



Atlas de Riesgos y Peligros Naturales del Municipio de La Paz, BCS 2012



Noviembre 22, 2012
Revisión Final

Número de obra
LA-803003996-N3-2012



La Paz, Baja California Sur
Soluciona Arquitectura y Construcción S.A de C.V.
Garmendia No. 55 Local B
Hermosillo, Sonora
(662) 213 00 81
solucionamx@gmail.com



ÍNDICE

CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción

1.1. Introducción	I-1
1.2. Antecedentes	I-1
1.3. Objetivo	I-6
1.4. Alcances	I-7
1.5. Metodología General	I-8
1.6. Contenido del Atlas de Riesgo	I-9

CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio

2.1. Determinación de la Zona de Estudio	II-1
--	------

CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural

3.1. Fisiografía	III-1
3.2. Geología	III-2
3.3. Geomorfología	III-3
3.4. Edafología	III-6
3.5. Hidrología	III-8
3.6. Climatología	III-10
3.7. Uso de suelo y vegetación	III-13
3.8. Áreas naturales protegidas	III-14
3.9. Problemática ambiental	III-16

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

4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad densidad de población	IV-1
4.2. Características sociales	IV-6
4.3. Principales actividades económicas en la zona	IV-10
4.4. Características de la población económicamente activa	IV-12
4.5. Estructura urbana	IV-12



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

5.1. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico	V-3
5.1.1. Fallas y Fracturas	V-3
5.1.2. Sismos	V-10
5.1.3. Tsunamis o maremotos	V-47
5.1.4. Vulcanismo	V-51
5.1.5. Deslizamientos	V-54
5.1.6. Derrumbes	V-59
5.1.7. Flujos	V-64
5.1.8. Hundimientos	V-64
5.1.9. Erosión	V-65
5.2. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico	
5.2.1. Ciclones (Huracanes y ondas tropicales)	V-78
5.2.2. Tormentas eléctricas	V-88
5.2.3. Sequías	V-91
5.2.4. Temperaturas máximas extremas	V-102
5.2.5. Vientos Fuertes	V-110
5.2.6. Inundaciones	V-115
5.2.7. Masas de aire (heladas, granizo y nevadas)	V-210

CAPÍTULO VI. Anexo *

6.1. Glosario de Términos	VI-2
6.2. Bibliografía	VI-15
6.3. Cartografía empleada	VI-17
6.4. Metadatos	VI-24
6.5. Fichas de campo	VI-53
6.6. Memoria fotográfica	VI-98
6.7. Nombre de la consultoría y personas que elaboran el Atlas	VI-100

*



CAPITULO I. Antecedentes e Introducción

1.1 Introducción

El presente Atlas de Peligros y Riesgos para el Municipio de la Paz, es una respuesta del H.XIV Ayuntamiento de La Paz para sumarse a los esfuerzos que realiza el gobierno federal y de manera particular la Secretaria de Desarrollo Social a través del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamiento Humanos PRAH, con el propósito de convertirlo en la herramienta indispensable para la toma de decisiones y la guía para definir acciones y presupuestos anuales orientados al desarrollo sustentable de las comunidades que integran su territorio.

La autoridad municipal, requiere contar con un instrumento que le permita incorporar la prevención de los desastres en los asentamientos humanos y vincularlos a las herramientas de planeación y ordenamiento de su territorio, y aplicar medidas para la reglamentación y control del uso del suelo para limitar la ocupación en zonas de alto riesgo y reducir la vulnerabilidad de quienes ya las ocupan. Requiere, definir y priorizar las obras de infraestructura que comprenden obras de protección y control contra los fenómenos que generan los desastres y organizar a la sociedad a través de acciones de educación y sensibilización para su prevención y para enfrentar contingencias, antes, durante y después de la presencia de un agente perturbador.

1.2 Antecedentes

El Municipio de la Paz cuenta con una superficie de 20,274.98 Km², ésta extensión territorial abarca la parte sur de la Sierra de la Giganta y la parte norte de la Sierra de La Laguna, ambas le otorgan la singularidad de su geomorfología; el resto del territorio corresponde a una zona relativamente plana denominada el Llano de La Paz, que presenta fuertes pendientes hacia el Océano Pacífico, como hacia el Golfo de California. Incluye también el territorio de las Islas San José, Partida, Espíritu Santo, Cerralvo y Margarita.

Estos factores, aunados a la localización geográfica, la limitación en las fuentes de abastecimiento de agua, lo extenso de sus litorales, la abundancia de sus recursos marinos y las bellezas naturales con las que cuenta, han definido que el desarrollo del municipio, se enfoque primordialmente a las actividades asociadas a la logística, la investigación, la pesca y el turismo, por lo que sus principales centros de población y desarrollos turísticos se ubican sobre las costas.

En el periodo comprendido entre el año 2000 y el 2010, el Estado de Baja California Sur y la mayoría de sus municipios, recibieron entre 6 y 10 declaratorias de emergencia, un número similar de declaratorias de desastre y ninguna de contingencia climatológica, contabilizándose en este lapso daños por 4,830.90 millones de pesos y 56 fallecimientos además de un gasto federal autorizado a través del Fondo Nacional de Desastres FONDEN por 2,331.10 millones de pesos para tareas de reconstrucción y atención a la población.¹

Daños y Muertes ocasionadas por Huracanes que han impactado al Estado de Baja California Sur , en el periodo 2000-2010				
Año	Huracán	Número de víctimas	Daños estimados (millones de pesos)	Gasto federal Autorizado FONDEN (millones de pesos) para BCS
2001	Juliette	2	850.15	241.50
2003	Marty e Ignacio	4	764.30	270.00
2006	John	5	984.70	542.40
2007	Henriette	1	442.50	380.70
2008	Norbert	0	292.20	311.70
2009	Jimena	0	929.80	584.80
		12	4,263.65	2,331.10

Cuadro 1. Daños y Muertes Ocasionadas por Huracanes en Baja California Sur 2000-2010

Entre los municipios más vulnerables y considerado de alto riesgo ante la recurrencia de los fenómenos, se encuentra el Municipio de la Paz.² Se caracteriza por estar localizado en una zona expuesta a agentes perturbadores de origen natural. Afortunadamente está creciendo la conciencia y la institucionalidad, para orientar y con ello ayudar a prevenir, e impulsar la gestión de desastres.

El Municipio de La Paz enfrenta peligros hidrometeorológicos que son los más recurrentes. El clima presenta variantes y es uno de los municipios con la precipitación anual más baja del país; sin embargo, está expuesto a la presencia de fenómenos hidrometeorológicos que se originan en el Pacífico nororiental, los cuales generan precipitaciones muy altas en lapsos muy cortos.

Durante la temporada de ciclones tropicales, ha padecido históricamente los daños provocados por los fuertes vientos, las mareas altas, las inundaciones y los escurrimientos súbitos ocasionados por las intensas lluvias que descargan este tipo de fenómenos, así como los efectos de las tormentas eléctricas.²

De acuerdo con los registros históricos del Sistema Meteorológico Nacional, Baja California Sur ha recibido el impacto de 17 huracanes en el periodo 1970-2012, 15 huracanes moderados categorías I-II y 3 huracanes intensos categoría IV, así como 8 depresiones tropicales y 13 tormentas tropicales, sumando un total de 38 eventos, con su propio historial de daños, afectando particularmente a los municipios de Comondú, La Paz y los Cabos.³

En promedio, en la zona sur de la Península de Baja California ocurrió un ciclón tropical con magnitud de tormenta tropical o mayor cada 1.4 años, mientras que los huracanes se presentaron en promedio cada 2.85 años; mientras que en el país, el promedio de afectación directa de ciclones tropicales en México (por ambos océanos) del período de 1970 a 2010 es de 4.4 ciclones al año. Los últimos huracanes que impactaron a la península de Baja California fueron John en el 2006, Henriette en el 2007, Norbert en el 2008, Jimena en el 2009 y Paul en 2012.³

Durante la temporada de ciclones tropicales del año 2003, **el estado de Baja California Sur se vio afectado por dos huracanes, Ignacio (22 Agosto) y Marty (24 Septiembre) en el transcurso de menos de 30 días**. Ambos fenómenos alcanzaron sus mayores niveles de peligrosidad poco antes de impactar en tierra, afectando prácticamente a la misma región del estado con magnitud similar. En un mes, los **cinco municipios del estado recibieron Declaratorias de Desastre Natural en dos ocasiones** por parte del Gobierno Federal.⁴

La presencia de dos huracanes en un lapso tan corto y con trayectorias tan similares, como ocurrió con Ignacio y Marty, es un evento poco frecuente que no se había registrado nunca antes desde que se realiza el seguimiento de ciclones tropicales en el Pacífico.



(imágenes tomadas de Google)



Imagen1: Margen derecho La Paz 1976, cauce original y torrente del Arroyo El Cajoncito durante el paso del Huracán Liza; margen izquierdo La Paz 2010, después de las obras de encauzamiento



Sin embargo, en la memoria de los paceños permanece latente, el huracán Liza, considerado como uno de los huracanes más devastadores que han afectado el país, que impactó de manera particular a la ciudad de La Paz. El 1° de octubre de 1976, Liza entró al Golfo de California a 84 km al este de la Paz, categoría 4 y con vientos de 220 km/h, trayendo consigo fuertes lluvias que causaron inundaciones repentinas durante la noche causando la ruptura de un tramo del bordo de contención perimetral de la ciudad construido para protección de las avenidas aguas arriba, convirtiendo las calles y el arroyo El Cajoncito en un furioso torrente, arrasando a su paso 30 colonias al sur de la ciudad y enterrando en el lodo a más de 1,000 personas y dejando entre 10 y 12 mil damnificados.⁵

En contraste, desde Mayo de 2011, Baja California Sur ha enfrentado la peor sequía en 70 años, afectando la producción agropecuaria y el suministro de agua potable a las comunidades; por ello la Secretaría de Gobernación emitió la declaratoria de desastre natural para los municipios de La Paz, Los Cabos y Loreto, para acceder al FONDEN prioritariamente para atender la oferta de agua potable a la población. (DOF Sección I, Febrero 21, 2012)

Las Temperaturas Máximas Extremas, ocasionan que las autoridades alerten a la población de los efectos de éste fenómeno en la salud de las personas, sobre todo en la población más vulnerable como los niños y ancianos. En tanto que los fenómenos asociados a masas de aire como granizo, heladas, nevadas y temperaturas mínimas no representan una amenaza para la población, por lo que no han sido considerados en el análisis del presente Atlas.

Como se ha mencionado, en Baja California Sur, ocurren fenómenos que son raros para el resto del país. Tal es el caso de los eventos ocurridos el 1° de septiembre de 2007, mientras la población se preparaba para recibir al huracán Henriette que se dirigía a la península y mientras el centro del huracán se localizaba a 300km de la Paz, la población fue sorprendida por un sismo de magnitud 6.1 escala de Richter con epicentro localizado a 140 Km de La Paz en el Golfo de California, con más de 800 réplicas. Afortunadamente sin consecuencia alguna, más que la alarma entre los habitantes, finalmente Henriette impactaría el día 4 a 10 Km al noreste de San José del Cabo.⁶

Este fenómeno se repitió el 25 de Septiembre de 2012, mientras el SINAPROC emitía la alerta para la entidad por la amenaza del huracán Miriam que se desplazaba con rumbo a la Península, un sismo de magnitud 6.0 escala Richter sorprendió a la población de la ciudad de La Paz; Miriam cambió de dirección internándose al Pacífico y el evento telúrico no provocó daños.

El Municipio de La Paz, se encuentra enclavado entre un sistema de fallas geológicas en tierra y mar y en una zona de micro sismicidad permanente, por lo que se encuentra expuesto a diversos peligros geológicos; cinco fallas geológicas transpeninsulares que controlan la geomorfología del sur de la península y cuyo nombre proviene de los poblados localizados en su trayecto: la falla de La Paz, El Carrizal, San Juan de los Planes, San Bartolo y San José del Cabo. Los temblores más fuertes ocurridos en la región, son interpretados como asociados al movimiento fuera de costa de la extensión de la falla La Paz.⁶ y se ubica entre las zonas B y C de la regionalización sísmica de la República Mexicana.⁷

En años recientes, se ha descubierto que la región La Paz-Los Cabos, es muy diferente al resto de la Península y en donde ocurren fenómenos muy característicos que son raros en el resto del país: Enjambres sísmicos altamente productivos y de duración larga. Esto tiene consecuencias muy importantes, ya que históricamente se tienen registros de sismos de magnitud moderada (aproximadamente de 5 grados de Magnitud en la escala de Richter) y en la eventualidad de sismos de esta naturaleza, los efectos serían mayores debido a que las ondas no se atenuarían. Un sismo de Ms= 6 en la región de La Paz o Todos Santos tendría serias repercusiones incluso en Los Cabos.⁸

Entre los temblores históricos más fuertes, está el sismo del 30 de junio de 1995 (Ms= 6.2) y su secuencia de réplicas, han sido de los primeros de magnitud intermedia en la zona, con epicentro a 50 Km al norte de la ciudad, la fuerte sacudida fue sentida en Los Cabos, Cd. Constitución y en Loreto localizada a 500Km del epicentro.



Dos horas después, una fuerte réplica ($M_s=5.4$) originada a 30 Km del sismo principal fue sentido nuevamente. A partir de estos eventos a finales de 1999 entró en operación una red sísmica en la región La Paz-Los Cabos, la que continúa en operación bajo responsabilidad del CICESE. El más reciente se presentó el 25 de Septiembre de 2012 ($M_s=6.0$).

Entre los meses de Febrero y Abril de 2004 ocurrieron varios sismos con epicentro a 10 Km al noroeste del centro de la ciudad de La Paz, generando alarma entre la población. Se registraron veintisiete sismos de magnitudes mínimas de 1.4 y máximas de 3.3 escala Richter y profundidades entre 2 a 8 km, esta actividad inusual se denomina enjambre sísmico, máxime que en los seis años que el CICESE-Unidad La Paz, lleva de monitorear la zona, no se había registrado actividad en esa área. Se estimó el efecto de sitio quedando evidencia de la presencia de amplificaciones dentro de la ciudad y su zona conurbada Chametla y Centenario ante la acción de sismos.⁷

Este fenómeno del enjambre sísmico se ha presentado nuevamente en 2007 y 2010. La actividad sísmica del año 2011 fue de 56 sismos, la mayor actividad se presenta en tierra, en la zona de la Sierra de la Laguna cerca de las localidades de Los Barriles y San Antonio en su mayoría, ocurriendo también cercanos a las localidades de El Sargento, San Bartolo y Todos Santos. Durante 2012, se han registrado 42 sismos, de los cuales el 90% han ocurrido en tierra a 20-25 Km al Suroeste de la localidad de Los Barriles.⁸

Este panorama, nos permite visualizar la pertinencia de que a partir de este trabajo, el Ayuntamiento de La Paz, cuente con información para revisar la normatividad municipal para obras civiles y construcciones sismo resistentes y en su caso actualizarla, así como para elaborar los programas de respuesta a contingencias ante este tipo de fenómenos.

No se registra actividad volcánica en la zona, el Volcán Tres Vírgenes se encuentra a 800 km del municipio por lo que no se considera una amenaza y no se incluyó en el estudio.⁹

Según el Diagnostico de Peligros e identificación de Riesgos de Desastres en México CENAPRED 2001, el litoral del Municipio que colinda con el Pacífico y el Golfo de California se consideran áreas receptoras de Tsunamis lejanos con una ola de una altura máxima esperable de 3m.

Los procesos geodinámicos que afectan a la superficie terrestre, dan como resultado movimientos del terreno y pueden ocasionar riesgos geológicos, estos movimientos son reflejo del carácter dinámico del medio geológico, de la evolución natural del relieve y de carácter antrópico, al interferir con la naturaleza y modificar sus condiciones. En el caso del Municipio de La Paz, los principales fenómenos que llegan afectar son la erosión como se detecta en Todos Santos y Pescadero, disolución en las zonas de Pichilingue y Los Azabaches en la delegación de La Paz; en los litorales del municipio no se cuenta con registros de pérdida de playas u otro relacionado con erosión marina, así como tampoco se registra erosión kárstica por lo que estos fenómenos no se incluyeron en el estudio. Por otra parte los deslizamientos de laderas están íntimamente relacionados con la topografía y geología constituida principalmente por rocas deleznable y fracturadas con escarpes inclinados como es al sur de "El Saladito"; por las características del suelo no se presenta el fenómeno de hundimientos, por lo que no se consideró su análisis.¹⁰

El Municipio (003) cuenta una población total de 251,871 habitantes que representa el 39.54% de la población del Estado; distribuidos en 906 localidades de las cuales solamente La Paz y Todos Santos cuentan con más de 5,000 habitantes, el resto de las localidades tienen menos de 2,500. El 85.63 % de la población se asienta en La Paz (001)-Chametla (0108)-El Centenario (0092), el 3.07% en Todos Santos(003)-Pescadero(0684), el .47% en Los Barriles(0392), el .48% en El Sargento(1630)- La Ventana(0920), el .18% en San Antonio(0223), el .16% en San Bartolo(0222) y el .14% en Las Pocitas(0219).¹¹



La ciudad de La Paz como capital de la entidad funciona como centro político, administrativo, de abasto y servicios, el área urbana ocupa una superficie de 8,236 Has y se encuentra a 10 msnm. Presenta escurrimientos normales y extraordinarios, se consideran pendientes del 1 al 3%.

Se estiman 37 colonias de alto riesgo por inundación considerando 9 de más alto riesgo: asentamientos ubicados en la parte baja del cerro "El Orégano" donde se presenta un fenómeno de ocupación irregular como la colonia Benito Juárez, así como las colonias Márquez de León, Agua Escondida, Cardonal. Luis Donaldo Colosio, Solidaridad, El Calandrio, Fraccionamientos la Fuente y Santa Fe. Las partes bajas de la zona sureste también se consideran zonas susceptibles de inundación, las riberas de los arroyos, las zonas aledañas a los bordos de protección, así como el poblado Chametla y la zona sur del poblado El Centenario, ambos conurbados con la ciudad con presencia de arroyos importantes como El Cajoncito, El Calandrio, El Novillo y La Palma.¹²

Todos Santos - Pescadero como concentración rural, se ubica sobre una meseta en las faldas de la sierra de La Laguna, a 80 kilómetros al suroeste de La Paz, se encuentran a 41 y 60 msnm respectivamente y enclavadas en las sierras bajas, con altitudes que varían de 500 a 600 msnm en la costa del Pacífico, la zona es como un oasis en el desierto.

El área se caracteriza por contar con dunas costeras, lagunas y playas y está sujeta a fenómenos naturales como temperaturas máximas extremas en verano y sequias; se presentan huracanes en temporada, se cuenta con registro de microsismos de moderada intensidad, zona sujeta a Tsunamis lejanos, en una pequeña zona al oriente se pueden presentar derrumbes donde existen asentamientos en pendientes superiores al 30%, las zonas más vulnerables son la partes bajas sujetas a inundación.¹³

La cabecera delegacional Los Barriles, se localiza en la costa del Golfo de California a 152 Km al sureste de La Paz a 40 msnm. Se ubica en la zona de incidencia de ciclones y en el caso de la línea litoral, el oleaje producido por alguna actividad ciclónica podrá tener repercusiones en la morfología costera de forma temporal, estacional o definitiva. Las áreas más propensas a la inundación son las zonas bajas resultando la zona centro la más afectada y se tiene registro de actividad sísmica en la zona. Las áreas urbanas están claramente divididas, una zona es ocupada por la población local, y otra por el área residencial turística que ocupan preferentemente las áreas próximas a la playa.¹⁴ Durante 2012, se ha registrado una importante actividad sísmica a 25 Km al suroeste de esta localidad.¹⁵

El Sargento-La Ventana son localidades conurbadas que han formado un continuo lineal urbano; ubicadas en la costa del Golfo de California a 42 Km al sureste de la Paz, en la Bahía La Ventana a 15 y 33 msnm respectivamente. Presenta actividad sísmica baja, no se presentan deslizamientos o derrumbes, y se localiza en la zona de incidencia de huracanes. La Ventana presenta una traza reticular estructurada a través de la carretera – Paseo Cerralvo, por su parte El Sargento muestra una traza de plato roto; estas localidades presentan tres zonas perfectamente definidas a partir de la carretera: al este uso turístico y residencial turístico, al oeste uso urbano que considera equipamiento, comercio y vivienda popular y tradicional y al norte uso residencial turístico.¹⁶

El poblado de San Antonio se localiza, a 57 Km sur sureste de la Paz, enclavado en un lomerío medio e inicio de pie de sierra de la Sierra Los Chiles a 400 msnm, con pendientes del 15 al 27%.

Se originó como un poblado minero ya que su hidrología no permite acumular aprovechamientos hidráulicos y el suelo rocoso es de baja permeabilidad, presenta una traza reticular y se encuentra dividido en cuatro zonas por el cruce del arroyo y la carretera federal Mex 01. Está presente la Falla activa de San Juan de Los Planes y se tiene registro de actividad microsismica; es afectado por huracanes, temperaturas extremas, y sequia, las zonas bajas cercanas a la ribera del arroyo principal son vulnerables a inundación.¹⁷

El poblado San Bartolo es una comunidad rural que se localiza a 86.80 Km al sureste de la Paz a 380 msnm al pie de la sierra San Lorenzo (RPT). El asentamiento se generó a ambos costados de la carretera, adaptándose a la topografía del sitio. Se encuentra inmerso en un oasis, generado por el paso del arroyo San



Bartolo que cruza en la parte baja del poblado y donde no se localizan asentamientos humanos, pero se producen huertas de mango, aguacate, cítricos y café.

Está presente la Falla San Bartolo y se registran microsismos lo que puede ocasionar derrumbes que dañarían las viviendas, pequeños comercios construidos en las zonas de altas pendientes y cortes a la carretera. Al igual que el resto de las localidades, es afectado por el impacto de huracanes, tormentas y depresiones tropicales y lluvias extraordinarias e inundaciones.¹⁸

Las Pocitas es la cabecera municipal de la Delegación Los Dolores, se localiza a 107 Km al norte de la ciudad de La Paz a 70 msnm, es una zona de muy baja precipitación con 130 mm anuales registrados. El poblado se inició como un caserío en el costado oriente de la carretera federal Mex 01 tramo Cd. Constitución-La Paz, de traza irregular bordeando la margen norte del Arroyo Las Pocitas .

El poblado se inunda prácticamente en su totalidad, ya que en la construcción del puente la SCT no consideró adecuadamente el caudal del escurrimiento, provocando el embalse de las aguas en el asentamiento humano, caso similar se hace presente en el poblado San Pedro localizado al sur de La Paz. El fenómeno tenderá a agravarse ya que en los sitios colindantes al poblado se presenta una población importante de mezquites que se ha convertido en la materia prima de la principal actividad económica para sus habitantes como lo es la fabricación de carbón; sin embargo la tala que ejercen los pobladores está afectando la cuenca e incrementando el riesgo por inundación.¹⁹

No se incluyó en el estudio el territorio insular del municipio: Islas San José, Partida, Espíritu Santo, Cerralvo y Margarita, por inexistencia de asentamientos humanos, en ellas.

1.3 Objetivo

Los aspectos mencionados en los párrafos precedentes, nos muestran la complejidad de este mosaico, por ello, el objetivo de este documento es: **diagnosticar, ponderar y detectar los riesgos y la vulnerabilidad de los asentamientos humanos y localizarlos en un espacio geográfico** y de manera particular, que la población que lo consulte, pueda ubicar e identificar el tipo y grado de riesgos existentes, de acuerdo con su origen natural.

El presente documento se fundamenta en el marco jurídico de la Protección Civil a nivel federal, estatal y municipal:

En los artículos 25 y 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se establecen la rectoría del Estado mexicano para desarrollo integral sustentable y democrático de la nación; el artículo 9° de la Ley de Planeación establece el Plan Nacional de Desarrollo y los planes y programas sectoriales que se deriven del mismo como el vigente Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.

La Ley General de Protección Civil (*DOF Junio 6, 2012*) recientemente aprobada y que sustituye a la promulgada en 1997, establece en sus artículos 5,7,8,9 y 10 la gestión integral del riesgo, en su Capítulo III ordena el Sistema Nacional de Protección Civil y en el Capítulo VI establece el Programa Nacional de Protección Civil; en su Capítulo XVII de la Detección de las Zonas de Riesgo en sus artículos 84 al 90, establece la responsabilidad a funcionarios y particulares y determina como hecho delictivo, la falta de observancia de la Ley.

El PND 2007-2012 establece en su Eje 1 Estado de Derecho y Seguridad a la Protección Civil, como un tema de seguridad nacional para preservar la integridad física y el patrimonio de los mexicanos por encima de cualquier otro interés, de tal forma que el Programa de Prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos (PRAH-SEDESOL) está orientado apoyar a los municipios en riesgo global alto o muy alto de desastres por

fenómenos naturales para que elaboren sus Atlas de peligros o riesgos y ejecuten las obras derivadas de éstos.

El marco estatal establece en los Artículos 2, 3, 18, 28 y 29 de la Ley General de Protección Civil para el Estado de Baja California Sur (BOE No. 19, Tomo XIII, Mayo 15, 1996) los Sistemas Estatal y Municipal de Protección Civil, así como el Programa Estatal de Protección Civil en tanto que en los artículos 2, 17 y 22 del Reglamento de la Ley de Protección Civil del Estado de Baja California Sur (BOE No. 52 Tomo CX, Noviembre 14, 2003) crea el Sistema Estatal de Información que estará integrado por un sistema de monitoreo de fenómenos perturbadores y riesgos del Estado, un Sistema de Información Geográfico y un Banco de Datos de Protección Civil.

Los Artículos 2, 6, 15, 25, 26, 27 y 28 del Reglamento de Protección Civil para el Municipio de La Paz establece la responsabilidad de la Coordinación Municipal de Protección Civil en la elaboración del Programa Municipal de Protección Civil y del Atlas Municipal de Riesgos.

1.4 Alcances

El presente estudio pretende sensibilizar a las autoridades, de la existencia de riesgos y la necesidad de incorporar criterios para la prevención de desastres en los planes de desarrollo urbano y en el marco normativo de los municipios, además de hacer de la prevención de desastres una política de desarrollo sustentable, dirigida a mitigar la exposición de la población frente a amenazas de origen natural. Sobre todo la necesidad de trabajar en la reducción de riesgos, a través de acciones y obras para desincentivar la ocupación de suelo en zonas de riesgo; promover la cultura de prevención de desastres y la conservación de los sistemas naturales así como, incrementar la inversión en reducción y mitigación de riesgos.

De igual forma, pretende convertirse en un instrumento de información y consulta para la población en general a partir del diagnóstico e identificación de los peligros naturales geológicos e hidrometeorológicos que se presentan dentro del municipio y las localidades de estudio, el análisis del grado de exposición a la que se encuentran expuestos y puedan a través de los mapas identificar las zonas de peligro para aumentar su capacidad de respuesta ante una contingencia y disminuir los riesgos, es decir los daños que causan.

Al contar el municipio con un Atlas de Peligros y Riesgos Naturales, deberá incrementar su capacidad institucional, incorporando la tecnología informática con un sistema de información geográfica dinámico, mediante el cual podrá regular el uso del suelo; orientar el desarrollo de la ciudad capital y las comunidades en zonas de bajo riesgo y sin peligro para la población; así como analizar y evaluar posibles escenarios de los diferentes eventos que se pudieran presentar y con ello elaborar planes de emergencia, evacuación y líneas vitales.





1.5 Metodología General

Los niveles de estudio utilizados para analizar cada fenómeno natural se resumen en la Tabla siguiente:

Fenómeno Perturbador	Tipo	Nivel de Estudio
Fallas y fracturas	Geológico	Nivel 1 y 2
Sismos	Geológico	Nivel 1,2, 3 y 5
Tsunamis o maremotos	Geológico	Nivel 1
Deslizamientos y Desprendimientos	Geológico	Nivel 1 y 2
Flujos	Geológico	Nivel 1 y 2
Erosión Hídrica	Geológico	Nivel 1
Erosión Eólica	Geológico	Nivel 1
Ciclones. Huracanes	Hidrometeorológico	Nivel 1 y 2
Ciclones. Ondas tropicales	Hidrometeorológico	Nivel 1 y 2
Tormentas Eléctricas	Hidrometeorológico	Nivel 1
Sequías	Hidrometeorológico	Nivel 1
Temperaturas Máximas extremas	Hidrometeorológico	Nivel 1 y 2
Vientos Fuertes	Hidrometeorológico	Nivel 1
Inundaciones	Hidrometeorológico	Nivel 1,2 y3
Masas de Aire. Heladas y Granizo	Hidrometeorológico	Nivel 1

Se ha considerado importante recomendar que el Ayuntamiento de La Paz, complemente el Atlas de peligros y riesgos naturales, con el análisis de riesgo y la elaboración de sus mapas correspondientes de algunos peligros antropogénicos en la zona urbana de La Paz, por la relevancia que implican las actividades logísticas portuarias, la generación y distribución de energía eléctrica y la posibilidad de que éstos peligros llegaran a combinarse con fenómenos naturales incrementando el riesgo y la magnitud de un posible desastre



1.6 Contenido del Atlas de Riesgo

El documento está integrado por 5 Capítulos y la Cartografía vectorial. El H.XIV Ayuntamiento de La Paz, determinó previamente la zona de estudio, extendiéndose al territorio municipal y las zonas urbanas de 6 de las cabeceras delegacionales y 3 localidades rurales. En las primeras etapas de este trabajo, se recopiló información de fuentes bibliográficas y geográficas; información disponible en la red y en las dependencias de la administración pública municipal, estatal y de las delegaciones federales, así como entrevistas personales con funcionarios y académicos y entre la población. Esta información se describe en el presente Capítulo I y en el Capítulo II del documento y se representó en los mapas base a nivel municipio y área urbana de las localidades.

Se generan los mapas temáticos de los elementos que conforman el medio natural y socio demográfico, describiendo la caracterización de cada uno de sus elementos: fisiografía, hidrología, geología, geomorfología, climatología, usos de suelo y vegetación, áreas naturales protegidas; así como la distribución de la población, densidad demográfica, entre otros; integrando los Capítulos III y IV de este documento.

Se realiza un diagnóstico e identificación de los fenómenos que afectan al Municipio, analizando periodos de retorno e intensidades. A nivel urbano, se integran además de la cabecera municipal y su zona conurbada La Paz-Chametla-Centenario, las localidades de Todos Santos-Pescadero, Los Barriles, El Sargento-La Ventana, San Antonio, San Bartolo y Las Pocitas, atendiendo al 90.13% del total de la población municipal y donde se localiza la mayor infraestructura productiva y equipamientos.

En el caso de la ciudad de La Paz, se considera como punto de partida, parte de la información contenida en el Atlas de Peligros Naturales para la ciudad de la Paz, BCS (*SEDESOL-Gob. Edo. BCS-H. Ayto. La Paz-2005*) y que será complementada y actualizada.

Se procede a la caracterización física de los peligros naturales, evaluando cualitativa y cuantitativamente la vulnerabilidad de los asentamientos humanos y definiendo zonas de riesgo mitigables y no mitigables, y se generan los mapas de peligros y de riesgos naturales, procediendo a su interpretación para integrar el Capítulo V de este documento.

Se elabora el Atlas de Peligros Naturales y Riesgos, basado en un sistema de información que permite la consulta de una manera rápida y sencilla, integrando el conjunto de mapas base, temáticos, de peligros y de riesgos naturales, mismos que se encuentran ordenados dentro de una base de datos en un sistema de información geográfico (que puede ser actualizada con nuevos datos que se generen en el futuro) integrando la Cartografía Vectorial de este documento.

Al final del documento encontrará los anexos cartográficos, fotográfico, el glosario de términos y la bibliografía consultada.



Referencias

- 1 Fuente: CENAPRED. Estudios Económicos y Sociales. Declaratorias de Desastres y Emergencias 2000-2010
- 2 Fuente: Diagnóstico de peligros e identificación de Riesgos de Desastres en México. CENAPRED 2001
- 3 Fuente: Reporte Temporada de Ciclones 2011. CONAGUA-SMN-Subgerencia de Reporte Meteorológico
- 4 Fuente: Reporte Temporada de Ciclones 2003. CONAGUA-SMN-Subgerencia de Reporte Meteorológico
- 5 Fuente: Reporte temporada de Ciclones. CONAGUA-SMN-Subgerencia de Reporte Meteorológico
- 6 Fuente: CICESE en Baja California Sur, Unidad La Paz. (sismosbcs.cicese.mx).
- 7 Fuente: Diagnóstico de Peligros e identificación de Riesgos de Desastres en México 2001. CENAPRED
- 8 Fuente: CICESE en Baja California Sur, Unidad La Paz. Reporte de un enjambre sísmico de Febrero-Abril de 2004 en la Bahía de La Paz, BCS; Mario González, Sergio Mayer y Alfredo Aguirre. Marzo 2005
- 9 Fuente.: Atlas de peligros naturales de la Ciudad de La Paz, BCS. SEDESOL-AYTO. LA PAZ 2005
- 10 Fuente: Análisis propio .Peligros geológicos Atlas peligros y Riesgos LAP 2012. Geol. Patricia Sámano T.
- 11 Fuente: INEGI. XII Censo de Población y Vivienda 2010
- 12 Fuente: CNA. Organismo de Cuenca Península de Baja California, Dirección Local Baja California Sur, Subdirección de Consejos de Cuenca, Gestión Social y Atención de Emergencias.
- 13 Fuente: Programa Subregional de Desarrollo Urbano Todos Santos-Pescadero-Las Playitas.H. Ayuntamiento de La Paz
- 14 Fuente: Programa Subregional de Desarrollo Urbano Los Barriles-El Cardonal .H. Ayuntamiento de La Paz.
- 15 Fuente: CICESE en Baja California Sur, Unidad La Paz. (sismosbcs.cicese.mx).
- 16 Fuente: Programa Subregional de Desarrollo urbano Los Planes-El Sargento-Ensenada de Muertos. H. Ayuntamiento de La Paz.
- 17 Fuente: Informe Preventivo Proyecto de Exploración Minera Directa Cañada del Agua, San Antonio, BCS
- 18 Fuente: Regiones terrestres prioritarias de México. Sierra La laguna y Oasis aladaños. CONABIO 2000
- 19 Fuente: Estudio dasométrico del mezquite en la zona de Las Pocitas, BCS. INIFAP Centro de investigación Regional del Noroeste. Todos Santos Rigoberto Mena y Esteban Osuna.2003



CAPITULO 2. Determinación de la zona de estudio. ¹

2.1 Determinación de la zona de estudio

La cobertura del estudio es el territorio que ocupa en el macizo de la península de Baja California el Municipio de La Paz y de acuerdo al Marco Geoestadístico del INEGI, se identifica con la clave 003 y se encuentra ubicado entre las coordenadas 23° 6' 45.46" y 25° 5' 2.06" Latitud Norte y los 111° 41' 53.36" y los 109° 41' 44.46" Longitud Oeste. Limita al norte con el Municipio de Comondú y al sur con el Municipio de Los Cabos, en su costa oriental se encuentra el Golfo de Baja California y la costa occidental colinda con el Océano Pacífico. Tiene una extensión de 20,274.98 Km² y ocupa el 20.76% de la superficie estatal.

El municipio de La Paz se conforma por una cabecera municipal La Paz con funciones de capital del Estado de Baja California Sur y cuenta con 6 delegaciones administrativas y 49 subdelegaciones:

Delegación	Delegación Administrativa	Número de Subdelegaciones
La Paz	Cabecera Municipal	9
Todos Santos	Delegación	13
Los Barriles	Delegación	3
San Juan de Los Planes	Delegación	3
San Antonio	Delegación	6
Los Dolores	Delegación	10
EL Carrizal	Delegación	5

Tabla 1. División Administrativa del Municipio de La Paz. 2010 elaborada por el Centro de Información Municipal

En el territorio municipal se tienen registradas un total de 1,044 localidades, según datos estadísticos del Centro de Información Municipal; los principales centros de población son La Paz y su zona conurbada Chametla-Centenario, Todos Santos y Los Barriles. En la zona rural se registra un importante número de rancherías asentadas en ejidos, campos agrícolas o comunidades pesqueras.

Delegación	Población Total	Número de Localidades	Localidad de Estudio	Cobertura Km ²	Porcentaje
Todos Santos	8,606	108	Todos Santos y Pescadero	24.71	
San Antonio	1,354	94	San Antonio	0.69	
Los Dolores	2,384	160	Las Pocitas	0.6	
San Juan de Los Planes	4,204	56	El Sargento-La Ventana	8.16	
Los Barriles	2,458	28	Los Barriles y San Bartolo	9.95	
La Paz	226,593	194	La Paz-Chametla-Centenario	122.72	
				166.83	1.11%
Municipio	251,871	1,044		15,040	100.00%

Tabla 2. Cobertura del área de estudio.

El área de estudio abarca una superficie 15, 040 km² que representa el 74.18% de la totalidad de la superficie del municipio ya que no se consideró en el estudio el territorio insular. Se hace énfasis en las áreas urbanas de la cabecera municipal La Paz (122.72 Km²) y su zona conurbada con las localidades de Chametla y El Centenario y las localidades de Todos Santos (14.75 Km²), Pescadero (9.96Km²), Los Barriles (9.66 Km²), El Sargento-La Ventana (8.16 Km²), San Antonio (0.69 Km²) San Bartolo (0.29 Km²) y Las Pocitas (0.60 Km²) para un total de 166.83 Km² de superficie urbana que representan el 1% del territorio municipal que cubre el 90.7 % de la población del municipio.

¹ Ver anexos. Mapa 1. Mapa base Topografía del Municipio; mapa 2. Mapa Base. Topografía Zona Urbana de la Paz. Cuadrante 1; mapa 3. Mapa Base. Topografía Zona Urbana de la Paz. Cuadrante 2; Mapa 4. Mapa Base. Topografía Zona Urbana de la Paz. Cuadrante 3. Mapa 5. Mapa Base. Topografía Zona Urbana de la Paz. Cuadrante 4.



El municipio cuenta con tres sistemas de enlaces:

Enlace Portuario: El municipio cuenta con cuatro instalaciones portuarias, tres localizadas en la ciudad de La Paz. El puerto turístico pesquero La Paz habilitado en Mayo de 1974 y localizado en el malecón de la ciudad cuenta con el muelle turístico para cruceros chicos de tipo temático y brinda el servicio de embarque y desembarque de pasajeros, avituallamiento de combustible, agua potable, energía eléctrica y desalojo de basura.

El puerto de Pichilingue comercial, pesquero y turístico habilitado en Julio de 1997 localizado a 17 Km al noroeste del centro de la ciudad, cuenta con un muelle pesquero y uno comercial de usos múltiples con terminal para pasajeros, áreas de almacenamiento cubiertas y patios donde se recibe granel mineral y agrícola y carga general. Receptor de tráfico de cabotaje y de altura, destaca dentro de sus funciones, el arribo y salida de los transbordadores hacia Mazatlán y Topolobampo, así como el arribo de cruceros turísticos en el periodo comprendido entre los meses de Noviembre a Abril. Colinda la Terminal Marítima Punta Prieta de PEMEX, es el sitio de descarga de combustible más importante del Estado y cuenta con 2 muelles denominados I y II.

En la localidad de San Juan de la Costa a 60 Km por la costa oeste de la Bahía de La Paz se localiza el puerto comercial del mismo nombre habilitado en Julio de 1997 fue construida exclusivamente para la carga de mineral a granel producto de las minas de fosforita operado por la empresa Rofomex. Los datos han sido publicados por la Administración Portuaria Integral API-BCS

Enlace Aéreo: El municipio cuenta con un Aeropuerto Internacional Gral. Manuel Márquez de León localizado en la ciudad de La Paz, a 21 msnm, cuenta con una pista de 2.5Km de longitud por 45 m de ancho, de pavimento hidráulico. El edificio terminal tiene una capacidad para 350 pasajeros/hora y recibe vuelos nacionales e internacionales en 2009 recibió a 512,600 pasajeros, según datos publicados por Grupo Aeroportuario del Pacífico (GAP) operador y administrador.

Enlace Terrestre: Según datos y mapas publicados por la SCT, el enlace regional del Municipio de La Paz con el resto de la entidad, se da a través del Eje Carretero Transpeninsular (Carretera Federal Mex No.1) conectándose al norte con Ciudad Constitución, Loreto, Santa Rosalía, Guerrero Negro, Ensenada y Tijuana, al sur con Los Cabos; cuenta con una sección de 2 carriles uno por sentido sin acotamiento y no cuenta con ningún tipo de peaje dentro del Estado. Al norte el punto de acceso es por Los Dolores (Las Pocitas) y al sur por la localidad de Los Barriles hasta San José del Cabo.

Recientemente la Carretera Federal No. 19 San Pedro-Todos Santos- Cabo San Lucas, fue modernizada a cuatro carriles con acotamientos, en una longitud de 50 Km, la cual enlaza al municipio con la parte poniente del municipio de Los Cabos y en particular con Cabo San Lucas y San José del Cabo en un recorrido escénico espectacular.

La conectividad entre delegaciones se da por medio de 4 carreteras estatales:

- La Carretera La Paz- Ensenada de Muertos, de 58 kilómetros de longitud, comunica la Ciudad de la Paz con la zona de Los Planes - El Sargento - La Ventana. El 60% se encuentra pavimentado.
- La Carretera El Centenario – San Juan de la Costa, de 60 kilómetros de los cuales 20 Km se encuentran en buen estado que comunica la ciudad de La Paz con San Juan de la Costa, donde se localiza el Muelle de ROFOMEX.
- La Carretera La Paz –Pichilingue-El Tecolote de 26 Km que costea el litoral y comunica la ciudad de la Paz con las Terminales marítimas de Punta Prieta PEMEX y Pichilingue y la zona de balnearios de Balandra y el Tecolote conectándose al Libramiento oriente de la ciudad que sirve a la nueva central generadora eléctrica de la CFE y al Relleno sanitario de la ciudad de la Paz y se conecta también con la carretera a Los Planes.
- La Carretera Los Barriles – El Cardonal, de 30 Km

Las localidades asentadas en la zona rural y los puntos de atracción turística de los litorales y la zona serrana se conectan por caminos de terracería y brechas, a su vez conectadas al sistema carretero descrito.

El mapa base topográfico del Municipio, fue elaborado a escala 1:800,000, en el mismo las curvas de nivel están indicadas a cada 50 metros, y tienen como base los datos vectoriales de las cartas topográficas de INEGI escala 1:50,000 G12.

El mapa base correspondiente a las zonas urbanas de las localidades de estudio, contiene traza, áreas geoestadísticas básicas, nombres de calles y las curvas de nivel se indican a cada metro, tienen como base la información proporcionada por la Dirección de Catastro del H.XIV Ayuntamiento de La Paz. En ambos casos están representadas por líneas que indican el valor de la altura del relieve en metros, resaltando los diferentes tipos por lo que es posible identificar las elevaciones más importantes, así como los valles y planicies del área de estudio. La hidrología está representada con líneas color azul, en tanto que las líneas de comunicación se representan en líneas continuas de color amarillo. Las localidades y poblados se representan con un punto de color negro, en tanto que las áreas urbanas en polígonos de color blanco.

Las escalas utilizadas para las localidades son las siguientes: La Paz, incluye la zona conurbada Chametla-El Centenario editada en cuatro cuadrantes escala 1:80,000; Todos Santos 1:20,000; Pescadero y San Antonio 1:10,000, El Sargento 1:8,500; Los Barriles 1:8,000; San Bartolo, La Ventana y Las Pocitas 1:6,000.



Imagen 2: Mapa Base Topográfico Municipio de la Paz. Mapa 1

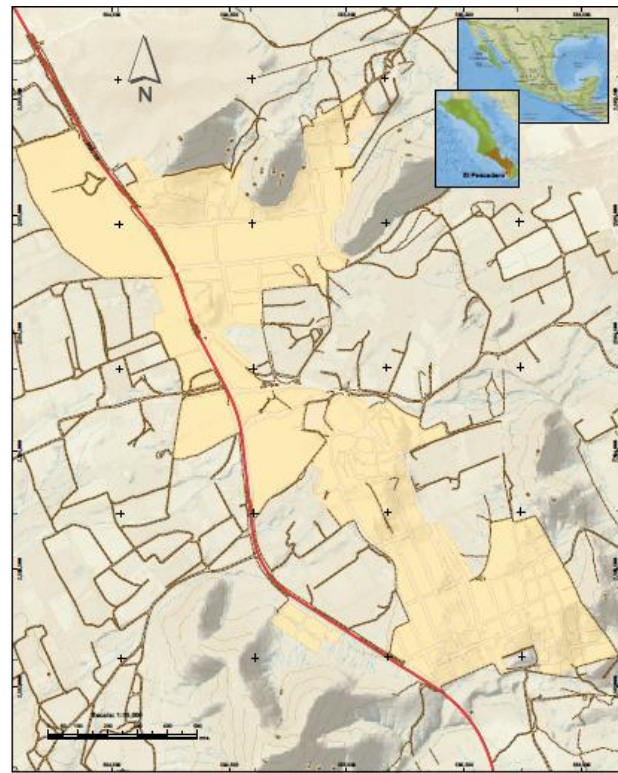


Imagen 3: Mapa base zona urbana de El Pescadero. Mapa L3-1

CAPITULO 3. Caracterización de los elementos del medio natural.

3.1. Fisiografía.²

Lugo-Hubp (1990) sintetizó los relieves de México con base en el análisis de otros trabajos, adaptando el de INEGI, clasificándolo en grandes provincias fisiográficas, de tal forma que el municipio de La Paz se encuentra ubicado dentro de la provincia fisiográfica de la “Península de Baja California” y comprende las subprovincias de: “Llanos de la Magdalena”, “Sierra de la Giganta”, y “El Cabo”.

La subprovincia de “Llanos de la Magdalena” está situada en la parte centro-oeste del estado, cubre el 52.5% del municipio y ocupa una gran parte del municipio. Fisiográficamente, tiene estructura con forma de una depresión. La porción noroeste y más de la mitad de la zona costera de la discontinuidad están formadas por llanuras con dunas, hacia los límites son la sierra “La Giganta” se observan algunas laderas y lomeríos. Dentro de esta subprovincia se encuentra el Valle de La Paz - El Carrizal, cuyo origen está relacionado con una fosa tectónica rellena de formaciones sedimentarias del cenozoico mal consolidadas. Existen una serie de barras como son la de La Paz y de Bahía de Almejas, que encierran sobre las costas las bahías de Santo Domingo, Magdalena, Las Almejas y Santa Marina.

Los suelos predominantes en esta subprovincia son los xerosoles, siendo la vegetación más abundante el matorral sarcocrasicaule.



Imágenes 4, 5, 6: Sierra la Laguna tomada de Google, Camino al Tecolote, Todos Santos fotografías A. Muñoz

La subprovincia de “Sierra de La Giganta” comprende un 24.86% del municipio, esta formada por sierras y montañas que llegan a alcanzar una altitud de 1630m y se localiza a lo largo del Golfo de California con un rumbo noroeste-sureste, con una morfología escarpada con pendientes abruptas, dominando las sierras altas con mesetas, compuesta por rocas intrusivas de composición félsica y subyaciendo depósitos volcánicos piroclásticos y lavas de composición félsica. Los suelos dominantes son los vertisoles y la vegetación que predomina en esta subprovincia es el matorral sarcocoule.

La subprovincia “Del Cabo” se localiza al sureste del municipio siendo la parte final de la provincia de “baja California” y comprende el 22.64% del municipio, esta subprovincia, está constituida por la presencia de un conjunto de sierras y montañas con una dirección norte a sur al este de la ciudad de La Paz hasta Cabo San Lucas, existiendo dos zonas topográficamente bajas que son los valles de Los Planes y el de Santiago.

La vegetación está íntimamente relacionada con la altitud del terreno, en las partes bajas se desarrolla matorral sarcocoule y las zonas de elevación media de selva baja caducifolia y en las zonas topográficamente más elevadas mayores de 1000m bosque de encino, de encino-pino y de pino-encino.

FISIOGRAFÍA EN EL MUNICIPIO DE LA PAZ		
Provincia	Subprovincia	Porcentaje
Península de Baja California	Llanos de Magdalena	52.50%
	Sierra de la Giganta	24.86%
	El Cabo	22.64%

Tabla 3. Fisiografía. Porcentajes de cobertura del territorio municipal por provincia fisiográfica

² Anexo 6.3. Mapa 2. Fisiografía del Municipio.



3.2. Geología.³

La geología del municipio de La Paz comprende rocas y sedimentos con edades del Reciente al Triásico, las rocas más jóvenes correspondientes al Cuaternario (Reciente) son producto de procesos exógenos como son erosión e intemperismo, cubriendo prácticamente la tercera parte de la superficie del municipio, las rocas más abundantes son las correspondientes al Terciario y en menor porcentaje las rocas del Jurásico. La descripción de las unidades litológicas están ordenadas como la nomenclatura utilizada por INEGI y el Servicio Geológico Mexicano que indica el periodo, época y el tipo de material o roca identificado, ejemplo: Qholi corresponde al Cuaternario, holoceno, aluvión del litoral.

○ **Reciente o cuaternario**

Las rocas más jóvenes corresponden al Cuaternario- Holoceno (Qho) y el Cuaternario- Pleistoceno (Qpt), está representado por terrazas marinas y aluviales, depósitos de dunas, la litología está constituida por sedimentos y rocas sedimentarias, los primeros son arenas, gravas, depósitos aluviales y conglomerados policimáticos mal clasificados, aflorando a lo largo del litoral. Las rocas del Cuaternario Pleistoceno están compuestas de conglomerado policimáticos, areniscas y areniscas con coquina aflorando en la porción central del municipio al sur de la ciudad de La Paz.

○ **Terciario**

Las rocas del Terciario afloran al Este de La Paz y al oeste en la parte central y hacia el norte del municipio, desarrollando geoformas de cordones alargados y redondeados, siendo muy característica su expresión morfológica, compuesta de rocas sedimentarias y volcánicas. La litología de las rocas sedimentarias son; areniscas, limolitas, arenisca-coquina, areniscas-lutitas, aflorando ampliamente en el centro y norte del área. Algunas rocas sedimentarias y volnosedimentarias y conglomerados polimícticos afloran en la parte central. Las rocas volcánicas correspondientes al Terciario son; basaltos y brechas basálticas afloran al norte en la Sierra La Giganta, al este de La Paz afloran rocas volcánicas tobáceas de composición riolítica, dacítica a andesítica, rocas basálticas afloran en el norte en la unidad geomorfológica de MoBme.

○ **Cretácico**

El cretácico está representado principalmente por rocas intrusivas que representan el basamento del cinturón tectonoestratigráfico oriental de composición félsica a intermedia e incluso se reportan algunos afloramientos de dioritas y gabros, siendo las rocas intrusivas más abundantes las granodioritas y tonalitas, aflorando al sur del municipio en la Sierra La Laguna, y a lo largo de la falla La Paz, localmente afloran granitos, y dacitas al este de Pescadero.

○ **Jurásico**

Las rocas del Jurásico están representadas por rocas intrusivas de composición máfica “gabros”, a manera de pequeños afloramientos al norte de Todos Santos.

○ **Triásico-jurásico**

El triásico superior- jurásico medio aflora en las cercanías de Pescadero, compuesta por rocas metamórficas clasificadas como; esquistos, metareniscas y metandesitas

³ Anexo 6.3. Mapa 3. Geología del Municipio.

GEOLOGÍA EN EL MUNICIPIO DE LA PAZ		
Edad	Litología	Porcentaje
Reciente o Cuaternario	Sedimentos y Rocas Sedimentarias	36.37%
Terciario	Sedimentarias, Rocas Ígneas Volcánicas.	45.88%
Cretácico	Sedimentarias, Rocas Ígneas intrusivas.	17.27%
Jurásico	Roca intrusiva de composición máfica (Gabro)	0.30%
Triásico - Jurásico	Rocas metamórficas.	0.15%

Tabla 4. Geología. Porcentajes de cobertura de territorio municipal por período, época y tipo de rocas



Imagen 7: Geología del Municipio de la Paz. Mapa 3



3.3 Geomorfología.⁴

Haciendo un análisis geomorfológico del municipio se pudieron diferenciar 11 unidades clasificadas en base a su geoforma, altura, pendiente, litología y edad. La altura relativa o diferencia altitudinal se tomó en cuenta de la base a la cima de la misma unidad. La geomorfología del municipio está definida por procesos exógenos que modelaron el terreno a través del tiempo geológico dando lugar a geoformas que son el resultado del intemperismo químico y mecánico en conjunto con el tipo de rocas resultando las siguientes unidades geomorfológicas:

- **Barra (QalB).**- son zonas de playa pertenecientes al cuaternario, topográficamente muy bajas, menores de 50m y compuesta principalmente de arenas, representan aproximadamente el 0.20% del municipio, se localizan en La Paz y frente a Isla Margarita.
- **Llanura aluvial (QalL).**- se encuentra en la porción central del municipio a lo largo de la costa pacífica y al sur de la ciudad de La Paz. Son zonas con una altura menor de 100 m y compuesta de llanuras y valles aluviales que consisten de gravas, arenas, limos y arcillas del Cuaternario con relieve bajo y llano.
- **Llanura aluvial con dunas (QalD).**- son llanuras y valles aluviales con dunas del Cuaternario con relieve suave.
- **Llanura aluvial con piso rocoso (QalR).**- son llanuras compuestas de areniscas y conglomerado mal clasificado, con matriz areno-arcillosa y pobremente consolidado.
- **Valle intermontano (Val).**- es un valle entre montañas perteneciente al Cuaternario con altura menor a 100 m, consistente de un conglomerado policimítico mal consolidado.
- **Ladera (La).**- son zonas donde la pendiente disminuye y la carga aumenta, encontrando material proveniente de las partes más altas y abruptas y que son distribuidos y depositados aguas abajo.
- **Lomerío (Lo).**- morfológicamente son zonas de cordones redondeados con drenaje dendrítico, característico de zonas conglomeráticas parcialmente consolidadas, ocupan una tercera parte del municipio y se localizan prácticamente a lo largo del área, con un rumbo noroeste-sureste.
- **Mesas y mesetas (Me).**- su afloramiento está restringido al norte del municipio, con alturas que van de 200-400m, son superficies relativamente planas con poca inclinación.
- **Montaña baja (MoB).**- son montañas y sierras que tienen una altura entre 400 a 600m y afloran al sur de La Paz, compuestas de rocas intrusivas de composición félsica, con un rumbo prácticamente N-S.
- **Montaña baja con mesetas (MoBMe).**- aflora a lo largo de la costa del Golfo de California, esta geoforma está compuesta de areniscas y tobas riolíticas, dejando un paisaje ligeramente abrupto con mesetas aisladas compuesta de rocas volcánicas.
- **Montaña alta (MoA).**- se localiza al E de La Paz con un rumbo N-S con alturas de 600 a 2,000m y corresponde a rocas intrusivas de composición granodiorítica de edades del Terciario al Cretácico.

○ ⁴ Anexo 6.3. Mapa 4. Geomorfología del Municipio.

GEOMORFOLOGÍA EN EL MUNICIPIO DE LA PAZ		
Nomenclatura	Unidad Geomorfológica	Porcentaje de superficie cubierta
QalB	Barra	0.20%
QalL	Llanura aluvial	6.76%
QalD	Llanura aluvial con dunas	5.50%
QalR	Llanura aluvial con piso rocoso	2.77%
Val	Valle intermontano	0.21%
La	Ladera	2.83%
Lo	Lomerío	30.97%
Me	Mesas y mesetas	1.53%
MoB	Montaña baja	3.64%
MoBMe	Montaña baja con mesetas	12.26%
MoA	Montaña alta	33.33%

Tabla 5. Geomorfología. Porcentajes de cobertura de territorio municipal por unidad geomorfológica

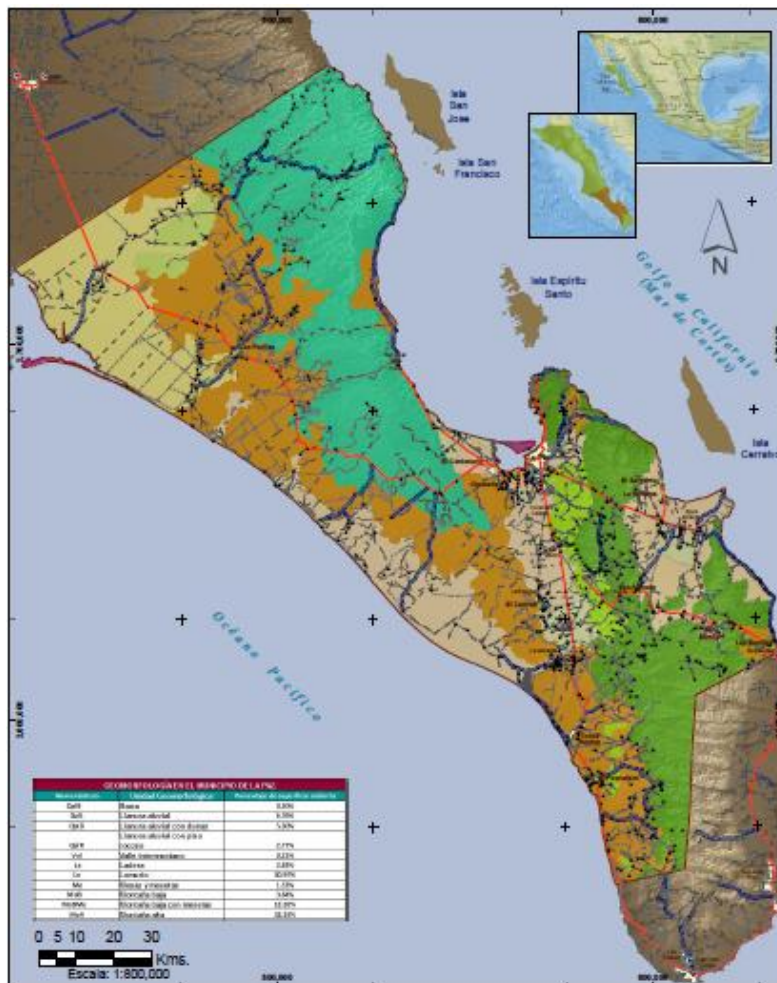


Imagen 8: Geomorfología del Municipio de la Paz. Mapa 4



3.4. Edafología.⁵

Los suelos predominantes en el municipio de La Paz son: Regosol, leptosol, calcisol, fluvisol, arenosol, solonchak, vertisol, cambisol y phaeozem.

○ **Regosol**

Son los suelos que más dominan con un 41.92% de la superficie del municipio. Se trata de suelos sin capas distintivas, asociados por lo general a los Litosoles o afloramientos rocosos, con una textura media. En general son claros y se parecen bastante a la roca que les subyace cuando no son profundos. Son comunes los de origen coluvión y se caracterizan por una gran heterogeneidad, con una textura gruesa, asociados a pendientes muy pronunciadas y rocas de naturaleza tanto volcánica como sedimentaria.

○ **Leptosol**

Los Leptosoles son suelos con menos de 25 cm de profundidad y son los más abundantes del país con 28.3% del territorio nacional, en el municipio tienen una representación del 29.12% del total de la superficie, se relaciona generalmente con paisajes accidentados de sierras altas, complejas, y asociadas con cañadas. Por su escasa profundidad los vuelve muy áridos y el calcio que contienen puede llegar a inmovilizar los nutrientes minerales, lo que resulta en suelos poco útiles.

○ **Calcisol**

Se distinguen por presentar una capa dura de caliche a menos de un metro de profundidad, una gran cantidad de calcio y a menudo, una capa ócrica, características que los convierten en suelos secos e infértiles. Se desarrollan bajo climas áridos representa el 15.42% del municipio.

○ **Fluvisol**

Suelos representativos de los cauces y llanuras de inundación, constituidos en su mayoría por materiales disgregados producto de la erosión fluvial, originados a partir de materiales acarreados por el agua con características muy variables, se pueden encontrar en cualquier tipo de clima. Su textura es gruesa y cubren cerca del 7.42% del área. Estos suelos se utilizan principalmente con fines agropecuarios.

○ **Arenosol**

Del latín arena: arena, es un suelo arenoso, se caracterizan por ser de textura gruesa, con más del 65% de arena al menos en el primer metro de profundidad, tienen una alta permeabilidad, pero muy baja capacidad para retener agua y almacenar nutrientes. La susceptibilidad a la erosión en los Arenosoles va de moderada a alta.

○ **Solonchak**

Son suelos con alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo, en el municipio representan el 1.8%. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola está limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal pero con rendimientos bajos.

⁵ Anexo 6.5. Mapa 5. Edafología del Municipio.

○ **Vertisol**

Son suelos muy arcillosos, predominantemente rojizos, con grietas anchas y profundas en las épocas de sequía., representan el 1.07% del municipio. El substrato geológico consiste de aluviones, compuestos de arcilla-limo-arena o de rocas volcánicas de composición félsica y máfica constituidas por basaltos, con una textura fina.

○ **Cambisol**

Es un suelo que proviene del latín cambiare, que significa cambiar, es un suelo que cambia, suelen ser suelos jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso, pueden presentarse en suelos muy delgados encima de tepetate, tiene un moderada a alta susceptibilidad a la erosión y representan en el área el 0.35%.

○ **Phaeozem**

Se caracteriza por tener una marcada acumulación de materia orgánica y por estar saturados, realmente son suelos no representativos del municipio pues solamente se encuentran en el 0.22% del área.

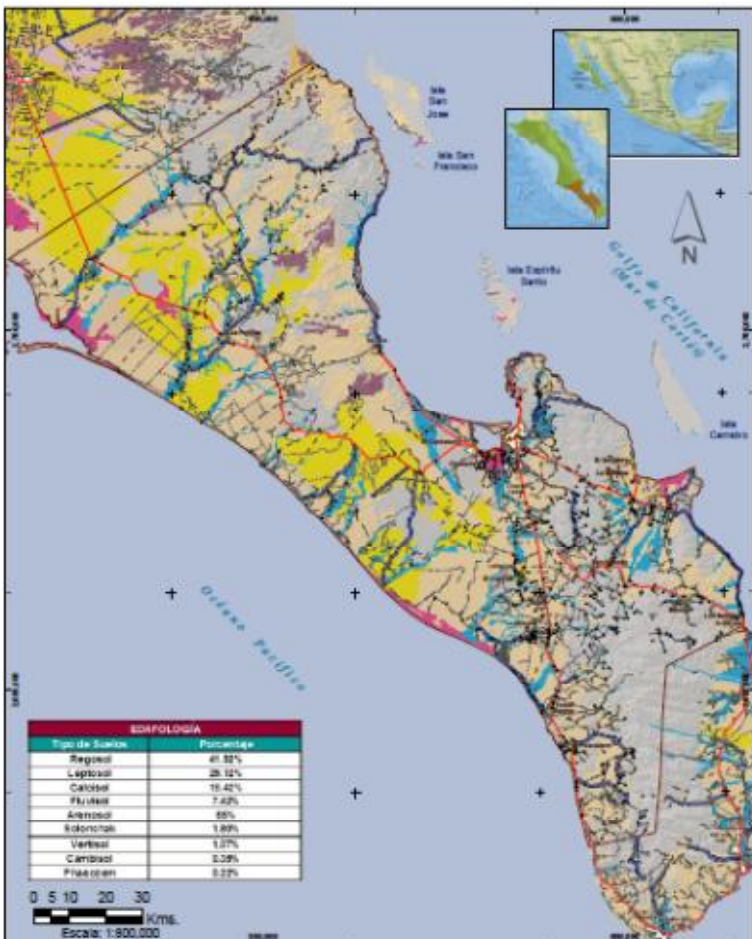


Imagen 9: Edafología del Municipio de La Paz. Mapa 5

EDAFOLOGÍA	
Tipo de Suelos	Porcentaje
Regosol	41.92%
Leptosol	29.12%
Calcisol	15.42%
Fluvisol	7.42%
Arenosol	65%
Solonchak	1.80%
Vertisol	1.07%
Cambisol	0.35%
Phaeozem	0.22%

Tabla 6 Edafología.: Porcentaje de cobertura de territorio municipal por tipo de suelos



3.5. Hidrología.⁶

○ **Aguas Superficiales**

La zona de estudio se localiza en la Región Hidrológica número 6 “La Paz”, que a su vez se divide en la cuenca A “La Paz-Cabo San Lucas” y la cuenca B “Loreto- Bahía La Paz”.

La Región Baja California Sureste comprende 11 623 km², de vertiente del Golfo, y va desde el parteaguas oriental de la cuenca de Mulegú hasta la cuenca más austral del estado, donde se ubica la población de Cabo San Lucas.

La Cuenca 6A “La Paz-Cabo San Lucas” Se ubica en la porción más austral del Estado, al este de la Región Hidrológica No.3. “Baja California Suroeste” (Magdalena), abarca desde el oeste de la Punta El Mogote hasta Cabo San Lucas, al poniente su límite corre sobre las cumbres de las sierras, La. Laguna. San Lorenzo y La Victoria. En ella, se localizan importantes ciudades como La Paz. San Antonio, San Bartolo, Buenavista. Santiago, Caduaño, San José del Cabo y Cabo San Lucas.

Ocupa una superficie de 6 922.50 km², es decir el 9.09% de la superficie estatal, y las subcuencas que la forman son Cabo San Lucas, con 483.13 km² de superficie; Río San José, con 1 240.46 km²; Arroyo Santiago, con 1 616.12 km²; Las Palmas, con 2 159.52 km²; La Paz, con 660.91 km²; y Arroyo Datilar, con 762.36 km².

El relieve está constituido de sierras altas y bajas, mesetas complejas con cañadas, lomeríos tendidos con bajadas, lomeríos escarpados con cañadas, bajadas con lomeríos, llanura aluvial, valle abierto y ramificado. La precipitación total anual es de 173.6 milímetros hasta 682.5 milímetros.

Dentro de la cuenca se hallan dos unidades de riego: La Paz y Los Cabos. En la primera la superficie regable es de 2 874 hectáreas; se abastece por medio de 57 pozos profundos, 48 a cielo abierto, una presa derivadora y 3 manantiales, que en total registran un gasto de 2,247 litros por segundo. El coeficiente de escurrimiento es de 0 a 5% en las zonas bajas y de 5 a 10% en las partes altas.

La cuenca 6B “Loreto - Bahía La Paz” se extiende en una estrecha franja definida al oriente por el Golfo de California y al poniente por las sierras de La Giganta y Las Tarabillas: al norte, su límite se encuentra en las proximidades de Punta Boca San Bruno y hacia el sureste, en la Ensenada de La Paz.

Algunas de las localidades que están asentadas dentro de la cuenca son: Loreto, Carrizalito y San Juan de la Costa. Ocupa una superficie de 2 272.00 km² (3.98% de la superficie estatal), y las subcuencas que la forman son: Bahía La Paz con una superficie de 135.00 km²; Isla Santa Cruz, con 303.33 km²; y Loreto, con 833.67 km².

○ **Aguas Subterráneas**

Los materiales que constituyen las zonas de explotación de agua subterránea, son por lo general sedimentos clásticos de edad Terciario y Cuaternario, que se alternan y combinan en capas y paquetes de diferentes espesores. La permeabilidad de ellos es alta y en menor proporción media. El uso principal al que se destina el recurso es al suministro de agua potable y doméstico; le sigue en importancia el uso agrícola que se da en el valle de La Paz-Centenario; por último, y en menor escala, al consumo pecuario en las localidades pequeñas y rancherías.

⁶ Anexo 6.3. Mapa 6. Hidrología del municipio



Imagen 10: Hidrología superficial del Municipio de la Paz. Mapa 6

En varias zonas acuíferas igualmente, ya se ha detectado contaminación por la explotación. La totalidad del estado de Baja California Sur se encuentra bajo control.

Se localizan 23 pozos que surten $20 \text{ Mm}^3/\text{año}$ (700 lps) a través de tres acueductos interconectados de 18 Km. de longitud. Sin embargo la estructura geológica ejerce un control preponderante sobre el flujo subterráneo, especialmente donde éste tiene lugar en fallas y fracturas como en el caso de La Paz-Carrizal, alojado en fosas tectónicas y parcialmente formados por rocas consolidadas.

La recarga del acuífero La Paz es de $27.8 \text{ Mm}^3/\text{año}$ y su nivel de extracción es de $30.5 \text{ Mm}^3/\text{año}$, por lo que la condición geohidrológica indica que se encuentra sobreexplotado. Existiendo un déficit de $2.7 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

La recarga del acuífero de San Juan de Los Planes es de $9.4 \text{ Mm}^3/\text{año}$. La extracción es de $9.9 \text{ Mm}^3/\text{año}$, por lo que se considera sobreexplotado, con un déficit de $0.5 \text{ Mm}^3/\text{año}$. En éste último, se ve favorecida a través de los materiales que sobreyacen los cauces superficiales de los arroyos El Cajoncito, El Novillo y El Salto. La forma indirecta de la recarga de este acuífero lo constituye la presa "La Buena Mujer", cuyo diseño de funcionamiento favorece los amortiguamientos de los volúmenes escurridos por las bajas velocidades de flujo. Los acuíferos del Coyote y de Bonfill se encuentran en equilibrio. La recarga del primero es de $0.7 \text{ Mm}^3/\text{año}$, mientras que su extracción es de $0.3 \text{ Mm}^3/\text{año}$. Y la recarga del segundo es de $2 \text{ Mm}^3/\text{año}$ y su extracción es de $1.3 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

El acuífero El Carrizal, correspondiente a la Región Hidrológica 3, localizado al sur del Valle de La Paz, y que abastece principalmente fines agrícolas y en menor medida fines domésticos. Su recarga es de $16 \text{ Mm}^3/\text{año}$ y su extracción es de $\text{Mm}^3/\text{año}$ por lo que se le considera en equilibrio.

Fuente: Comisión Nacional del Agua.

3.6. Climatología.⁷

El clima de la zona se encuentra condicionado por la interacción de tres factores principales: la situación geográfica o latitud, el relieve y la influencia oceánica.

El primero de ellos es el factor que mayormente influye debido a que la zona se ubica dentro del área subtropical de alta presión. En esta zona los vientos son descendentes, frescos y secos, estos procesos evitan que se lleven a cabo los procesos de condensación y precipitación de la humedad atmosférica, interrumpiendo por tanto en la precipitación pluvial.

El segundo factor, el relieve, caracterizado por cadenas montañosas alineadas en forma paralela al litoral del Golfo, condiciona el ascenso del viento y el descenso de la presión atmosférica y la temperatura, constituyendo una limitante para la circulación regional de los vientos y la relación entre el Mar de Cortés y el Océano Pacífico.

Finalmente, el tercer factor determinante del clima en esta zona es la cercanía marina, las corrientes marinas imprimen condiciones particulares en la zona de La Paz, las áreas cercanas al mar presentan temperaturas más bajas con relación a las que se presentan en el interior de la península, debido a la corriente oceánica fría de California.

En el mes de septiembre se tienen los registros de temperatura media más altos, con un promedio de 28 °C, y una temperatura máxima de hasta 33 °C y una temperatura mínima de 21 °C.

Por otro lado, el mes que presenta las temperaturas medias más bajas durante el año, es enero con 18 °C, registrando una temperatura máxima de hasta 24 °C y una mínima de 9 °C.

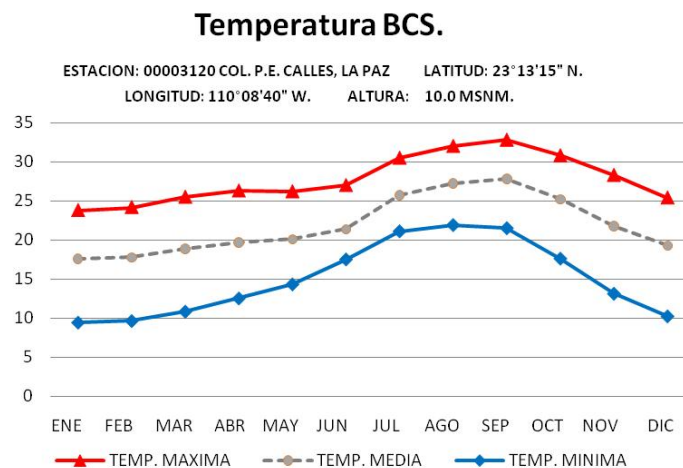


Figura 1. Temperaturas en BCS

En el 55.7% del área que comprende el municipio de la Paz, se tiene un *clima Muy seco semicálido*. Las localidades con esas características de clima son: La Paz, Centenario, Chametla, La Ventana, El Sargento, Todos Santos y Pescador. Este clima se caracteriza por la circulación de los vientos provocando 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.

⁷Anexo 6.3. Mapa 7. Climatología del Municipio



El 39.5% del municipio se caracteriza por tener un *clima Muy seco cálido* seco registra temperaturas en promedio de 18° a 21° C, con casos extremos de más de 26°C; presentando precipitaciones anuales de 100 a 300 mm en promedio.

Con un menor porcentaje se tiene el clima Seco Semicálido con un 3.2%; *clima Templado Subhúmedo* con un 1.02%, característico por registrar 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.

Con el mínimo porcentaje se tiene el clima Seco Templado con una 0.032% en el municipio de La Paz.

TIPO DE CLIMA EN EL MUNICIPIO DE LA PAZ.		
Clave	Tipo de clima	Porcentaje %
BW(h')hw(x')	Muy seco cálido	39.5
BWhw(x')	Muy seco semicálido	55.7
BS0hw	Seco semicálido	3.2
BS1hw	Semiseco semicálido	0.6
BS0kw(x')	Seco templado	0.032
C(w0)	Templado subhúmedo	1.02

Tabla 7. Clima. Porcentaje de territorio municipal por tipo de clima.

La precipitación pluvial, presenta variación estacional. En invierno la mayor parte de la precipitación depende del sistema de ciclones de invierno favorecida por los vientos del oeste, en verano depende de la influencia de las masas de aire originadas en el Golfo de México; en otoño depende del complejo de tormentas tropicales y huracanes del Pacífico.

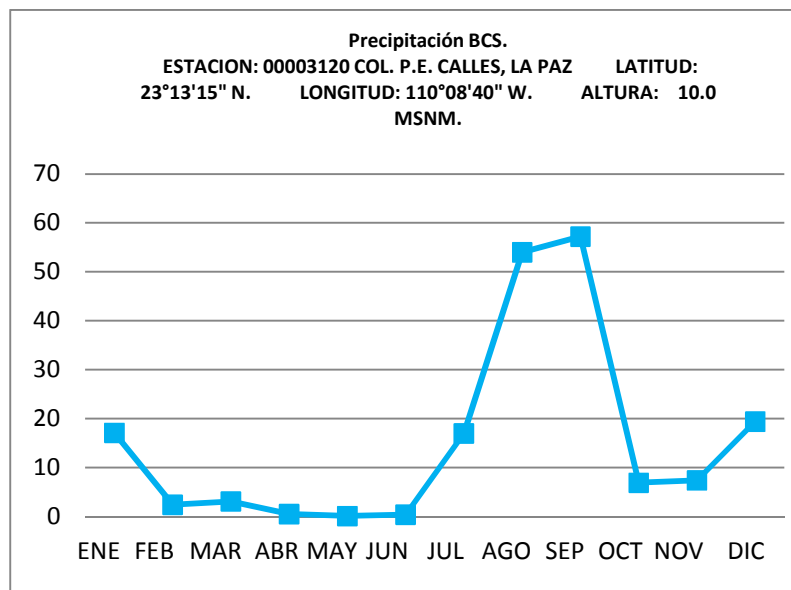


Figura 2. Precipitaciones en BCS

El mes más seco del año es mayo. En verano las lluvias que se presentan se encuentran relacionadas con las características del relieve, encontrando mayor precipitación en las altas montañas y asociada a movimientos ascendentes de aire húmedo, siendo los meses de Agosto y Septiembre los meses de mayor precipitación.

Los vientos dominantes en primavera provienen del oeste y sur; en verano, del sur y suroeste; en otoño, del noroeste; y en invierno, del norte y noroeste.



Imagen 11: Climatología del Municipio de la Paz. Mapa 7



3.7. Uso de suelo y vegetación.⁸

Los principales tipos de vegetación dentro del municipio de La Paz son el matorral sarcocaulé con el 50% y la selva baja caducifolia con el 15% y el matorral sarco-crasicaule con el 15%.

TIPO DE VEGETACION Y USO DE SUELO EN EL MUNICIPIO DE LA PAZ.		
Tipo de vegetación y uso de suelo	Hectáreas	Porcentaje
Agrícola-pecuaria-forestal	33454.93	2.22
Asentamientos humanos	4946.85	0.33
Bosque de encino	29711.77	1.98
Cuerpo de agua	967.10	0.06
Manglar	769.73	0.05
Matorral desértico microfilo	61397.17	4.08
Matorral sarcocaulé	751669.84	49.98
Matorral sarco-crasicaule	219795.61	14.61
Bosque de mezquite	452.18	0.03
Bosque de encino-pino	7432.23	0.49
Matorral sarco-crasicaule de neblina	127802.43	8.5
Mezquital desertico	16701.25	1.11
Pastizal inducido	2214.56	0.15
Palmar inducido	31.81	0
Selva baja caducifolia	219851.45	14.62
Sin vegetación aparente	2759.84	0.18
Vegetación de dunas costeras	3051.56	0.2
Vegetación de galería	4856.21	0.32
Vegetación halófila xerófila	11251.73	0.75
Zona urbana	4826.93	0.32
Total de superficie	1503945.17	100

Tabla 8. Uso de Suelo y Vegetación. Superficie y Porcentaje del territorio municipal por tipo de suelo y vegetación.

⁸ Anexo 6.3. Mapa 8. Uso de Suelo y Vegetación.

3.8. Áreas naturales protegidas.⁹

El Estero Balandra es un sitio localizado al oriente de la Bahía de La Paz, con atributos naturales excepcionales: la calidad de sus playas, la riqueza y singularidad de su manglar y la belleza del paisaje en su conjunto, la hacen un área importante para el esparcimiento de los ciudadanos y un activo valioso para el Municipio.¹

En Balandra, como en los esteros adyacentes, se enlazan y acoplan procesos ecológicos acuáticos y terrestres de cuya continuidad depende la conservación de los servicios ambientales que provee el sitio. Así, el destino del manglar de Balandra está ligado íntimamente a la forma de uso de las micro cuencas hidrológicas que lo rodean. Su salud, a su vez, está relacionada con la de numerosas poblaciones de aves, peces, moluscos y otros organismos marinos, varios de ellos de importancia económica para los habitantes de la Ciudad de La Paz.¹

Con fecha 22 de Julio de 2004, el Estero Balandra fue declarado "Zona de Conservación Ecológica y de Interés de la Comunidad" con una superficie total de 1,917.26 Ha, una zona núcleo ubicada en una franja de 20.53 Km a lo largo de la costa del Estero con superficie de 665.49Ha y una zona de amortiguamiento de 1,252.08 Ha; designándose en su declaratoria a la Dirección de Fomento Económico y Medio Ambiente del Ayuntamiento de La Paz como responsable de su manejo, administración y preservación. Por su parte la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP, emitió declaratoria con carácter de ANP el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra con superficie de 2,512 Ha en 2008.



Imagen12. Estero de Balandra tomada de Google



Imagen 13. El hongo de Balandra tomada de Google

La Sierra de La Laguna, está considerada en la RTP-1 de CONABIO. Localizada en la zona central del sur de la península de Baja California en los municipios de La Paz y Los Cabos; esta región comprende el ANP homónima (decretada en 1994) se puede considerar como una "isla" de vegetación en el entorno árido característico de la región, en la que se asientan las localidades de Todos Santos y San Antonio en el municipio de la Paz.

Como resultado directo de los procesos geológicos, la región presenta características de endemismos y se le considera como un centro de evolución reciente. La sierra alberga la gran mayoría de las especies descritas y la mayor diversidad biológica del estado de Baja California Sur.

Por su aislamiento, la flora y la fauna de esta zona presentan una alta incidencia de especies y subespecies endémicas. Se tienen reportes del siglo pasado en los que de 390 géneros de plantas registradas, 230 estaban representados por una sola especie.

Fuente: Niparáj. Estudio previo justificativo para declaratoria municipal Anexo 6.3. Mapa 9. Áreas naturales protegidas

La Sierra de La Laguna contiene el único bosque de pino-encino de BCS y la única selva baja caducifolia de toda la península. La riqueza de especies es muy alta. Respecto a la fauna, se ha determinado un total de 108 especies de artrópodos, 2 de anfibios, 27 de reptiles, 74 de aves y 30 de mamíferos.

En el 2000, es registrada en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas y en el año 2003, la Reserva ingresa dentro del programa Hombre y Biosfera de la UNESCO.



Imagen 14. Áreas naturales protegidas en el Municipio de La Paz. Mapa 9



Imagen 15. Complejo Insular Espíritu Santo. Fotografía tomada de www.conanp.gob.mx. Michael Caldwood



Imagen 16. Sierra La Laguna vista al Golfo de California, tomada de Google

El parque nacional Archipiélago Espíritu Santo forma parte del Área de Protección de Flora y Fauna “Islas del Golfo de California”, que incluye a más de 900 islas e islotes, las cuales suman aproximadamente el 50% del territorio insular nacional. El uso se remonta a la época prehispánica, cuando sus islas eran ocupadas por grupos indígenas pericúes isleños, tiempo después, se utilizó como centro de la producción perlífera más importante del mundo; actualmente, es el más importante punto de atracción turística del municipio.

Está formado por dos islas mayores, La Partida al norte y Espíritu Santo, y por tres islotes que están ubicados frente al litoral occidental de la Isla Espíritu Santo, llamados La Ballena, El Gallo y La Gallina. También lo conforman cuatro promontorios rocosos, de nombre Los Islotes, ubicados al norte de la Isla Partida, y otros tres, sin nombre oficial, uno cerca de la Isla La Partida y dos más frente a Espíritu Santo. En conjunto, la extensión del complejo insular es de aproximadamente 104.992 km².

Alberga, tanto en sus islas e islotes, como en su área marina adyacente, un número elevado de especies de flora y fauna, especies endémicas, sobre todo de reptiles y mamíferos.

Fuente: www.conanp.gob.mx



3.9. Problemática ambiental ¹⁰

Los principales problemas ambientales que se presentan en el área de estudio:

1. Sobre explotación de recursos naturales

a) Acuíferos

En el municipio de La Paz, el agua es un recurso escaso y por tanto existe una gran competencia entre los sectores por su utilización, fundamentalmente por los sectores agrícola, turístico y doméstico.

b) Deforestación de matorrales y oasis

La deforestación de matorrales es un problema que ocasiona el ganado de libre pastoreo. Por su parte, la deforestación de los oasis hace referencia a tres cosas: a la extracción y exportación de las palmas, a la explotación de la vegetación que pueda servir como material de construcción, para hacer artesanías, para hacer carbón o para emplearla de leña y al crecimiento urbano sobre los mismos.

2. Contaminación

a) Contaminación por agroquímicos

Los agroquímicos que se vierten tanto en los campos de cultivo como en las granjas acuícola son una importante fuente de contaminación de cuerpos de agua. Las granjas acuícola afectan principalmente la zona marítima mientras que los lixiviados generados por la actividad agrícola contaminan fundamentalmente acuíferos y arroyos.

b) Contaminación por desechos sólidos

Las playas y las ciudades carecen de un sistema eficiente de recolección de desechos sólidos lo que genera su contaminación.

3. Destrucción del paisaje y restricción de acceso

a) Construcción de hoteles y residencias

La construcción de hoteles y residencias en la orilla del mar afecta no sólo el acceso libre de las personas a la playa sino dificulta la actividad económica pesquera y afecta el paisaje.

¹⁰ Fuente: Estudio Técnico para Consulta del POEL La Paz, 2010

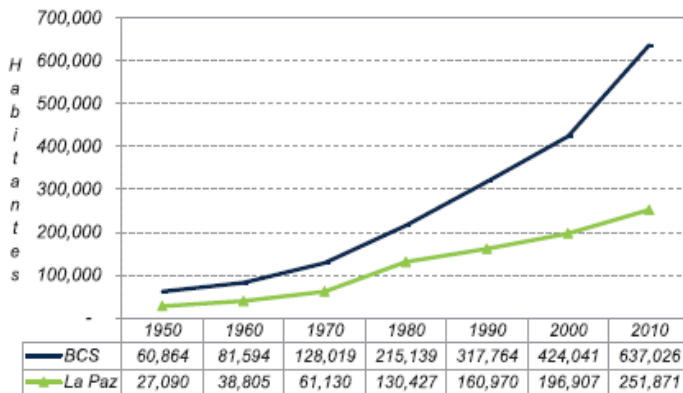
CAPITULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos.

4.1 Elementos demográficos:

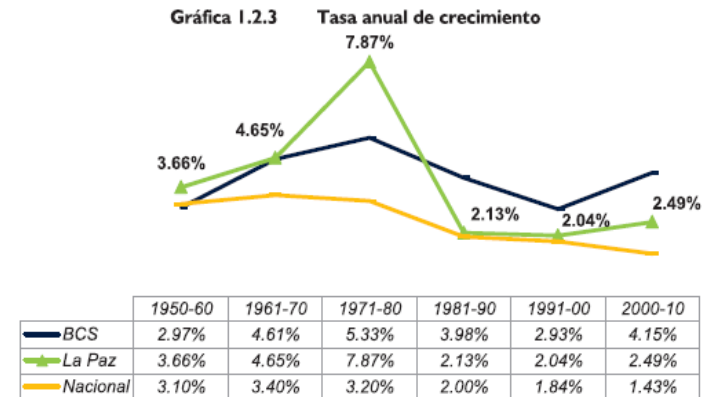
Dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.

- Dinámica poblacional**

El municipio ocupa el 34.5% del total de población del estado de Baja California Sur. A lo largo de 60 años, tanto el estado de Baja California como el Municipio de la paz, han presentado una significativa expansión demográfica que ha llevado a incrementar en 10.5 y 9.3 veces respectivamente su número de habitantes.



Gráfica 1. Población del Municipio 1950-2010. Elaboración propia con base datos INEGI ,cuaderno estadístico municipal 2006 y XIV Censo Población y Vivienda 2010



Gráfica 2. Tasa de Crecimiento. Elaboración propia con base datos INEGI ,cuaderno estadístico municipal 2006 y XIV Censo Población y Vivienda 2010

El crecimiento poblacional que ha registrado este municipio está por abajo del promedio estatal (4.0%). La población paceña creció a una tasa promedio de 2.4% anual entre 2000 y 2010, ubicándose como el segundo municipio con menor crecimiento después de Comondú.

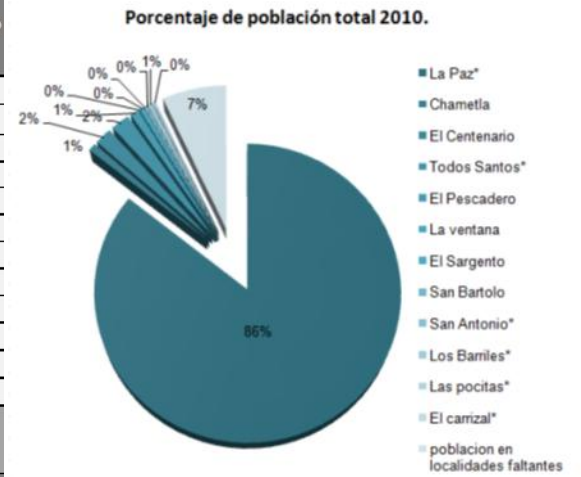
Este municipio es el tercer receptor de migración, después de Los Cabos y Mulegé, el 29.1% de su población es nacida en otra entidad o país. Con respecto al 2000 se registró un ligero incremento ya que en dicho año la población no nativa representaba el 28.7%.

- Distribución de la población**

La población en este municipio está desigualmente distribuida, ya que el 85% de la misma se asienta en la cabecera municipal y capital del estado. El resto de las localidades a excepción de Todos Santos (5,148) no sobrepasan los 5 mil habitantes.

Delegación	No. De Subdelegaciones	Total de Localidades	Población Delegación	Subdelegación/ localidad dentro del Estudio	Población total.	Porcentaje %
La Paz (cabecera municipal)	9	194	226593	La Paz*	215682	85.63
				Chametla	2178	0.86
				El Centenario	4696	1.86
Todos Santos	13	108	8606	Todos Santos*	5148	2.04
				El Pescadero	2338	0.93
San Juan de los Planes	3	56	4204	La ventana	255	0.10
				El Sargento	958	0.38
San Antonio	6	94	1354	San Bartolo	395	0.16
				San Antonio*	463	0.18
				Los Barriles*	1174	0.47
Los Barriles	3	28	2458	Las pocitas*	345	0.14
De los Dolores	10	160	2384	El carrizal*	618	0.25
El Carrizal	5	121	4354			
otras localides	0	283	1,918	poblacion en localidades faltantes	17,621	7.00
TOTAL DEL MUNICIPIO	49	1044			251871	100

Tabla 9. Distribución de población.



Gráfica 3. Distribución de población.

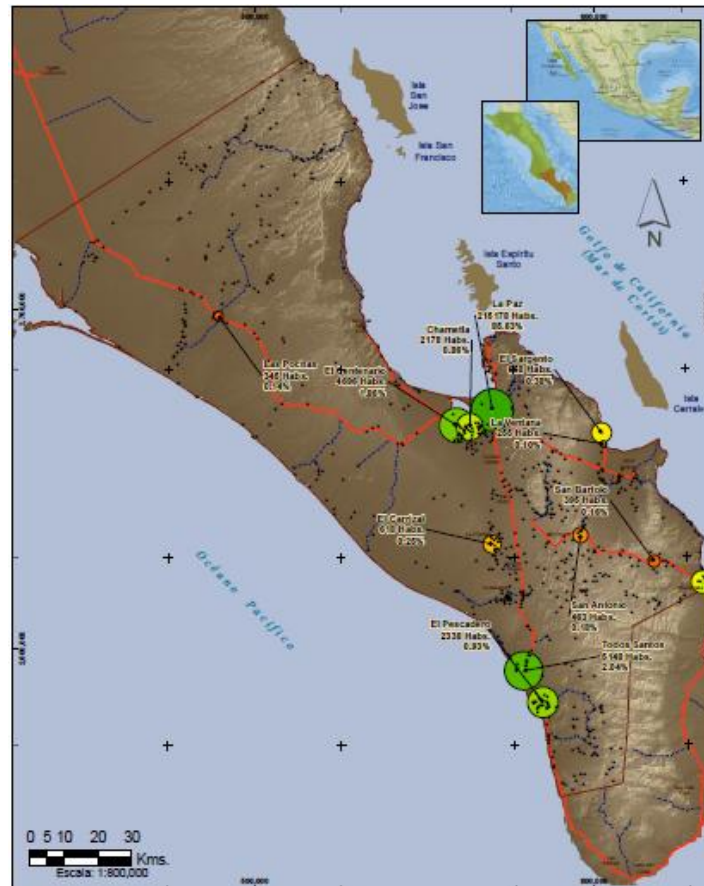
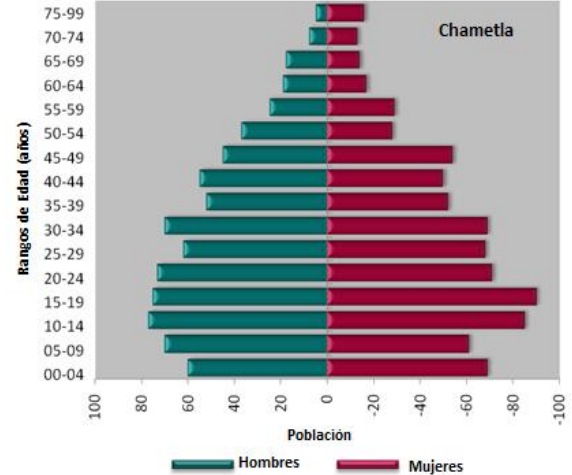
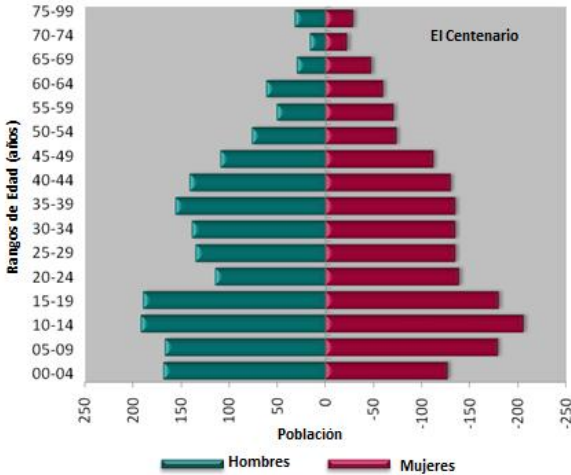
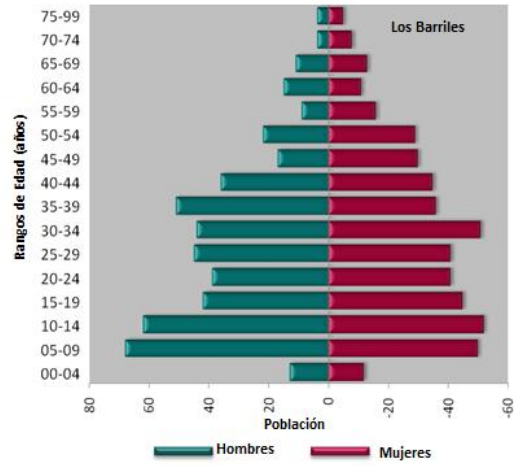
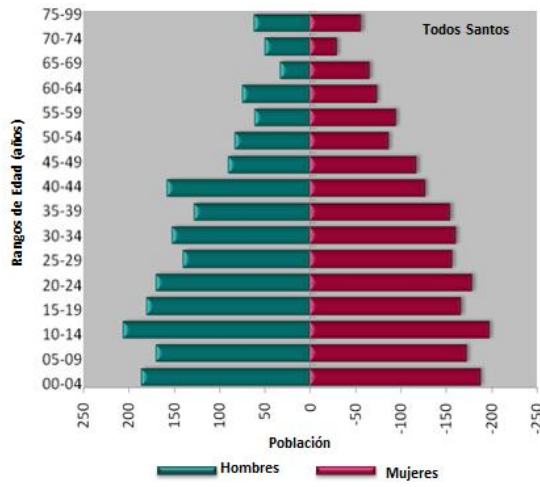
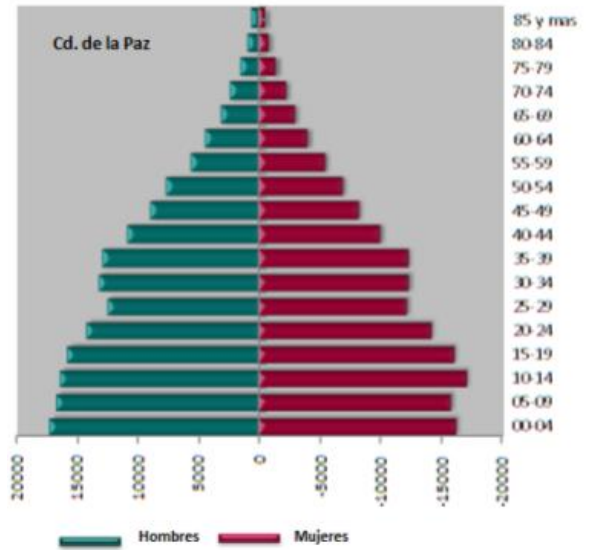
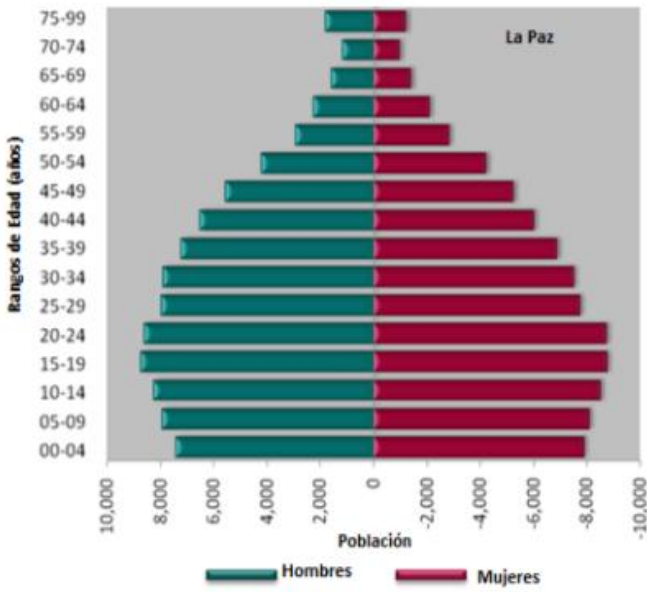
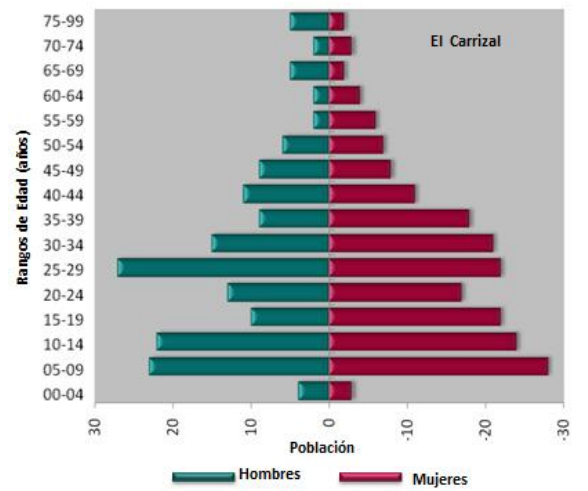
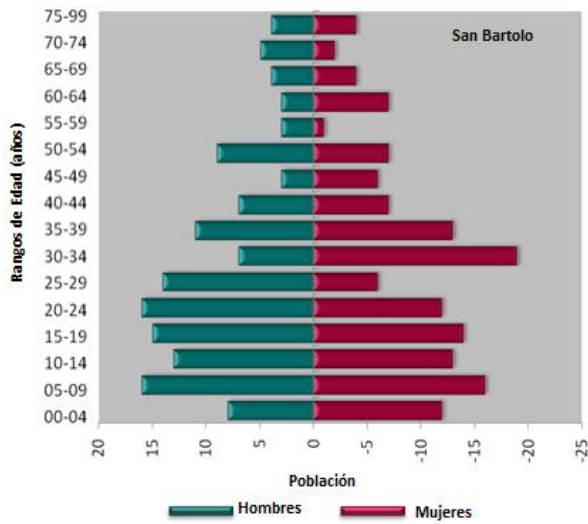
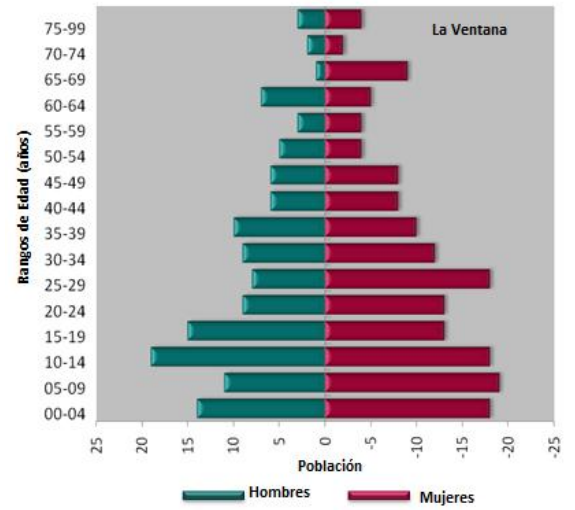
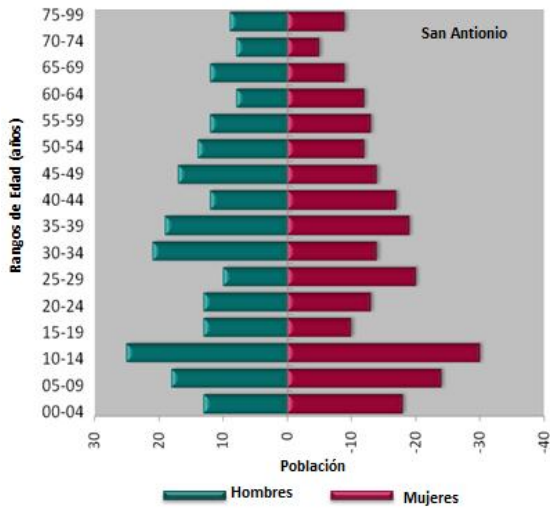
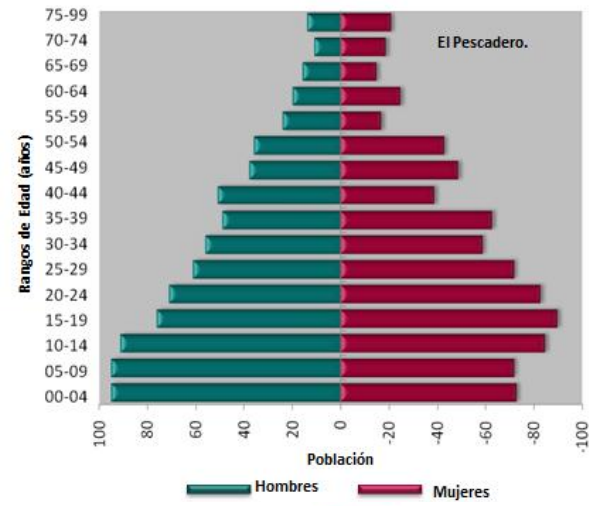
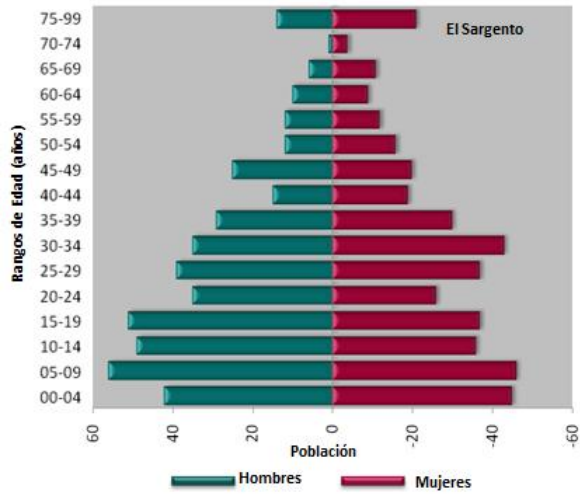


Imagen17: Distribución de la población en el Municipio de La Paz. Mapa 10



• Pirámide de edades en el Municipio y por localidad





Gráficas 4 a la 15. Pirámides de Población en el Municipio de La Paz y localidades de estudio

- **Natalidad y Mortalidad.**

El promedio de hijos nacidos vivos el municipio de la paz es del 1.6% e hijos fallecidos del 5.60%.

- **Densidad de población.**

La densidad poblacional es de **16.3 habitantes por km²**, que lo ubica como el segundo municipio más densamente poblado, después de Los Cabos.

La cabecera municipal es la ciudad mas densamente poblada de todas las localidades de estudio con 39.62 habitantes por hectárea y la menos densamente poblada es la localidad de Todos Santos con 5.88 hab/ha.

LOCALIDAD	DENSIDAD
LA VENTANA	5.02 hab/ha
TODOSANTOS	5.68 hab/ha
EL CENTENARIO	6.57 hab/ha
LAS POCTAS	7.49 hab/ha
SAN ANTONIO	7.61 hab/ha
LOS BARRILES	8.87 hab/ha
SAN BARTOLO	14.14 hab/ha
EL CARRIZAL	18.95 hab/ha
EL PESCADERO	26.07 hab/ha
EL SARGENTO	27.87 hab/ha
CHAVETLA	35.71 hab/ha
LA PAZ	39.62 hab/ha

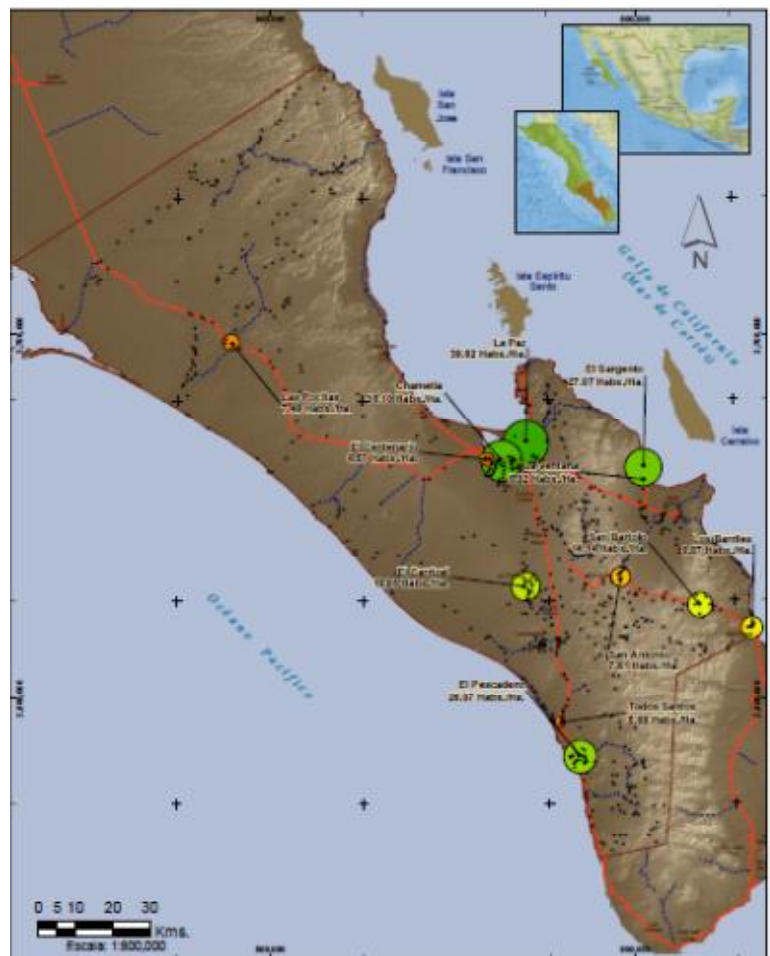


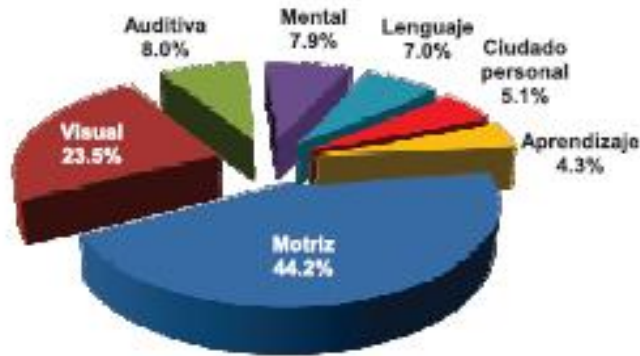
Tabla10. Densidad de Población por localidad de estudio

Imagen 18: Densidad de Población Municipio de La Paz. Mapa 11

4.2 Características sociales.

- **Población con discapacidad.**

El 4% de los habitantes del municipio enfrenta alguna discapacidad, con un total de 10,145 habitantes de los cuales el 44.2 % enfrenta una discapacidad motriz, el 24% discapacidad visual, 8% auditiva, 7.9% mental, 7% lenguaje entre otras.

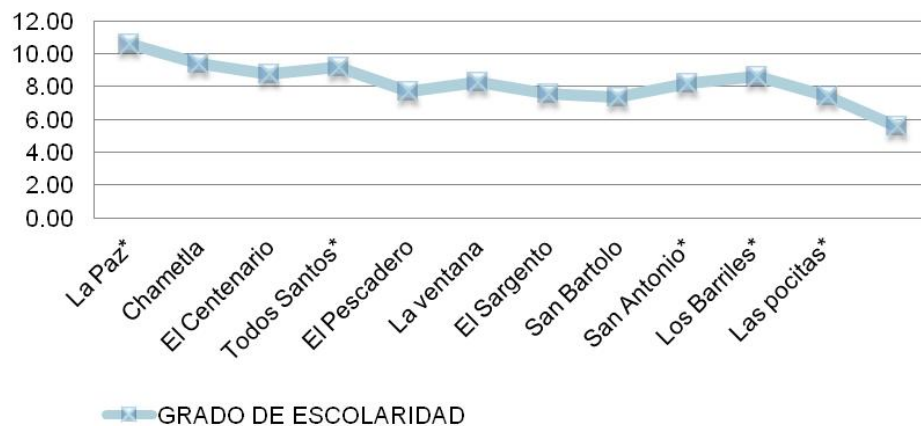


Grafica 16. Tipos de discapacidades en la población del Municipio de La Paz

- **Educación**

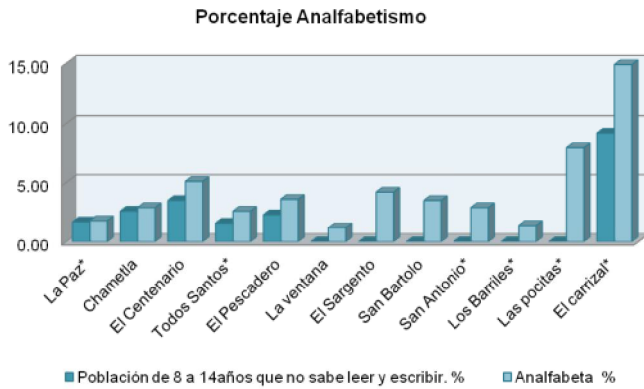
El grado de escolaridad que tiene el municipio de la Paz se encuentra dentro de los primeros grados a nivel nacional, con 10.15 años.

Grado de Escolaridad.

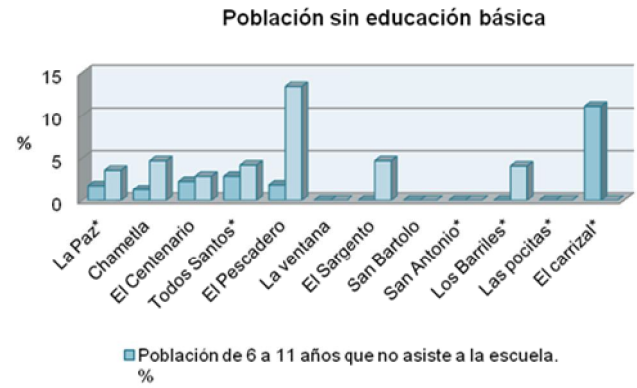


Gráfica 17. Grado de Escolaridad por localidad de estudio

El porcentaje de analfabetismo a nivel municipal es del 2.7 %, a nivel localidades se maneja un rango menor al 5 % con excepción de Las Pocitas con un 8% y El Carrizal elevándose hasta el 15%

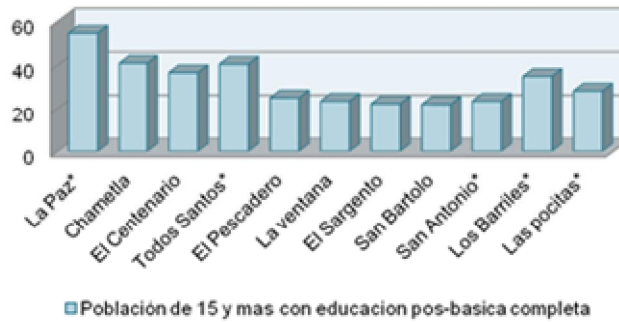


Gráfica 18: Analfabetismo por localidad



Gráfica 19: Población sin educación básica por localidad

Población de 15 o más con educación pos-básica.

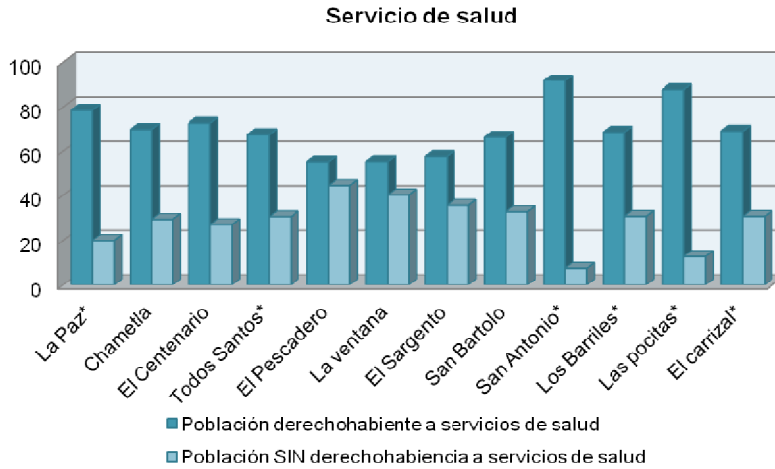


Gráfica 20: Población de 15 años o más con educación pos-básica por localidad.

El municipio de La Paz tiene la ventaja de contar con suficiente cobertura en todos los niveles, desde preescolar hasta superior y de manera particular con centros de investigación y postgrado, operando actualmente 4 centros de educación superior privados y 6 públicos. El CONACYT en el año 2011, presenta un registro de 7 Programas de Posgrado en tanto que el Sistema Nacional de Investigadores cuenta con 205 investigadores registrados en la entidad, según datos publicados por el SIN.

- **Salud**

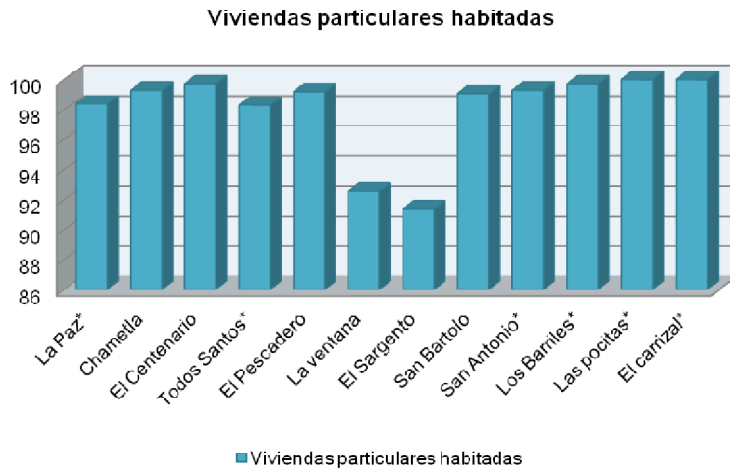
En el municipio de la Paz el 77% de la población tiene acceso a algún servicio de salud. El rango de servicio de salud esta entre el 50 % en promedio hasta el 91%, siendo la localidad de las Pocitas y San Antonio, los que alcanzan a cubrir casi el total de su población.



Gráfica 21: Servicios de Salud por localidad

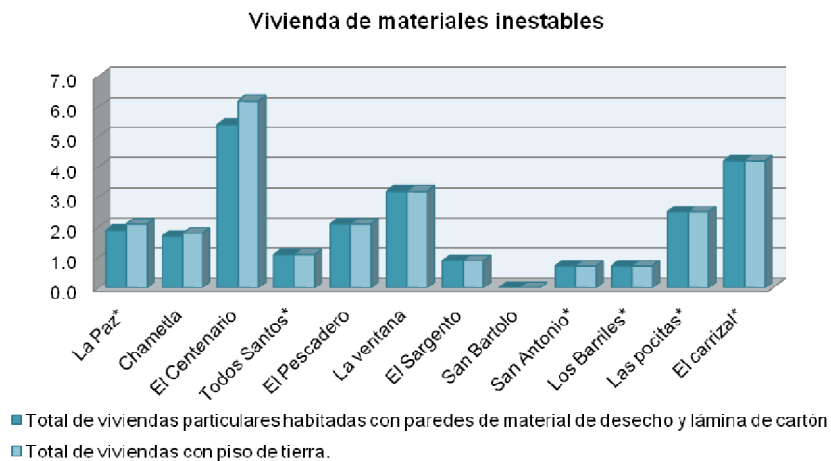
• **Vivienda**

El municipio cuenta 71,212 de las cuales el 98.3% se encuentran habitadas. (70,009), el 90% disponen de agua entubada, drenaje y energía eléctrica.

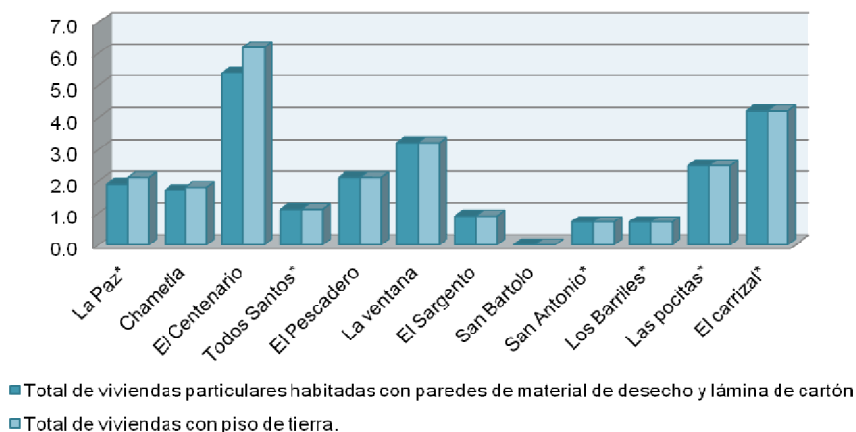


Gráfica 22 : Viviendas particulares habitadas por localidad

Gráfica 23. Materiales inestables utilizados en Viviendas



Tipo de servicios en vivienda



Gráfica 24. Tipos de servicios en Vivienda

• **Pobreza y Marginación.**

Tabla 11. Indicadores de Pobreza

Indicadores	Porcentaje	Número de personas	Número promedio de carencias
Pobreza			
Población en situación de pobreza	24.7	69,922	2.1
Población en situación de pobreza moderada	21.9	62,022	1.9
Población en situación de pobreza extrema	2.8	7,900	3.8
Población vulnerable por carencias sociales	30.8	87,199	1.9
Población vulnerable por ingresos	4.6	13,170	0.0
Población no pobre y no vulnerable	39.9	113,088	0.0
Privación social			
Población con al menos una carencia social	55.4	157,120	2.0
Población con al menos tres carencias sociales	13.3	37,775	3.5
Indicadores de carencia social			
Rezago educativo	13.1	37,165	2.5
Acceso a los servicios de salud	21.5	60,790	2.6
Acceso a la seguridad social	40.4	114,605	2.2
Calidad y espacios de la vivienda	6.9	19,458	3.1
Acceso a los servicios básicos en la vivienda	5.3	14,956	3.4
Acceso a la alimentación	23.7	67,209	2.6
Bienestar económico			
Población con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo	8.3	23,517	2.2
Población con ingreso inferior a la línea de bienestar	29.3	83,092	1.8



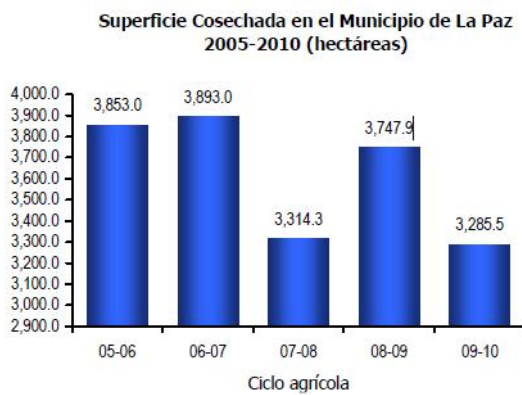
En el municipio de la población en alguna situación de pobreza ocupa el 24.7% de los cuales el 2.8% se encuentra en pobreza extrema y sin capacidad de cubrir necesidades básicas. La población vulnerable por carencias sociales equivale al 30.8% y la población vulnerable por capacidad de ingresos representa el 4.6%. Presenta un grado medio de marginación de -1.76524 , considerado Muy Bajo, ocupando el lugar 5 en el estado y el 2,403 a nivel nacional, según datos publicados por CONAPO.

4.3 Principales actividades económicas en la zona

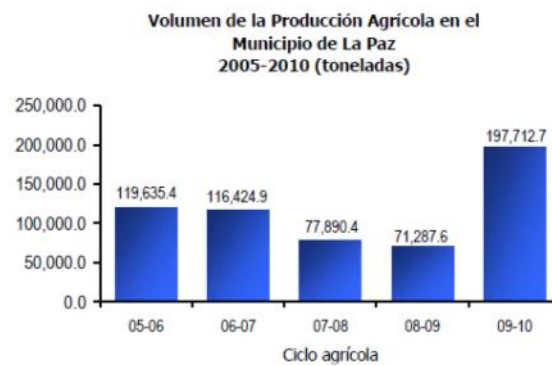
○ Agricultura:

En el municipio de La Paz, las zonas agrícolas se encuentran en el Valle de Los Planes, en Todos Santos, El Carrizal y El Centenario. La superficie total cosechada durante el período 2009-2010 fue de 3,285.5 hectáreas. El volumen total de la producción agrícola en La Paz para 2009-2010 fue de 197,712.7 toneladas. Los cultivos más representativos son el grupo de las hortalizas, principalmente jitomate y chile, así como cultivos perennes, como pastos y alfalfa.

El valor total de la producción agrícola en La Paz durante 2009-2010 fue de 583.7 millones de pesos. La participación más importante la tuvieron los cultivos de hortalizas, como chile, jitomate, calabacita, melón y el espárrago.



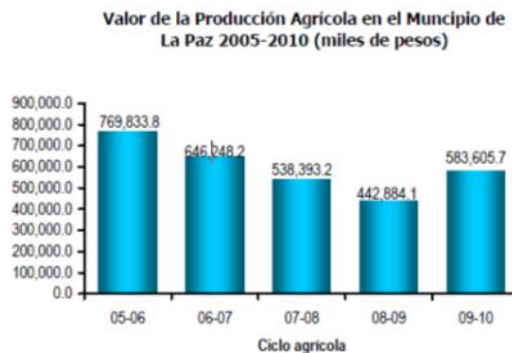
FUENTE: (SAGARPA), Delegación BCS.



FUENTE: SAGARPA, Delegación BCS.

Gráfica 25: Superficie cosechada en el Municipio de La Paz 2005-2010. Fuente: SAGARPA. Delegación BCS

Gráfica 26: Volumen de la producción agrícola en el Municipio de La Paz 2005-2010. Fuente: SAGARPA Delegación BCS



FUENTE: SAGARPA, Delegación BCS.

Gráfica 27: Valor de la Producción Agrícola en el Municipio de La Paz 2005-2010. Fuente: SAGARPA Delegación BCS

- **Pesca**

La pesca se realiza en la zona del Golfo de California así como en las costas del Océano Pacífico, siendo de tipo ribereña en su mayor parte. Se realiza en La Paz, Todos Santos, El Sargento, La Ventana, El Conejo y Pescadero, donde se captura principalmente almeja catarina, camarón, tiburón, y diversas especies de escamas. La producción total en el año 2010 fue de 3,805 toneladas, que representan el 3% del volumen de producción estatal. Su valor fue de 45.1 millones de pesos, que equivalen al 5% del valor de la producción pesquera total.

Las especies capturadas son principalmente escama (39.5%), almeja (19.0%), calamar (17.9%), callo de hacha (15.9%) y Tiburón-cazón (9.0%).

Destaca la producción acuícola del municipio, ya que tiene importantes centros productores de camarón, esta especie representa el 99.9% del volumen total de producción.

- **Minería**

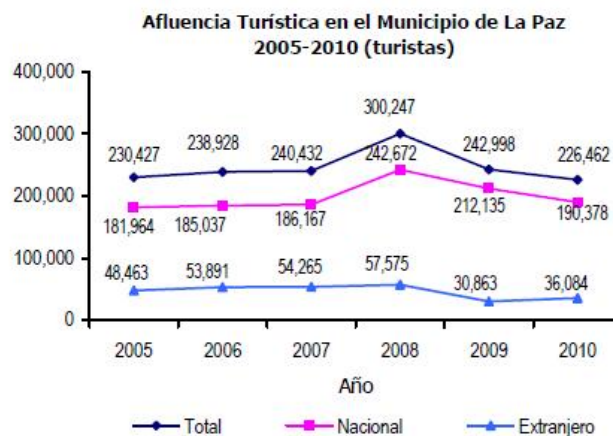
El principal producto minero obtenido tradicionalmente en este municipio es la fosforita extraída en San Juan de la Costa. Dicha producción se suspendió por un largo periodo con el cierre de la empresa Rofomex (2001).

A partir de 2008 nuevamente se registraron cifras de producción de fosforita, las cuales presentan un incremento constante para el 2010, en este mismo año se registró un personal ocupado de 1,213 personas en esta actividad.

En 2009 se iniciaron actividades productivas de oro y plata en el municipio, registrando 35 trabajadores para el 2010, no obstante aun no se cuenta con información de volumen y valor de dicha producción.

- **Turismo**

La ciudad de La Paz concentra buena parte de su vocación productiva en la actividad turística. Para el año 2010 se estima que, de acuerdo a la ocupación hotelera, visitaron el municipio 226 mil turistas. Esta afluencia se compone mayoritariamente de turismo nacional, que representa el 84% del total.



FUENTE: Secretaría de Turismo, Dirección de Planeación y Desarrollo Turístico.

Gráfica 28: Afluencia Turística en el Municipio de La Paz 2005-2010. Fuente: SECTUR

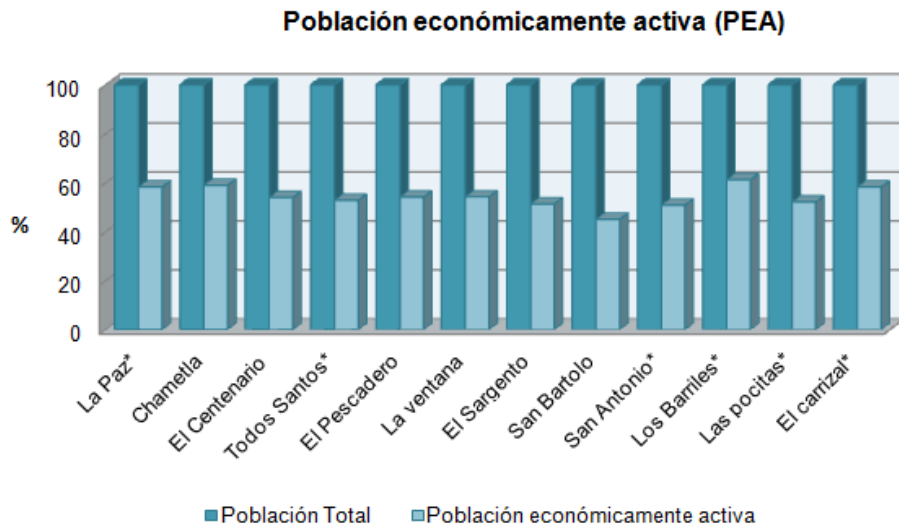


4.4 Características de la población económicamente activa

La población económicamente activa en el municipio representa el 57.9% de la población total municipal de la cual el 95.6% es población ocupada.

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA				
Delegación	Subdelegación	Población Total	Población económicamente activa	Población ocupada
La Paz	La Paz*	215682	58.20	95.4
	Chametla	2178	58.90	95.6
	El Centenario	4696	53.90	96.7
Todos Santos	Todos Santos*	5148	52.80	97.7
	El Pescadero	2338	54.10	97.7
San Juan de los Planes	La ventana	255	54.20	99
	El Sargento	958	51.30	96.6
San Antonio	San Bartolo	395	45.00	88.7
	San Antonio*	463	50.80	97.4
Los Barriles	Los Barriles*	1174	61.20	95.9
De los Dolores	Las pocitas*	345	52.10	95.5
El Carrizal	El carrizal*	618	58.20	98.8
MUNICIPIO LA PAZ		251871	57.9 %	95.6 %

Tabla 12. Distribución de la Población económicamente activa por localidad de estudio



Gráfica 29. Población Económicamente Activa

4.5 Estructura urbana.

El municipio de La Paz se conforma por una cabecera municipal y 6 delegaciones administrativas y 49 subdelegaciones, mismas que se retoman para el sistema municipal de localidades. Según datos estadísticos del Centro Municipal de Información, al año 2010 el municipio registró un total de 1,044 localidades de las cuales 747 son rancherías. Cuenta con una ciudad mayor a 100 mil habitantes, una localidad superior a los 5 mil habitantes y 3 mayores a 1,500 habitantes.



La Paz es lugar central del sistema de ciudades de la región ,incluyendo su zona conurbada Chametla y El Centenario ya que funciona como centro político, administrativo, de abasto y servicios; como cabecera municipal y capital de la entidad influye sobre todo el territorio municipal y del Estado. Concentra el 86% de la población municipal.

	Delegación Municipal	Poblacion Delegacion	Población Cabecera Delegacion
Población Municipio: 251,871 habitantes			
La Paz (Cabecera Municipal) 226, 593 habitantes	1 Todos Santos	8,606	5,439
	2 San Juan de Los Planes	4,204	1,213
	3 San Antonio	1,354	577
	4 Los Barriles	2,458	1,267
	5 El Carrizal	4,354	1,683
	6 Los Dolores	2,384	601

Tabla 13: Sistema Municipal de Localidades. Fuente. Centro de Información Municipal

Cabecera Municipal: En este sistema de localidades la ciudad de La Paz presenta una jerarquía estatal, esta zona tiene centros de servicios estatales; concentra algunos servicios regionales. Esta ciudad influye sobre la totalidad del territorio del Estado.

Delegación Municipal: En esta jerarquía encontramos localidades como Todos Santos y San Juan de Los Planes, Los Barriles, El Carrizal, San Antonio y Las Pocitas (Dolores).

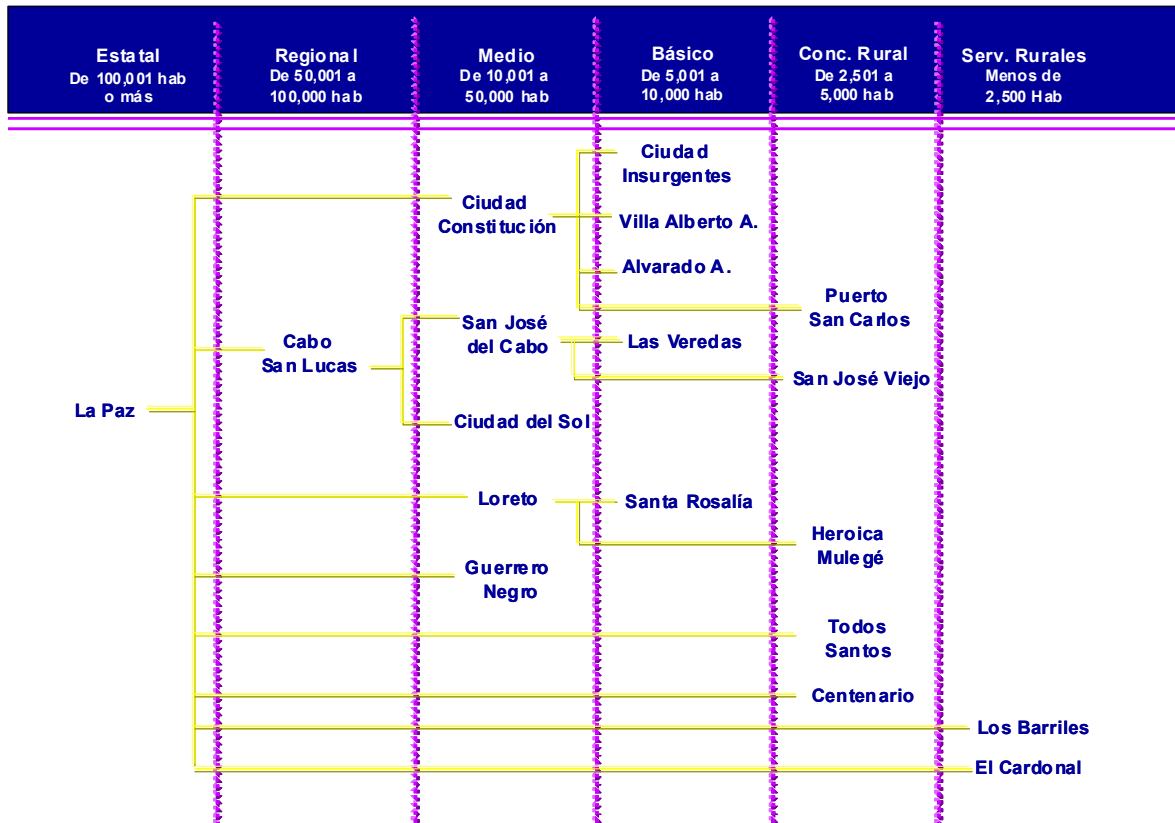


Tabla 14: Sistema Estatal de Ciudades. Programa Subregional de Desarrollo Urbano Los Barriles-El Cardonal 2008. Gobierno del Estado de BCS- H. Ayuntamiento de La Paz

La jerarquía de ciudades es la siguiente:



Nivel Estatal: En este sistema de ciudades la ciudad de La Paz presenta una jerarquía estatal, esta zona tiene centros de servicios estatales; concentra algunos servicios regionales. Esta ciudad influye sobre la totalidad del territorio del Estado.

Regional: Comprende la ciudad de Cabo San Lucas, que es un centro de servicios regionales en el ámbito estatal. Estas ciudades influyen en las ciudades que tienen jerarquía media.

Medio: Comprende las ciudades como San José del Cabo, Ciudad Constitución, Colonia del Sol, Loreto y Guerrero Negro, son centros de integración urbano–rurales. Tienen influencia sobre las de nivel básico.

Básico: En esta jerarquía se encuentran las localidades de Ciudad Insurgentes, Villa Alberto A Alvarado A., Las Veredas y Santa Rosalía, que tienen nivel de servicios en el ámbito microregional y son ciudades.

Concentración Rural: En esta jerarquía encontramos localidades como Puerto San Carlos, San José Viejo, Heroica Mulegé, Todos Santos y Centenario, que son poblados que depende de ciudades con mayor jerarquía.

Localidades con Servicios Rurales Dispersos: En esta jerarquía se encuentran todas aquellas localidades con una población menor a 2,500 habitantes.

La Paz-Chametla-El Centenario

En el sistema de ciudades la ciudad de La Paz presenta una jerarquía estatal, esta zona tiene centros de servicios estatales; concentra algunos servicios regionales. Esta ciudad influye sobre la totalidad del territorio del Estado y tiene una superficie de 8,236 hectáreas.

La Paz posee una economía bien diversificada, apoyada por: el comercio, sectores de servicio, agencias inmobiliarias, turismo, educación, agricultura y servicios gubernamentales. No obstante, continúa siendo una localidad aislada dentro de México.

La ciudad se desarrolló a lo largo de la costa sur de la bahía de La Paz gracias a la protección natural que El Mogote brinda a la Ensenada de La Paz que se encuentra frente a la zona urbana y se conecta a la bahía de La Paz mediante un estrecho canal. Los usos de suelo en el territorio urbano de la ciudad se distribuyen de la siguiente forma:

Uso Vial. Está determinado por el espacio público conformado por elementos destinados a facilitar la movilidad y las comunicaciones peatonales y vehiculares, a través de aceras, arroyos, camellones, gasas viales y demás elementos de estructuración vial. Siendo áreas definidas por ley como inalienables, imprescriptibles e inajenables, por tener carácter de propiedad pública y de libre circulación. La ciudad está conformada por vialidades regionales, vialidades primarias y secundarias, así como las de penetración, las locales y andadores (peatonales).

Uso Agrícola. Las planicies al sur de la ciudad con cultivos de hortalizas en algunas áreas aledañas a los ejidos de Chametla y El Centenario, así como San Juan de Los Planes.

Uso Pecuario. Los lomeríos al suroeste de la ciudad, casi al borde de la microregión y las planicies al sur de la misma.



Uso Recreativo. Considerado como este uso a todo el litoral, por sus playas tranquilas y poco profundas localizadas todo lo largo de la costa. Las playas El Coromuel, El Tecolote, Balandra, El Coyote, Puerto Mejía, entre otras. Así como los parques y jardines donde la población acude cotidianamente.

Usos	Porcentaje	Hectáreas
Habitacional	44.90	3698.26
Mixto (habitacional – comercial)	16.74	1,378.32
Comercial	0.10	8.64
Vial	33.68	2,773.88
Equipamiento Urbano	3.10	254.92
Industrial	0.51	41.94
Centro Urbano	0.97	80.04
Área Total de la Mancha Urbana		8,236.00

Tabla 15. Usos de Suelo en la ciudad de La Paz y su zona conurbada. Fuente PDUCP 2008

El Sargento –La Ventana

En el sistema estatal de ciudades se identifica como localidades con servicios rurales dispersos. Se ubica en la Delegación San Juan de Los Planes, por su cercanía con la ciudad se tiene buen acceso a servicios especializados y mediante su enlace carretero se cuenta con buena comunicación excepto en la temporada de huracanes que por la carencia de puentes en algunos tramos de la carretera se paraliza la comunicación y mantiene una dependencia en lo que respecta a servicios y equipamiento de algunos subsectores.

La vialidad principal Corredor Cerralvo es un corredor habitacional-comercio y servicios que va desde el arroyo El Zorrillo hasta el centro de la localidad El Sargento; su prolongación al sur entronca con la carretera estatal La Paz - Ensenada de Muertos; tiene una sección promedio de 32 metros y una longitud aproximada de 4,450 metros de doble sentido de circulación; se encuentra en regulares condiciones.¹

Todos Santos- El Pescadero

En el sistema estatal de ciudades se identifica como concentración rural. El centro de Todos Santos está bien definido, se observa constante mantenimiento en los espacios verdes, tiene diferencia en el pavimento, sin embargo, presenta una serie de problemas que dañan el perfil urbano, carece de mobiliario urbano y de un reglamento de anuncios.

Por su parte en El Pescadero los aspectos que degradan la imagen urbana lo constituyen las insuficientes áreas verdes y recreativas conjuntamente con algunas compatibilidades de usos del suelo, carencia de mobiliario urbano y de un reglamento de anuncios. Los nodos urbanos o centros generadores de actividades son básicamente la explanada subdelegacional, el centro urbano, los centros comerciales y los corredores comerciales de Todos Santos y en El Pescadero la plaza central; que son los centros de reunión en donde se concentra la población.

Dentro de los puntos de referencia destacan el parque “Los Pinos”, la iglesia de Nuestra Señora del Pilar, el estadio de béisbol y el hotel California en Todos Santos y en El Pescadero la casa del pueblo y el estadio.

En la localidad de Todos Santos, el Comité de Pueblos Mágicos ha elaborado un catalogo de inmuebles patrimoniales, considerando un total de 60 edificaciones, con la finalidad de proteger, conservar y preservar los inmuebles con valor patrimonial, histórico y artístico; los cuales están localizados en el primer cuadro del centro de la localidad.²



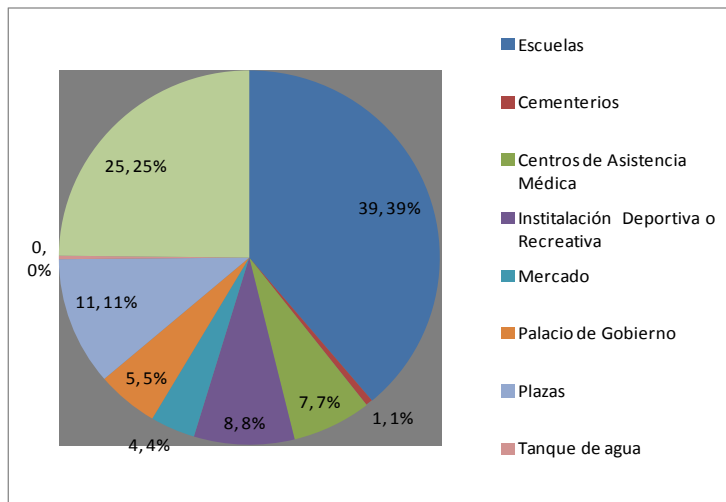
Los Barriles-El Cardonal

En el sistema estatal de ciudades se identifica como localidades con servicios rurales dispersos. De acuerdo al patrón de desarrollo de las localidades se puede decir que las más importantes son Los Barriles y El Cardonal que se establecieron por los pescadores; otro patrón de desarrollo de importancia en la subregión ha sido la establecida por la comunidad extranjera en su mayoría estadounidense que ha encontrado esta zona atractiva para la construcción de segundas casas que son ocupadas por periodos largos y/o cortos.

De esta forma las áreas urbanas están claramente divididas entre el área urbana ocupada por la población local, y por el área residencial turística que es ocupada por las segundas casas de los extranjeros, estos últimos ocupan preferentemente las áreas próximas a la playa.³

- **Equipamiento.**

En la ciudad de La Paz el equipamiento predominante es el educativo, ya que se cuenta con 133 escuelas que representan un 38.9%, seguido del equipamiento religioso con 85 templos que representan un 24.9%. Asimismo se cuenta con 38 plazas que representan un 11.1%; 29 instalaciones deportivas o recreativas que representan el 8.5%; 23 Centros de asistencia médica que representan el 6.7%; 18 instituciones administrativas de gobierno clasificadas dentro de la categoría de Palacio de Gobierno las cuales suman 18, mismas que representan el 5.3%; también cuenta con 13 mercados representando el 3.8%; 2 cementerios representando el 0.6% y finalmente 1 tanque de agua que representa el 0.3% del total de equipamiento ubicado en la localidad.

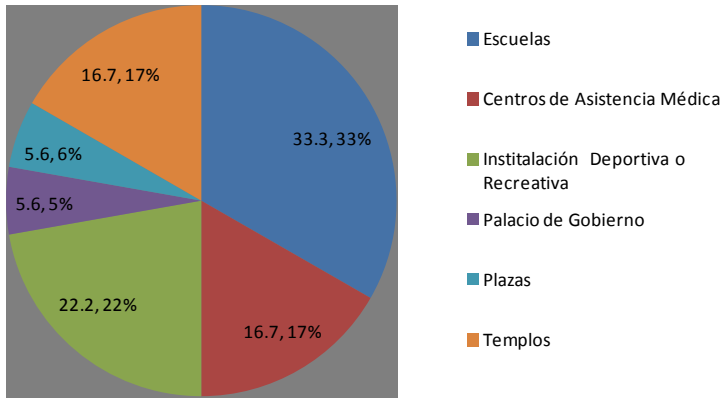


Grafica 30. Distribución de Equipamientos por Subsector en la ciudad de La Paz

LAPAZ		
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	%
Escuelas	133	38.9
Cementerios	2	0.6
Centros de Asistencia Médica	23	6.7
Instalación Deportiva o Recreativa	29	8.5
Mercado	13	3.8
Palacio de Gobierno	18	5.3
Plazas	38	11.1
Tanque de agua	1	0.3
Templos	85	24.9
TOTAL	342	100.0

Tabla 16. Equipamiento ubicado en la localidad de La Paz. Fuente INEGI,2010

En la localidad del Centenario el equipamiento predominante es el educativo con 6 escuelas que representan un 33.3%, seguido de instalaciones deportivas o recreativas con 4 unidades que representan el 16.7%; en cuanto al equipamiento religioso se tienen 3 templos que representan un 16.7% y con la misma cantidad y porcentaje se tienen también los centros de asistencia médica. Asimismo se cuenta con 1 Palacio de Gobierno y 1 plaza pública, ambos representando el 5.6% del total del equipamiento.

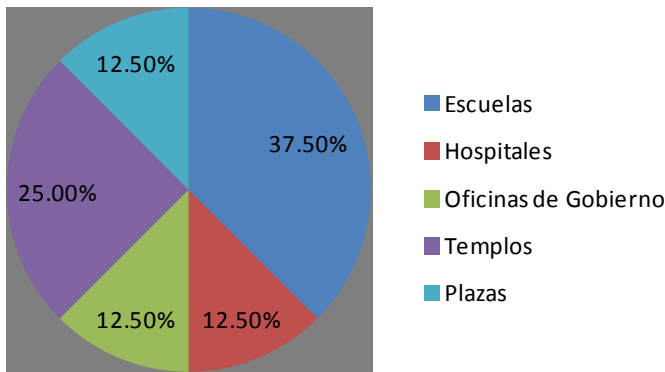


Grafica 31. Distribución de Equipamientos por Subsector en El Centenario

CENTENARIO		
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	%
Escuelas	6	33.3
Centros de Asistencia Médica	3	16.7
Instalación Deportiva o Recreativa	4	22.2
Palacio de Gobierno	1	5.6
Plazas	1	5.6
Templos	3	16.7
TOTAL	18	100.0

Tabla 17. Equipamiento ubicado en la localidad de El Centenario. Fuente INEGI,2010

En la localidad de Chametla el equipamiento predominante es el educativo con 3 escuelas que representan un 37.5%, seguido de equipamiento religioso con 3 templos que representan el 25%, con 12.5% y con la misma cantidad 1 unidad y porcentaje se cuentan los centros de asistencia médica, oficinas de gobierno y plaza pública.

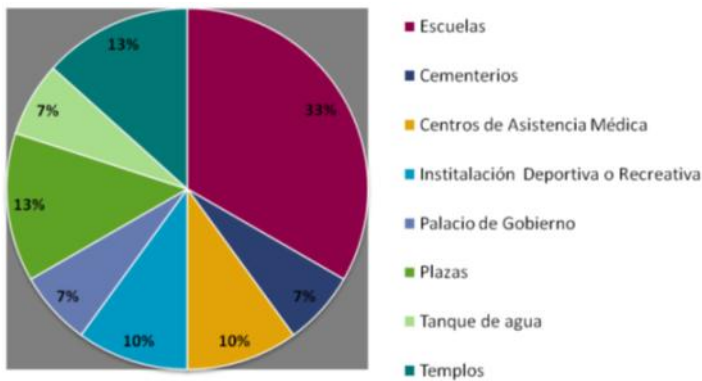


Grafica 32. Distribución de Equipamientos por Subsector en Chametla

CHAMETLA		
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	%
Escuelas	3	37.50%
Hospitales	1	12.50%
Oficinas de Gobierno	1	12.50%
Templos	2	25.00%
Plazas	1	12.50%
TOTAL	8	100.00%

Tabla 18. Equipamiento ubicado en la localidad de Chametla. Fuente INEGI,2010

En Todos Santos el equipamiento predominante es el educativo, ya que se cuenta con 10 escuelas que representan un 33.3%, seguido templos y plazas con unidades cada uno que representan un 13.3%. Asimismo se cuenta con la misma cantidad de Centros de Asistencia Médica e Instalaciones deportivas o recreativas, es decir, 3 unidades representando un 10% respectivamente; se tienen 2 cementerios y dos instituciones administrativas, representando un 6.7% respectivamente.

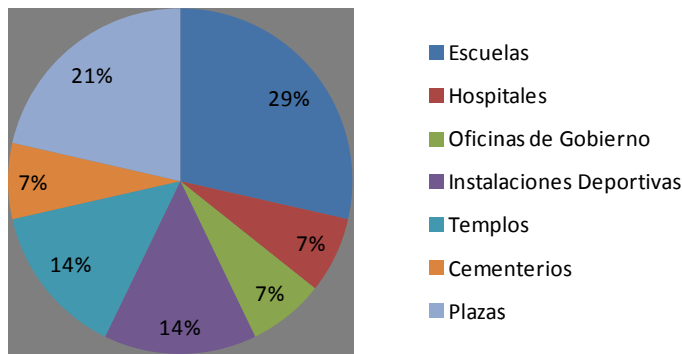


Grafica 33. Distribución de Equipamientos por Subsector en Todos Santos

TODOS SANTOS		
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	%
Escuelas	10	33.3
Cementerios	2	6.7
Centros de Asistencia Médica	3	10.0
Instalación Deportiva o Recreativa	3	10.0
Palacio de Gobierno	2	6.7
Plazas	4	13.3
Tanque de agua	2	6.7
Templos	4	13.3
TOTAL	30	100.0

Tabla 19. Equipamiento ubicado en la localidad de Todos Santos. Fuente INEGI,2010

En El Pescadero el equipamiento predominante es el educativo, ya que se cuenta con 4 escuelas que representan un 29%, seguido de plazas con 3 unidades que representan un 21%. Asimismo se cuenta con 2 unidades de Instalaciones deportivas y templos representando un 14% respectivamente; se tiene 1 cementerios, unidad de asistencia médica y una oficina administrativa gubernamental, representando un 7% respectivamente.

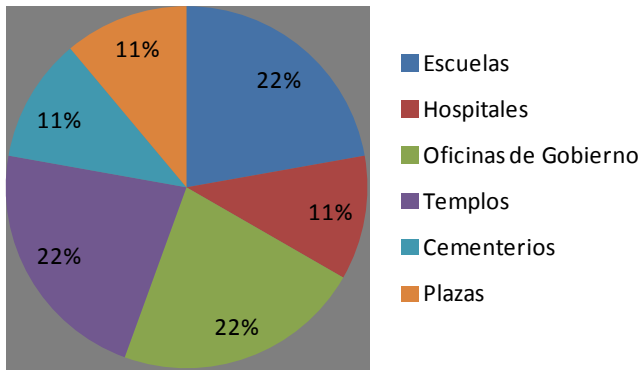


Grafica 34. Distribución de Equipamientos por Subsector en El Pescadero

EL PESCADERO		
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	%
Escuelas	4	29%
Hospitales	1	7%
Oficinas de Gobierno	1	7%
Instalaciones Deportivas	2	14%
Templos	2	14%
Cementerios	1	7%
Plazas	3	21%
TOTAL	14	100%

Tabla 20. Equipamiento ubicado en la localidad de El Pescadero. Fuente INEGI,2010

En Los Barriles el equipamiento predominante es el educativo, el de oficinas de gobierno y templos, ya que se cuenta con 3 unidades cada uno que representan un 22 % respectivamente, seguidos de plaza, unidad de atención medica y cementerio con 1 unidad, representando un 11% respectivamente.

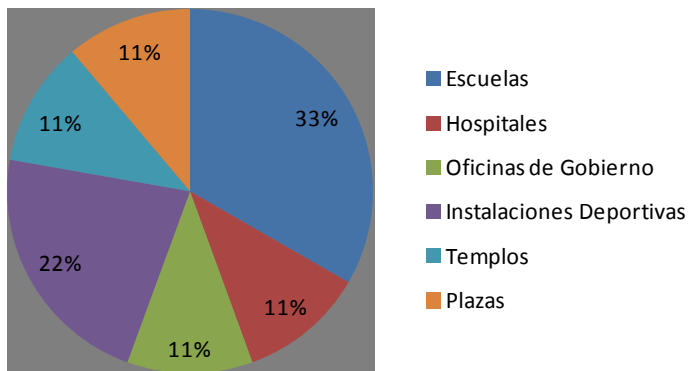


Grafica 35. Distribución de Equipamientos por Subsector en Los Barriles

LOS BARRILES		
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	%
Escuelas	2	22%
Hospitales	1	11%
Oficinas de Gobierno	2	22%
Templos	2	22%
Cementerios	1	11%
Plazas	1	11%
TOTAL	9	100%

Tabla 21. Equipamiento ubicado en la localidad de Los Barriles. Fuente INEGI,2010

En la localidad de El Sargento el equipamiento predominante es el educativo con 3 escuelas que representan el 33% del total existente; le sigue 2 unidad de instalaciones deportivas que representan el 22%, en tanto que se cuenta con 1 unidad de atención médica, oficinas de gobierno, templo y plaza , representando un 11% respectivamente.

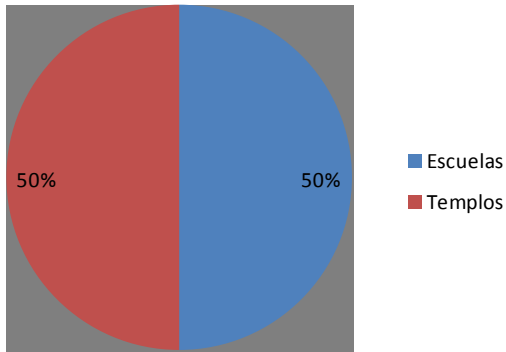


Grafica 36. Distribución de Equipamientos por Subsector en El Sargento

EL SARGENTO		
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	%
Escuelas	3	33%
Hospitales	1	11%
Oficinas de Gobierno	1	11%
Instalaciones Deportivas	2	22%
Templos	1	11%
Plazas	1	11%
TOTAL	9	100%

Tabla 22. Equipamiento ubicado en la localidad de El Sargento. Fuente INEGI,2010

En su anexo La Ventana la localidad de El Sargento el equipamiento predominante es el educativo con 3 escuelas que representan el 33% del total existente; le sigue 2 unidad de instalaciones deportivas que representan el 22%, en tanto que se cuenta con 1 unidad de atención médica, oficinas de gobierno, templo y plaza , representando un 11% respectivamente.

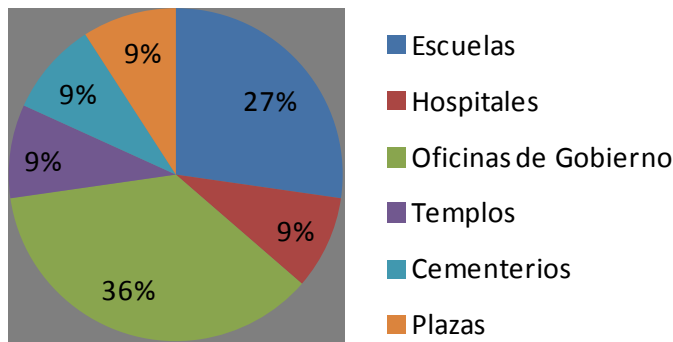


LA VENTANA		
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	%
Escuelas	2	50%
Templos	2	50%
TOTAL	4	100%

Grafica 37. Distribución de Equipamientos por Subsector en La Ventana.

Tabla 23. Equipamiento ubicado en la localidad de La Ventana. Fuente INEGI,2010

En la localidad de San Antonio el equipamiento predominante es el de oficinas de gobierno con 4 unidades que representan el 36% del total existente, le sigue el educativo con 3 escuelas que representan el 27% ,en tanto que se cuenta con 1 unidad de atención médica, templo ,cementerio y plaza , representando un 9% respectivamente.

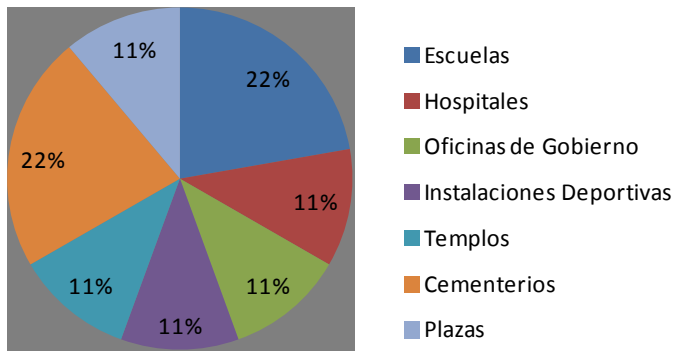


SAN ANTONIO		
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	%
Escuelas	3	27%
Hospitales	1	9%
Oficinas de Gobierno	4	36%
Templos	1	9%
Cementerios	1	9%
Plazas	1	9%
TOTAL	11	100%

Grafica 38. Distribución de Equipamientos por Subsector en San Antonio

Tabla 24. Equipamiento ubicado en la localidad de San Antonio. Fuente INEGI,2010

En la localidad de San Bartolo el equipamiento predominante es el educativo y los cementerios con 2 unidades que representan el 22% del total existente respectivamente, en tanto que se cuenta con 1 unidad de atención médica, oficina de gobierno, templo, instalación deportiva y plaza, representando un 11% respectivamente.

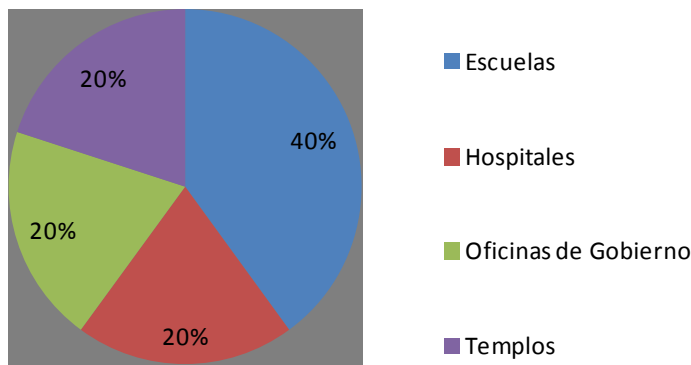


Grafica 39. Distribución de Equipamientos por Subsector en San Bartolo.

SAN BARTOLO		
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE
Escuelas	2	22%
Hospitales	1	11%
Oficinas de Gobierno	1	11%
Instalaciones Deportivas	1	11%
Templos	1	11%
Cementerios	2	22%
Plazas	1	11%
TOTAL	9	100%

Tabla 25. Equipamiento ubicado en la localidad de San Bartolo. Fuente INEGI,2010

En la localidad de San Bartolo el equipamiento predominante es el educativo y los cementerios con 2 unidades que representan el 22% del total existente respectivamente, en tanto que se cuenta con 1 unidad de atención médica, oficina de gobierno, templo, instalación deportiva y plaza, representando un 11% respectivamente.



Grafica 40. Distribución de Equipamientos por Subsector en Las Pocitas.

LAS POCITAS		
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	%
Escuelas	2	40%
Hospitales	1	20%
Oficinas de Gobierno	1	20%
Templos	1	20%
TOTAL	5	100%

Tabla 26. Equipamiento ubicado en la localidad de Las Pocitas. Fuente INEGI,2010

Vulnerabilidad.

Para poder generar una evaluación de Riesgo tanto en el municipio de la Paz como en las localidades estudiadas fue necesario determinar junto con los niveles de peligros asociados a cada fenómeno perturbador, las características de la vulnerabilidad y el conocimiento del nivel de exposición dentro de la zona de estudio.

La vulnerabilidad física se refiere al nivel de daño que puede sufrir un elemento en términos de su exposición y resistencia contra la intensidad del fenómeno, en este caso nos referimos a la tipología, materiales y procesos constructivos de viviendas, edificaciones y estructuras, que condicionan e incrementan la vulnerabilidad física de las mismas.

La vulnerabilidad social ante los desastres naturales se define como una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre (Kuroiwa, 2002). La vulnerabilidad analizada resulta a partir de estos 3 indicadores: el indicador socioeconómico, que considera salud, educación,



población, vivienda e ingresos, el indicador de capacidad de respuesta institucional de Protección Civil ante el fenómeno de peligro y la percepción local de la población y prevención contra los fenómenos de peligro que tiene la población de las localidades estudiadas dentro del municipio de la Paz.

Se expresa en términos de la probabilidad de daño incrementando el riesgo en relación al grado de vulnerabilidad social. Se emplea una escala de Lickert de 5 categorías diferenciadas por colores que nos permiten interpretar el grado de vulnerabilidad en cada indicador, que va desde una vulnerabilidad baja (disminuye probabilidades de daño) hasta una vulnerabilidad alta (incrementa probabilidades de daño).

Metodología y nivel de resolución

La metodología utilizada para poder estimar la vulnerabilidad social asociada a desastres está basada en la metodología establecida por CENAPRED realizando el análisis en tres partes: la primera permitirá una aproximación al grado de vulnerabilidad de la población con base en sus condiciones sociales y económicas, proporcionando un parámetro para establecer la capacidad de recuperación después de un desastre.

La segunda parte de la metodología permitirá conocer la capacidad de prevención y respuesta actual de las instituciones encargadas de la atención de emergencia y rehabilitación en caso de desastre.

La tercera, se enfoca en la percepción local del riesgo que se tiene en el municipio, lo que permite visualizar planes y estrategias de prevención de desastre.

Finalmente se presenta la manera de obtener los resultados una vez analizados los 3 factores a considerar. Al resultado final se le asignan valores para establecer un grado de vulnerabilidad social que se divide en 5 categorías: muy bajo, bajo, medio, medio, alto y muy alto. La vulnerabilidad social es fundamental para evaluar el nivel de impacto de los fenómenos naturales, ya que tiene una relación directa con las condiciones sociales, la calidad de la vivienda, la infraestructura y el nivel de desarrollo de la región.

Indicador Socioeconómico.

Con los datos estadísticos socioeconómicos tanto de salud, educación, población, vivienda e ingresos, que se obtuvieron tanto del municipio de La Paz como de cada una de las localidades estudiadas y los indicadores de vulnerabilidad socioeconómica se obtiene las condiciones más vulnerables dentro del indicador socioeconómico, definiéndose los rangos de valor y resumiendo los resultados gráficamente en la Tabla:

RANGO DE VALOR- V. SOCIOECONOMICA		
NOMENCLATURA	DESCRIPCION	VALOR
MA	MUY ALTA	1
A	ALTA	0.75
M	MEDIA	0.5
B	BAJA	0.25
MB	MUY BAJA	0

Tabla 27. Rangos de valor de Vulnerabilidad Socioeconómica



INDICADOR SOCIOECONOMICO																			
LOCALIDADES	SE_E1	SE_E2	SE_E3	SE_E4	SE_E5	SE_E6	SE_V1	SE_V2	SE_V3	SE_V4	SE_V5	SE_V6	SE_V7	SE_V8	SE_P1	SE_P2	SE_P3		
La Paz	MB	MB	MB	MB	M	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	A	MB	A	
Chametla	MB	MB	MB	MB	M	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	A	MB	MB	
El Centenario	MB	MB	MB	MB	M	B	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	B	M	MB	MB	
Todos Santos	MB	MB	MB	MB	M	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	M	MB	B	
El Pescadero	MB	MB	B	MB	MB	M	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	A	MB	MA	
La ventana	MB	MB	B	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	A	MB	MA	
El Sargento	MB	MB	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	A	MB	MA	
San Bartolo	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	A	A	MB	MA
San Antonio	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	M	MB	MA	
Los Barriles	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	M	MB	MA	
Las pocitas	MB	MB	MB	MB	MB	B	M	A	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	M	MB	MA	
El carrizal	MB	MB	MB	MB	MB	M	B	A	MB	B	MB	MB	MB	B	MB	A	MB	MA	

Tabla 28. Resultados de Indicador socioeconómico por localidad de estudio en el Municipio de La Paz. Elaboración propia en base a datos estadísticos de INEGI.

En el rubro de salud el grado de vulnerabilidad es muy bajo a bajo, en educación se identifica una vulnerabilidad media en relación a la demanda en educación básica en la ciudad de La Paz, las localidades de Chametla, El Centenario y Todos Santos, y un grado de vulnerabilidad media en la localidad del El Carrizal relacionado al grado promedio de escolaridad. En el rubro de vivienda las localidades de Las Pocitas y El Carrizal presentan un grado de vulnerabilidad alta, en relación a las viviendas sin drenaje. En el rubro de empleo e ingreso se cuenta con un grado de vulnerabilidad bajo.

Con los siguientes resultados podemos identificar que las condiciones que incrementan el grado de vulnerabilidad socioeconómico en la mayoría de las localidades están relacionadas con la densidad y la dispersión poblacional dentro del municipio.

Indicador de Capacidad de Respuesta.

El objetivo del indicador de capacidad de respuesta es evaluar de forma general el grado en el que se encuentran capacitadas las instituciones encargadas en el municipio para incorporar conductas preventivas y ejecutar tareas para la atención de la emergencia, lo cual complementará el grado de vulnerabilidad social.

En el indicador de capacidad de respuesta se evaluó en base a una encuesta aplicada directamente a la institución encargada en cada localidad que consiste en 24 preguntas, relacionadas a las medidas preventivas y planes de contingencia contra desastres.

Indicador de Percepción local.

El tercer indicador consta de la percepción local, es decir el nivel de conocimiento de la población acerca de las amenazas que existen en su comunidad y de su grado de exposición frente a las mismas. Para la obtención de datos de la comunidad se elaboró una metodología de acopio de información mediante la selección de 161 grupos focales distribuidos en el total de localidades, estableciendo centros de reunión de manera formal y estructurada constituido por 5-14 personas mayores de edad, donde se acordaron y trataron los temas de encuesta elaborada por CENAPRED.



INDICADOR PERCEPCIÓN LOCAL																									
localidades	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25
La Paz	B	M	MA	M	B	A	MA	A	B	A	B	M	B	MA	B	MB	MB	M	M	YAL	M	M	M	A	MA
Chametla	M	MA	MA	MA	MA	A	MA	MA	M	MA	MB	MB	MB	MA	MB	M	MB	M	M	YAL	MB	MB	MB	MB	MA
El Centenario	B	B	MA	MB	MB	A	A	MA	M	A	M	B	B	A	M	MB	B	A	B	M	B	A	M	B	MA
Todos Santos	B	B	A	B	B	A	M	M	M	MA	B	B	MB	A	M	MB	MB	MB	M	A	M	B	B	M	A
El Pescadero	M	A	MA	MA	B	A	B	MA	B	A	B	B	MB	A	MB	A	MB	MB	B	MB	B	MB	MB	B	A
La ventana	M	MB	MA	MA	MB	A	MA	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MA
El Sargento	M	M	MA	MA	MB	A	MB	MA	MB	M	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	M	MB	MB	MB	M	MB	MB	MA
San Bartolo	M	MA	MA	MA	MA	A	MA	MA	MB	MB	MB	MB	MB	MA	MA	MA	MA	MB	MB	MB	MB	MB	MA	MA	MA
San Antonio	M	MB	MA	MA	MA	A	MA	MA	M	M	MB	MB	MB	M	MA	MB	MA	MA	MA	MB	M	MA	MA	MB	MA
Los Barriles	M	MA	MA	MA	A	A	M	MA	B	B	M	M	MB	M	B	A	B	A	MB	B	B	M	M	M	MA
Las pocitas	M	MA	MA	MA	MA	M	MA	MA	MB	M	M	M	MB	MA	MA	MA	MA	M	MB	M	A	MA	M	M	MA
El carrizal	M	MA	MA	MA	MA	A	MA	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MA

Tabla 29: Resultados de Indicador de Percepción Local. Elaboración propia en base resultado de grupos focales

Se identifica una percepción local alta en las localidades de El Pescadero, La Ventana, El Sargento, San Bartolo, San Antonio, Los Barriles, Las Pocitas y El Carrizal, sobre todo en los conocimientos ante desastres, y una percepción muy baja, en relación a los temas de información, campañas, conocimiento de sistemas de alerta en la comunidad.

Estos resultados permiten elaborar procedimientos y medidas de prevención que sean aceptados y llevados a cabo por la población en conjunto con las dependencias responsables.

Una vez obtenidos todos los resultados de los 3 indicadores, se generó un resumen con el valor total generado y el grado de vulnerabilidad en relación a la metodología CENAPRED, expresada gráficamente en la siguiente Tabla:

Localidad de estudio	SOCIOECONOMICA		CAPACIDAD DE RESPUESTA		PERCEPCION LOCAL	
	SE_VALORTOTAL	SE_VULNERABILIDAD	CR_VALORTOTAL	CR_VULNERABILIDAD	PL_VALORTOTAL	PL_VULNERABILIDAD
La Paz*	0.15	BAJO	0.25	ALTO	0.50	MEDIA
Chametla	0.1	MUY BAJO	1	MUY BAJO	0.50	MEDIA
El Centenario	0.09	MUY BAJO	1	MUY BAJO	0.50	MEDIA
Todos Santos*	0.15	BAJO	1	MUY BAJO	0.50	MEDIA
El Pescadero	0.16	BAJO	1	MUY BAJO	0.50	MEDIA
La ventana	0.15	BAJO	1	MUY BAJO	0.75	BAJA
El Sargento	0.15	BAJO	1	MUY BAJO	0.75	BAJA
San Bartolo	0.24	BAJO	1	MUY BAJO	0.00	MUY ALTA
San Antonio*	0.12	MUY BAJO	1	MUY BAJO	0.00	MUY ALTA
Los Barriles*	0.13	BAJO	1	MUY BAJO	0.50	MEDIA
Las pocitas*	0.17	BAJO	1	MUY BAJO	0.25	ALTA
El carrizal*	0.21	BAJO	1	MUY BAJO	0.75	BAJA

Tabla 30. Resultados de Vulnerabilidad

Una vez obtenida la calificación final de los tres aspectos a evaluar: características socioeconómicas, capacidad de respuesta y percepción local de riesgo se procede a obtener el valor y grado de vulnerabilidad social de acuerdo con la metodología CENAPRED, obteniéndose los indicadores en la siguiente Tabla:



Localidad de estudio	Valor y grado de vulnerabilidad social	
	La Paz*	0.26
Chametla	0.43	MEDIO
El Centenario	0.42	MEDIO
Todos Santos*	0.45	MEDIO
El Pescadero	0.46	MEDIO
La ventana	0.51	MEDIO
El Sargento	0.51	MEDIO
San Bartolo	0.37	BAJO
San Antonio*	0.31	BAJO
Los Barriles*	0.44	MEDIO
Las pocitas*	0.40	MEDIO
El carrizal*	0.54	MEDIO

Tabla 31: Indicadores de Vulnerabilidad Social por localidad en el Municipio de La Paz. Elaboraciones propias en base a metodología CENAPRED.

La mayoría de las localidades cuenta con un indicador de vulnerabilidad media, ante los fenómenos de peligro, a excepción de La Paz, San Bartolo y San Antonio con un índice de vulnerabilidad bajo.



Referencias:

INEGI, Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos, <http://www.inegi.org.mx>.

INEGI, Anuario Estadístico por Entidad Federativa, <http://www.inegi.org.mx>.

Centro Estatal de Información, Cuaderno de Datos Básicos 2010, <http://www.bcs.gob.mx/Gobierno/CentroEstataldeInformación/Publicaciones>.

INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010, [http://www.inegi.org.mx/Estadística/Censos y Conteos de Población y Vivienda/Censo de Población y Vivienda 2010/Tabulados Básicos](http://www.inegi.org.mx/Estadística/CensosyConteosdePoblaciónyVivienda/CensodePoblaciónyVivienda2010/TabuladosBásicos). Cuestionario básico.

INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 2005-2009, <http://www.inegi.org.mx/Publicaciones>.

INEGI, Banco de Información Económica, [http://www.inegi.org.mx/Banco de Información Económica/Precios e Inflación](http://www.inegi.org.mx/BancodeInformaciónEconómica/PreciosyInflación).

SAGARPA, <http://www.sagarpa.gob.mx/SIAP/Agricultura>.

H. Ayuntamiento de La Paz. Programa Subregional de Desarrollo Urbano de Todos Santos, Pescadero y Las Playitas.2008

H. Ayuntamiento de La Paz. Programa Subregional de Desarrollo Urbano de El Sargento-La Ventana-Ensenada de Muertos.2008

H. Ayuntamiento de La Paz. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de La Paz.2008

H. Ayuntamiento de La Paz. Programa Subregional de Desarrollo Urbano de Los Barriles-El Cardonal.2008



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

En el siguiente apartado, se describen las amenazas que se presentan en el territorio del Municipio de La Paz que por sus características de peligro, han sido estudiadas y analizadas metodológicamente o con reconocimiento de trabajo de campo que evidencian el riesgo que representan para la población y las infraestructuras.

Identificación del rango de peligro y riesgo por localidad

Para poder generar una evaluación de Riesgo tanto en el Municipio de la Paz como en las localidades estudiadas, fue necesario determinar junto con los niveles de peligros asociados a cada fenómeno perturbador, las características de la vulnerabilidad y el conocimiento del nivel de exposición dentro de la zona de estudio; considerando tanto la vulnerabilidad física como la vulnerabilidad social para establecer los niveles de riesgo, identificando y evaluando las zonas expuestas, mismos que se resumen en las Tablas siguientes:

P E L I G R O																							
LOCALIDADES	PG1	PG2	PG3	PG4	PG5	PG6	PG7	PG8	PG9	PG10	PG11	PG12	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7	PH8	PH9	PH10	PH11
La Paz	A	MA	MB	NA	A	M	A	NA	M	A	NA	NA	MA	MA	NA	NA	B	M	MA	A	A	M	M
Chametla	B	A	MB	NA	B	B	A	NA	B	A	NA	NA	MA	MA	NA	NA	B	M	MA	A	MA	MB	A
El Centenario	B	A	MB	NA	B	B	A	NA	M	A	NA	NA	MA	MA	NA	NA	B	M	A	A	A	MB	A
Todos Santos	M	A	MB	NA	M	B	M	NA	M	M	NA	NA	MA	MA	NA	NA	A	B	B	M	A	M	A
El Pescadero	B	A	MB	NA	B	B	M	NA	MB	M	NA	NA	MA	MA	NA	NA	A	A	B	B	A	M	B
La ventana	A	A	MB	NA	B	B	M	NA	M	M	NA	NA	MA	MA	NA	NA	B	A	M	M	MA	M	B
El Sargento	A	A	MB	NA	B	B	M	NA	MB	B	NA	NA	MA	MA	NA	NA	B	A	M	M	MA	M	B
San Bartolo	M	A	MB	NA	M	A	M	NA	B	M	NA	NA	MA	MA	NA	NA	M	M	B	M	MA	MA	B
San Antonio	M	A	MB	NA	M	B	M	NA	B	M	NA	NA	MA	MA	NA	NA	M	M	B	M	A	MA	B
Los Barriles	A	A	MB	NA	B	M	M	NA	MB	B	NA	NA	MA	MA	NA	NA	M	A	M	M	MA	MA	A
Las pocitas	M	A	MB	NA	B	B	M	NA	MB	A	NA	NA	MA	MA	NA	NA	M	A	M	A	M	M	B
El carrizal	M	MA	MB	NA	B	B	M	NA	MB	A	NA	NA	MA	MA	NA	NA	M	B	M	M	M	M	B

Tabla 32. Identificación de nivel de peligros por fenómeno perturbador estudiado

Tabla 33. Índice de Vulnerabilidad por Localidad de estudio

V U L N E R A B L I D A D						
LOCALIDADES	SE	CR	PL	INDICE VULNERABILIDAD	POBLACIÓN (hab)	SUPERFICIE (ha)
La Paz	B	MB	M	MEDIO	5430.4	5430.4
Chametla	MB	MB	M	MEDIO	62.0	62.0
El Centenario	MB	MB	M	MEDIO	713.9	713.9
Todos Santos	B	MB	M	MEDIO	905.1	905.1
El Pescadero	B	MB	M	MEDIO	89.7	89.7
La ventana	B	MB	B	MEDIO		
El Sargento	B	MB	B	MEDIO	43.8	43.8
San Bartolo	B	MB	MA	BAJA	27.9	27.9
San Antonio	MB	MB	MA	BAJA	60.8	60.8
Los Barriles	B	MB	M	MEDIO	132.2	132.2
Las pocitas	B	MB	A	MEDIO	46.1	46.1
El carrizal	B	MB	B	MEDIO	32.6	32.6



R I E S G O																							
LOCALIDADES	PG1	PG2	PG3	PG4	PG5	PG6	PG7	PG8	PG9	PG10	PG11	PG12	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7	PH8	PH9	PH10	PH12
La Paz	A	MA	B	N/A	A	A	M	N/A	M	A	N/A	N/A	A	A	N/A	N/A	M	M	A	A	A	M	M
Chametla	M	A	B	N/A	M	M	M	N/A	M	A	N/A	N/A	A	A	N/A	N/A	M	A	M	A	MA	B	A
El Centenario	M	A	B	N/A	M	M	M	N/A	M	A	N/A	N/A	A	A	N/A	N/A	M	M	M	A	A	B	M
Todos Santos	A	A	B	N/A	M	M	B	N/A	M	M	N/A	N/A	A	A	N/A	N/A	A	M	M	M	A	M	B
El Pescadero	M	A	B	N/A	M	M	B	N/A	B	M	N/A	N/A	A	A	N/A	N/A	A	A	M	M	A	M	MB
La ventana	A	A	B	N/A	M	M	B	N/A	M	M	N/A	N/A	A	A	N/A	N/A	M	A	M	M	MA	M	MA
El Sargento	A	A	B	N/A	M	M	B	N/A	B	M	N/A	N/A	A	A	N/A	N/A	M	A	M	M	MA	M	A
San Bartolo	M	M	MB	N/A	M	M	B	N/A	B	M	N/A	N/A	A	A	N/A	N/A	M	M	M	M	MA	A	MB
San Antonio	M	M	MB	N/A	M	B	B	N/A	B	M	N/A	N/A	A	A	N/A	N/A	M	M	M	M	A	A	MB
Los Barriles	A	MA	B	N/A	M	M	B	N/A	B	M	N/A	N/A	A	A	N/A	N/A	M	MA	M	M	MA	A	MA
Las pocitas	M	A	B	N/A	M	M	B	N/A	B	A	N/A	N/A	A	A	N/A	N/A	M	A	M	A	A	M	MB
El carrizal	M	A	B	N/A	M	M	B	N/A	B	A	N/A	N/A	A	A	N/A	N/A	M	M	M	M	M	M	MB

Tabla 34. Identificación de nivel de Riesgo por fenómeno perturbador estudiado

NOMENCLATURA	DESCRIPCION
MA	MUY ALTA
A	ALTA
M	MEDIA
B	BAJA
MB	MUY BAJA
N/A	NO APLICA

Simbología	Descripción	
PG1	Fallas y Fracturas	
PG2	Sismos	
PG3	Tsunami	
PG4	Vulcanismo	NA
PG5	Deslizamiento	
PG6	Derrumbes	
PG7	Fujos	
PG8	Hundimientos	NA
PG9	Erosión Hídrica Actual	
PG10	Erosión Eólica	
PG11	Erosión Marina	NA
PG12	Erosión Kárstica	NA
PH1	Huracanes	
PH2	Ondas Tropicales	
PH3	Heladas	NA
PH4	Nevadas	NA
PH5	Tormentas Eléctricas	
PH6	Sequias	
PH7	Temperaturas Máximas Extremas	
PH8	Vientos	
PH9	Inundaciones	
PH10	Lluvias extraordinarias	
PH11	Inundacion por Marea de Tormenta	



5.1.. Riesgos, Peligros y/o Vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico.

En este apartado se hace referencia a los riesgos generados por procesos y fenómenos relacionados con los materiales de la corteza terrestre, su dinámica y los sistemas con los que se relacionan tanto de origen natural como en los que interviene el hombre: fallas y fracturas, sismos, tsunamis, vulcanismo, deslizamientos, derrumbes, flujos, hundimientos y erosión.

5.1.1.

Peligro por Fallas y Fracturas.

El movimiento de placas tectónicas puede generar fuerzas de fricción que impiden el desplazamiento de una placa respecto a la otra, provocando esfuerzos en el material o roca hasta romperla.

Cuando la roca se rompe se forma una fractura, cuando esta tiene movimiento se origina una falla, este ocurre a lo largo de planos llamados “planos de falla” y es donde se localiza el desplazamiento y como consecuencia las zonas de mayor peligrosidad.

Las fallas pueden ser pasivas o activas y ambas representan planos de debilidad, las primeras prácticamente no representan peligro porque no tienen desplazamiento, en cambio las fallas activas tienden a desplazarse relativamente, aunque esta permanece bloqueada hasta que se vence el umbral de resistencia a la ruptura y esta rompe bruscamente, el movimiento puede ser imperceptible o puede generarse. Este tipo de fallas pueden desencadenar sismos, deslizamientos, derrumbes etc., cuando éstas se localizan en zonas con asentamientos humanos representan un peligro potencial, pues pueden romper tuberías, muros en viviendas, estructuras en edificaciones, aceras, y poner en peligro a los habitantes del lugar.

- **Metodología y nivel de resolución**

La metodología utilizada fue el uso de imágenes satelitales, ortofotos y en algunas delegaciones fotografías aéreas blanco y negro escala 1:50,000, donde se delimitaron fallas y fracturas y posteriormente se confirmaron con información cartográfica de INEGI escala 1:500,000, y del SGM 1:500,000, 1:250,000 y 1:50,000 todo esto almacenado en un SIG para generar un mapa geológico con fracturas y fallas, el cual sirvió como base para delimitar las zonas de riesgos, así como chequeo de campo en las fallas más grandes del municipio, para poder hacer correlación y tener una cartografía más exacta en las localidades.

Las fracturas y fallas son zonas de peligro debido a la naturaleza de este rasgo estructural, las zonas que representan mayor peligro se localizan en las Sierras La Palmillosa y Las Canoas entre las fallas La Paz y San Juan de los Planes, al W de los poblados El Sargento y La Ventana donde se localiza una concentración de fallas con rumbos N-S y fallas más pequeñas con orientación prácticamente E-W (ver Mapa PGM1). Al norte del municipio, en la Sierra La Giganta, se puede observar un enjambre de fallas, siendo una de las de mayor longitud la falla La Giganta con un rumbo N20°W, existen fracturas y fallas más pequeñas con rumbos N45°E donde se observa zonas de alta peligrosidad, pero sin presencia de asentamientos humanos.

La zona que puede representar un peligro alto es al E de la Paz a lo largo de la falla La Paz, localizada entre rocas intrusivas granodioríticas y aluviones, este peligro puede verse mitigado debido a que no existen asentamientos en esa zona.

En la delegación de La Paz entre los asentamientos de El Centenario y Chametla pasa la falla El Carrizal, siendo más clara su traza al sur de la delegación, pero se tiene conocimiento que esta falla corre hasta la zona del Mogote, por los sismos de baja intensidad que se tienen registrados en el área. En reconocimiento de campo se observan algunas viviendas con fracturas como evidencia del sismo del 2007. (Ver Imágenes 20 y 21) por lo que estos asentamientos los podemos considerar con un peligro bajo a medio.

Podemos concluir que el 40% de la superficie del municipio es susceptible a éste tipo de fenómeno. En el mapa de peligros correspondiente a nivel municipal PGM1, las localidades dentro de las zonas consideradas como peligro MUY ALTO representan el 3% de la superficie del territorio y se localizan en la zona de San Juan de los Planes y al noreste del municipio; las de peligro ALTO representan el 12% y se localizan en la zona de El Sargento, La Ventana San Bartolo, Los Barriles, San Antonio, Todos Santos, Sierra La Laguna, Sierra La Giganta, las de peligro MEDIO el 25%, las zonas consideradas como de peligro BAJO y MUY BAJO representan el 60%.

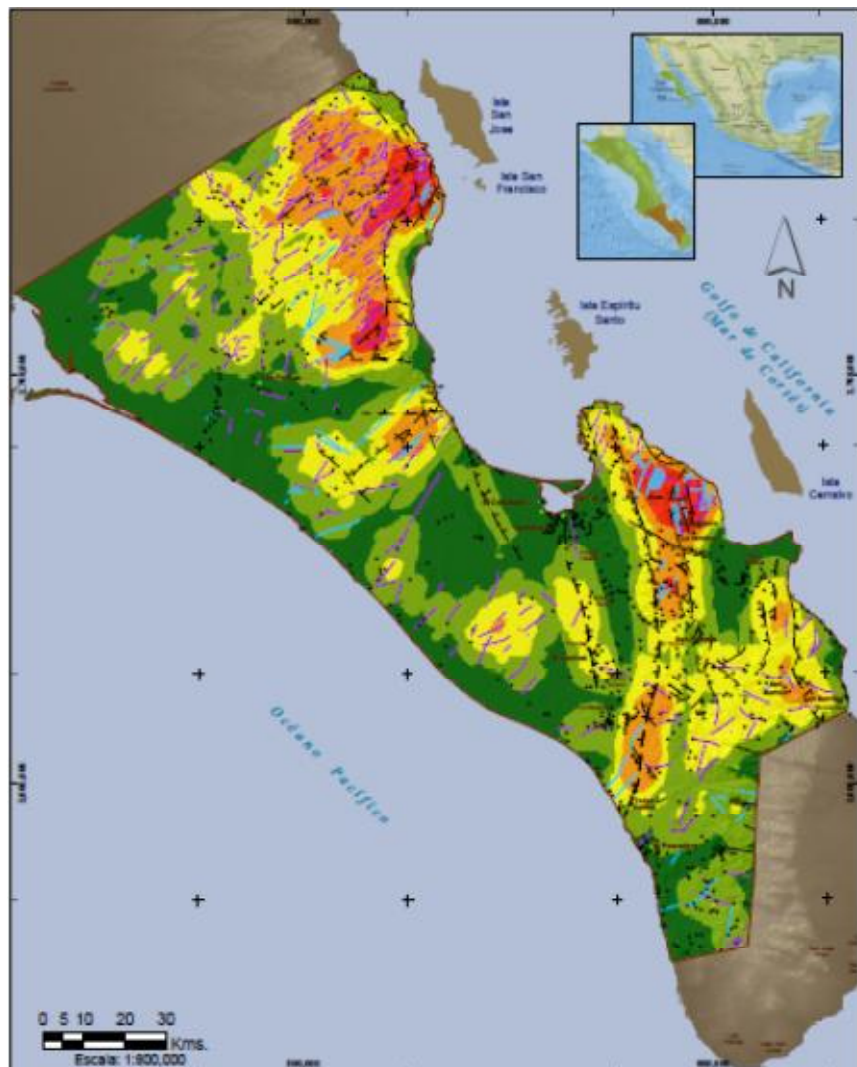


Imagen19: Peligros por Fallas y Fracturas en el municipio de La Paz. Mapa PGM1

Nivel de Peligro	Área Km ²	Porcentaje
Muy Bajo	4209.98	28%
Bajo	4796.00	32%
Medio	3735.88	25%
Alto	1823.79	12%
Muy Alto	473.58	3%

Tabla 35. Porcentajes del territorio municipal afectado por Fallas y Fracturas por nivel de peligro

Las zonas de peligro MUY ALTO se localizan en los asentamientos a lo largo de la Falla de la Paz y la Falla San Juan de los Planes, las cuales son fallas prácticamente paralelas con un rumbo N-S, se trata de dos fallas activas y es una zona que se puede considerar de alto riesgo, se tienen identificadas 14 localidades. En las localidades urbanas en las trazas de las fallas donde se encuentren asentamientos humanos el peligro es alto.



Imagen 20. Vivienda con barda fracturada por el sismo de 2007 en El Centenario. Foto P. Sámano



Imagen 21. Se observa el muro con falla estructural (fisura a 45°) en una vivienda en El Centenario. Foto P. Sámano

Entre la Falla de San Juan de los Planes y la Falla La Giganta, se encuentra el asentamiento humano de San Juan de los Planes, la cual puede considerarse zona de peligro MUY ALTO por encontrarse en una zona de graben, formado por estas dos estructuras geológicas. Las zonas de la Sierra La Palmillosa, Sierra Las Canoas, Sierra La Calabaza, Sierra El Novillo y Sierra La Giganta se consideran de peligro ALTO por la concentración de fallas y fracturas, pero el riesgo se ve minimizado por ser áreas donde no hay presencia de asentamientos humanos. Se tienen identificadas 97 localidades en peligro ALTO.

Al NE de La Paz se localiza la Falla La Fortuna, con un rumbo N-S en rocas basálticas y conglomerados oligomícticos, el riesgo es mitigable por ser una zona sin asentamientos humanos.



Imagen 22. Imagen de satélite de Google Earth Lomas de Palmira zona de trazo de falla con algunas construcciones

- **Vulnerabilidad**

En el análisis de vulnerabilidad como un factor para el estudio del riesgo, ha implicado conocer las características físicas de los componentes básicos del sistema local afectable, así como las causas y consecuencias de la capacidad de respuesta, para comprender los escenarios de riesgo y a la vez delinear algunas recomendaciones como medidas de reducción de desastres.

Este fenómeno está directamente relacionado con el de sismos. Para determinar los niveles de riesgo se utilizó la descripción de daños en viviendas, grado de afectación de las construcciones, afectaciones en la principal línea de comunicación carretera transpeninsular y a éste análisis se agrega el levantamiento de la información que posee la población con respecto a éste fenómeno, las causas que lo originan y su capacidad de respuesta, así como de la autoridad responsable de su atención, más el análisis geoestadístico por AGEB de cada localidad, para obtener el grado de vulnerabilidad, determinados en el Capítulo IV.

- **Riesgos**

Mapas (RFF-1, RGL1-1, RGL2-1, RGL3-1, RGL4-1, RGL5-1, RGL6-1, RGL9-1)

En el municipio podemos concluir que del análisis de la intensidad que presenta este fenómeno y la vulnerabilidad de la población las localidades que presentan ALTO riesgo por fallas y fracturas son La Paz, El Sargento-La Ventana, Los Barriles y Todos Santos.

La ciudad de La Paz resulta el asentamiento con mayor riesgo a éste tipo de fenómeno, por presentar varias fallas activas como son El Carrizal, Falla La Paz y otras más pequeñas como, La Palmira, La Fortuna y Coromuel; considerándolo riesgo MUY ALTO a MEDIO. La zona conurbada Chametla presenta riesgo ALTO a BAJO en tanto que El Centenario presenta riesgo ALTO a MEDIO. Ver Mapa RGL1-1 La Paz Fallas y Fracturas.

Con riesgo MEDIO se considera a Las Pocitas, El Carrizal, Todos Santos, El Pescadero, San Antonio y San Bartolo.. Los poblados de Los Ángeles y San Juan de los Planes se consideran de riesgo ALTO por localizarse en la parte central de un graben, formado por dos fallas normales, con litología de aluviones.

En las localidades de El Sargento y la Ventana, al haber actividad sísmica, pueden activarse las fallas N-S y las más pequeñas E-W, esto puede generar riesgo en el asentamiento, considerándolo de MUY ALTO a MEDIO. Ver Mapas RGL41 El Sargento Fallas y Fracturas y RGL51 La Ventana Fallas y Fracturas.

En la localidad de Los Barriles MUY ALTO a MEDIO. En Todos Santos el riesgo por fallas es considerado de ALTO a MEDIO .Ver Mapa RGL21 Todos Santos Fallas y Fracturas.

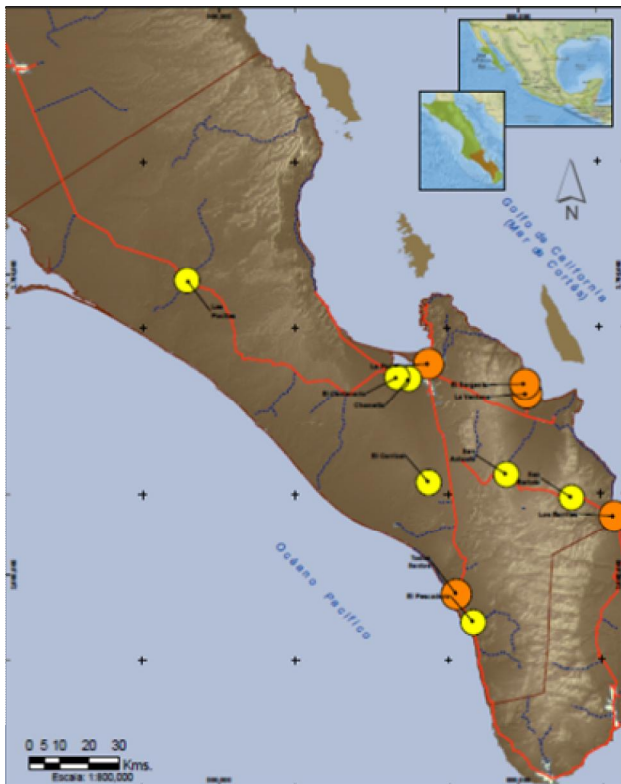


Imagen 23: Riesgos por Fallas y Fracturas Municipio de La Paz. Mapa RFF1

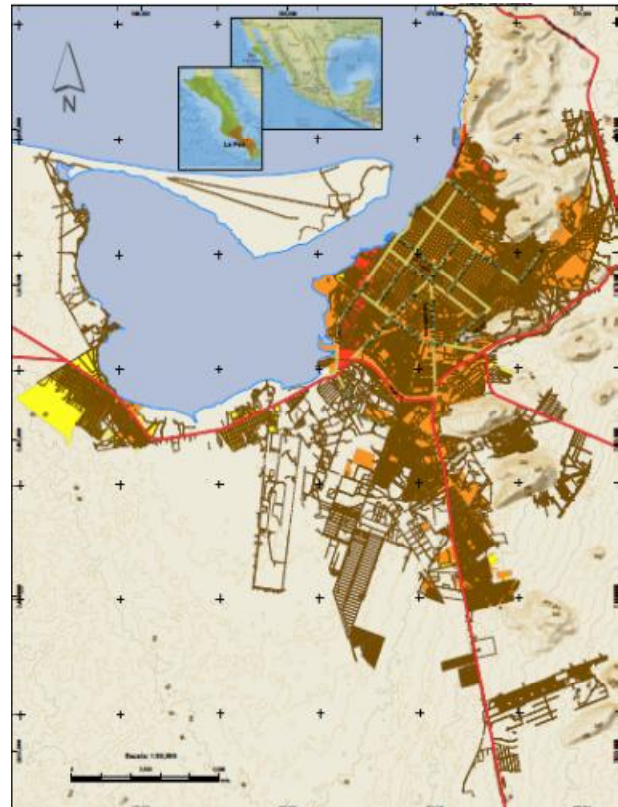


Imagen 24: Riesgos por Fallas y Fracturas en ciudad de La Paz. Mapa RGL1-1

En la Tabla siguiente se resume la estimación del escenario de riesgo y daños hipotéticos esperados en cada una de las áreas urbanas de las localidades de estudio ante el fenómeno de Fallas y Fracturas:



Riesgo por Fallas y Fracturas - La Paz					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	miles de pesos
MA	8269	4	2515	4	241188.5
A	204387	95	58642	95	1622624.14
M	2522	1	756	1	6599.88

Riesgo por Fallas y Fracturas - Chametla					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	miles de pesos
A	619	28	217	28	6004.39
M	1557	71	546	71	4766.58
B	3	0.1	1	0.1	5

Riesgo por Fallas y Fracturas - El Centenario					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	miles de pesos
A	3020	64	794	63	21969.98
M	1676	36	473	37	4129.29

Riesgo por Fallas y Fracturas - Todos Santos					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	miles de pesos
A	4485	87	1130	85	31267.1
M	663	13	192	15	1676.16

Riesgo por Fallas y Fracturas - El Pescadero					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	miles de pesos
A	634	27	254	27	7028.18
M	1696	73	680	73	5936.4
B	7	0	3	0	0

Riesgo por Fallas y Fracturas - Los Barriles					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	miles de pesos
MA	602	51	258	51	24742.2
A	474	40	203	40	5617.01
M	98	8	42	8	366.66

Riesgo por Fallas y Fracturas - El Sargento					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	miles de pesos
MA	309	32	243	32	\$ 23,303.70
A	645	67	503	67	\$ 13,918.01
M	4	0.4	3	0.4	\$ 26.19

Riesgo por Fallas y Fracturas - La Ventana					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	miles de pesos
MA	63	25	30	25	\$ 2,877.00
A	192	75	92	75	\$ 2,545.64

Riesgo por Fallas y Fracturas - San Bartolo					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	miles de pesos
A	187	47	52	52	1438.84
M	208	53	48	48	419.04

Riesgo por Fallas y Fracturas- Las Pocitas					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	miles de pesos
A	106	31	32	31	885.44
M	229	66	69	66	602.37
B	10	3	3	3	15

Riesgo por Fallas y Fracturas - San Antonio					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	miles de pesos
A	133	29	101	29	2794.67
M	284	61	215	61	1876.95
B	46	10	35	10	175

Tabla 36. Identificación de nivel de Riesgo por Fallas y Fracturas por Localidad estudiada

• **Recomendaciones**

• **Normativas**

- Evitar construcciones en los planos de fallas.
- En La Ciudad de la Paz, para construcciones de más de dos niveles y en tipos de construcciones donde se concentren más de 50 personas en un lapso de 24 horas se recomienda solicitar a los propietarios un estudio de geotecnia, para conocer con exactitud el comportamiento del suelo, para definir el tipo de cimentación.
- En lo posible no construir carreteras sobre fallas, pues estas presentarán movimiento constante.



5..1.2. Peligro por Sismos.

Los sismos se producen por la liberación de tensiones acumuladas en el interior de la Tierra. Las rupturas repentinas en las capas superiores de la Tierra, a veces acompañadas por la ruptura de la superficie terrestre, producen vibraciones del suelo que pueden ser suficientemente fuertes como para derrumbar edificios, cobrar víctimas y destruir propiedades. Las tensiones se acumulan en los límites de placas tectónicas.

En la región de Baja California Sur, las placas del Pacífico y Norteamericana se desplazan de forma lateral produciendo un sistema de fallas transformes en el Golfo de California. Existe un desplazamiento continuo entre ambas placas, por lo tanto la liberación de energía es el resultado del desplazamiento relativo de ambas placas. El tipo de mecanismo de la fuente sísmica es principalmente de falla de rumbo, y existe también sismicidad en el interior de la península asociada a esta tectónica regional.

- **Metodología y Nivel de resolución**

La metodología utilizada fue basada en el cálculo de peligro sísmico. El peligro sísmico es un parámetro de intensidad que da la probabilidad de ocurrencia de sismos en un área geográfica específica durante un intervalo de tiempo determinado e involucrando aceleraciones del suelo por encima de cierto valor dado. Da idea por tanto, de la probabilidad de que se produzcan determinadas aceleraciones del suelo.

Ya que a menudo se confunden los términos de peligro sísmico y riesgo sísmico, es necesario indicar, que éste último se refiere a la probabilidad de ocurrencia de pérdidas o daños ocasionados por sismos (involucra variables antrópicas). Mientras el peligro sísmico es más elevado en las zonas de falla, el riesgo es mayor en las ciudades donde el costo de las pérdidas es mayor debido a la densidad de población.

Las estimaciones de peligro sísmico, están frecuentemente basadas en análisis estadísticos de la historia sísmica (catálogo) del área de interés probabilístico. Aunque existen algunos productos para el cálculo de peligro sísmico en México, es la primera vez que se integran todos los aspectos de sismología (sismicidad, relaciones de atenuación, y variables estadística), para elaborar un mapa probabilístico de peligro sísmico en el Municipio de La Paz.

Los mapas se presentan en archivos raster con la información geográfica calculados para aceleración en periodos de retorno de 10, 100 y 500 años a una escala regional 1:50,000 para el Municipio de La Paz.

Se han publicado mapas probabilísticos de peligro sísmico desde hace 3 décadas (Algermissen y Perkins, 1976; Algermissen et al, 1990), incluyendo varias versiones para Mexico (IPGH, 1997). **Los mapas de peligro deben ser la base para los mapas de diseño de edificios y es necesario incluirlos en las disposiciones para construcciones.** Es una práctica común la organización de talleres regionales para discutir la metodología de los mapas. Entre varias presentaciones están aquellos que muestran los movimientos fuertes con 10% de probabilidad de excedencia (PE) en 50, 100 y 250 años. Estos corresponden a periodos de retorno de 475, 950 y 2.373 años, respectivamente, los cuales muestran la aceleración máxima del terreno y la respuesta de los valores espectrales a varios periodos. En México se presentan con una alternativa similar bajo un mapa de periodo de retorno para la Republica Mexicana.

Este documento es un informe específicamente diseñado para el municipio de La Paz, Baja California Sur. Se describe la metodología básica para la cartografía de los peligros que está basada en análisis formales probabilísticos aprobadas por expertos en la elaboración de mapas con diferentes tiempos de retorno de alrededor de 2000 años (PE anual de 10^{-3} y mayor). Esta metodología utiliza cuatro modelos para



caracterizar los peligros. Estos modelos se basan en la sismicidad histórica que ha sido espacialmente suavizada en escalas de longitud diferentes.

Esto difiere del enfoque tradicional en donde las fuentes para el cálculo de la peligrosidad sísmica están consideradas alrededor de provincias sísmicas o tectónicas (Cornell, 1968, Zuñiga, 1997) y actualmente es el estándar en peligros sísmicos en EU, Italia, Japón, India etc.

Algunos estudios previos han utilizado también versiones suavizadas de la sismicidad histórica (el método "pseudo-histórico") para hacer cálculos de riesgo, aunque con diferencias significativas con respecto a este enfoque.

Veneziano y Pais (1986) desarrollaron un método para la asignación automática de las fuentes de un catálogo de sismicidad. T. F. O'Hara (informe no publicado) hizo los cálculos de riesgo en sitios específicos basados en parámetros de sismicidad determinados con 1 grado de intervalo de sismicidad histórica. D.M Perkins (1997) hizo mapas de riesgo expandiendo las localizaciones de los terremotos anteriores. El enfoque más similar al presentado en este trabajo en Jacob et al. (1994) y Frankel (1997, 2001, 2008) quienes, realizan mapas de peligro utilizando periodos de actividad espacial expandida derivados de terremotos con $M \geq M_a$ de la varias redes sísmicas.

Una de las razones para utilizar directamente la sismicidad histórica suavizada es para alejarse de la parte subjetiva expandiendo las zonas sísmicas de origen suponiendo una región donde las estructuras causantes de la sismicidad son en gran parte desconocidas. Las curvas de riesgo determinadas a partir de estos modelos de las fuentes de origen se utilizan para calcular las curvas de media y la mediana de riesgo, junto con una medida de incertidumbre. Entre los ejemplos recientes de este tipo son los estudios realizados por el Electric Power Research Institute (EPRI, 1986) y Laboratorio Nacional Lawrence Livermore (LLNL, Bernreuter et al, 1989) las normatividades actuales internacionales usan sistemas incrementales de tal forma que cada mapa de peligro sísmico mejora a las versiones anteriores, considerando sus deficiencias y ajustando a la nuevos datos obtenidos, raramente se inicia un trabajo de peligro sísmico sin tomar en cuenta los trabajos previos, en específico, este informe está basado en todos los trabajos previos de estimación de peligro sísmico para México, bajo el reporte del Instituto Panamericano de Geografía e Historia del proyecto Catalogue and Seismic Hazard Maps de Tanner y Sheppard de 1997 (anexando en el Apéndice B todas las consideraciones de dicho trabajo), se ha construido un mapa de peligro sísmico bajo los lineamientos de ese reporte, y calculado con estricto escrutinio todas las fuentes que afectan el sitio en específico del sitio en particular, además se han utilizado las curvas de atenuación específicas para Baja California Sur en el Apéndice A.

- **Método**

El método se realiza en cuatro etapas. Los mapas basados en estos modelos se describirán más adelante en el reporte. En primer lugar, se considera el peligro de los terremotos con magnitudes de momento **M** hasta 7.0 M. Se usó un mínimo m_b de 4.5 para el cálculo de peligro, basado en observación de que los terremotos con magnitud menor a 4.5 no suelen a causar daño a las estructuras. Tres modelos alternativos de riesgo se utilizan para este rango de magnitud. Modelo 1 se basa en valores a espaciales y suavizados de los terremotos de magnitud 4 y mayores desde 1974. Aquí a es el nivel de actividad en la ecuación de Gutenberg-Richter $\log N = a - bM$, donde N es el número de eventos con magnitudes mayores o iguales a M . En este modelo, los eventos con la magnitud 3 y mayores están usados para resaltar las áreas de fallas que pueden producir eventos destructivos. Esta suposición se va a examinar mas tarde en una sección posterior del informe.



Se utilizó el catálogo de terremotos del Servicio Sismológico Nacional SSN, compilados por V.M Espindola en Enero de 2012 (Tabla 1), iniciando datos instrumentales desde 1974, añadiendo solo los sismos relevantes históricos del IPGH 1997 (ver apéndice A). Para evaluar la integridad del catálogo se revisan el número acumulativo de eventos contra el tiempo para los eventos de diferentes regiones.

Para los mapas de peligro se trata de evaluar la probabilidad relativa de los sismos moderados ($m_b > 5$) durante los próximos 50-500 años. Buscando en los últimos 40 años, vemos que los terremotos moderados ocurren generalmente en las zonas donde ha habido un número significativo de eventos de magnitud 4. Por lo tanto, estos eventos de magnitudes 4 son una guía razonable del lugar donde es más probable que los sismos moderados ocurran en los próximos 50 años. Esta es la razón para el modelo 1. Los modelos 2 y 3 representan enfoques alternativos para la evaluación de riesgos. La siguiente tabla muestra los datos del modelo 1 para los sismos recopilados por el catalogo nacional del Servicio Sismológico Nacional (archivo mmw_ssn2011.cc, Tabla 1). En esta etapa se usan todos sismos del catalogo completo, verlo en la Tabla 1 del Anexo B.

La preparación del modelo de sismicidad suavizada se hizo mediante la suite de programas de USGS basado en el código agridMLsm. Modelo 2 utiliza valores α espacialmente suavizados basados en los eventos de magnitud 5 mayores desde 1700. Este modelo supone que los futuros eventos $m_b > 5.0$ tendrán lugar cerca de donde se han producido en el pasado. Este modelo está diseñado para ver la posibilidad de estructuras sismogénicas muy localizadas que generan en repetidas ocasiones terremotos moderados ($m_b > 5.0$). También se observa de que los eventos de magnitud 5 y más grandes en ocasiones han ocurrido en dichas áreas. En ese sentido, este modelo será incompleto. Sin embargo, el modelo 2, asigna mayor peligro en las áreas que han tenido sismos moderados o grandes (de magnitud 5 y más grande).

Existe consenso para proponer que la máxima magnitud (M_{max}) debe diferenciarse entre zona estable y la alta sismicidad. Para México esta regionalización esta aceptada en Zúñiga, 1997. Estos valores pueden ser modificados después para microzonas en regiones exhaustivas.

Cada uno de los tres modelos se ve obligado a mantener la tasa histórica de los terremotos de magnitud 5 y mayores registrados desde 1974. Se debe de añadir también el peligro de los grandes eventos con magnitudes superiores a 7.0. Estos eventos se creen ser limitados a unas pocas áreas, sobre todo cerca de la costa de México que pueden generar estos grandes eventos.

Se supone que estos eventos ocurren como grandes terremotos característicos, es decir, terremotos que tienen un rango de magnitudes angosto, en lugar de utilizar una amplia gama de magnitudes basadas en la relación de repetición de Gutenberg-Richter. La magnitud puede verse limitada por las zonas isosísmicas de los eventos históricos o por la extensión de los rasgos de paleo licuefacción para los terremotos pre-históricos.

Para hacer un solo mapa probabilístico, las probabilidades de superación de los modelos se suman después de que cada calculo y se pondera. Estos pesos añadidos a uno resultan en un modelo final que conserva la tasa de los terremotos históricos de magnitud 5 y más grandes. A continuación, las probabilidades del modelo se calculan. En el caso de utilizar la sismicidad de eventos destructivos extensos se tendrá un peso de uno, porque es el único modelo que considera a los terremotos con magnitudes superiores a 7.0.



• Procesamiento

Primero contamos el número de terremotos n_i con magnitud mayor que el M_{ref} en cada celda i de una cuadrícula espaciada a $0,1^\circ$ de latitud y $0,1^\circ$ de longitud (aproximadamente 11 km de un lado). Este conteo representa la máxima probabilidad de estimación de 10^a para aquella celda (véase Weichert, 1980; Bender, 1983), para terremotos más arriba de M_{ref} . Los valores de n_i se convierten de los valores acumulados (es decir, el número de eventos arriba de M_{ref}) a los valores incrementados (es decir, el número de eventos de M_{ref} a $M_{ref} + \Delta M$), utilizando la fórmula de Herrmann (1977).

La rejilla de los valores n_i , se suavizan entonces espacialmente multiplicando por una función gaussiana con la distancia de correlación c . Para cada celda i , el valor suavizado \tilde{n}_i se obtiene a partir de:

$$\tilde{n}_i = \frac{\sum_j n_j e^{\Delta_{ij}^2/c^2}}{\sum_j e^{-\Delta_{ij}^2}} \quad (1)$$

En esta ecuación, \tilde{n}_i se normaliza a preservar el número total de eventos. Δ_{ij} es la distancia entre las celdas i y j . La suma se toma de las celdas j en una distancia de $3c$ de celdas i .

La probabilidad anual, que supera un movimiento del terreno específico, se calcula para una rejilla de sitios usando \tilde{n}_i de la ecuación (1). Para cada sitio, los valores de \tilde{n}_i , están agrupadas por su distancia de ese sitio, de modo que N_k denota el total de valores \tilde{n}_i para las celdas dentro de un incremento a una cierta distancia del sitio.

Ahora, la tasa anual $\lambda(u > u_0)$ de que se supere el movimiento de tierra u_0 a un sitio específico se determina a partir de una suma de la distancia y la magnitud:

$$\lambda(u > u_0) = \sum_k \sum_l 10^{\left[\log\left(\frac{N_k}{T}\right) - b(M_l - M_{ref})\right]} P(u > u_0 | D_k M_l) \quad (2)$$

Donde k el índice del intervalo de la distancia y l es el índice del intervalo de magnitud. T el tiempo en años del catálogo de terremotos utilizado para determinar N_k . El primer factor de la suma es la tasa anual de terremotos en una distancia de intervalo k y la magnitud de intervalo l . El valor b se toma para ser uniforme en la mayor parte de la zona. $P(u > u_0 | D_k M_l)$ es la probabilidad de que u en el sitio excederá u_0 , por un terremoto a la distancia D_k con magnitud M_l . Esta probabilidad depende de la relación de atenuación y la norma de desviación estándar del movimiento del suelo por una distancia específica y magnitud.

La aparición del terremoto se supone que es de tipo Poissoniano (ver Apéndice 2) con el tiempo independiente de la probabilidad. La probabilidad anual que supera u_0 igual a la tasa anual de excedencia $\lambda(u > u_0)$, por las probabilidades anuales de excedencia de interés aquí (0,0021 y menos). Después de que $\lambda(u > u_0)$ se calcula para varios valores de u_0 , el movimiento del suelo con una cierta probabilidad de excedencia se determina por interpolación.

En el cálculo total de la probabilidad de peligro sísmico se usaron todas las fuentes sísmicas de un catálogo completo, basados en el siguiente árbol de ponderación para análisis de peligro sísmico.

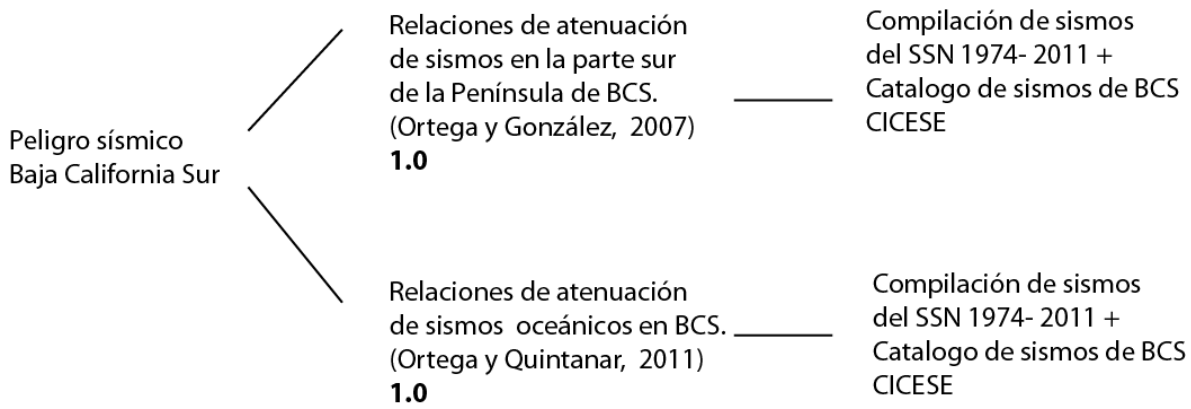


Tabla de ponderación probabilística de peligro sísmico para el cálculo total de peligro sísmico.

En la etapa preliminar, se calcula todo el peligro sísmico del territorio nacional, bajo los lineamientos de Tanner et al. (1996), ver tabla 1 y apéndice B.

Para los sismos de subducción considerados se toma en cuenta los grandes temblores en México ($M_s > 7.0$) a lo largo de la costa del Pacífico, éstos son causados por la subducción de las placas oceánicas de Cocos y de Rivera bajo la placa de Norteamérica y por ello son conocidos como sismos de subducción. La placa de Rivera, que es relativamente pequeña, se desplaza bajo el estado de Jalisco con una velocidad relativa de 2.5 cm/año frente a la costa de Manzanillo, aunque algunos trabajos recientes sugieren que esta velocidad podría alcanzar los 5 cm/año (Kostoglodov y Bandy, 1994).

La frontera entre las placas de Rivera y la Norteamérica es algo incierta, pero se estima que intersecta la costa de México cerca de Manzanillo ($19.1^\circ N$, $104.3^\circ W$). Por otra parte, la velocidad relativa de la placa de Cocos con respecto al continente varía desde unos 5 cm/año cerca de Manzanillo hasta 7 cm/año en Chiapas. El terremoto de Jalisco del 3 de junio de 1932, cuya magnitud fue de $M_s = 8.2$, el cual ocurrió sobre la interfaz de la placa de Rivera y la de Norteamérica (Singh et al, 1985a), demuestra que una placa pequeña, joven y con una velocidad relativamente baja de subducción es capaz de generar grandes temblores (este terremoto es el más grande ocurrido en México en el siglo pasado).



Imagen 25: Sismos 30 de Junio de 1995. Costa oeste de Isla Partida al norte de la Isla Espíritu Santo .Fotografía archivo CICESE, Sergio Mayer /autor desconocido



Imagen 26: Efectos sismo Ms= 6.1 Septiembre 2007 al norte del puerto de Pichilingue. Fotografía Archivo CICESE/ Sergio Mayer.



Imagen 27: Sismos 3 de Septiembre de 2007 costa oeste de Isla Cerralvo .Fotografía archivo CICESE/ Sergio Mayer



Imagen 28: Efecto sísmico en construcciones en el centro de la Paz, Callejón 18 de Marzo entre 5 de Mayo e Independencia. Fotografía Archivo CICESE/ Sergio Mayer.

• Resultados

Después de integrar los pasos anteriormente descritos, se procedió a preparar el marco formal basado en los códigos HAZMAP (<http://earthquake.usgs.gov/hazards/products/conterminous/2008/software/>), además fue necesario utilizar el código SMSIM de <http://geopubs.wr.usgs.gov/open-file/of00-509/of00-509.pdf> para la preparación de las curvas de atenuación para la provincia extensional del Golfo de California.

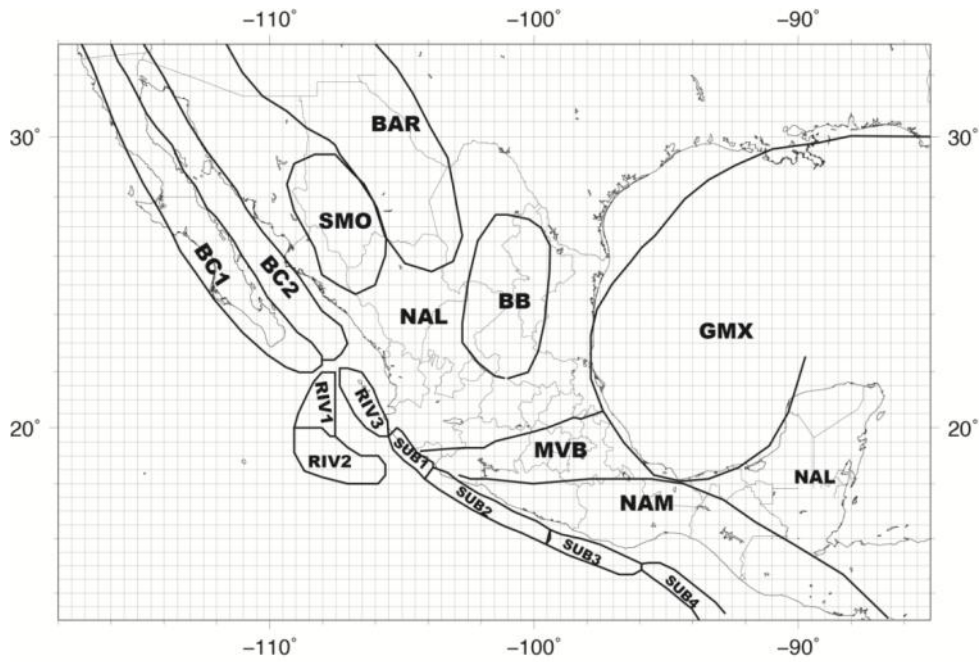


Imagen 29: Mapa de la regionalización sísmica usada para magnitudes máximas en la estimación del peligro sísmico. Ver apéndice B para detalles

El resultado de los primeros pasos se muestra en la siguiente figura:

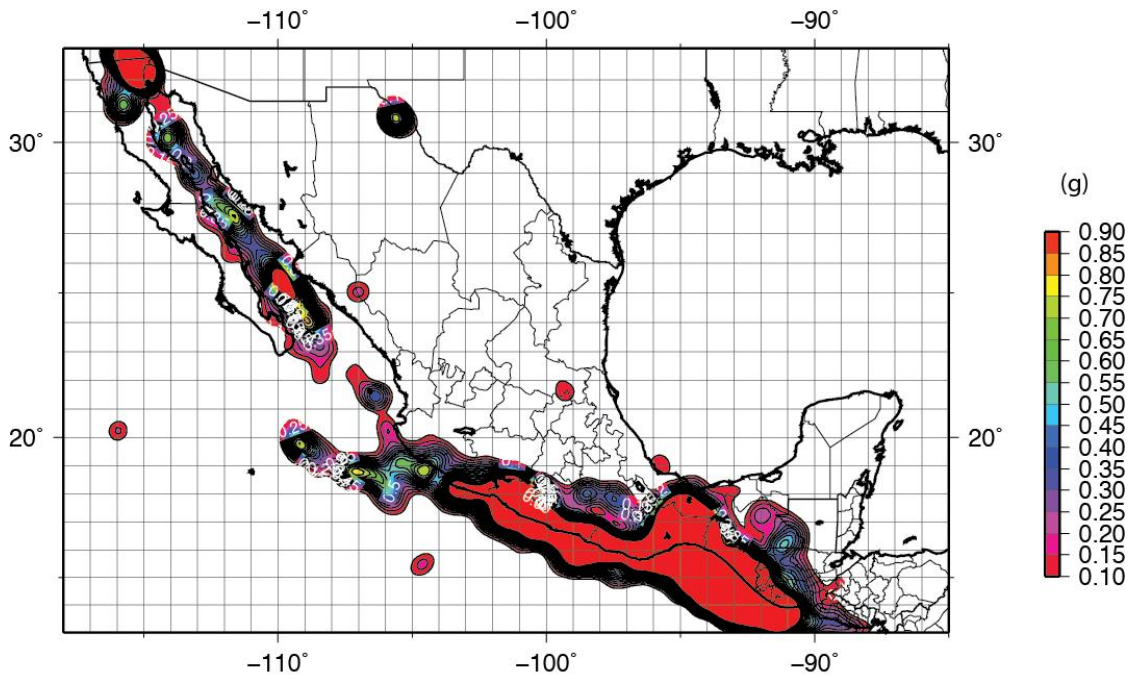




Imagen 30. Resultado del proceso de los pasos para proceso de elaboración del mapa de peligro sísmico nacional basado en las especificaciones de Tanner y Sheppard (Zuñiga et al. 1997, Apéndice B), para un periodo de retorno de 2780 años.

La figura muestra el resultado riguroso del análisis probabilístico de peligro sísmico sin utilizar consideraciones especiales.

Los parámetros que se utilizaron para la construcción de este mapa de peligro sísmico se muestran en las siguientes tablas de parámetros, los cuales son específicos para la región estudiada. Ver Apéndice A. Tabla 2. Parámetros de atenuación (mexLapaz.params)

http://daveboore.com/smsim/smsim_manual.pdf

El código del programa SMSIM prepara las curvas de atenuación y simula estocásticamente las aceleraciones máximas con base en tablas de magnitud distancia a diferentes magnitudes en forma de tablas. Se alimentaron los parámetros anteriores para generar las curvas de atenuación basados en la suite de códigos SMSIM, mediante el módulo *tbl_rv_drvr* se muestran en la siguiente Tabla 3 del Apéndice A.

Los resultados son usados en los programas de peligro sísmico hazX, hazgrdX, (<http://earthquake.usgs.gov/hazards/products/conterminous/2008/software>), la documentación y software utilizan criterios rigurosos de estimación de mapas de peligro sísmico probabilístico. (Frankel, 1995, Seismological Research Letters July/August 1995 v. 66 no. 4 p. 8-21).

En la tabla 4, se muestran los parámetros para el cálculo de peligro sísmico usando los programas hazgridX, y hazallX. Información adicional puede consultarse en agencias que utilizan esta metodología que es ampliamente distribuida para elaboración de mapas en Italia, Irán, Grecia, etc. (http://shake.seismo.unr.edu:8081/lv/share/Aasha/PSHA_USGS/). Ver Tablas 4 y 5, Apéndice A.

El programa hazallX calcula la probabilidad total, donde MXpga.out es el cálculo del programa hazgridX, MXpgas.out es un archivo de salida (Tabla 4) con información espacial de pga (peak ground motion acceleration), y el valor de 0.0003597 corresponde a la razón anual de excedencia equivalente con 2780 años de periodo de retorno.

Después se procedió a un análisis detallado de las fuentes sísmicas que afectan el sitio de Baja California Sur, con un catálogo preparado durante los últimos 16 años de monitoreo sísmico en La Paz, BCS por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE, en la Unidad La Paz. Ver Tabla 6. Apéndice A. (*wwm_lapaz.cc*, ver figura con fuentes sísmicas).

Nuevamente se procedió a el cálculo de peligro sísmico con los datos de sismicidad completa de todas las fuentes del archivo *wwm_lapaz.cc*, esta segunda etapa corresponde a un cálculo regional de peligro sísmico, además, en el caso de Baja California Sur, es importante incluir la localización de las principales fallas activas, las cuales son la fuente más importante de peligro sísmico, y se debe de tomar en cuenta al integrar todas las causas posibles que forman la ecuación (2), es decir, se usa información de toda la sismicidad de la tabla 6, y además se agrega la información de todas las fallas activas las cuales han sido reportadas anteriormente (Munguía et al. 2003).

La siguiente figura muestra todas las fuentes utilizadas en esta etapa, cabe destacar que los programas de peligro sísmico permiten integrar sismicidad regional con información de la ubicación de las fallas activas.

Fuentes sísmicas integradas al cálculo de peligro sísmico

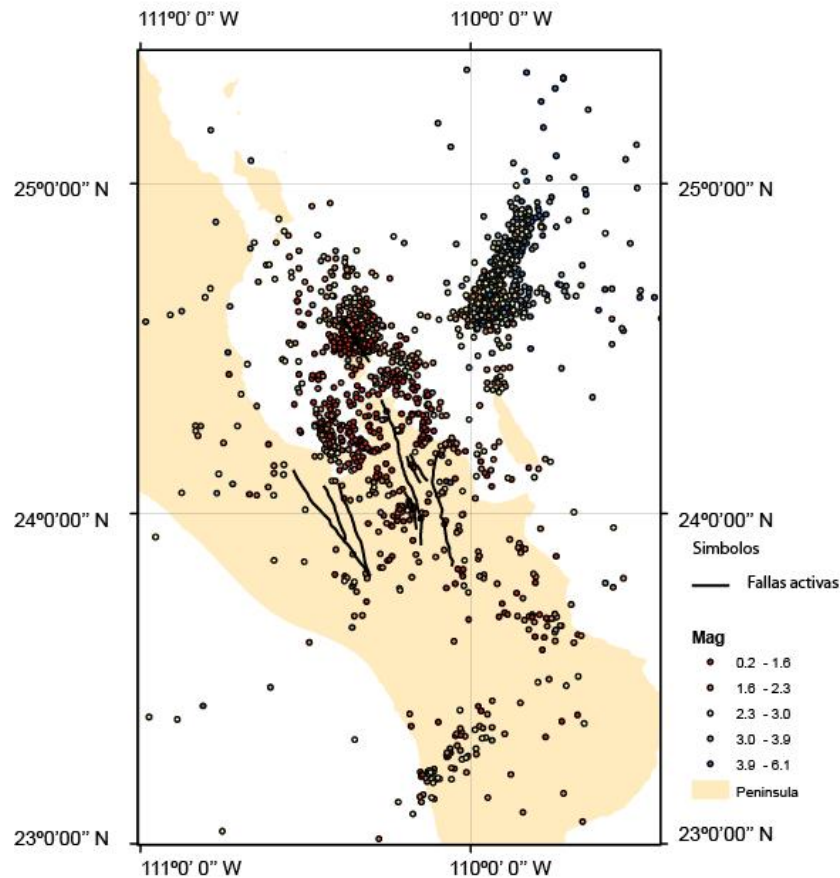


Imagen 31: Mapa de fuentes sísmicas completas, incluyendo fallas activas, para el cálculo específico del mapa de peligro sísmico probabilístico.

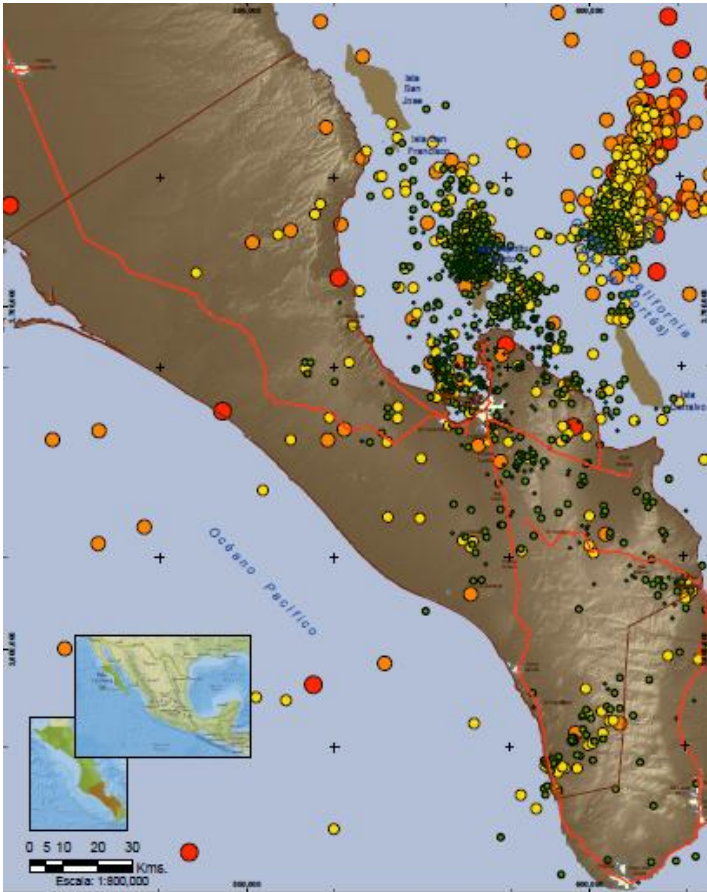
Es evidente que el mayor riesgo de la región está controlado por una sismicidad local de las fallas activas, dichos sismos pueden llegar a magnitudes de 7.2 M.

Se volvió a proceder a realizar el análisis descrito previamente, considerando todos los eventos cercanos utilizando las leyes de atenuación calibradas para esta región del Apéndice A (Ortega y González).

El estudio finalmente muestra que la región de La Paz es muy sensible a la sismicidad de los eventos someros que ocurren cerca de la región. **Hemos considerado pertinente anexar dos apéndices A y B que son parte de publicaciones rigurosamente revisadas por pares estrictos y que han sido la base de la metodología de este trabajo.** Los apéndices son de tipo informativo donde hemos tomado todas las sugerencias de grupos previos para el análisis de peligro sísmico en México, la autoría de dichos trabajos está especificada en los mismos.

Se han anexado porque los reportes técnicos son en general de difícil acceso y contienen toda la información relevante para elaborar este estudio. El resultado final se muestra en las series de mapas y sus archivos vectorizados. El peligro sísmico está representado en unidades de aceleración máxima y solo puede ser

evaluado mediante la distribución geográfica de estructuras civiles, ya sea para evaluación de potencial colapso, o bien para un diseño sismo-resistente.



Los mapas aislados presentan valores en unidades de aceleración (g), los cuales pueden considerarse de baja intensidad de 0 a 0.2, intensidad moderada de 0.2 a 0.6 y de alta intensidad para valores mayores a 0.6, pudiendo haber casos de más de 1 (g) para zonas cerca la región epicentral de sismos mayores.

Los mapas de peligro sísmico, son la herramienta fundamental de la ingeniería sísmica, de forma aislada dan un panorama general de las regiones de mayor peligrosidad, pero su verdadera función está en la normatividad de construcciones civiles. Por esta razón es difícil describir todos los elementos del peligro sísmico sin comparar otros aspectos específicos de las construcciones que se encuentran en la región. Hospitales, puentes, casas habitación, túneles, oleoductos, presas y hoteles, son algunos de los diversos ejemplos que se deben de cotejar con el resultado de peligro sísmico.

Imagen 32. Mapa de Peligro sísmico en el Municipio de La Paz PGM 2

Para clasificar el peligro sísmico del municipio y las localidades, se analizaron los periodos de retorno de 10,100 y 500 años, determinándose los niveles en la siguiente Tabla:

Magnitud Escala Richter		Peligro
0.200000	1.600000	Muy Bajo
1.600001	2.300000	Bajo
2.300001	3.000000	Medio
3.000010	3.900000	Alto
3.900001	6.100000	Muy Alto

Tabla 37. Indicadores de Nivel de peligro sísmico por rangos de magnitud

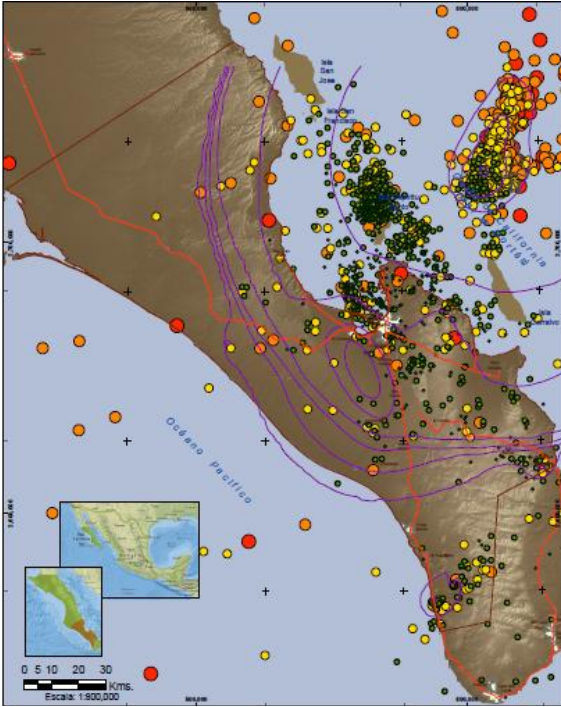


Imagen 33; Mapa de Peligro sísmico Municipio de La Paz Periodo de Retorno 10 años PGM3

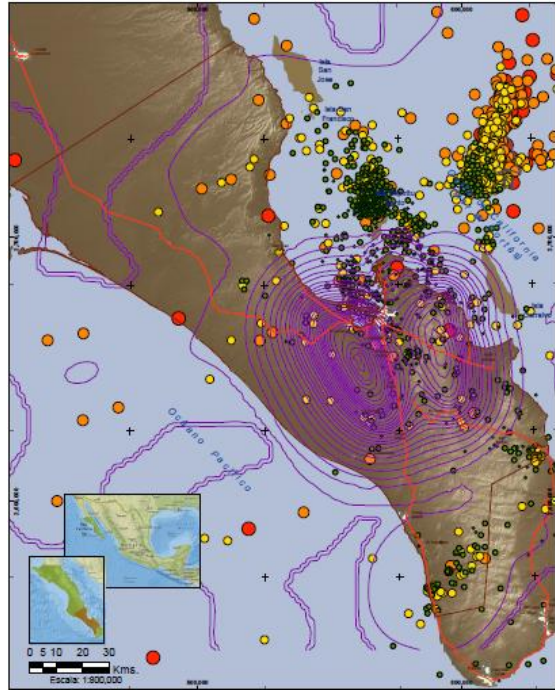


Imagen 34: Mapa de Peligro sísmico Municipio de La Paz Periodo de Retorno 100 años PGM 4.

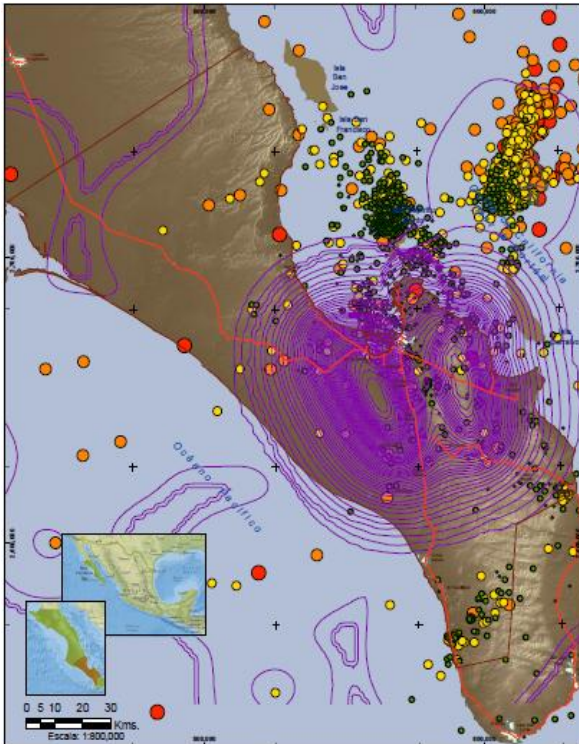


Imagen 35.: Peligro sísmico Municipio de La Paz Periodo de Retorno 500 años PGM5

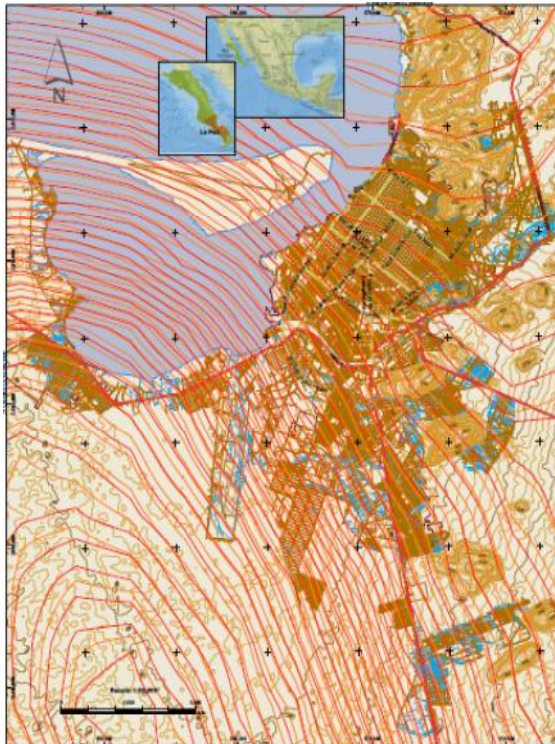


Imagen 36: Peligro sísmico ciudad de la Paz. Periodo de Retorno 100 años. Mapa PGL1-3



Imagen 37: Peligro sísmico El Sargento periodo de retorno 100 años. Mapa PGL 4-3

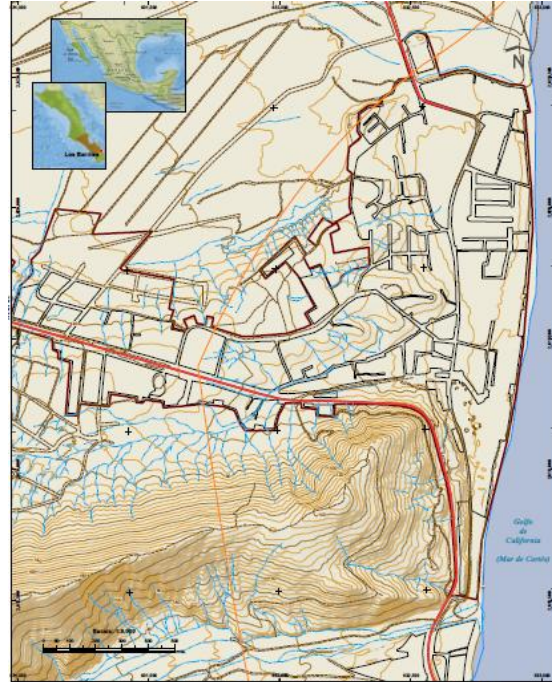


Imagen 38: Peligro sísmico Los Barriles periodo de retorno 100 años. Mapa PGL



Imagen 39: Peligro sísmico La Ventana periodo de retorno 100 años. Mapa PGL5-3



Imagen 40: Peligro sísmico Todos Santos periodo de retorno 100 años. Mapa PGL2-3



Para la realización de este informe técnico, el Dr. David Boore del USGS, Doctor en Geofísica por Saint Louis University.; autor de los mapas de peligro sísmico del Centro de Estados Unidos en su versión 1998 para el valle del Mississippi. Premio “Sigma Kappa Chi” a la investigación por el trabajo: “Probabilistic Seismic Hazard in Central United States”, 1999 e Investigador invitado por el INGV Roma, para la nueva generación de mapas probabilísticos de Italia 2008; facilitó y corrigió sus programas SMSIM al Dr. Roberto Ortega Investigador Asociado de la División de Ciencias de la Tierra-Sismología del CICESE Unidad La Paz para este Atlas y coordinador del estudio de peligros y riesgos sísmicos para este Atlas.

El Apéndice A, contiene un estudio específico regional de atenuación sísmica, por su importancia metodológica en los resultados del peligro y riesgo sísmico se integran al texto del presente documento.

El Apéndice B, contiene el Reporte Final del Instituto Panamericano de Geografía e Historia del Proyecto Peligro Sísmico en Latinoamérica y el Caribe, Capítulo 2 México de los investigadores R. Zúñiga, G. Suárez, M. Ordaz y V. García-Acosta, publicado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Ottawa, Canadá, en Septiembre de 1997.

La coordinación de las actividades para la región de México estuvo a cargo de investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con apoyo adicional del personal académico de otras instituciones, en especial del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) y del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). De acuerdo con el plan original, la organización general estuvo basada en las siguientes etapas.

1. El catálogo sísmico histórico.
2. El catálogo sísmico instrumental.
3. Determinación de parámetros y relaciones para cálculo de riesgo sísmico.
4. Cálculo del riesgo sísmico y producción de mapas.

El texto completo del Anexo B, forma parte de los Anexos del presente Atlas, para su consulta.

- **Vulnerabilidad**

En el análisis de vulnerabilidad como un factor para el estudio del riesgo, ha implicado conocer las características físicas de los componentes básicos del sistema local afectable, así como las causas y consecuencias de la capacidad de respuesta, para comprender los escenarios de riesgo y a la vez delinear algunas recomendaciones como medidas de reducción de desastres.



Riesgo Muy Alto	Hay un riesgo muy elevado, los edificios colapsan; es decir se considera un porcentaje de peligro de caída estructural que hace inhabitable el inmueble y muerte superior al 75%.
Riesgo Alto	Hay un riesgo elevado y hay edificios que, en un sismo, puedan tener daños graves que comprometan su estabilidad, con un porcentaje de riesgo de fallo estructural y muerte superior al 50%.
Riesgo Medio	Hay edificios en los cuales se pueden presentar daños graves, pero que no comprometen la estructura haciéndola caer, con un porcentaje de riesgo de fallo estructural y muerte superior al 25%.
Riesgo Bajo	Luego de un sismo, los edificios presentan pocos daños a las estructuras y no se verifican en la edificación fallas o caídas, con una consideración del riesgo de fallo estructural y muerte superior al 5%.

Cuadro 2: Estratificación del Riesgo con la descripción de daños de la Escala de Mercalli Modificado

Para determinar los niveles de riesgo se utilizó la descripción de daños en la escala de Mercalli Modificada y el daño promedio para diferentes tipos de edificaciones. De acuerdo con la microzonificación sísmica del cual se desprende el mapa de peligro sísmico PGM1, las características de los suelos, la presencia de fallas activas, nos señalan un peligro MUY ALTO a ALTO. A éste análisis se agrega el estudio de nivel de vulnerabilidad de cada localidad presentado en el Capítulo IV del presente Atlas.

Las zonas más vulnerable en el Municipio de La Paz no solo se encuentran en la región de las principales fallas: La Paz, El Carrizal y Los Planes, sino además es indispensable el conocimiento del tipo de suelo de toda la región.

Las zonas donde el terreno es más blando, (arenas, depósitos aluviales, sedimentos no consolidados) son las zonas que sufren mayor amplificación de las ondas sísmicas, de esta forma se incrementan los niveles de vibración ante la incidencia de un sismo.

Además existen diversos tipos de estudios complementarios que permiten mejorar los códigos y reglamentos de construcción dependiendo de las características dinámicas del sitio. A grandes rasgos se debe comparar con los mapas geológicos, siendo el más vulnerable la zona centro oeste de la ciudad de La Paz; colonias como Pueblo Nuevo, Esterito, Manglito, zona centro y zona comercial.

En un análisis de primer orden, se puede identificar que las zonas vulnerables a efectos de peligro sísmico no han sido estudiadas con rigor debido a que la sismicidad es baja, y es probable que los periodos de retorno de las fallas importantes sean de varios miles de años. A diferencia de otros sitios del país (Guerrero, Michoacán o Oaxaca), donde la actividad de eventos mayores es constante, en Baja California Sur los eventos devastadores ocurren a intervalos de recurrencia de cientos de años. Este problema para evaluación de riesgo es muy importante debido a que la distribución de probabilidad de tipo Poissoniana es independiente del tiempo.

- **Riesgos**

Mapas (RSIM2, RGL1-2, RGL2-2, RGL3-2, RGL5-2, RGL6-2, RGL9-2)

Al observar la imagen correspondiente al Mapa RSIM 2 de riesgo sísmico en el Municipio de La Paz, podemos concluir que del análisis de la intensidad que presenta este fenómeno y la vulnerabilidad de la población todas las localidades incluidas en este estudio presentan un riesgo sísmico ALTO con excepción de San Bartolo y San Antonio que presentan riesgo MEDIO.

Las zonas de mayor riesgo son a lo largo la Falla de la Paz, El Carrizal y la Falla San Juan de los Planes, todas ellas inciden en la ciudad de La Paz directamente; destacándose construcciones de 0.5 a 1 Hz de periodo natural de vibración, los cuales corresponden a edificaciones de 5 niveles o más. Hasta el momento, en la ciudad de La Paz, las construcciones de gran envergadura son pocas, pero existe la posibilidad que a mediano plazo haya inversión para la construcción de mayor número de niveles en edificios, hoteles, hospitales. etc. por lo que resulta de suma importancia utilizar los mapas de peligro sísmico de forma correcta. Hay que destacar que los reglamentos de construcción deben de prepararse con base en espectros de diseño sísmico para cualquier tipo de estructuras, dependiendo de su tipo

En las zonas urbanas de La Paz y Chametla, el riesgo se presenta de MUY ALTO A MEDIO. La zona centro oeste de la ciudad de La Paz; colonias como Pueblo Nuevo, Esterito, Manglito, zona centro y zona comercial, son las de mayor riesgo por el fenómeno de amplificación de ondas sísmicas. Ver Mapa RGL1-2.

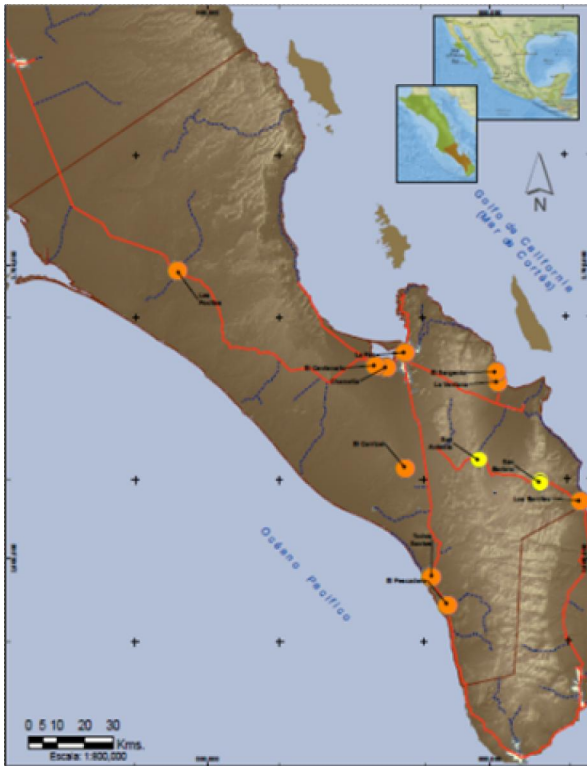


Imagen 41 Riesgo Sísmico Municipio La Paz. Mapa RSIM2

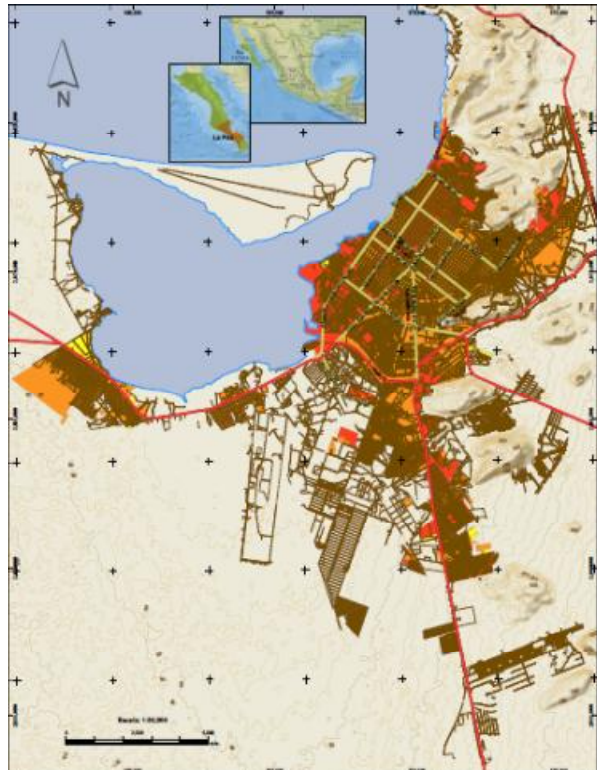


Imagen 42: Riesgo Sísmico La Paz, Chametla, El Centenario. Mapa RGL1-2

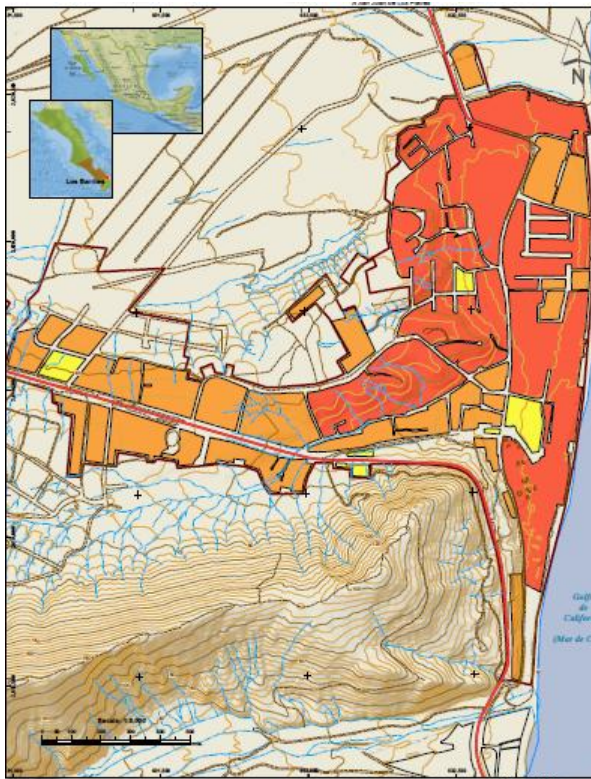


Imagen 43: Riesgo Sísmico Los Barriles. Mapa RGL6-2

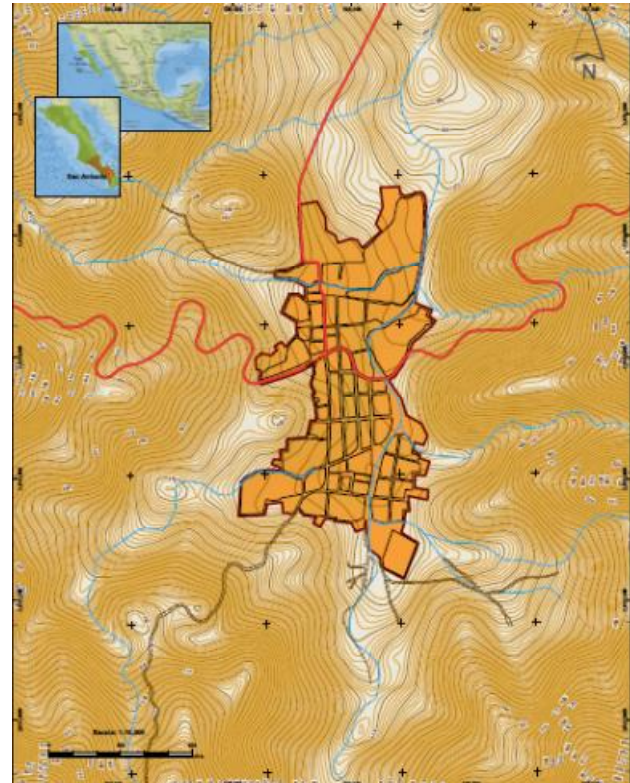


Imagen 44: Riesgo Sísmico San Antonio. Mapa RGL9-2

Por ejemplo estructuras tipo B corresponden a casas habitación y construcciones generales, estructuras tipo A son estructuras esenciales como presas, centrales termoeléctricas y hospitales, por lo tanto sus rangos de riesgo deben variar. Una vez identificado el tipo de construcción es necesario un estudio de sitio, en general se debe de conocer el tipo de suelo del lugar, los sitios de mayor riesgo son aquellos con sedimentos poco consolidados, en contraste con sitios de roca firme. El diseño sísmico es finalmente la herramienta más utilizada en cualquier parte del mundo, para construir estructuras dentro de su estado de operación y su estado de colapso.

Los Barriles, El Pescadero, San Antonio y el Sargento el riesgo se presenta de MUY ALTO A MEDIO, en Todos Santos y El Centenario de ALTO a MEDIO. Ver Mapas RGL6-2, RGL9-2, RGL2-2.

En las Tablas siguientes se resume la estimación del escenario de riesgo y daños hipotéticos esperados en cada una de las áreas urbanas de las localidades de estudio ante el fenómeno de sismos:

Sismos - La Paz					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	miles de pesos
MA	97092	45	27662	45	2652785.8
A	115564	54	32898	54	910287.66
M	2522	1	756	1	6599.88



Sismos - Chametla					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	819	28	217	28	20810.3
A	1667	71	546	71	15107.82
M	3	0.1	1	0.1	8.73

Sismos - El Centenario					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
A	4592	98	1234	97	34144.78
M	104	2	22	2	289.09

Sismos - Todos Santos					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
A	5097	99	1311	99	36275.37
M	51	1	11	1	96.03

Sismos - El Pescadero					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	671	29	269	29	25797.1
A	1659	71	665	71	18400.55
M	7	0	3	0	26.19

Sismos - Los Barriles					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	671	57	286	57	27427.4
A	474	40	203	40	5617.01
M	29	2	14	3	122.22

Sismos - El Sargento					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	309	32	243	32	\$ 23,303.70
A	645	67	503	67	\$ 13,918.01
M	4	0.4	3	0.4	\$ 26.19

Sismos - La Ventana					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	miles de pesos
MA	63	25	30.00	25	\$ 2,877.00
A	192	75	92.00	75	\$ 2,545.64

Sismos - San Antonio					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	miles de pesos
MA	133	29	101	29	9685.9
A	301	65	215	61	5949.05
M	29	6	35	10	305.55

Tabla 38. Identificación de Riesgo Sísmico por localidad estudiada

- **Recomendaciones**

- **Normativas:**

- Los mapas de peligro por riesgo sísmico deben ser la base para el diseño estructural de edificios se recomienda incluirlos en el Reglamento de Construcciones del Municipio de la Paz.

- Para la autorización de nuevas construcciones donde se concentren más de 50 personas en un lapso de 24 horas o mayores a 2 niveles de construcción se recomienda que se solicite al propietario del predio, estudio geofísico del sitio y proyecto estructural correspondiente, así como el aviso preventivo de identificación de nivel de riesgo de la edificación futura. De manera especial para otorgar licencia de construcción a los equipamientos correspondientes a los Subsistemas del Sistema Normativo Nacional de Equipamiento Urbano SEDESOL.

- Se recomienda que el Ayuntamiento de La Paz, emita los Términos de Referencia para la elaboración de los Avisos preventivos de Identificación de riesgos en Inmuebles, los Diagnósticos de Riesgo y los Programas Internos de Protección civil para los establecimientos que se determinen.

- **Ampliación de Estudios:**

- Si bien el presente Atlas nos indica determinadas características del suelo en el territorio municipal y las localidades; las capacidades de carga y el comportamiento dinámico de los mismos no han sido estudiados; por lo que se recomienda al Ayuntamiento de La Paz, realice los estudios de identificación de suelos susceptibles a amplificación de ondas sísmicas en las localidades identificadas de riesgo alto y muy alto, elaborar los mapas respectivos e incluirlos en el Reglamento de Construcciones del Municipio.

- La ciudades más pobladas como La Paz y su zona conurbada, Todos Santos y Los Barriles cuentan con una red vial que permite el acceso fácil y desde cualquier zona del área urbana; sin embargo en el caso de La Paz , en algunos puntos particularmente las vialidades primarias que conectan con los accesos carreteros desde el oriente, norte y sur de la entidad resultan complicados a determinadas



horas del día, lo que puede incrementar el riesgo de la población de quedar aislada en caso de desastre, por lo que se recomienda al Ayuntamiento de La Paz llevar a cabo el estudio de nivel de capacidades de tráfico al menos en estas vialidades, su mantenimiento preventivo permanente y el correctivo necesario, ya que resultan las principales vías en caso de evacuación o de auxilio en caso de desastres.

- Es importante considerar otras fuentes de peligro en caso de sismo por los efectos en cadena que puedan dispararse; por lo que se recomienda al Ayuntamiento de La Paz realice el estudio complementario al presente Atlas por lo menos con dos tipos de peligro antropogénico que pueden incidir en escenarios de riesgos tecnológicos- ambientales y sanitarios como son las fuentes de peligro por material peligroso sobre todo el material que es capaz de producir incendios y explosiones relacionado con combustibles y material inflamable, materiales tóxicos y aquellos que manejen productos pirotécnicos , así como los relacionados con almacenamiento de plaguicidas. De igual forma identificar los lugares de concentración de posibles problemas sanitarios por desechos, residuos sólidos urbanos y de contaminación de fuentes de abastecimiento de agua.
- Los Tanques de almacenamiento y las redes de distribución de agua potable, así como las de alcantarillado también pueden resultar afectados por éste fenómeno, particularmente las de mayor antigüedad que son más susceptibles de daño ante un evento sísmico, así como la postería de las líneas de electricidad o telefonía ; ya que las fugas y caídas de postes aumentan el riesgo físico y social, por reblandecimiento de cimentaciones y muros, riesgo de electrocución o incendio de viviendas precarias. Se recomienda al Ayuntamiento de La Paz realizar un programa de rehabilitación de redes en las zonas de riesgo alto y muy alto.
- Resulta importante que el Ayuntamiento de La Paz tenga la certeza de que las edificaciones utilizadas como albergues y atención a víctimas sean sismo resistentes por lo que se recomienda que de manera coordinada con las autoridades estatales y federales, realicen las inspecciones y el dictamen estructural correspondiente de los principales equipamientos existentes que se utilizan para éste propósito.
- **Fortalecimiento de Capacidades en la Gestión del Riesgo:**

El tema de la gestión del riesgo debe ser un tema que atraviese las diferentes áreas e instancias de la administración municipal; por lo que el Ayuntamiento debe asumir el análisis de riesgo como una herramienta que permita diseñar y evaluar alternativas de acción con la finalidad de mejorar la toma de decisiones en los planes de desarrollo municipal, el presupuesto, los proyectos y los programas municipales Se recomienda:

- Planificación y Ordenamiento territorial con enfoque de gestión de riesgo
- Reglamento de construcciones y urbanizaciones considerando las normas sismo resistentes correspondientes
- Medidas de Mitigación con base al mapeo de peligros
- Obras estructurales de mitigación del riesgo
- Reforzamiento estructural en su caso de la infraestructura crítica
- Reubicación de viviendas de población en zonas de riesgo
- Clasificación de inmuebles ruinosos y los de patrimonio cultural para reducir riesgos por colapsos
- Incorporar la gestión del riesgo en las inversiones públicas



- **Fortalecimiento de la Capacidad de Respuesta:**

Es importante aprovechar la organización vecinal existente coordinada por la Dirección de Desarrollo Social del Ayuntamiento paceño y articularlos con la Unidad Municipal de Protección Civil, por lo que se recomienda:

- La creación de Brigadas Vecinales de Protección Civil dentro de estos comités de vecinos ya en funciones en base al mapeo de peligros, conformando brigadas de evacuación, primeros auxilios, combate de incendios, búsqueda y rescate.
- Dentro del comité vecinal diseñar e implementar un programa de atención a población más vulnerable que tienen menor posibilidad de responder adecuadamente ante una emergencia y después de la emergencia: niños, ancianos y discapacitados, identificándolos y ubicándolos para poder prestarles el auxilio necesario.
- Establecer Sistemas de Alerta comunitaria y Zonas Seguras en caso de evacuación de las comunidades.
- Se recomienda reforzar a la UMPC con recursos humanos capacitados en la gestión del riesgo y recursos materiales para la atención de emergencias, para lograr un Centro de Operaciones de emergencia con equipo permanente y capacitado.
- Capacitación a la población y realización de simulacros de sismos, en zonas de vivienda, escuelas y edificios públicos.
- Establecer Convenios con otras instituciones para atención de emergencias y desastres.



APENDICE A

- **Leyes de Atenuación para La Paz-Los Cabos, Baja California Sur.**
(Roberto Ortega y Mario González, extracto de la publicación en BSSA 97, 2, 2007)

Se presentan los resultados de un estudio regional de atenuación sísmica y de excitación de sismos de pequeña magnitud registrados a distancias de 6 a 120 km de la región de La Paz y Los Cabos. Los datos fueron registrados con 32 estaciones sísmicas de movimientos fuertes de la red de La Paz (LAP). Se llevó a cabo una regresión de mínimos cuadrados que separa la excitación, el sitio y los efectos de propagación. Se realizaron los análisis en el dominio del tiempo y frecuencia, y también comparamos nuestros resultados con un método de normalización de coda. El término propagación fue definido en parámetros para representar una función geométrica de difusión y un Q dependiente de la frecuencia $Q(f)$ a una distancia de referencia de 40 km. Se estimó una atenuación regional mediante la medición de la amplitud máxima de la S ó LG y la definición de un término constante de propagación a intervalos lineales, $D(r, f)$, después de separar la excitación y el término del sitio. Nuestros resultados muestran que la atenuación es menor al compararla con la parte central o del norte de México. Los datos registrados fueron de buena calidad a pesar del pequeño tamaño de los terremotos. Nuestro mejor modelo es el de un factor de calidad de con una compleja función geométrica de propagación.

$$Q(f) = 380f^{0.10}$$

Introducción

La región de La Paz - Los Cabos se encuentra en el extremo sur de la Península de Baja California entre 22° $30'$ - 25° N y 109° - 111° W, en la provincia extensional del Golfo (Fig. 1). La unión triple de Rivera está al sureste del área de estudio, en los límites de las placas tectónicas del Pacífico, América del Norte, y Rivera. Por lo tanto la compleja interacción de estas placas debe contribuir a los sistemas de fallas en la región Transpeninsular La Paz-Los Cabos. Al parecer, esta región era de baja sismicidad, pero el 30 de junio de 1995, un sismo de tamaño moderado (M_s 6.2) y su réplica principal (M_s 5.4) ocurrió cerca de la ciudad de La Paz. Antes de 1995, dos eventos moderados de M_s 5.6 y 5.0 se produjeron el 4 y el 18 de abril de 1969, respectivamente, al este de la Isla Cerralvo, y dos eventos de M_s 5.3 se produjeron los días 21 y 22 de agosto 1969 fuera e las costas de Todos Santos (Goff *et al*, 1987;. Molnar, 1973; Munguia *et al.*, 1992).

El Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada de BC (CICESE) ha desplegado instrumentos digitales de movimientos fuertes desde octubre de 1998. Durante los últimos 7 años, esta red ha tenido un seguimiento continuo de la actividad sísmica a lo largo de esta región. La información de esta red ha puesto de manifiesto que la actividad sísmica se produce principalmente en el interior de La Paz De la Bahía y en la costa frente a Isla Cerralvo.

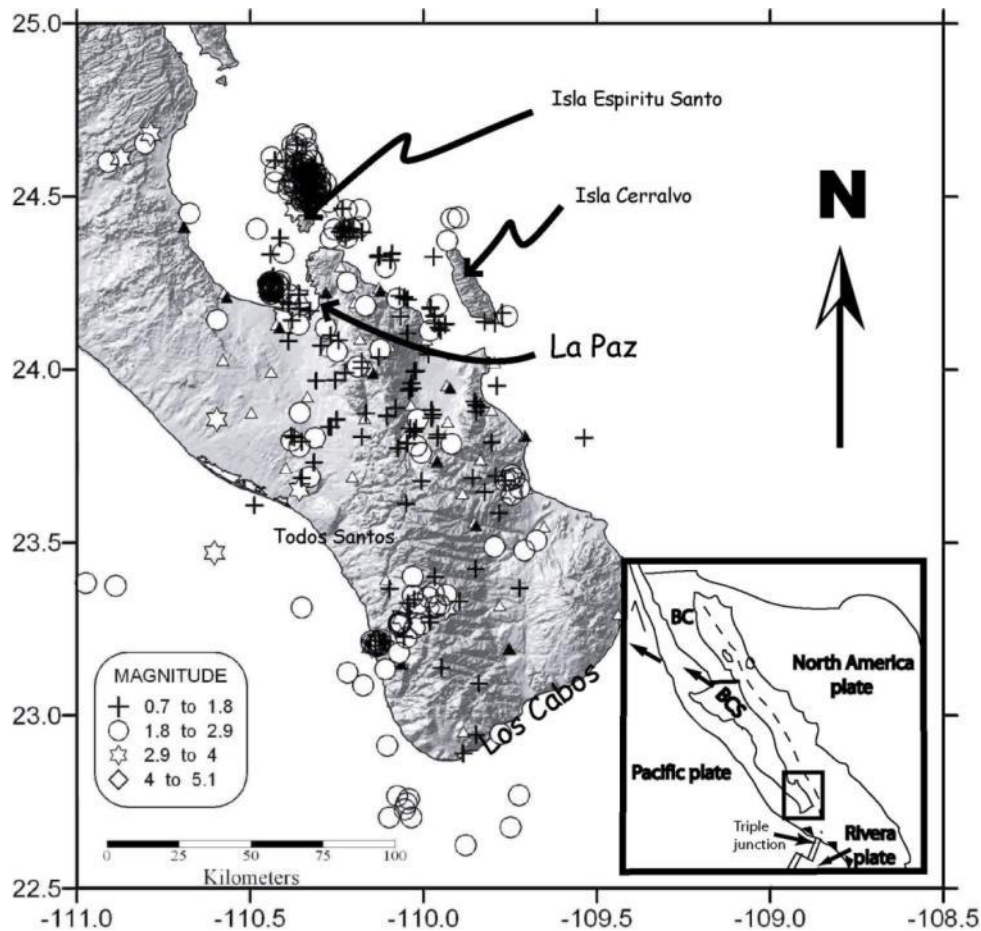


Figura 1. Lugares de los terremotos. La mayoría de los terremotos se encuentran en La Bahía de La Paz y en las islas de los alrededores.

En este artículo se discuten aspectos importantes con respecto a las relaciones de predicción del movimiento, algunos de ellos aún están en discusión activa, mientras que otros requieren una aclaración en la interpretación de la terminología o física. Por ejemplo, considere lo siguiente:

- La propagación geométrica, $g(r)$, al parecer, varía con la profundidad (Frankel, 1991) o dispersión (Gagnepain-Beyeneix, 1987). La descomposición geométrica depende de la reflexión de la onda directa en la capa superior inmediatamente arriba del hipocentro; por lo tanto es fuertemente dependiente de la profundidad. Además, hay una cuestión de si la propagación geométrica varía con la frecuencia. Los valores superesféricos de propagación geométrica se han reportado antes, sin embargo, la interpretación física varía.
- La atenuación inelástica $Q(f)$, Se mide de varias maneras. Un método se basa en ondas S - ó P - de amplitud máxima, mientras que otros se basan en las características de coda. Las estimaciones de la atenuación inelástica depende del método aplicado, ya que hay una dependencia entre la difusión y la expansión geométrica y $Q(f)$. En este artículo ponemos a prueba ambos métodos (S - y coda) con el fin de compararlos.

- Pequeños terremotos están relacionados con grandes terremotos a través de leyes de escalamiento, que a su vez dependen momento escalar y un parámetro de estrés, suponiendo que el parámetro de estrés es constante en una región estudiada. Sin embargo, existe una discusión abierta si el parámetro estrés depende del tamaño terremoto.
- La mayoría de los métodos requieren una distancia de referencia, sin embargo, pueden tener una interpretación diferente. En algunos casos, la distancia de referencia ($R_0 \sim 1$ km) es aquella en la que la energía es liberada, y después de que la forma de la atenuación inicia, mientras que en otras están relacionadas con las distancias de observación. Un buen ejemplo para la distancia de observación es la estimación de magnitud local, en el supuesto de que un terremoto de magnitud 3 deberá registrar un pico máximo de 1 mm en un sismógrafo Wood-Anderson cuando se graba a una distancia de 100 km. Esta distancia fue elegido por la mayoría de los datos eran cerca de 100 km en el sur de California, pero en otras regiones la distancia no es necesariamente está limitada a 100 km.

En este artículo se cuantificó la fuente, la atenuación, y el sitio utilizando los datos de la Red Sísmica de La Paz (LAP) de movimientos fuertes. Durante el período de 1997 - 2005, LAP registró más de 452 eventos útiles, todos ellos fueron terremotos de baja magnitud ($M_w < 3,6$). La metodología presentada en este trabajo consiste en una regresión lineal del logaritmo de la amplitud máxima de velocidad en el tiempo y el dominio de la frecuencia.

Método

Los datos digitales se corrigen de la respuesta del instrumento a velocidad en metros por segundo, y cada forma de onda se filtra con un filtro de ocho polos de paso de banda Butterworth. Las frecuencias centrales utilizados son $f_0 = 1.7, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,$ y 10 Hz, y las frecuencias bajas y altas de esquina son $f_0 \cdot (1/\sqrt{2})$ y $f_0 \cdot \sqrt{2}$ respectivamente. La frecuencia más baja de 1.7 Hz fue elegida debido a que es la frecuencia mínima que tenía resultados confiables dependiendo de la forma de la curva de atenuación y la relación señal-ruido. En adición al filtro en dominio de tiempo Butterworth, el espectro de Fourier se calcula la velocidad, y la ventana de frecuencias entre las frecuencias de corte se utiliza para calcular el nivel de movimiento espectral máximo del suelo. Este análisis de dos dominios se lleva a cabo sólo para confirmar la integridad, ya que debe ser similar, y esperamos que no exista diferencia entre el tiempo y dominio de la frecuencia. Cualquier diferencia entre ambos análisis debe atribuirse a la duración ya que es el parámetro que une ambos análisis.

El logaritmo observado del movimiento máximo de tierra medido, $A(r, f)$, filtrado ó de la velocidad de Fourier se modela para cada frecuencia por una ecuación de regresión general:

$$\log A_{ij}(r, f) = E_i(r, f) + \text{SITE}_j(f) + D(r, f), \quad (1)$$

donde r es la distancia hipocentral, i es el índice del sismo ($1 < i < I$), j es el índice del sitio ($1 < j < J$), $E_i(r, f)$ es el término de excitación, y $\text{SITE}_j(f)$ representa el término sitio $D(r, f)$ es una función lineal a trozos (Anderson y Lei, 1994; Harmsen, 1997; Yazd, 1993) utilizada para representar la dependencia de la distancia a una frecuencia fija, f :

$$D(r, f) = \sum_{k=1}^n L_k(r) D_k, \quad (2)$$

donde n es el número de nodos, $L_k(r)$ es una función de interpolación lineal, el $D_k = D(r_k, f)$ son valores de los nodos, y r_k son distancias fijas elegidos para dar una buena muestra en el espacio de registro de tal manera que las observaciones suficientes se encuentran dentro de cada par de nodos. Este sistema lineal se

puede resolver por una inversión basada en un algoritmo de descomposición de valores singulares (Lawson y Hanson, 1974).

Las limitaciones siguientes se utilizan en este estudio para reducir el número de grados de libertad del sistema para permitir una inversión estable: (1) $D(r_{\text{obs}}) = 0$, Donde $r_{\text{obs}} = 40$ km, (2) y $\sum S_j(f) = 0$ (3) es una restricción de suavizado aplicado a la $D(r)$, $D_{k-1} - 2D_k + D_{k+1} = 0$ (Malagnini *et al.*, 2000).

Como control de la regresión, se aplicó la técnica de normalización de coda (Aki, 1980; Frankel *et al.*, 1990) para proporcionar una estimación independiente de $D(r, f)$ que debe ser independiente si la respuesta del instrumento de origen es desconocido y además elimina efectos de sitio, siempre y cuando estos valores no cambien con el tiempo. Se requiere estimar el movimiento de tierra del espectro de velocidad y la duración en el sitio ya que el objetivo de este estudio es predecir parámetros observados a través de la teoría de vibraciones aleatorias (Boore, 1983).

Una vez que la regresión se realizó, hemos parametrizado los términos de excitación y la distancia mediante la comparación de la velocidad prevista de Fourier y $D(R, F)$ con las funciones observadas. Una ecuación para los espectros de Fourier velocidad prevista en una frecuencia f como una función de la distancia r para una distancia de observación es:

$$E(r, f) = \log[S(f, M_w)] + \log \left[g(r_{\text{obs}}) \exp \left(\frac{-\pi f r_{\text{obs}}}{Q(f)\beta} \right) \bar{V}(f) e^{-\pi f k_{\text{eff}}} \right], \quad (3)$$

donde $S(f, M_w)$ es la fuente de Fourier de velocidad M_w , es la magnitud de momento, $g(r_{\text{obs}})$ es la función de propagación geométrica relativa de 40 km, $Q(f)$ es la frecuencia dependiente del factor de calidad, $\bar{V}(f)$ es una función de amplificación sitio, β es la velocidad de propagación de ondas de corte, y k_{eff} es un coeficiente de atenuación sitio. El segundo término es un nivel de movimiento que propaga la $S(f, M_w)$ hacia $r_{\text{obs}} = 40$ km.

Se utilizó un sencillo modelo ω^2 de $S(f)$ (por ejemplo, Anderson y Hough, 1984):

$$S(f) = \frac{CM_0 2\pi f}{1 + (f/f_c)^2}, \quad (4)$$

donde C es igual a $(0,55) (2) (0,707) / 4 \pi \rho \beta^3$; f_c es la frecuencia de esquina dada por (Brune, 1970)

$$f_c = 4.91 \times 10^6 \beta (\Delta\sigma / M_0)^{1/3}, \quad (5)$$

donde $\Delta\sigma$ es el parámetro de estrés y β es la velocidad de corte promedio de la corteza (3,5 km / seg). M_0 es el momento escalar sísmico, que a su vez está relacionado con la magnitud del momento por (Kanamori, 1977)

$$M_w = \left(\frac{\log M_0}{1.5} \right) - 10.73, \quad (6).$$

La combinación de las ecuaciones (4), (5), y (6) son, de hecho, el $S(f, M_w)$ de la ecuación (3).

Además, $D(r, f)$ se parametriza mediante la siguiente fórmula:



$$D(r, f) = \log \left[g(r) \exp \left(\frac{-\pi f r}{Q_0(f) \beta} \right) \right] - \log \left[g(r_{\text{obs}}) \exp \left(\frac{-\pi f r_{\text{obs}}}{Q_0(f) \beta} \right) \right] \quad (7).$$

El primer término de la ecuación (7) controla la forma de la curva de atenuación. Por otro lado, el segundo término es un escalar que sólo ajusta el nivel de referencia a la distancia r observación. Nótese que si $r = r_{\text{obs}}$, entonces $D(r, f) = 0$.

En este estudio hacemos una regresión de los valores máximos en bandas de frecuencia con filtros estrechos de las formas de onda en las historias de tiempo, los filtros se definen en torno a un conjunto de frecuencias centrales. Las velocidades filtradas se utilizan en lugar del movimiento de pico usual o espectros de respuesta porque se prefiere separar la contribución de las diferentes frecuencias. El análisis se realiza en el contexto de la teoría de las vibraciones aleatorias (RVT (Cartwright y Longuet Higgins, 1956)). El modelo RVT ha demostrado (Boore, 1983) ser bastante robusto en la predicción de los estándares de ingeniería. RVT permite la predicción de los extremos, si los momentos espectrales son conocidos. Por ello, se deduce que los parámetros obtenidos del análisis de la velocidad pico filtrado puede utilizarse para predecir otras cantidades de interés en ingeniería, como la aceleración máxima del terreno, los espectros de amplitud de Fourier, o los espectros de respuesta. La cuantificación de una duración efectiva en función de la distancia hipocentral y la frecuencia es un parámetro crítico para un uso correcto de RVT (Raouf *et al.* 1999; Malagnini, 1999).

En general debe esperarse una propagación geométrica de $g(r) = r^{-1}$ a distancias cortas (<40 km) ya que es la propagación esférica de las ondas de cuerpo, sin embargo, un decaimiento más fuerte se ha reportado en la literatura, especialmente para las bajas frecuencias. Para las distancias más largas, a todas las frecuencias, la propagación geométrica es de una naturaleza de campo lejano.

Puesto que nunca tenemos observaciones directas en la fuente, el factor geométrico de propagación se utiliza en combinación con $Q(f)$ para modelar la excitación en lugar de modelar los espectros fuente directamente. Los espectros de fuente deben extrapolarse a la distancia observada.

Datos

El conjunto de datos sísmicos se registró con 10 acelerógrafos digitales de tres componentes y 6 sismógrafos analógicos. Los sismogramas analógicos se utilizaron sólo para fines de localización. Seis estaciones digitales estaban equipados con registradores Kinematics Altus K2 y acelerómetros Episensor (FBA ES-T). Los otros cuatro consistieron en acelerógrafos K2 con fuerza interna de equilibrio (FBA-23). Los instrumentos digitales estaban ajustados para grabar las amplitudes de aceleración de hasta 0.5 g a una razón de 200 muestras por segundo. Las estaciones analógicas consistieron de sismómetros Kinematics (Ranger SS-1) de un período natural de 1 Hz, junto a los sismógrafos Sprengnether (MEQ-800B). Dichas estaciones registraron solamente la componente vertical de movimiento con ajustes de ganancia 66 a 84 dB, en función de la relación señal-ruido en cada sitio.

En la etapa inicial del proyecto, sólo cinco estaciones analógicas fueron operadas en la parte norte del área de estudio. Más tarde, los acelerógrafos digitales iniciaron su operación y registraron la sismicidad de La Paz. A pesar de que el trabajo de campo se realizaba sobre una base temporal, existió siempre una actividad micro-sísmica continua en la zona de réplicas de los terremotos de junio de 1995 en La Paz.

El propósito original de esta red era la de monitorear la actividad de toda la región de La Paz-Los Cabos. Después de algún tiempo de operación con la primera red, la mayoría de las estaciones se retiraron y se

volvieron a reinstalar en una nueva zona. Este proceso de reasignación y eliminación se repitió durante el período de 5 años de la grabación.

En cada ocasión, la red se establecía de 5 meses a más de 1 año, dependiendo de la actividad sísmica de cada zona. Las ubicaciones de las estaciones se describen en la Tabla 1 al final del Apéndice.

Formas de onda de aceleración se registraron con magnitud de momento de hasta 3,6 Mw. Sin embargo, puesto que la mayoría de los datos digitales corresponden a eventos de magnitudes pequeñas, las amplitudes de pico en las formas de onda son del orden de unos pocos centímetros por segundo al cuadrado. La regresión se realizó siguiendo el análisis lineal múltiple que se describió anteriormente. En primer lugar, la aceleración del terreno corregido se integra para obtener la historia tiempo en velocidad y, a continuación se procesa en el dominio del tiempo y frecuencia. El siguiente paso de nuestro análisis fue aplicar el análisis de regresión para la máxima amplitud filtró de paso de banda o de Fourier.

Se presentan los resultados para $D(r, f)$ en la Figura 2. Como era de esperar, el análisis en tiempo en paso-banda y el análisis de Fourier son similares. Sin embargo, la amplitud de Fourier $D(r, f)$ decae ligeramente más rápido que el de paso-banda filtrada debido a que la ventana de tiempo es pequeña para un sismo de baja magnitud. La figura 3 presenta la distribución de distancia para cada estación. En la práctica, necesitamos cubrir una amplia gama de distancias y tener una superposición con otras estaciones. Se observa que la mayor parte de los datos es de entre 6 y 80 km, sin embargo, en general, existe una buena cobertura hasta 150 km.

Además, la ventana de tiempo se calcula; a partir del tiempo de llegada de las ondas, el cuadrado de la forma de onda es integrada. Entonces, la energía integrada se normaliza a un valor máximo de unidad, y el tiempo entre 5 y 75% de la energía integrada se computa. El tiempo de duración para cada frecuencia se representa en la Figura 4. Se observa que para frecuencias superiores a 5 Hz, las duraciones son muy similares.

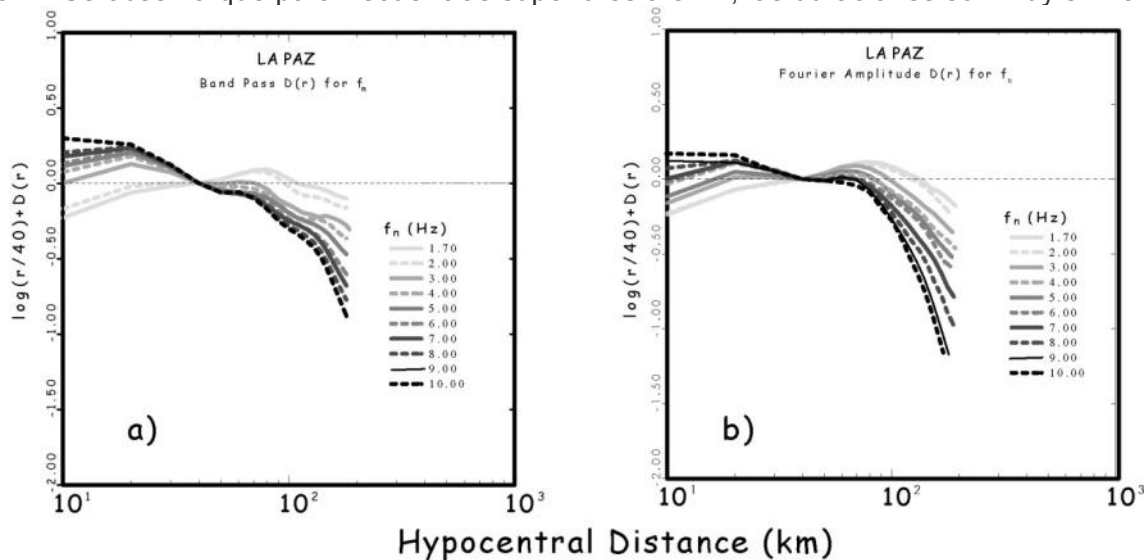


Figura 2. Resultados de la regresión de la $D(r, f)$: (A) y b-pass - filtró y (b) de Fourier s una mplitude. En general, son similares entre sí, sin embargo, el de Fourier una D mplitude (r, f) decae ligeramente más rápido que el by-pass - amplitud filtrada.

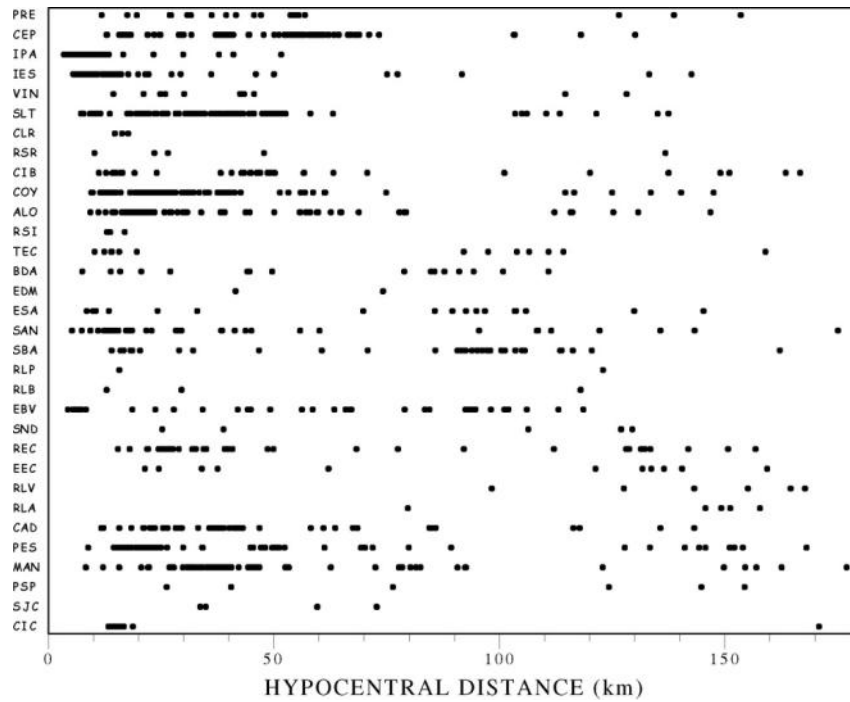


Figura 3. Distancia de la cobertura de las estaciones de LAP. Las distancias hipocentrales para cada estación debe cubrir una amplia gama, la superposición de otras estaciones a fin de evitar un compromiso entre la propagación y la excitación.

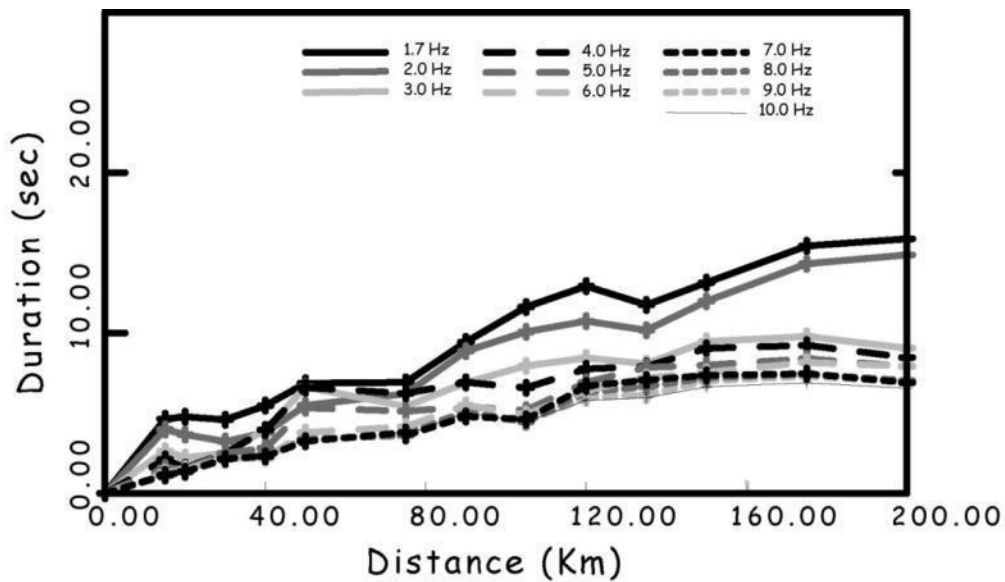


Figura 4. Las duraciones obtenidas a diferentes frecuencias. Para frecuencias superiores a 5 Hz, duraciones son muy similares. Estos valores fueron utilizados para la predicción de RVT.



Normalización de Coda

El método de normalización de coda ofrece una manera confiable para estimar la dependencia del término de movimiento del terreno con la frecuencia, eliminando la influencia de la fuente y la amplificación sitio y aislar el término de propagación. Este método se basa en la suposición de que la energía sísmica se distribuye uniformemente en la región que rodea a la fuente. La fiabilidad de los resultados obtenidos por el método de normalización de coda ayuda a confirmar la validez del análisis previo. Este método se basó originalmente en las observaciones del sismograma, grabadas por la red regional, que a su vez es proporcional a la magnitud de duración. Otra observación clave en apoyo de la normalización de coda es que los terremotos locales registrados a distancias regionales, los tiempos de llegada deben ser mayores que el doble del tiempo de viaje de una onda *S* a partir de una fuente a un receptor. La amplitud de la envolvente varía con el tamaño de la fuente y la amplificación del sitio de grabación.

Aki (1980) propone el enfoque de la normalización de coda como método alternativo para la medición de la atenuación de la amplitud de las ondas *S* directas con la distancia. El método de Aki (1980) se ha conocido como el método de Normalización de Coda y ha demostrado con éxito ser una poderosa herramienta para estimar el factor de calidad Q_s^{-1} . En la Figura 5 (arriba) se indica la curva de atenuación para diferentes frecuencias.

Normalización de Coda funciona, cuando la parte de movimiento máximo del sismograma se compone a distancias mucho mayores que la profundidad de la fuente, y si ambos (coda y pico de movimiento) tienen trayectorias similares en la esfera de propagación. Ambos supuestos son probablemente válidos en eventos de poca profundidad. Sin embargo, para los terremotos más profundos la esfera focal no puede cubrirse adecuadamente ya que las ondas de cuerpo llegan directamente comparadas con las de la coda. La técnica de normalización consiste en dividir la amplitud del movimiento de pico por el nivel de coda, lo que elimina la ganancia del instrumento, la excitación de fuente, y los efectos de sitio de amplificación. El término $D(r, f)$ de la coda de análisis no se utiliza para el modelado posterior, sólo se usa como una comparación. La figura 5 compara la técnica de coda de normalización y la regresión lineal general. En general, se observa una buena concordancia en ambos análisis, especialmente para las bajas frecuencias. A frecuencias superiores a 4 Hz, curva de normalización de coda decae más rápido que la regresión lineal general, sobre todo a distancias superiores a 80 km. A estas distancias, no más de dos estaciones registran el mismo evento, porque el tamaño del sismo es pequeño, por lo que la cobertura de azimutal es limitada. Así violan la premisa fundamental de que la energía sísmica se distribuye uniformemente. Además, a partir de una inspección visual de estos eventos la relación señal-ruido es alta. Por estas razones, la normalización coda no es tan exacta a estas distancias. Sin embargo, en general, la normalización de coda es una buena aproximación para las curvas de atenuación.

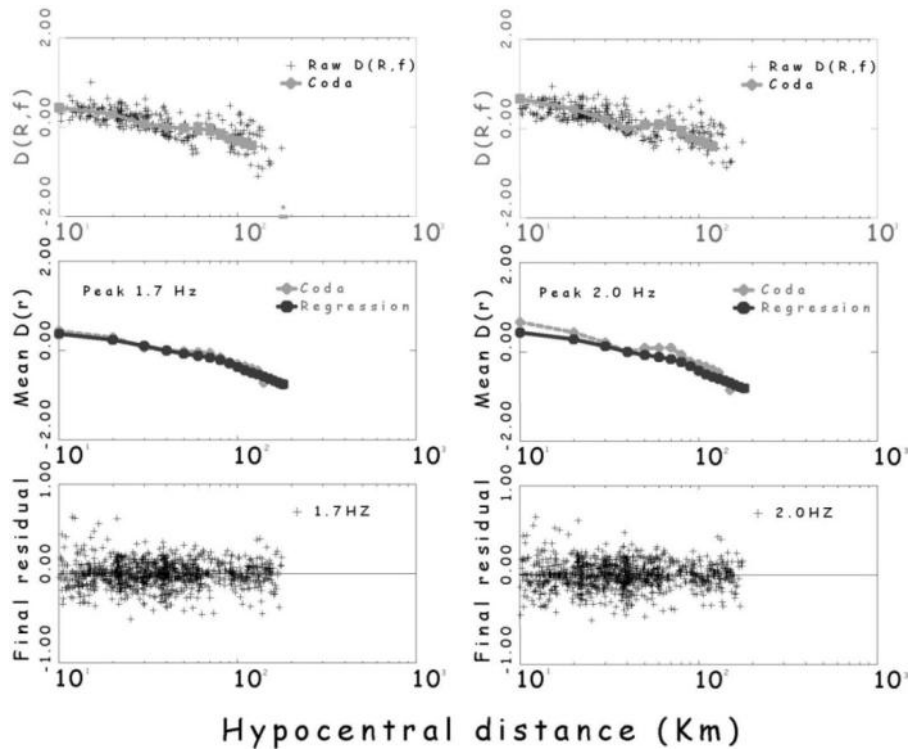


Figura 5. Resultados en tiempo de dominio de regresión $D(r)$ con la coda. Técnica de normalización (medio) Comparación de la normalización y la coda de regresión lineal general (bajo) los residuos finales del análisis de regresión general.

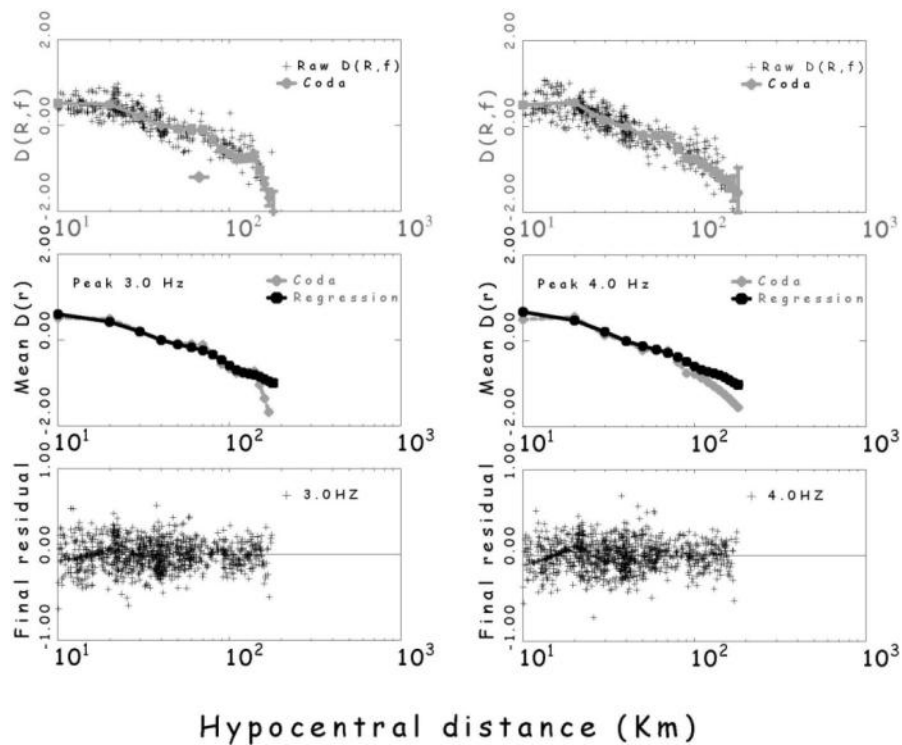


Figura 5. (Continuación)

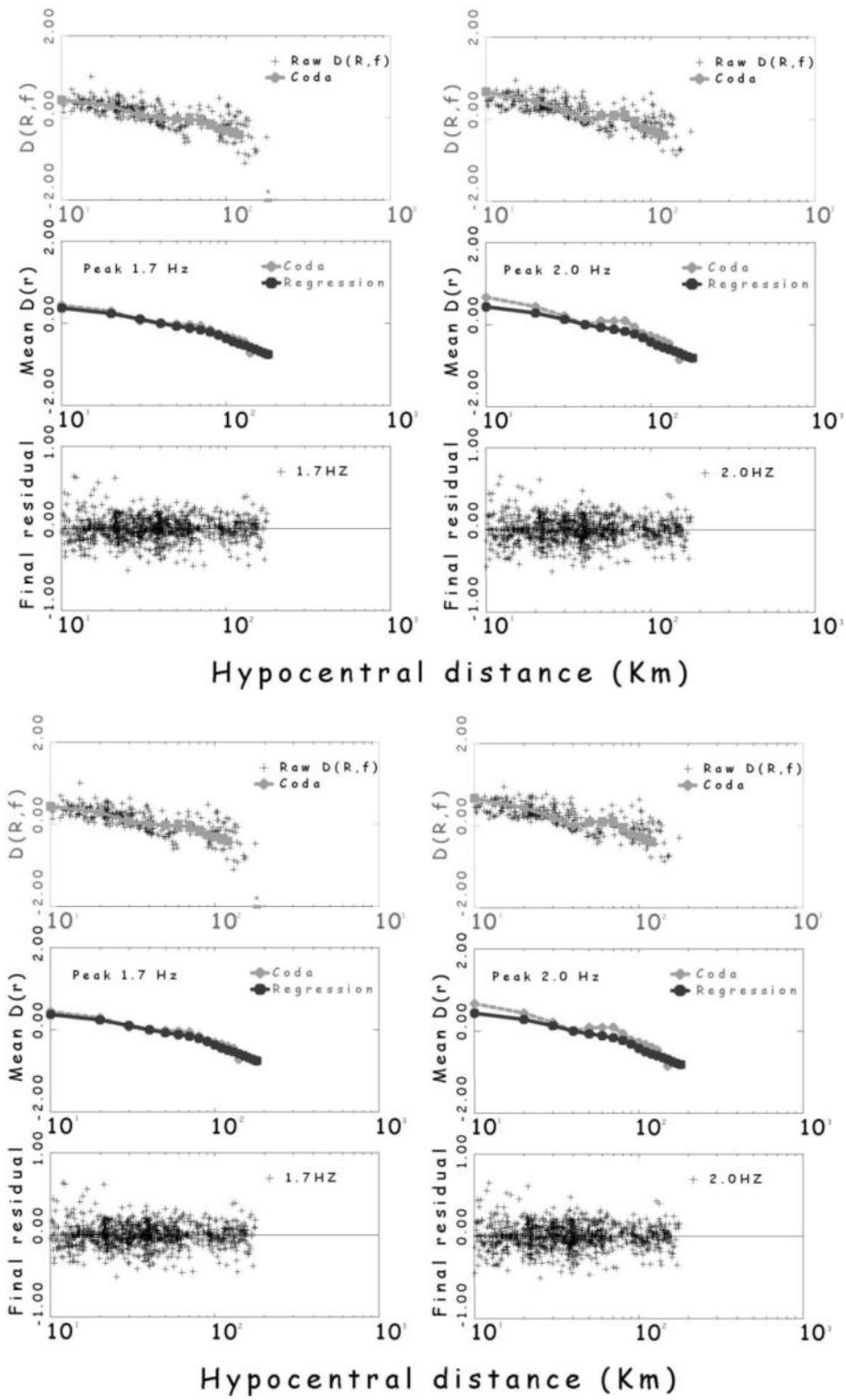


Figura 5. (Continuación)

Modelos RVT

En la figura 6 comparamos la velocidad de filtrada en paso bandas con dos modelos propuestos. Los parámetros de cada modelo se describen en la Tabla 2. Se compararon estos dos modelos con el fin de ilustrar la no unicidad de las curvas de atenuación si $D(r, f)$ sólo se considera sin analizar los términos de excitación. El modelo de decaimiento rápido (HIGHAT) representa una alta atenuación de onda sísmica, mientras que el segundo (LOWAT) se representa con baja atenuación. A pesar de que los dos modelos parecen coincidir bien con las curvas de atenuación observados, HIGHAT se representa mejor en las frecuencias altas, mientras que LOWAT se compara mejor con las frecuencias bajas. Este ejemplo ilustra que no es posible parametrizar $D(r, f)$ correctamente utilizando sólo el término de distancia sin tener en cuenta los niveles de excitación. Por otra parte, existe un sesgo para elegir el modelo HIGHAT ya que las observaciones anteriores de la curva de atenuación al parecer, están en mejor acuerdo con los del sur de California (González *et al.*, 2006). Sin embargo, es necesario comparar los niveles de excitación con el fin de asignar valores de $Q(f)$ y $G(R)$.

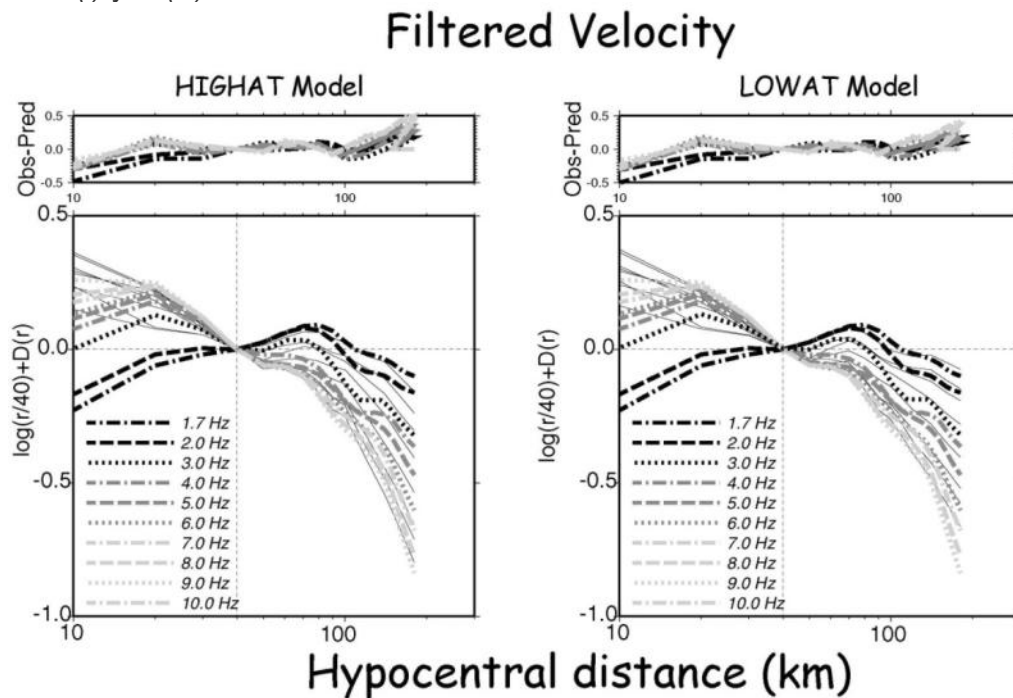


Figura 6. Regresión final y modelos RVT para el tiempo filtrado dominio $D(r)$. Líneas discontinuas que corresponden a la regresión general, y las líneas finas son los modelos RVT. El residuo (observado - valor de referencia) se representa en la parte superior.

Excitación de Fuente

Con el fin de ampliar los niveles de excitación, es necesario estimar la magnitud de los terremotos. Recientemente, Munguía *et al.* (2006) estimaron la magnitud de momento M_w de estos eventos. Además, González *et al.* (2006) calculó los parámetros de magnitud local de atenuación ($\log A_0$). Ha sido ampliamente reconocido que para sismos pequeños ($M_w < 4,0$) la magnitud de momento se compara bien con la ML . Munguía *et al.* (2006) observaron que este caso no fue una excepción y que la mayoría de las magnitudes calculadas difieren en el peor de los casos por no más de 0.4 unidades.

Se utilizó como comparación la magnitud del momento reportada por Munguía *et al.* (2006). M_w se obtuvo a partir del momento sísmico, M_0 , de los terremotos. El momento sísmico se obtuvo primero por medio de análisis estándar espectral de las señales S del componente horizontal. Entonces, el momento se convirtió a la magnitud a la manera sugerida por Kanamori (1977, ecuación (6)).

En la Figura 7 se presenta $E(r, f)$ a 40 km de la fuente. Se han comparado los dos modelos de la sección anterior. En primer lugar, hemos probado el modelo HIGHAT (Tabla 2). Este modelo aparentemente tiene características similares a las de atenuación del sur de California basada en la forma de la corrección de la atenuación de la magnitud local ($\log A_0$ (González *et al.*, 2006)). Sin embargo, no se pudo igualar los niveles de excitación de la M_w 3.6 ni la forma de los espectros de fuentes traducidas a 40 km (Fig. 6). El segundo modelo, LOWAT, también fue probado. Hemos encontrado que LOWAT compara mejor con las excitaciones observadas.

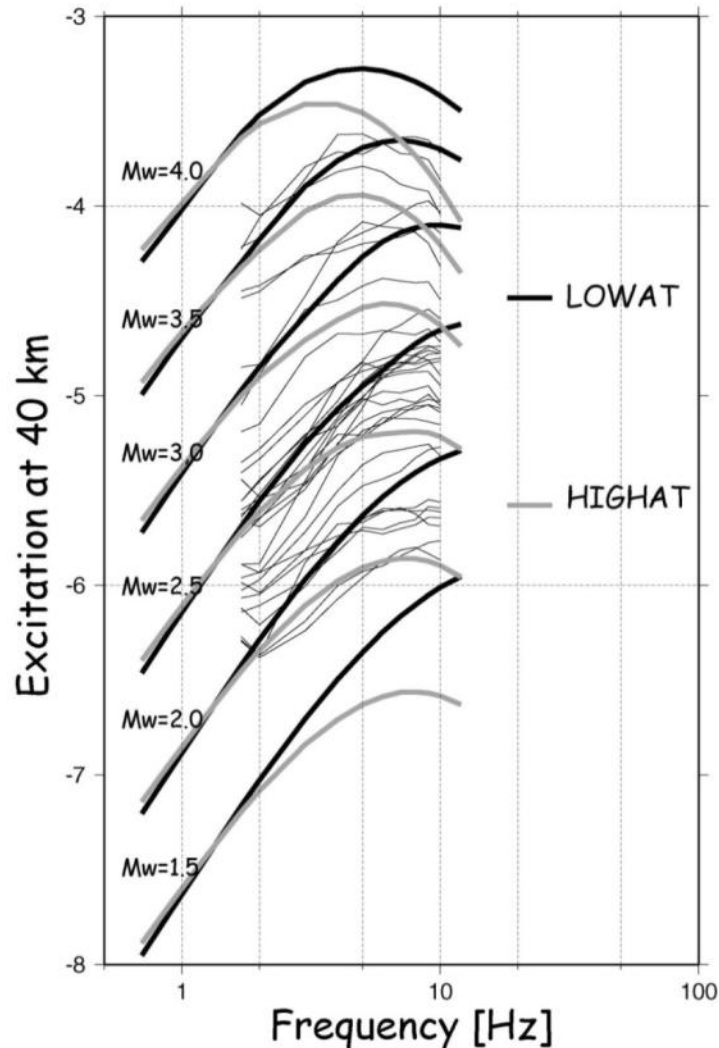


Figura 7. Términos de excitación a 40 km de la fuente. Las líneas finas corresponden a la observada $E(r)$ de la regresión. El terremoto máximo observado fue de M_w 3.6. Las líneas gruesas son las excitaciones predichas usando RVT. Líneas grises corresponden a una $Q(f) = 180f^{0.32}$, Mientras que las líneas negras corresponden a una $Q(f) = 380f^{0.10}$. Hemos presentado sólo un pequeño conjunto de términos de excitación con el fin de aclarar la forma del espectro.



Discusión y Resultados

A diferencia de otras regiones, como la parte central o el norte de México (Ortega *et al.*, 2003; Ortega y Quintanar, 2005; Vidal y Munguía, 1999), La Paz - Los Cabos se caracteriza por una sismicidad con baja magnitud. LAP sorprendentemente ha registrado sismos de alta calidad utilizando eventos de baja magnitud sobre la sismicidad de fondo, la mayoría de los sismos se registraron con distancia epicentral en el rango de 6 a 100 km, con una $M_w = 2.5$ de magnitud promedio.

Una observación más sorprendente es que hemos obtenido resultados más sólidos, con una red de movimientos fuertes que los obtenidos en el centro de México, utilizando una red de movimiento débil (Ortega y Quintanar, 2005), a pesar de la diferencia de las magnitudes de los terremotos. Considerando que en el centro de México la red de movimientos débiles había registrado hasta sismos de $M_w = 5.2$, la red de LAP registró eventos más bajos que $M_w = 3.8$. En el período de 7 años de ambas redes, LAP se registraron 452 eventos útiles, mientras que el centro de México la red de movimiento débil registra sólo 307. La alta calidad de los datos se debe a que los terremotos se propagan con características de propagación diferentes. Los resultados generales sugieren que la atenuación de las ondas sísmicas es baja comparada con la del sur de California, Baja California, o el centro de México.

Contrariamente a lo esperado, la propagación de las ondas sísmicas en Baja California Sur es muy diferente a la de las ondas que viajan en la parte norte de la península o en California. Diferentes efectos de propagación y las características de la corteza terrestre se han observado a lo largo de la península de Baja California. Por ejemplo, sólo sobre la base de mediciones dispersas, los valores de flujo de calor para el rango de península de Baja California 42 a 84 mW / m² (Urrutia-Fucugauchi, 1986) en comparación con aquellos en el centro de México de aproximadamente 92 mW / m² (Ziagos *et al.*, 1985). Por otro lado, el espesor de la corteza a lo largo de la península de Baja California parece estar correlacionada con la topografía (Persuad, 2003). El moho debajo de la Península es, sin embargo, variable, además el espesor de la corteza correlaciona inversamente con la densidad de la corteza, como en el caso del sur de Sierra Nevada (Wernicke *et al.*, 1996).

La atenuación observada entre las distancias de 50 y 90 km (figura 5) se atribuye a las reflexiones críticas de las ondas de corte del moho. Esta característica se observa en las frecuencias bajas (<5 Hz). Estos "saltos" se modelan en forma paramétrica en la función de difusión geométrica, $g(r)$, que controla algunos cambios en la propagación de la onda sísmica. En este trabajo, los valores superesféricos de la propagación geométrica no necesariamente describen reflexiones de las ondas directas en la base de la capa superior de la corteza, como se ha descrito por Frankel (1991), pero controlar el efecto de propagación general desde el término de distancia para modelar la trayectoria de las ondas sísmicas.

Este efecto de propagación incluye los parámetros de la fuente, los efectos de falla finita que generan las ondas sísmicas a diferentes profundidades, y la contribución de los terremotos grandes y pequeños, al mismo tiempo.

Las leyes de escalamiento son funciones que expresan la frecuencia de esquina en términos del parámetro de esfuerzo y el momento escalar M_0 (Brune, 1970). Dado que los modelos de fuente (por ejemplo, ω^2) se utilizan para predecir el espectro de la fuente sobre la base de las frecuencias de esquina, la ley de escalamiento es una poderosa herramienta para predecir la excitación de fuente de los grandes terremotos a partir de pequeños terremotos, suponiendo que el parámetro de esfuerzo es constante en una región estudiada. Sin embargo, algunos autores sostienen que el parámetro de esfuerzo no es siempre constante en un rango de gran magnitud (por ejemplo, Mayeda y Walter, 1996; Ide y Beroza, 2001).

La pregunta es si este parámetro, a pesar de que todavía se llama "caída de esfuerzo" en contra de argumentos convincentes (Atkinson y Beresnev, 1997), debe ser considerado como independiente de la



magnitud. En este trabajo se considera una caída de la esfuerzo constante a varias magnitudes, este supuesto es válido, ya que nuestra gama de magnitudes es pequeña (M_w 2,0-3,6). Además, existe una dependencia en la forma del espectro entre 1 y 16 Hz como una función del parámetro esfuerzo (Jeon y Herrmann, 2004). Los espectros de origen no afectarán los niveles de excitación si el parámetro esfuerzo varía en el intervalo de 10 - 400 bares para $M_w \sim 2$ terremotos. Esto significa que la forma de la excitación $E(r, f)$ de la Figura 6 sólo depende de $Q(f)$ y k_{eff} y es insensible al parámetro esfuerzo.

Debido a esto, hemos sido capaces de encontrar resultados sólidos de la atenuación y el promedio del sitio sin tener que preocuparse acerca de los problemas de escalamiento de espectro relacionados con el parámetro de esfuerzo.

Recientemente, Jeon y Herrmann (2004) observaron diferentes parámetros de atenuación de la corteza terrestre en las regiones de Utah y Yellowstone utilizando prácticamente la misma técnica. Señalan que los valores de Q dentro de la caldera pueden variar en el intervalo de 40 a 200, mientras que fuera de la caldera que son mayores que 200. En Baja California Sur se ha observado la actividad sísmica importante en relación con eventos volcánicos en Bahía Concepción y el Volcán Tres Vírgenes, ubicados a 500 km al norte de La Paz. Los estudios futuros dentro y alrededor de la zona volcánica proporcionarán información acerca de la atenuación en estas regiones. Se ha reconocido que los procesos térmicos y la dispersión afectan Q en altas frecuencias en la corteza terrestre. Algunos de los factores que afectan la atenuación son el flujo de calor, la cantidad de contenido líquido, y la fusión parcial en la corteza y el manto superior. Por lo tanto creemos que Baja California Sur tiene complejas características de propagación de la atenuación de las ondas sísmicas.

Agradecimientos

Se agradece a Sergio Mayer y Alfredo Aguirre, que diligentemente mantienen las estaciones de LAP. El doctor Luis Munguía amablemente nos permite utilizar los datos. Los análisis de regresión se llevaron a cabo utilizando los programas de escala de movimiento de tierra escritos por el Dr. Robert B. Herrmann.



Tabla 1. Características de las estaciones.

Station Name Nombre de la estación	ID Identificación	Latitude N	Longitude W	Litho logy
La Presa de la Buena Mujer	PRE	24° 05.34 '	- 110° 11.63 '	Weathered Granite
Cerro del Puerto	CEP	24° 04.05 '	- 110° 06.62 '	Weathered Granite
Isla Partida	IPA IPA	24° 33.99 '	- 110° 24.00 '	Tuffs Las tobas
Isla Espíritu Santo	IES IES	24° 27.39 '	- 110° 18.31 '	Weathered Grani te
Rancho Las Vinoramas	VIN VIN	24° 11.60 '	- 110° 12.52 '	Alluvium Aluvi3n
Rancho El Saltito	SLT	24° 14.14 '	- 110° 08.37 '	Granodiorite
Rancho Caj3n de los Reyes	CLR CLR	24° 13.25 '	- 110° 35.17 '	Alluvium Aluvi3n
Rancho San Ramon	RSR	24° 03.29 '	- 110° 17.64 '	Alluvium Aluvi3n
CIBNOR	CIB CIB	24° 07.74	- 110°	Alluvium Aluvi3n



		'	26.13'	
Rancho El Coyote	COY	24° 17.89'	- 110° 15.03'	Conglomerate Conglomerado
Ejido Alvaro Obregón	ALO	23° 51.51'	- 110° 10.83'	Gabro
Rancho San Isidro	RSI RSI	23° 59.82'	- 110° 09.61'	Weathered Granite
Rancho Tecuan	TEC TEC	23° 50.94'	- 109° 56.47'	We athered Granite
Rancho Boca del Alamo	BDA	23° 52.96'	- 109° 48.83'	Weathered Granite
Ensenada de Muertos	EDM EDM	24° 01.18'	- 109° 48.34'	Sandstone Arenisca
Ejido El Sargento	ESA ESA	24° 05.20'	- 110° 00.11'	Weathered Granite
San Antonio San Antonio	SAN SAN	23° 48.35'	- 110° 03.85'	Wea thered Granite
San Bartolo	SBA	23° 44.39'	- 109° 50.84'	Weathered Granite
Rancho Los Paredones	RLP	23° 38.48'	- 109° 53.95'	Weathered Granite



Rancho La Ballena	RLB	23° 44.60 '	- 109° 58.58 '	Weathered Granite
Buena Vista Buena Vista	EBV VEB	23° 39.34 '	- 109° 42.84 '	Conglomerate
Rancho San Dionisio	SND SND	23° 33.46 '	- 109° 51.91 '	Conglomerate Conglomerado
Rancho El Ciruelón	REC REC	23° 41.44 '	- 110° 12.97 '	Alluvium Aluvi3n
Ejido El Carrizal	EEC CEE	23° 47.38 '	- 110° 19.06 '	Alluvium Aluvi3n
Rancho La Virgencita	RLV	24° 01.59 '	- 110° 35.32 '	Alluvium Aluvi3n
Rancho Los Altaires	RLA RLA	23° 52.43 '	- 110° 30.42 '	Alluvium Aluvi3n
Caduaño	CAD CAD	23° 19.07 '	109° 47.47 '	Conglomerate Conglomerado
Ejido El Pescadero	PES PSE	23° 23.56 '	- 110° 07.15 '	Granite Granito
Rancho El Manglito	MAN HOMBRE	22° 57.17 '	- 109° 53.76 '	Weathered Granite
Potrero San Pedro	PSP PSP	23° 55.25 '	- 110° 20.71 '	Alluvium Aluvi3n
San Juan de la Costa	SJC	24° 22.26 '	- 110° 41.01 '	Alluvium Aluvi3n
CICESE	CIC CIC	24° 07.72 '	- 110° 18.42 '	Alluvium Aluvi3n



Tabla 2. Modelos de Atenuación

	HIGHAT	LOWAT
K_{eff}	0.060	0.016
$Q(f)$	$180f^{0.32}$	$380f^{0.10}$
β	3.5	3.5
ρ	2.8	2.8
$g(r)$	$\begin{cases} r^{-1.0} & 0 < r \leq 40 \\ r^{-0.2} & 40 < r \leq 100 \\ r^{-0.5} & 100 < r \leq 180 \end{cases}$	$\begin{cases} r^{-1.1} & 0 < r \leq 40 \\ r^{-0.3} & 40 < r \leq 70 \\ r^{-0.8} & 70 < r \leq 100 \\ r^{-0.5} & 100 < r \leq 180 \end{cases}$
$\bar{V}(f)$	GEN97*	GEN97*
$\Delta\sigma$	40 bars	40 bars

11

5..1.3. Peligro por Tsunamis o Maremotos.

Un Tsunami son olas de gran tamaño, que pueden alcanzar alturas hasta de 30 M, consecuencia de sismos tectónicos. Para que se originen, el fondo marino ha de ser movido violentamente en sentido vertical, de tal manera que la masa de agua sea impulsada fuera del equilibrio normal, por lo que ésta, al tratar de recupera equilibrio generarán olas que serán de una amplitud proporcional a las fuerzas verticales que provocaron ese desequilibrio, los temblores de baja magnitud, y los que producen desplazamientos horizontales del fondo marino, no generan este tipo de olas destructivas.

El Océano Pacífico es una zona donde se generan la mayoría de los Tsunamis, en México, según se aprecia en la imagen siguiente, la franja donde se pueden generar es de la costa de Jalisco a Chiapas, pero el municipio de La Paz se localiza en la franja receptora de Tsunamis lejanos, por lo que es poco probable se produzcan este tipo de olas y en consecuencia el peligro y riesgo de Tsunamis en este municipio es muy bajo.

El tipo de fallas en el Golfo de California son de “desplazamiento lateral” y estas no producen cambio de la masa de agua y no forman olas grandes, por lo tanto, solo podemos considerar a los Tsunamis de origen lejano. En la ciudad de La Paz, Chametla y El Centenario por localizarse dentro del Golfo de California y tener frente a la Isla Espíritu Santo y El Mogote, que actúan como una barrera, el peligro de un Tsunami es muy bajo. En los asentamientos de El Pescadero y Todos Santos el peligro de un Tsunami es BAJO. En conclusión solo el 4.20 % del territorio del municipio, puede ser afectable por éste fenómeno.

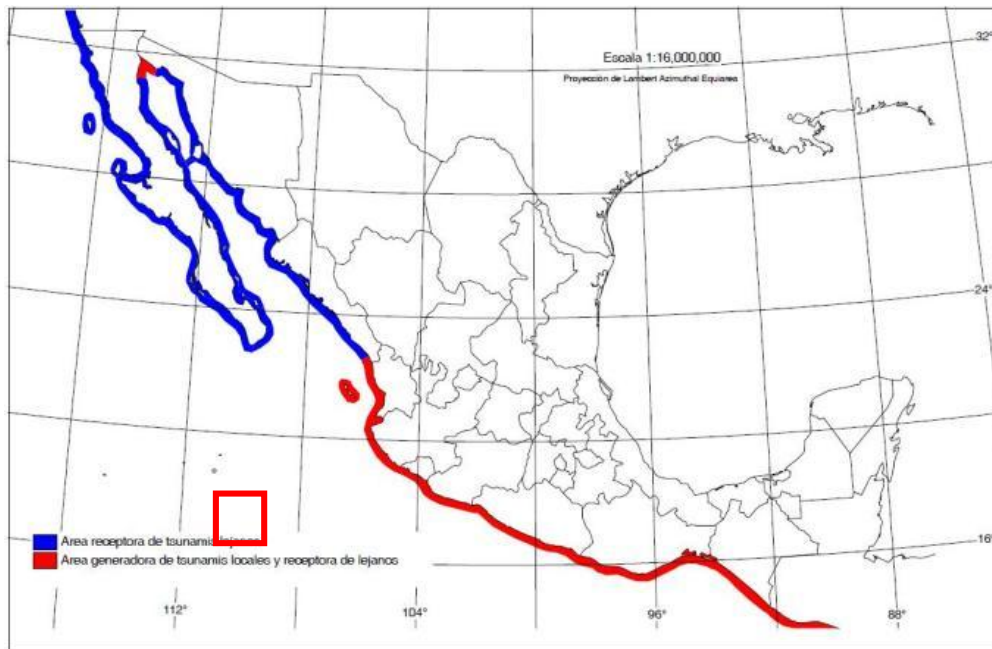


Imagen 45 Mapa de zonas receptoras de tsunamis en la República Mexicana: Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, 2001, (CENAPRED).



Imagen 46: Peligro por Tsunami en el Municipio de la Paz. Mapa PGM6

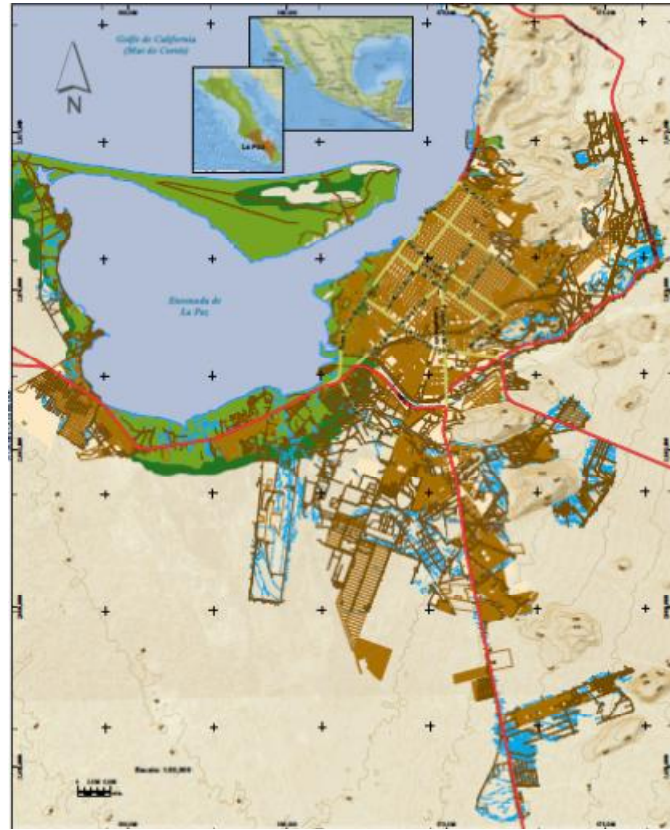


Imagen 47: Peligro por Tsunami en la ciudad de La Paz. Mapa PGL 1-6

• **Método y nivel de resolución**

El análisis se realizó en el Nivel 1 de la Guía metodológica para la Elaboración de Atlas Municipales de Peligros y Riesgos Naturales SEDESOL, considerando la zona como receptora de tsunamis lejanos; determinándose límite tierra adentro de una franja paralela a la línea de costa de variable entre 100 y 180 correspondiente a las curvas de nivel para una altitud de 10 msnm, considerando una ola histórica en otras regiones del país de 10 a 11 metros, sin embargo en la zona de estudio se considera de 3m.

PELIGRO POR TSUNAMI		
Nivel de Peligro	Área (Km2)	Porcentaje
Muy Bajo	596.36	3.98%
Bajo	34.52	0.22%
NA	14408.45	95.80%
Total	15039.45	100.00%

Tabla 39. Porcentajes del territorio municipal afectado por Tsunamis por nivel de peligro

- **Vulnerabilidad**

Por lo señalado en los antecedentes podemos considerar al Municipio de la Paz una zona de baja vulnerabilidad para este tipo de fenómeno, ya que por considerarse latente la amenaza, se identificaron las poblaciones costeras que se encuentran en una cota por debajo de los 10 msnm:

Todos Santos Pescadero, La Paz-Chametla, El Sargento -La Ventana, ya que la altura máxima histórica de las olas generadas por Tsunamis es de 10-11 metros en nuestro país, aunque en ésta zona se considera ola máxima de 3 metros. En cuanto a la vulnerabilidad física las construcciones que pueden ser vulnerables son aquellas que se encuentran a una altura menor de 5 msnm y en una zona paralela a la línea de costa de 100 m tierra adentro. A éste análisis se agrega el estudio de nivel de vulnerabilidad de cada localidad presentado en el Capítulo IV del presente Atlas.

- **Riesgos**

Podemos concluir que del análisis de la intensidad que presenta este fenómeno y la vulnerabilidad de la población el riesgo por Tsunamis en el municipio de La Paz es BAJO y MUY BAJO, sin embargo se deben considerar medidas de prevención y mitigación en el caso de un Tsunami, en las poblaciones costeras de La Paz, Todos Santos, Pescadero, El Sargento y La Ventana. Se sugieren las siguientes acciones para reducir la vulnerabilidad y su eventual impacto.

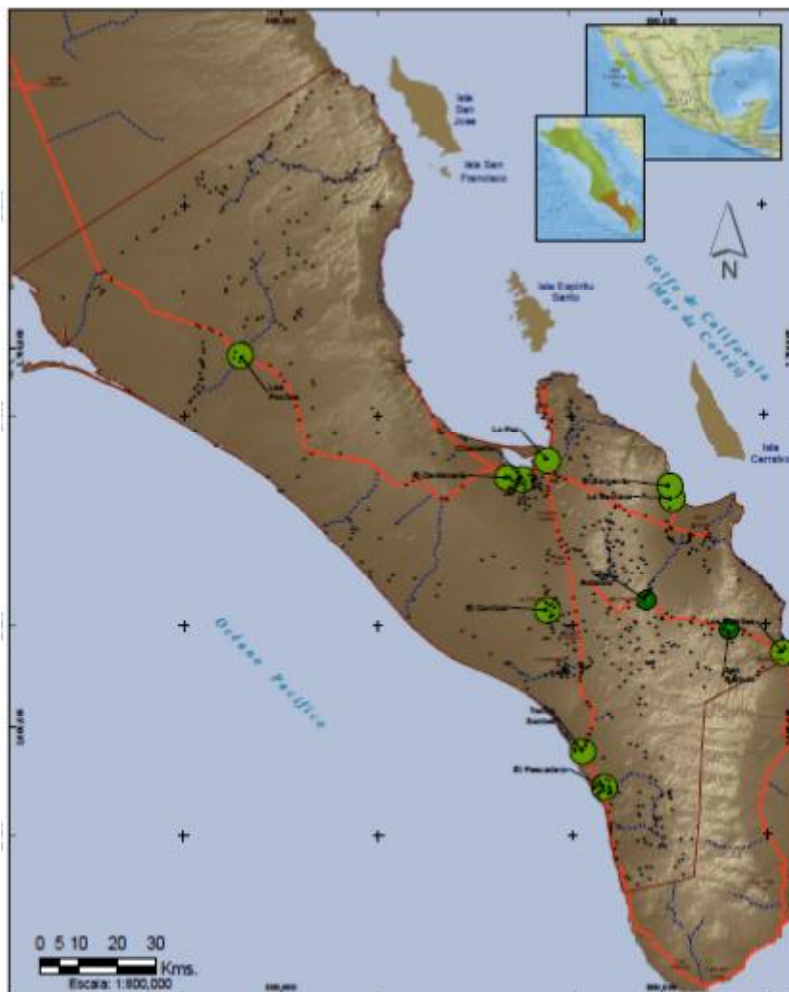


Imagen 48: Riesgos por Tsunamis en el Municipio de la Paz. Mapa RGM 3



Imagen 49: Oleaje por sismo en Playa El Tecolote, Punta Coyote La Paz, frente Isla Espiritu Santo. Fotografía tomada de Google .



Imagen 50: Oleaje normal en Playa El Tecolote, Punta Coyote La Paz frente Isla Espiritu Santo. Fotografía tomada de Google.

- **Recomendaciones**

- **Normativas:**

- Reglamentar sobre construcciones en cotas menores de 3 metros sobre el nivel del mar e incluirlas en el Reglamento de Construcciones del Municipio.

- **Fortalecimiento de Capacidad de Respuesta:**

- Realizar campañas informativas sobre este fenómeno perturbador, para disminuir la vulnerabilidad social y fomentar la prevención.
- Establecer Sistemas de Alerta comunitaria y Zonas Seguras en caso de evacuación de las comunidades.

5.1.4. Vulcanismo

Los volcanes son manifestaciones endógenas, donde se forma una abertura o grupo de aberturas próximas entre sí a través de las cuales pasan gases calientes y material fundido de una fuente profunda hasta la superficie. Estos pueden ser activos, aquellos que representan riesgo para la población y extintos, aquellos que no han tenido actividad en los últimos 10,000 años.

En el caso de Baja California Sur, la zona que representa riesgo por vulcanismo se localiza al norte del área de estudio en las inmediaciones del volcán Tres Vírgenes, localizado a 800 km al norte del municipio, en el Municipio de Mulegé, entre las localidades de Santa Rosalía y San Ignacio, en las coordenadas 27.47°N, 112.59° W. Es clasificado como un estratovolcán con una altura de 1,940 msnm; está compuesto por tres volcanes alineados en dirección NE-SW, el Viejo es el edificio más antiguo, seguido por el Azufre y finalmente por la Virgen.

Es considerado como un volcán activo, tan solo por su actividad interna por sismos menores y presencia de hidrotermalismo en la zona y su actividad probablemente esté relacionada con la cuenca del área de California que divide la Península de Baja California del resto del continente.

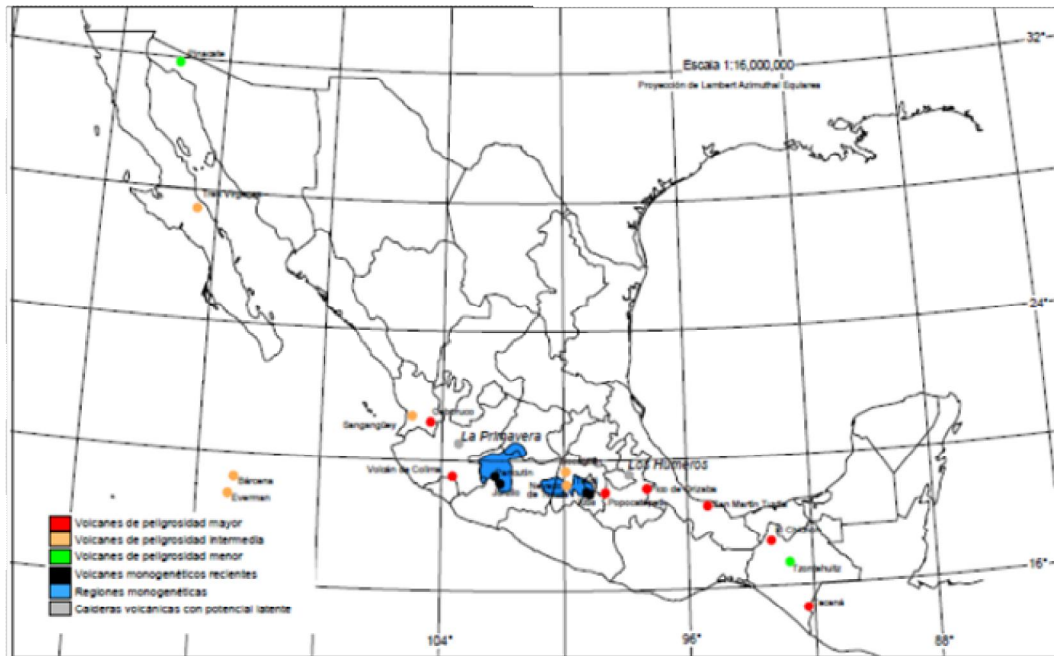


Imagen 51: Volcanes de México que han tenido erupciones en tiempos históricos. Nótese que algunos de los volcanes señalados (Xitle, Jorullo y Parícutín) son monogenéticos. También se incluyen algunas de las calderas volcánicas más importantes, aunque no hayan mostrado actividad reciente. Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, (CENAPRED 2001).

El Estudio de Diagnóstico de Peligros y Riesgos de Desastres en México, (CENAPRED, 2001) lo identifica como un volcán de peligrosidad intermedia.

De acuerdo al Atlas de Peligros y Riesgos Naturales del Municipio de Mulegé 2011, los últimos derrames registrados se observan a 10 Km al SW atravesando la carretera transpeninsular, zonificando como peligro alto este radio de influencia, tomando en cuenta que se trata de un volcán del cual no se tienen registro de erupciones, (aunque existen opiniones divergentes, según la información radiométrica la última erupción pudo haberse presentado hace 6,515 años).

Sin embargo la probabilidad de que ocurra un evento volcánico, se considera latente; por lo que uno de los peligros sería la caída de cenizas, las cuales viajan distancias considerables.

- **Vulnerabilidad**

El conjunto volcánico se encuentra a 800 km de distancia de los límites al norte del municipio de la Paz, por lo que se encuentra fuera del rango de Índice de Explosividad Volcánica VEI determinándose que el nivel de VEI corresponde a 1 pequeña, y por la dirección de los vientos es poco probable que pueda ser afectado por

ceniza volcánica, razón por la cual no se ha realizado evaluación del nivel de actividad y peligro asociado al volcán en cuestión.

Tabla 2. Índice de explosividad vulcanológica									
VEI	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Descripción	No explosiva	Pequeña	Moderada	Moderada o grande	Grande	Muy grande	---	---	---
Volumen emitido (m ³)	Menos a 10,000	10,000 a 1,000,000	1 a 10 millones	10 a 100 millones	100 a 1,1,000 millones	1 a 10 km ³	10 a 100 km ³	100 a 1,000 km ³	Más de 1,000 km ³
Altura de la columna	0,1	0,1 a 1	1 a 5	3 a 15	10 a 25	Más de 25	---	---	---
Duración en horas	-1	-1	1 a 6	1 a 6	1 a 12	6 a 12	Más de 12	---	---
Inyección a la tropósfera	Mínima	Leve	Moderada	Sustancial	Grande	---	---	---	---
Inyección a la estratósfera	Nula	Nula	Nula	Posible	Definida	Significativa	Grande	---	---



Tabla 40: Indicadores de Vulnerabilidad. Tabla Índice de explosividad vulcanológica. Guía para Elaboración de Atlas municipales de Riesgo. SEDESOL

Imagen 51: Volcán Tres Vírgenes. Fotografía tomada de Google Earth/ Panorámico/ Buenaventura Medina

Riesgos

Por encontrarse fuera del área promedio de máxima de afectación no se consideró una amenaza y **NO presenta peligro para la población, por lo que NO se consideró en el estudio.**

Recomendaciones

Fortalecimiento de capacidad de gestión del riesgo:

- Monitorear regularmente el Volcán Tres Vírgenes y establecer acuerdos con CENAPRED en caso ocurra este fenómeno perturbador, para establecer sistema de alerta temprana, ya que este tipo de fenómeno presenta indicadores antes de una manifestación volcánica.

Peligro por Procesos de Remoción de Masa.

Los deslizamientos son movimientos de masas de suelo o roca moviéndose con respecto al sustrato, sobre una o varias superficies de rotura, al superarse la resistencia al corte de las superficies, la masa generalmente se desplaza en conjunto, comportándose como una unidad en su recorrido, la velocidad puede ser muy variable pero suelen ser procesos rápidos y alcanzar grandes volúmenes. Estos movimientos dependen de varios factores; inclinación del terreno, fracturamiento, clima, composición de la roca o sedimento.

Los deslizamientos pueden ocurrir en zonas donde la pendiente es el plano de debilidad en roca o sedimento, ayudado por la saturación de agua, ocurriendo el movimiento, en su mayoría los deslizamientos son inducidos por lluvias cortas y muy intensas. Los desprendimientos de roca se originan en zonas con fuerte fracturamiento y con pendientes mayores a 45°, son caídas libres muy rápidas de bloques o masas rocosas, frecuentes en laderas de zonas escarpadas, provocados por pérdida de apoyo. Los flujos son generados por movimientos rápidos en zonas de material no consolidado, donde el agua es un factor muy importante, y se produce en suelos que contienen al menos 50% de grava, arena y limo.



En el municipio no son considerados los flujos de avalancha de detritos, de creep y los lahares. Localmente se consideran los flujos de lodo, tierra y suelo, donde la pendiente disminuye y la carga aumenta, este fenómeno es favorecido únicamente en periodos de lluvias torrenciales y es considerado únicamente para la delegación de La Paz.

- **Metodología y nivel de resolución**

La metodología utilizada para el peligro de remoción de masas en el municipio, se hizo con MDT, el modelo de pendientes, los mapas geológico, estructural (fallas y fracturas), hidrológico y edafológico, con esto se valoró estadísticamente, se transformó a raster y se reclasificó para obtener un mapa por peligro de deslizamiento y de desprendimiento de rocas y derrumbes.

Principalmente en el municipio el peligro por desprendimiento de rocas y derrumbes es mayor, que el de deslizamientos de laderas, ya que estos son causados por saturación de agua y el clima seco no favorece estos fenómenos, estos pueden presentarse en periodos de ciclones y huracanes. El fenómeno de desprendimiento de rocas y derrumbes se presenta en zonas con pendientes mayores de 45° en áreas donde la roca se encuentra muy meteorizada o fracturada.

5.1.5 Deslizamientos

El 76% del territorio del municipio presenta un peligro BAJO por este fenómeno, y se presenta en áreas con ausencia de asentamientos humanos con excepción de las rancherías Las Tunitas y Los Llanitos, pero pudiese afectar tramos menores de la principal vía de comunicación entre La Paz y Todos Santos; el 14.15% representa un peligro MEDIO y solamente el 9.84% de la superficie del territorio municipal presenta un peligro ALTO y corresponde a las localidades de la Paz y Todos Santos.

La zona de mayor peligro en el Municipio por deslizamiento lo presenta La Paz, sobre todo las zonas de asentamientos humanos cuyo origen ha sido la ocupación irregular de los terrenos en los cerros que circundan la ciudad.

En algunas zonas de Todos Santos pueden presentarse deslizamientos en el contacto de J(¿)Mar y Qhoar-Im donde existen algunas viviendas y comercios en el acceso principal al norte de la localidad, en esta zona se presenta un peligro alto, pues el lineamiento esta en favor de la pendiente.

En la zona oriente de la ciudad, en la zona de mayor altitud donde aflora el intrusivo granodiorítico milonitizado, es una zona de peligro alto debido a que la pendiente esta en favor de la lineación y se podría presentar un deslizamiento.



Imagen 52: Peligro por deslizamiento de laderas Col. Benito Juárez, La Paz. Foto A. Muñoz



Imagen 53. . Se observa deslizamiento de ladera en rocas pizarrosas sobre la carretera La Paz-Todos Santos. Foto P. Sámano



Imagen 54. Se observa Zona de peligro por deslizamientos acceso norte a Todos Santos sobre la carretera La Paz-Todos Santos Foto P. Sámano

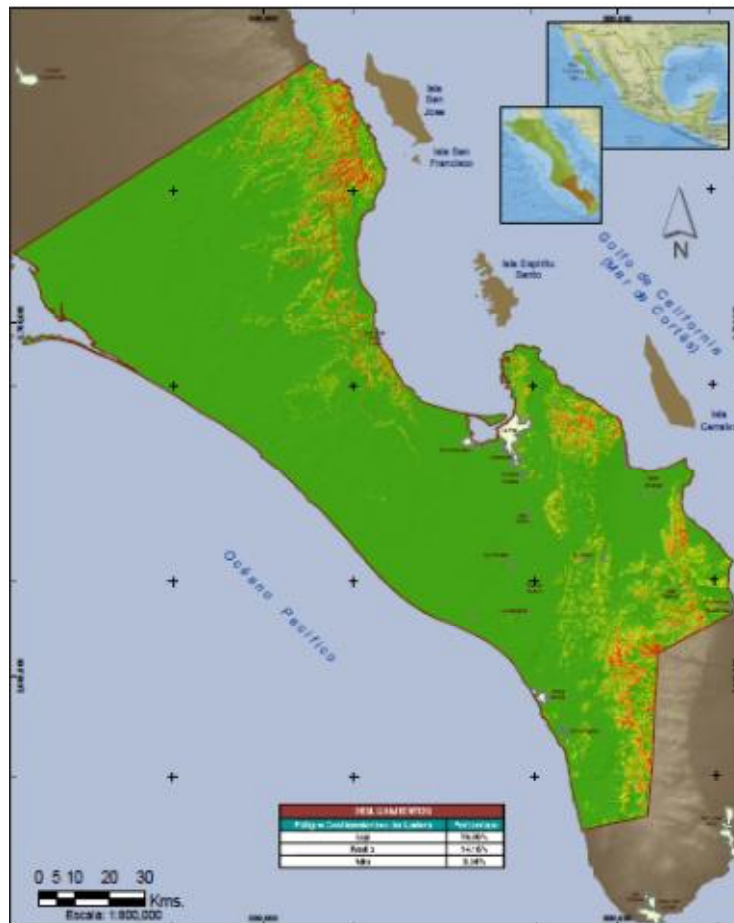


Imagen 55: Peligro por Deslizamientos de Ladera Municipio de La Paz. Mapa PGM 8

Peligro Deslizamientos de Ladera	Porcentaje
Bajo	76.00%
Medio	14.16%
Alto	9.84%

Tabla 41. Porcentajes del territorio municipal afectado por Deslizamientos por nivel de peligro

• **Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad física y geográfica se registró de acuerdo a los puntos de observación del proceso modificados por Ortiz y Zamorano (1996) en campo se verificó formación de escarpes perpendiculares a las pendientes generales del terreno, así como afloramientos de rocas y acumulación de rocas, fragmentos de rocas al pie de superficies, en la ciudad de La Paz, en la Colonia Infonavit, Flores Magón, Benito Juárez; al sur de la ciudad en la zona del Cardonal y Colonia Calafia.

En Todos Santos en el acceso norte en la zona donde se encuentran localizados los comercios de venta de dulces regionales y en la zona oriente de la ciudad, donde se encuentran viviendas asentadas en las zonas más altas y de mayor pendiente de los cerros localizados al oriente de la ciudad. A éste análisis se agrega el estudio de nivel de vulnerabilidad de cada localidad presentado en el Capítulo IV del presente Atlas.



Imagen 56. Viviendas en Zona de Peligro por deslizamiento Col. San Juan al oriente de Todos Santos. Foto A. Muñoz



Imagen 57: Una de las viviendas construidas en zona de peligro alto por deslizamiento de ladera. Col. San Juan en Todos Santos Foto A. Muñoz



Imagen 58. Colonia INFONAVIT donde se observa tratamiento de malla y concreto para evitar derrumbes y deslizamiento. Foto P. Sámano



Imagen 59. En otra zona de este mismo conjunto Habitacional donde se presenta riesgo por desprendimiento de rocas. Foto P. Sámano

• Riesgos

Podemos concluir que del análisis de la intensidad que presenta este fenómeno y la vulnerabilidad de la población se considera en riesgo ALTO la ciudad de La Paz en la zona de Coromuel sobre la carretera escénica y en Lomas de Palmira, en la zona sureste en la Colonia Roma y 20 de Noviembre, la Colonia Benito Juárez, Flores Magón, Calafia y el Cardonal en el sureste de la ciudad.

Se considera riesgo MEDIO el resto de las localidades, en Todos Santos particularmente la zonas altas del oriente de la ciudad colonia San Juan y al final de la calle prolongación Cuauhtémoc donde se localizan algunas viviendas, ya que el riesgo puede incrementarse con lluvias torrenciales, pues el echado de las rocas se encuentra a favor de la pendiente y en la colindancia margen oriente de la carretera La Paz-Todos Santos ($23^{\circ}36'8.77''N$ $110^{\circ}13'48.53''W$) en el acceso norte de la ciudad colonia Las Flores.

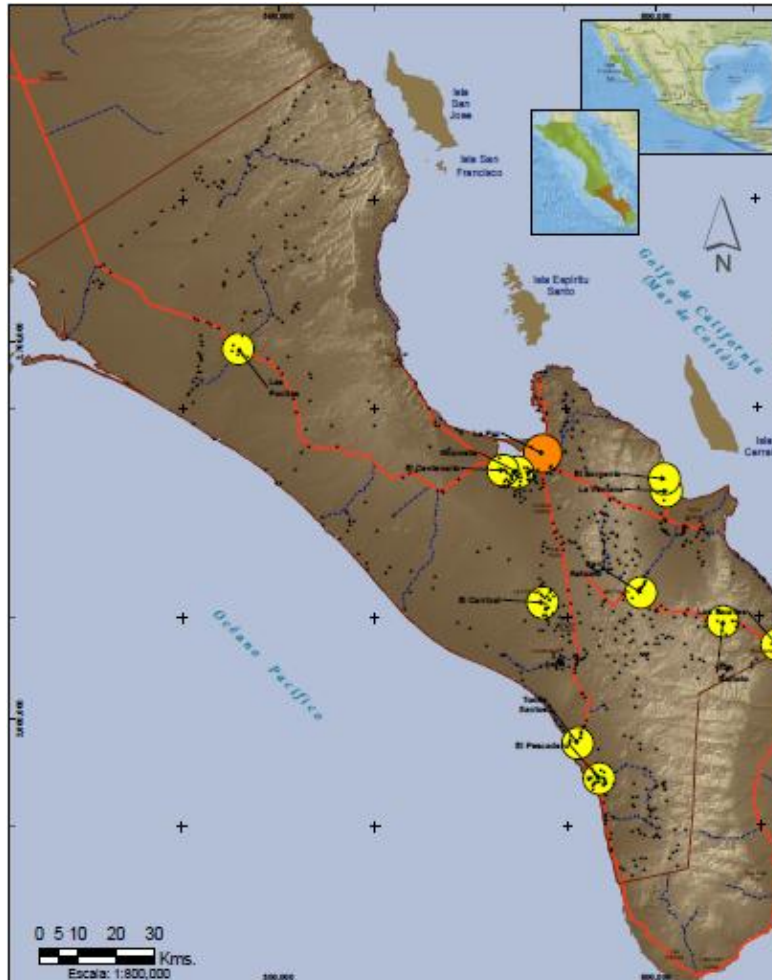


Imagen 60: Riesgo por Deslizamientos en el Municipio de La Paz. Mapa RGM 5

- **Recomendaciones**

- **Normativos:**

- Prohibición o restricciones de ocupación de zonas de elevada peligrosidad. Se recomienda al Ayuntamiento de La Paz incluirlas en planes urbanos y programas de ordenamiento territorial y reglamento de construcciones del municipio.

- **Fortalecimiento de capacidades de gestión del riesgo:**

- Se recomienda que la UMPC realice periódicamente recorridos a las zonas de riesgos para dar seguimiento a este fenómeno, sobre todo en la ciudad de La Paz.

- **Obras y/o Acciones:**

- En las carreteras y carreteras escénicas en las zonas donde se han identificado riesgo por deslizamientos, instalar protecciones a base de geomallas, lechadas de cemento, etc .

5.1.6 Derrumbes y desprendimiento de rocas.

El 91.3% de la superficie del territorio municipal presenta un peligro BAJO por este fenómeno, mismo que se mitiga al presentarse en zonas sin presencia de asentamientos humanos ; en tanto que el 1.39% presenta peligro ALTO y se localiza en zonas puntuales de La Paz, San Bartolo y Los Barriles

En el Municipio, la zona de San Bartolo es donde se observa mayor peligro por desprendimiento de roca del intrusivo granítico-granodiorítico .También podemos observar este fenómeno en Los Barriles donde se encuentra el contacto de el conglomerado Qpt, con el intrusivo KsGr y con el conglomerado parcialmente consolidado (QptCgp), lo que produce inestabilidad. En la ciudad de la Paz, el peligro por derrumbes se presenta en las zonas bajas de lomeríos con pendiente pronunciada y en las cercanías del trazo de las fallas activas; al presentarse sismos, éstos pueden ocasionar el desprendimiento y rodamiento de rocas desde las zonas altas. En trabajo en campo se constató la existencia de rocas que han caído hacia las partes bajas apareciendo en amontonamientos o aisladas de gran tamaño.

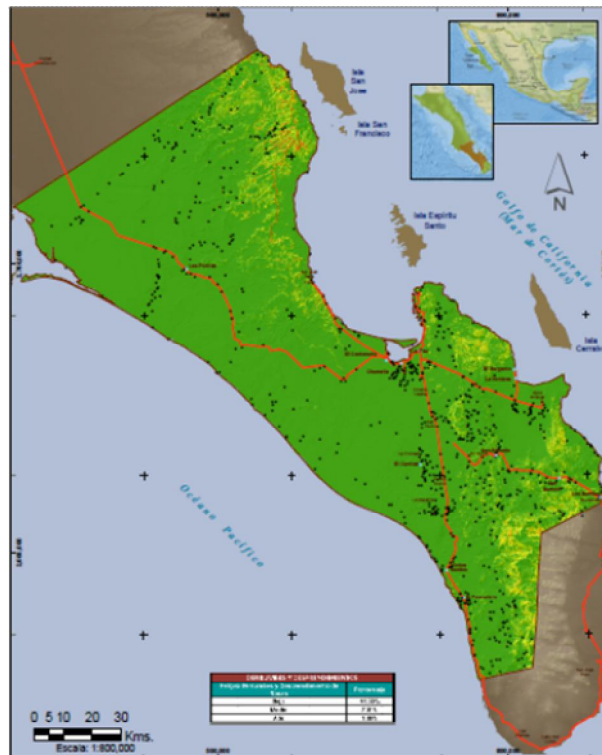


Imagen 61: Peligro por Derrumbes en el Municipio de La Paz. Mapa PGM 9

Peligro Derrumbes y Desprendimiento de Rocas	Porcentaje
Bajo	91.3%
Medio	7.31%
Alto	1.39%

Tabla 42. Porcentajes del territorio municipal afectado por Derrumbes por nivel de peligro



Imagen 62: Desprendimiento de bloques de roca intrusiva en la población de San Bartolo junto a la carretera transpeninsular Mex 01 .Foto A. Muñoz

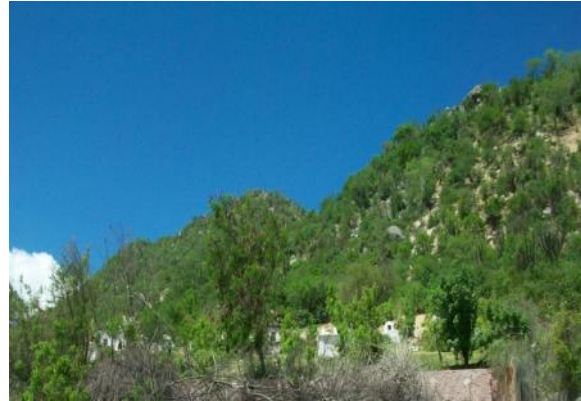


Imagen 63: Área de peligro por desprendimientos de roca sobre viviendas en San Bartolo junto a la carretera transpeninsular Mex 01 Foto A. Muñoz



Imagen 64. Desprendimiento de roca en zona sur de área urbana de Los Barriles. Foto A. Muñoz



Imagen 65.: Área de peligro por desprendimientos de rocas en zona sur de área urbana de Los Barriles, Foto A. Muñoz

• Vulnerabilidad

La vulnerabilidad física y geográfica fue analizada en base a los registros de los puntos de observación del proceso los cuales han sido modificados por Ortiz y Zamorano (1996). De esta forma en campo se ha verificado la existencia de rocas que han caído desde laderas arriba hacia las partes bajas apareciendo tanto de forma aislada como en amontonamientos, rocas en forma de bloques en las partes altas indicando su posible desprendimiento: en Los Barriles en el camino de terracería paralelo al litoral, en la zona baja de la iglesia, se observan grandes bloques redondeados y como este ha afectado la estructura del edificio, esto posiblemente se deba a la actividad sísmica de la zona, como se puede observar en las imágenes anteriores.

En el poblado de San Bartolo en las zonas bajas de la ladera del cerro donde afloran las rocas intrusivas de edad cretácica y el trazo de la carretera Transpeninsular Mex 01, como se puede observar en las imágenes anteriores. A éste análisis se agrega el estudio de nivel de vulnerabilidad de cada localidad presentado en el Capítulo IV del presente Atlas.



Imagen 66: La Paz, Avenida 5 de Febrero, donde se observan rodados de rocas del Cerro Atravesado y bloques a punto de desprenderse. Foto P. Sámano



Imagen 67: La Paz, se observa desprendimiento de rocas en la callejón paralelo a la Avenida 5 de Febrero. Foto P. Sámano



En la ciudad de la Paz se presenta otras zonas vulnerables por derrumbes y desprendimiento de roca, en las colonias ampliación Agustín Olachea, Ampliación Navarro Rubio, Guadalupe Victoria, Benito Juárez, Pedregal del Cortez, todas estas colonias se encuentran en la parte baja de lomeríos con pendiente pronunciada y se presenta en los afloramientos de arenisca- conglomerado de edad Terciaria.

Otras zonas vulnerables son la colonia Lomas de Palmira, y la carretera escénica La Paz-Pichilingue y los asentamientos bajos cercanos a las laderas del Cerro de La Calavera y del cerro Atravesado.

- **Riesgos**

Las zonas de riesgo alto en el municipio están relacionadas con la ubicación de asentamientos humanos en las zonas de fallas y en el trazo de la carretera Transpeninsular Mex 01 y la carretera escénica La Paz- Los Cabos.

Podemos concluir que del análisis de la intensidad que presenta este fenómeno y la vulnerabilidad de la población se considera riesgo ALTO en la ciudad de La Paz sobre la carretera escénica a Pichilingue; al este de la Marina Club de Yates, entre las Fallas La Palmira y Coromuel, en Punta Caimancito sobre la carretera escénica y en El Pedregal. También son zonas de riesgo medio la colonia INFONAVIT, Pedregal de Cortez, en la Colonia Ampliación Navarro Rubio, Colonia Calafia, El Cardonal y Guadalupe Victoria.

En el resto de las localidades el riesgo se considera MEDIO, en el poblado Los Barriles en el área de la Iglesia y al sur de esta población sobre la carretera La Paz-Los Cabos, podría incrementarse; así como en el poblado San Bartolo en la margen oriente del trazo de la carretera Transpeninsular Mex 01 en el tramo de la zona urbana, donde se encuentran viviendas y comercios localizados en la colindancia con esta vía de comunicación.

La localidad de San Antonio, se considera de riesgo BAJO.

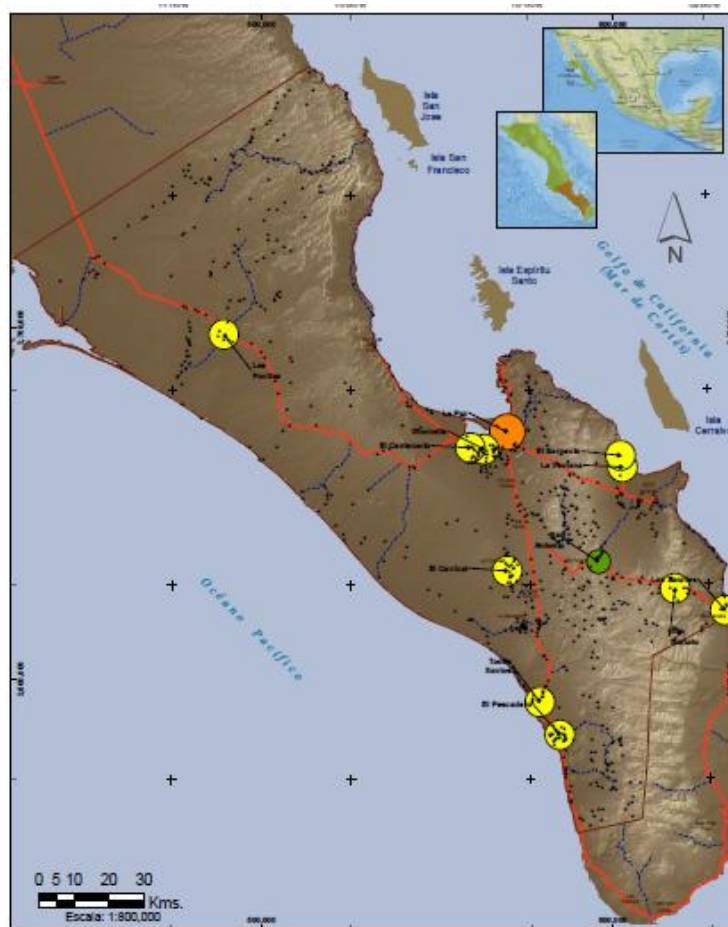


Imagen 68: Riesgo por Derrumbes y Desprendimientos de Rocas Municipio de La Paz. Mapa RGM6

- **Recomendaciones**

- **Normativas:**

- Prohibición o restricciones de ocupación de zonas de elevada peligrosidad. Se recomienda al Ayuntamiento de La Paz incluirlas en planes urbanos y programas de ordenamiento territorial y reglamento de construcciones del municipio.

- **Fortalecimiento de la capacidad de gestión del riesgo:**

- Se recomienda que la UMPC realice recorridos periódicos en las zonas de riesgo por derrumbes para dar seguimiento y ver el comportamiento de este fenómeno.

- **Obras y/o Acciones:**

- Apuntalar las rocas sobre la Carretera Transpeninsular en el tramo urbano en San Bartolo para evitar derrumbes.
- En zonas donde se observen bloques con posibilidades de derrumbamiento sobre asentamientos humanos, apuntalar para mitigar el riesgo.



5.1.7 Flujos de lodo, tierra y suelo.

Estos son movimientos que están íntimamente relacionados con lluvias torrenciales, las cuales arrastran grava, arena, limo a zonas topográficamente más bajas, en este tipo de fenómeno es muy importante la saturación de agua. En el municipio, el asentamiento que tiene mayor peligro por flujo es La Paz, uno de los arroyos que arrastra mas flujo es el arroyo El Cajoncito, las colonias que pueden ser afectadas son; Paseos del Sol, Coromuel y Agua Escondida. El arroyo La Huerta también presenta peligro afectando a la colonia La Fuente. Entre Centenario y Chametla cruza el arroyo El Novillo, esta zona es afectada por inundaciones que produce flujos de lodo, tierra y escombros. Las fugas en el sistema de agua potable y el alcantarillado de la ciudad, tienden a saturar los suelos y provocar flujos de lodos y hasta deslizamientos.

Zonas de peligro bajo lo presentan los asentamientos rurales que están en abanicos aluviales.

El fenómeno de Flujos de lodo, tierra y suelo, por estar directamente relacionado a lluvias torrenciales, **está ampliamente documentado en el capítulo de Peligro por Inundaciones.**

5.1.8 Hundimientos

Son zonas en donde ha ocurrido un colapso y puede ser por gravedad, disolución, compactación del terreno o por abatimiento del nivel freático causado por sobreexplotación de pozos de aguas subterráneas. En general estos fenómenos ocurren en suelos arcillosos como son los vertisoles, que tienen la propiedad de aumentar su volumen con la humedad y contraerse al secarse produciendo daños en caminos, edificios, casa habitación. En el municipio no se tiene reporte de hundimientos posiblemente porque los suelos vertisoles representan el 1.07% y se localizan en áreas sin asentamientos humanos.

Este fenómeno NO se presenta en La Paz, ya que las condiciones secas del municipio no favorecen este tipo de fenómenos, no se han identificado hundimientos, ni se tienen registros de estos en el área de estudio, por lo que **NO se considera en el estudio.**



5.3.1.6 Peligros por Erosión.

Es el proceso de desgaste causado por agentes exógenos como es la acción del agua, el viento, los cambios de temperatura y la actividad biológica y al transporte de las partículas que constituyen las rocas, podemos definir “erosión” como el conjunto de procesos por medio de los cuales las rocas son disgregadas o disueltas y transportadas de un lugar a otro. Este proceso causa remoción de suelos y/o roca, el clima es un agente importante ya que la baja precipitación provoca que la vegetación sea escasa y una débil protección para la erosión.

La erosión puede ser natural y antrópica cuando el hombre influye en la modificación del ambiente, hasta llegar a la degradación del suelo originado por las grandes pérdidas de nutrientes y materia orgánica provocada por la erosión natural y la quema rutinaria del suelo por las actividades realizadas por los seres humanos.

Erosión hídrica

La erosión Hídrica consiste en tres etapas; desprendimiento de partículas principalmente por el efecto de las gotas de lluvia, la escorrentía arrastra suelo en el caso de la erosión por surcos y por cárcavas, transporte de partículas y sedimentación de partículas en ríos, represas y en terrenos planos durante las inundaciones.

Erosión eólica

El viento al llevar partículas de arena y polvo en suspensión, produce una erosión continua, ésta será más intensa cuanto mayor sea la velocidad del viento y más elevado sea el número y tamaño de las partículas que transporta.

Erosión Marina

En la erosión marina el principal agente es el oleaje, al chocar éstas contra los acantilados, va debilitando la base hasta provocar la caída, estos bloques que se desploman son destruidos y transformados en cantos rodados, arena y limo.

- **Erosión hídrica.**

En el municipio, como en la mayor parte del país, el proceso de erosión hídrica se ve acelerado por el mal manejo de los recursos naturales, como es el suelo, la tala inmoderada de la vegetación, para mitigar el riesgo es necesario implementar programas para controlar este fenómeno y a su vez mitigar la erosión, ocasionada por la escasez de vegetación y la topografía de la parte noreste y sur del municipio que facilitan el escurrimiento y como consecuencia el desprendimiento de partículas del suelo, el transporte de estas y el

depósito en zonas topográficamente bajas. En este tipo de erosión el factor más importante es (LS) que es la longitud y grado de pendiente desde que inicia hasta que termina el escurrimiento, otros factores importantes son la cobertura vegetal y/o manejo de cultivo(C) y las practicas de conservación del suelo (P).

La tasa de peligro de erosión hídrica muy alta está asociada con las pendientes mayores de 35°, la alta en pendientes menores de 35°, ambas se localizan en las laderas de las sierras y montañas.

El peligro moderado lo presentan las pendientes entre 15°-5° y el peligro de erosión bajo lo presentan pendientes menores de 5° en general representado por lomeríos y planicies asociadas a suelos regosoles.

En la zona de las fosas San Juan de Los Planes y Todos Santos-El Carrizal se presentan procesos de erosión bajos y sedimentación, mientras que en la Sierras La Palmillosa, La Giganta y al sur del municipio se presentan los valores más altos.



Imagen 69: Erosión hídrica en los alrededores de Los Barriles. Foto P. Sámano



Imagen 70: Barreras construidas por los habitantes, para evitar la erosión en La Ventana. Foto P. Sámano



Imagen 71: Morfología típica ocasionada por erosión laminar Sargento-La Ventana. Foto P. Sámano



Imagen 72: En el poblado de La Ventana se observa esta cárcava producto de la erosión hídrica en suelos arenosos (regosoles).Foto P. Sámano



Imagen 73: En la imagen izquierda en Las Pocitas se observan las diferencias entre las condiciones de la cobertura del mezquital y en la imagen derecha, el área de la cobertura de la vegetación en la zona cercana a la zona urbana, incrementando el riesgo por erosión hídrica.



Tomadas del Estudio Dasométrico del Mezquite en la zona de Las Pocitas, BCS, INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Todos Santos, Rigoberto Meza y Esteban Osuna, Julio 2003.



Imagen 74: La vegetación y su importancia para mitigar el riesgo por erosión hídrica. La Ventana, BCS Foto P. Sámano

Podemos concluir que en las zonas con asentamientos humanos, el peligro de erosión hídrica es muy bajo y que los factores que determinan el grado de erosión son la pendiente del terreno y la vegetación, el primero porque determina la velocidad de escurrimiento y en consecuencia su capacidad erosiva y la vegetación que minimiza el grado de erosión.

En la localidad de Las Pocitas, el peligro es bajo, sin embargo la pérdida de cobertura del mezquital puede incrementar el peligro de erosión y afectar el ecosistema, la economía y el riesgo por inundaciones del poblado.

- **Metodología y nivel de resolución**

El cálculo de erosión hídrica se hizo con la fórmula de “Ecuación Universal de Pérdida de Suelos” revisada RUSLE (Renard et al., 1994) se evaluaron tasas de erosión hídrica y su relación con la geología, rasgos geomorfológicos, edafología y patrones estructurales.

Todo esto en un SIG utilizando el Modelo Digital de Elevación como dato básico para los cálculos topográficos. Este análisis permitió conocer el control que ejercen la vegetación, el suelo y la geomorfología del municipio.

Comparando los mapas de PGM12 Erosión hídrica Actual (Ea) y PGM13 Erosión hídrica Potencial (Ep) (Ver anexo cartográfico) se observa que la tasa de erosión actual (Ea), baja considerablemente al introducir el parámetro de la vegetación.

Peligro de Erosión	Erosión Potencial (ton/ha/año)	Erosión Actual (ton/ha/año)
Muy Bajo	0-0.5 77.3%	0-0.5 90.31%
Bajo	0.5-2 13.83%	0.5-2 6.22%
Moderado	2-4 4.45%	2-4 2.19%
Alto	4-8 2.89%	4-8 1.03%
Muy Alto	> 8 1.53%	>8 0.25%

Tabla 43. Indicadores de nivel de peligro por grados y porcentajes de erosión hídrica potencial y actual en el Municipio de La Paz.

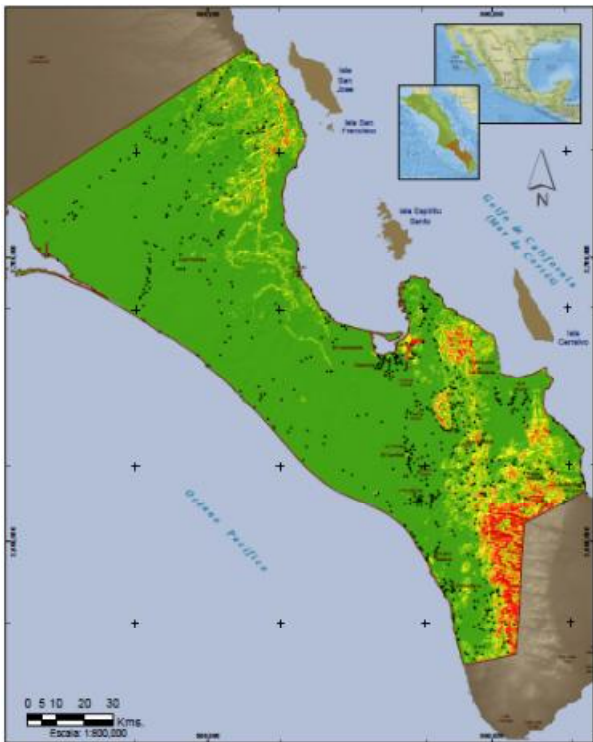


Imagen75: Peligro por Erosión Hídrica Potencial en el Municipio de la Paz. Mapa PGM 12

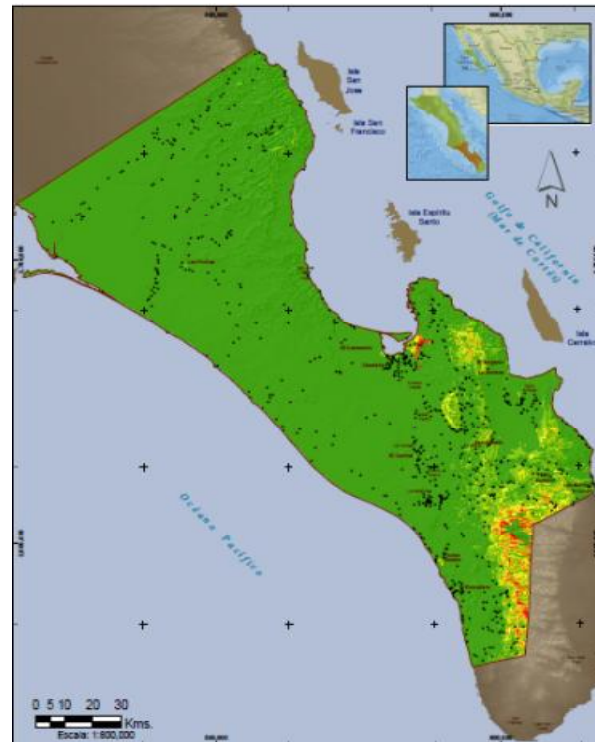


Imagen 76: Peligro por Erosión Hídrica Actual en el Municipio de la Paz. Mapa PGM13

Se concluye que el 90.31 % de la superficie del territorio municipal presenta un peligro MUY BAJO por erosión hídrica, los peligros MUY ALTO Y ALTO, que representan el 1.28% de la superficie del municipio se presentan en la porción sur en las zonas bajas de las sierra; en el noreste de la ciudad de La Paz en la zona del Coromuel, se presentan niveles de erosión potencial y actual moderada, al igual que en los Barriles donde los niveles de erosión son bajos, sin embargo al norte del área urbana el nivel de peligro por erosión es alto;

en ambos casos el riesgo es mitigado por existir pocas construcciones. En la localidad de Todos Santos, se presentan niveles de erosión moderada a baja.

- **Vulnerabilidad**

Para el análisis de vulnerabilidad física y geográfica se registraron los puntos de observación del proceso como la disminución y pérdida de la cobertura vegetal, formación de arroyuelos y la manera en la que el agua forma surcos que comienzan a ensancharse, profundizar y tomar una dirección de flujo constante. El 96.53 % del total del municipio presenta un nivel de erosión de 0-2 ton/ha/año, la tasa máxima permisible de erosión potencial es de 10 ton/ha/año, mayor erosión implica degradación. Desde el punto de vista edafológico, la pérdida de suelo tolerable o aceptable, sin afectar de manera importante la productividad del mismo, ha sido redondeada a 2 ton/ha/año, por lo que se concluye que la vulnerabilidad por erosión hídrica en el municipio es mitigable.

En estudio de campo se observa la disminución y pérdida de cobertura vegetal, por el cambio de usos de suelo en las zonas de crecimiento urbano y por fraccionamientos tipo “campestres” en la ciudad de La Paz y su zona conurbada; la formación de surcos profundos, anchos y con una dirección de flujo constante en Las Pocitas, El Sargento y La Ventana. A este análisis se suma el de vulnerabilidad social determinada en el Capítulo IV de este Atlas.

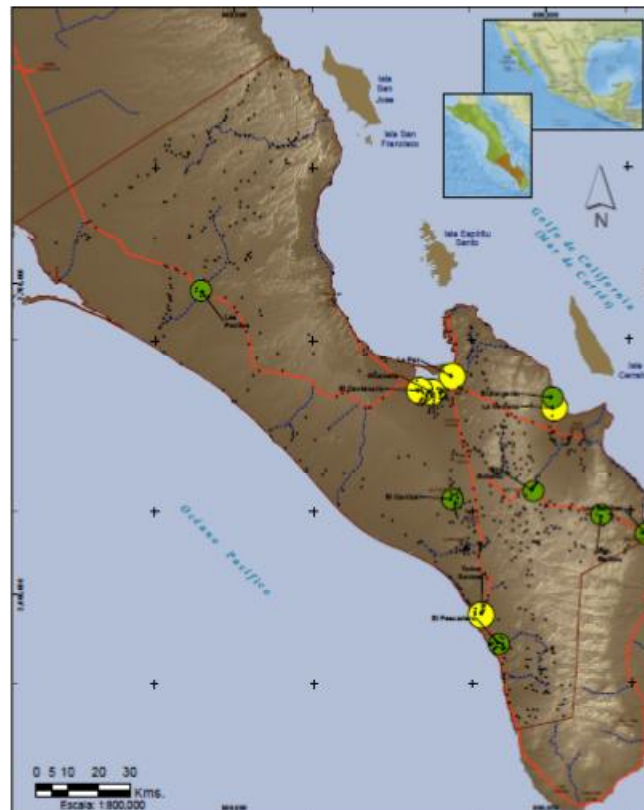


Imagen 77: Riesgo por Erosión Hídrica Actual, Municipio de La Paz. Mapa RGM 9



- **Riesgos**

Podemos concluir que del análisis de la intensidad que presenta este fenómeno y la vulnerabilidad de la población el riesgo por este fenómeno en el municipio se considera de BAJO a MUY BAJO, solamente las localidades de La Paz y su zona conurbada Chametla y El Centenario, así como La Ventana y Todos Santos, se considera riesgo MEDIO.

- **Erosión Eólica.**

Este tipo de erosión representa un problema grave en México principalmente en las regiones áridas con poca vegetación, siendo el factor dominante el viento que genera cambios en la superficies del terreno; en el Municipio los vientos dominantes tienen una dirección en primavera, provenientes del oeste y sur; en verano, del sur y suroeste; en otoño, del noroeste; y en invierno, del norte y noroeste.

En la zona urbana y Bahía de La Paz los vientos tienen una dirección sureste por la mañana y suroeste por la tarde en los meses de Abril a Octubre, mientras que para Noviembre a Mayo los dominantes son del noroeste y del sur, de acuerdo a mediciones (SIAT CENAPRED) el promedio de los vientos para la depresión "Tropical Georgette" fue de 20 Km/h con dirección Nor-noroeste y 22 Km/h dirección norte y vientos máximos sostenidos de 55 Km/h con rachas de viento de 75 Km/h, por lo que podemos concluir que la erosión eólica en el municipio es importante. Según datos (SEMARNAT -UACH 2003) ubican al municipio con peligro de erosión eólica de alta a moderada, con pérdida de suelo de 50-200 Ton/Ha/año; estos rangos pueden llegar a afectar hasta degradarlo.

- **Metodología y nivel de resolución**

Para la cartografía de los paisajes erosivos se ha tomado en cuenta; el factor de erodabilidad del suelo que representa las características estructurales del suelo, la composición física y química del mismo y su textura, así como el factor climático local (viento), topografía (pendiente), litología y cubierta vegetal. La unión de todos estos factores determina la cartografía de la erosión eólica



Imagen 78: Erosión eólica en el cerro de La Calavera en La Paz. .Fotografías P:Samano



Imagen 79: Cerro de la Calavera ejemplo de del efecto de los vientos provenientes del mar.



*Imagen 80: Efectos del viento en la Carretera San Antonio-San Juan de Los Planes
Fotografía A. Muñoz*

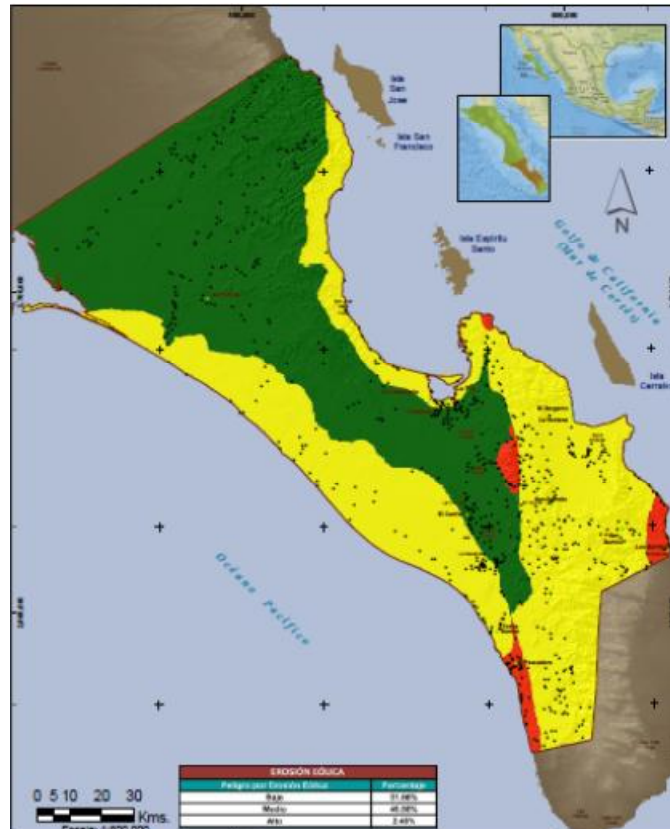


Imagen 81: Peligros por Erosión Eólica en el Municipio de La Paz. Mapa PGM14

Como se puede observar en la imagen anterior correspondiente al mapa de peligros por erosión eólica, el peligro MEDIO representa el 45.86% de la superficie del municipio y se localiza en las zonas que bordean los litorales y porción sur, en tanto que la zona considerada de peligro BAJO representa el 51.66% del territorio y se localiza en la porción norte y una angosta franja central; las zonas de peligro ALTO que representan el 2.48%, se consideran puntuales, en el extremo suroeste del municipio colindando con el litoral Pacífico, en el extremo sureste colindando con el litoral del Golfo, en Punta Coyote y la Sierra el Novillo. Se tienen identificadas 65 localidades en peligro ALTO por éste fenómeno.

El fenómeno se presenta en prácticamente toda la zona costera principalmente la del Océano Pacífico, donde se observan grandes zonas con dunas, las zonas de mayor incidencia son los asentamientos de Todos Santos y El Pescadero con un peligro medio. En la zona costera del Golfo de California en la localidad de Los Barriles el peligro se considera alto, en tanto que la Bahía de La Paz y la Zona de Pichilingue- Coromuel, con peligro medio con excepción de la zona de Punta Coyote considerado como de peligro alto; La Ventana, El Sargento se consideran con un peligro medio.

EROSIÓN EÓLICA	
Peligro por Erosión Eólica	Porcentaje
Bajo	51.66%
Medio	45.86%
Alto	2.48%

Tabla 44. Porcentajes del territorio municipal afectado por erosión eólica por nivel de peligro

- Vulnerabilidad**

Proceso Erosivo	Causas principales	Efectos socio-económicos
Deslizamientos y derrumbes	Deforestación Cambios de uso del suelo Sobreexplotación del suelo Pendiente fuerte Composición de suelo	Pérdida de vidas humanas Daños en viviendas e infraestructura Pérdida de suelos agrícolas Alteración del paisaje
Pérdida de suelos	Deforestación Cambios de uso del suelo Sobreexplotación del suelo Erosión hídrica Erosión eólica	Pérdida de productividad de la tierra Mayor presión sobre recursos naturales Emigraciones

Tabla 45. Indicadores de vulnerabilidad por procesos erosivos

Además de los indicadores señalados en la tabla anterior, la vulnerabilidad física y geográfica se registró a través de otros puntos de observación del proceso, como acumulación de arena en sitios donde normalmente no existía, superficies pulidas en las rocas y algunas aristas bien pulidas,; rocas aisladas en forma de hongo, agujas y montículos en formas cóncavas y convexas .

Las zonas más vulnerables por erosión hídrica y eólica son aquellas zonas que se encuentran desprovistas de vegetación y donde el estrato rocoso es menos resistente como son las zonas de conglomerados parcialmente consolidados (QptCgp) y rocas volcánicas y sedimentarias que muestran características poco resistentes a los procesos erosivos. En las zonas urbanas se presentan en el pie de cerros. A éste análisis se le suma el de vulnerabilidad social determinada para cada una de las localidades en el Capítulo IV de este Atlas.

- **Riesgos**

La erosión eólica no representa un riesgo directo para la población del municipio, lo que afecta es el paisaje y esto a su vez incide en la geoforma. Pero si hablamos de las tierras de cultivo, estas si pueden verse afectadas y representan un riesgo a la economía, ya que al irse el suelo erosionando y degradando, dejando al descubierto raíces, semillas, afectando las zonas con sembradíos, afectando cercas y transportando semillas e insectos pudieran poner en riesgo cultivos. Todos los efectos de la erosión eólica conducen a una degradación paulatina y a una alteración muy lenta y continua del medio ambiente hasta llegar a la desertificación de los suelos.

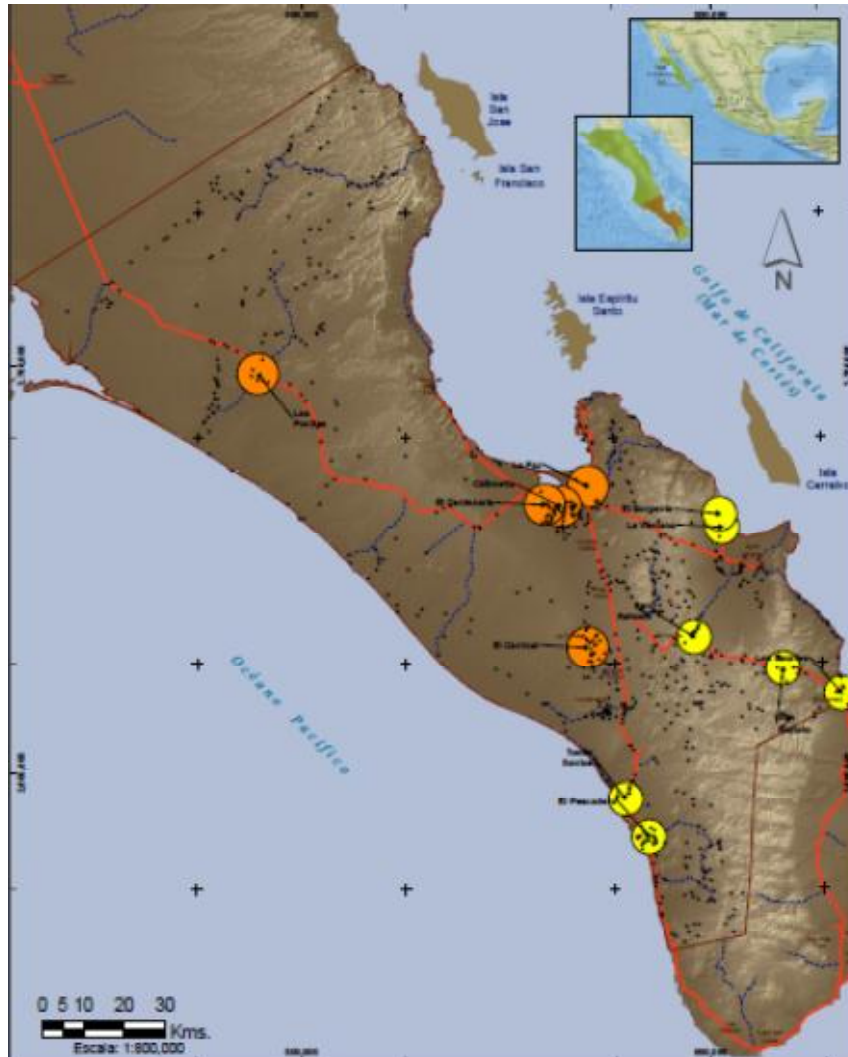


Imagen 82: Riesgo por Erosión Eólica en el Municipio de La Paz. Mapa RGM 10

Podemos concluir que del análisis de la intensidad que presenta este fenómeno y la vulnerabilidad de la población Se considera riesgo ALTO en las localidades de La Paz, Chametla y El Centenario, Las Pocitas y el Carrizal; riesgo MEDIO el resto de las localidades.



- **Recomendaciones**

- **Ampliación de estudios:**

- El empleo de SIG es útil en el análisis, evaluación y representación espacial de la erosión hídrica, permitiendo localizar geográficamente las áreas más afectadas como se hizo en el municipio, por lo que se recomienda hacer un estudio de modelo dinámico con diversos escenarios de estudio, cuando cambia el factor de prácticas de conservación y así predecir en tiempo y espacio de este fenómeno.

- **Fortalecimiento de capacidad de respuesta:**

- Realizar campañas informativas para la conservación del suelo, como evitar las quemas de cosechas, degradación inducida por el hombre.
- Se recomienda realizar convenios con los centros de investigación con base en la Paz, así como con autoridades de los niveles estatal y federal para la difusión del contenido del Atlas y la instrumentación de acciones y obras para atender este tipo de fenómenos.

- **Obras y/o Acciones:**

- Se recomienda Implementar programas de reforestación en zonas con pérdida de cobertura vegetal, que esta aun siendo escasa, mitiga la erosión a nivel urbano en por lo menos las localidades identificadas de alto riesgo a éste fenómeno.
- Impulsar programas para reducir la erosión, con prácticas de conservación de suelos, como son; terrazas de banco o sucesivas, surcado en contorno, cultivo en fajas etc.
- En zonas con pendientes pronunciadas cercanas a zonas con asentamientos humanos o de infraestructura como caminos, carreteras, drenaje es recomendable evitar el riesgo a la erosión, ya que se trata de infraestructuras críticas.

- **Erosión Marina.**

En el Municipio de La Paz, la costa del Golfo de California se caracteriza por tener un oleaje distante, mientras que en el Pacífico el oleaje es fuerte. La altura máxima de las olas para el área de El Mogote se presentan en los meses de invierno con alturas de 0.80 M; para la zona de San Juan de la Costa se llegan a registrar alturas máximas de 1.50 M y en punta Coyote de 0.60 M. En el Pacífico el oleaje llega a tener alturas entre 2 a 3 M.

No se tienen registros de afectación por pérdida de acantilados y playas en las zonas de litoral costero del Golfo de California; en el litoral Pacífico, las dunas formadas por el proceso de erosión eólica, representan un sistema de protección de la línea de costa, pues disipan y amortiguan los efectos producidos por la fuerza del oleaje, sin embargo los efectos pudieran verse reflejados en el paisaje que afectarían las actividades turísticas y una alteración lenta pero continua del medio ambiente.

La falta de información disponible a nivel municipal sobre éste fenómeno, ha resultado una limitante para evaluar este proceso erosivo y el grado de afectación posible, sin embargo las observaciones en campo confirman la escasa presencia de erosión marina en el litoral del municipio. Además éste fenómeno no afecta las zonas de asentamientos humanos, y **NO representa un peligro directo para la población, por lo que NO se consideró, en el estudio.**



Imagen 83: Playa en Los Barriles. Fotografía de A. Muñoz



Imagen 84: Playa Malecón La Paz. Fotografía de A. Muñoz



Imagen 85: Playa de Puerto Balandra la Paz. Fotografía de Google



Imagen 86: La Poza y Playa en Todos Santos. Fotografía de A. Muñoz

Erosión Kárstica.

Las características geomorfológicas, edafológicas y geológicas del área de estudio, y la ausencia de registros de la presencia de éste fenómeno; podemos concluir que este agente perturbador **NO se presenta en el Municipio de La Paz y NO se incluyó en el estudio.**

• Recomendaciones

- Realizar un estudio de diagnóstico preciso del grado de erosión: hídrica, eólica y marina, para establecer acciones específicas.
- Resulta muy importante establecer un programa de reforestación en zonas donde la pérdida de cobertura vegetal es evidente y en laderas con poca vegetación, para minimizar la erosión.
- Realizar campañas informativas para la conservación del suelo, como evitar las quemas de cosechas y la tala de mezquite y otras especies leñosas, pues estas actividades degradan el suelo.

5. 2 Riesgos, Peligros y/o Vulnerabilidad por fenómenos de origen Hidrometeorológico.

En este apartado se presentan los riesgos generados por eventos atmosféricos, que por su elevado potencial energético, frecuencia, intensidad y aleatoriedad, representan una amenaza para el hombre, las infraestructuras, las actividades productivas y el medio ambiente. Estos fenómenos se clasifican en: Ciclones que a su vez clasificados en huracanes, tormentas tropicales y depresiones tropicales; tormentas eléctricas, sequías, temperaturas máximas extremas, vientos fuertes, inundaciones a su vez clasificadas en súbitas y por marea de tormenta y masas de aire frío que incluyen heladas, granizo y nevadas .

5.2.1 Ciclones, Huracanes y Ondas Tropicales.

Mapas PHM9, PHM10, PHL4-2, PHL6-2, PHL8-2, PHL9-2

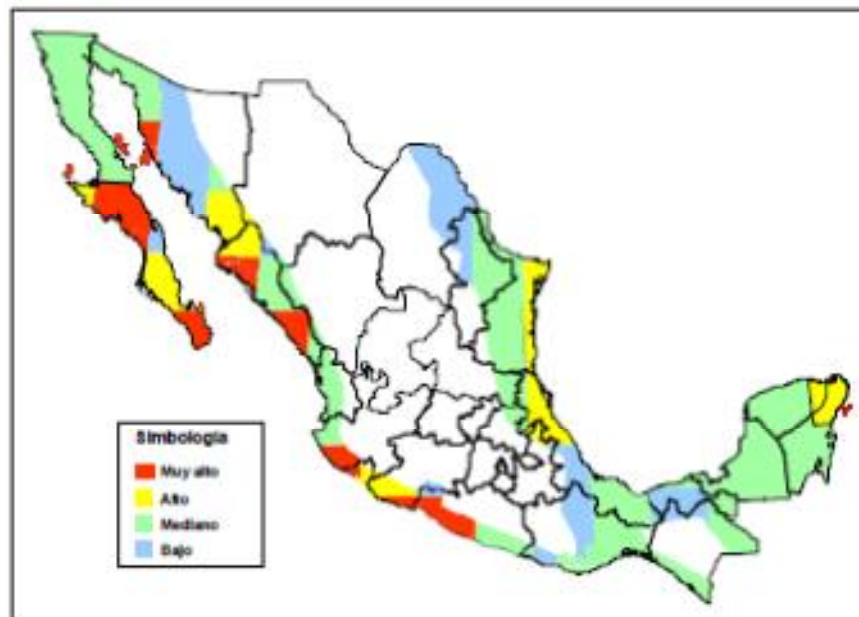
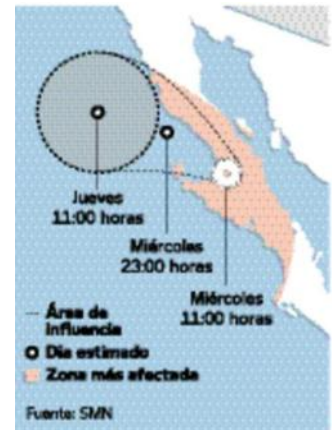


Imagen 87: Mapa de peligros por incidencia de ciclones. Diagnóstico de Peligros y Riesgos Naturales en México. CENAPRED 2001.

La temporada en que se presentan estos fenómenos inicia en la primera quincena del mes de Mayo y finaliza a principios de Noviembre, siendo los meses de Agosto, Septiembre y Octubre cuando se registran más eventos ciclónicos.

De acuerdo con los registros históricos del Sistema Meteorológico Nacional, son 21 los huracanes registrados en el periodo 1970-2012; 18 huracanes moderados categorías I-II y 3 huracanes intensos categoría IV. El fenómeno más reciente el huracán Paul alcanzó categoría III en el Pacífico nororiental; con categoría II con índice de peligrosidad alto, con vientos sostenidos de 165 Km/h y rachas de hasta 205 Km/h desplazándose a una velocidad de 32 Km/h (SMN) el 15 de Octubre de 2012, el SINAPROC determinó alerta roja para el Estado de Baja California Sur. *Figura 3. Trayectoria Paul 2012.*



El 16 de Octubre toca tierras sudcalifornianas al sur de Bahía Magdalena, Municipio de Comondú con categoría I desplazándose en forma paralela a la costa oeste para alejarse de la península en dirección noroeste como tormenta tropical, en la imagen se aprecia su trayectoria

Las precipitaciones máximas estimadas en 120 mm provocaron inundaciones, 1,000 viviendas dañadas y cortes en la carretera Mex 01 y caminos, afectando a los municipios de Comondú, Mulegé y Loreto principalmente, el meteoro también provocó la suspensión del servicio de energía eléctrica, y afectó vialidades en la zona urbana de La Paz.

En las Tablas siguientes se presenta la relación de los eventos, considerando año, nombre, categoría, lugar del impacto, estados afectados, periodo de inicio y fin, vientos máximos:



	Año	Nombre	Categoría en impacto	Lugar de entrada a tierra	Estados afectados	Periodo (inicio-fin)	Día de impacto	Vientos maximos en impactos Km/h
1	2012	Paul	H1(TT)	Sur de Bahía Magdalena, Comondú, BCS	BCS, Son, Sin, Dgo, Nay, Jal, Col	13-17 Oct	16 de Oct	185
2	2009	Jimena	H2	Puerto Cortes, BCS	BCS, Son,	28Ago-4 Sep	2 de Sep	205-165
3	2008	Norbert	H2	Puerto Cortes, BCS	BCS, Son, Sin	3-12 Oct	11 de Oct	205-165
4	2007	Henriette	H1	10km al NE de San José del Cabo (Los Planes)	Gro, Oax, BCS, Son, Sin, Chih	30 Ago-6 Sep	4 de Sep	155-130
5	2006	John	H2	El Saucito, BCS	BCS	28 Ago-4 Sep	1 de Sep	210-175
6	2005	Otis	H2	240 Km. Al Sur de San José del Cabo	BCS, Son, BC, Sin	28 Sep-3 Oct	1 de Oct	165
7	2003	Ignacio	H2	60 Km al Este de Cd. Constitucion	BCS, Son, BC, Sin	22-27 Ago	25 de Ago	165
8	2003	Marty	H2	15 Km al NE de San José del Cabo	BCS, Son, BC	18-24 Sep	22 de Sep	160
9	2001	Juliette	H18DT 3v	La Paz, BCS (Constitucion, Libertad, El Huerfanito)	BCS, Son, BC	21 Sep-2 Oct	30 de Sep	120
10	1999	Greg	H1	San José del Cabo, BCS	Gro, Col, Mich, Jal, Sin, BCS, Son	5-9 Sep	8 de Sep	120
11	1998	Isis	TT(H1)	Los Cabos, BCS (Topolobampo, Sin)	BCS, Sin, Chih, Son	1-3 Sep	2 de Sep	110 (120)
12	1997	Nora	H1(H1)	B. Tortugas, BCS (P. Canoas, BC)	BCS, Sin, Son	16-26 Sep	24 de Sep (25 de Sep)	130 (120)
13	1996	Fausto	H1(H1)	Todos Santos, BCS (San Ignacio, Sin)	BCS, Sin, Chih, Son	10-14 Sep	13 de Sep (14 Sep)	131 (120)
14	1995	Henriette	H2	Cabo San Lucas, BCS	BCS, Sin	01-08 Sep	04-sep	158
15	1993	Calvin	H2(TT)	Manzanillo. Col (Las Lagunas, BCS)	Col, Jal, BCS	04-09 Jul	7 de Jul (8 de Jul)	165 (75)
16	1992	Lester	H1 (TT)	P. Abreojos, BCS (B. Sargento, Son)	BCS, Son	20-24 Ago	23 Ago (23 Ago)	120 (85)
17	1989	Kiko	H3	B. Los Muertos, BCS	BCS, Son	24-29 Ago	26-ago	195
18	1982	Paul	H2 (H2)	Las Lagunas, BCS: Topolobampo, Sin	BCS, Sin, Chih	18-30 Sep	30-sep	158 (158)
19	1977	Doreen	H1 (TT)	Todos Santos, BCS (Abreojos, BCS)	BCS	13-18 Ago	15-sep	120 (93)
20	1976	Liza	H4	La Paz, BCS (Topolobampo, Sin)	BCS, Sin, Son	25 Sep-02 Oct	01 Oct (02 Oct)	220 (215)
21	1973	Irah	H1 (TT)	La Paz, BCS (Topolobampo, Sin)	BCS, Sin, Dgo	22-27 Sep	25 Sep (26 Sep)	130 (65)

Tabla 46: Ciclones Tropicales que impactaron el Municipio de La Paz entre 1973-2012

Fuente: Elaboración propia a partir de los Reporte Temporada de Ciclones 2005- 2011 CONAGUA-SMN-Subgerencia de Reporte Meteorológico y Boletines del SMN para Paul del 13 al 17 de Octubre 2012



	Año	Nombre	Categoría en impacto	Lugar de entrada a tierra	Estados afectados	Periodo (inicio-fin)	Día de impacto	Vientos máximos en impactos Km/h
1	2010	Georgette	TT	15 Km S Cabo San Lucas, BCS	BCS, Son	21-22 Sep	21-sep	85-65
2	2009	Patricia	TT	25 Km S de Los Cabos	BCS, Sin	11-14 Oct	14-oct	110-95
3	2009	Olaf	TT	55 KmSW Puerto Cortés, BCS	BCS, Sin	1-3 Oct	03-oct	95-75
4	2008	Lowell	DT	50Km N-NW de cabo San Lucas, BCS	BCS, Son, Sin	6-11 Sep	11-sep	65-45
5	2008	Julio	TT	La Aguja, BCS	BCS	24-26 Ago	24-ago	90-75
6	2004	Javier	DT	Punta Abrejos BCS	BCS, Son	10-19 Sep	19-sep	55
7	2000	Miriam	TT	Los Cabos, BCS	BCS	15-17 Sep	17-sep	65
8	1998	Frank	TT	Abrejos, BCS	BCS	6-9 Sep	09-ago	65
9	1998	Isis	TT	Los Cabos, BCS	BCS, Sin, Son, Chih	01-03 Sep	02-sep	110
10	1993	DT 3E	DT	Los Frailes, BCS	BCS	27 Jun-02 Jul	02-jul	55
11	1993	Hilary	TT	Punta Pequeña, BCS	BCS, Son	17-27 Ago	25-ago	100
12	1990	Rachel	TT	Cabo San Lucas, BCS	BCS, Son, Chih	30 Sep-02 Oct	02-oct	110
13	1989	Raymond	TT	Pta. Abrejos, BCS	BCS, Son	26 Sep- 05 Oct	04 Oct (5 Oct)	85
14	1987	Norma	DT	Todos Santos, BCS	BCS	14-20 Sep	20-sep	45
15	1984	Norbert	TT	Abrejos, BCS	BCS	14-16 Sep	26-sep	110
16	1984	Polo	DT	La Aguja y Pichilingue, BCS	BCS, Sin	24 Sep-03 Oct	03-oct	56
17	1981	Lidia	TT	Topolobampo, Sin	BCS, Sin	06-08 Oct	08-oct	65
18	1981	Irwin	DT	San José del Cabo y La Paz, BCS	BCS, Col	27-31 Ago	30-ago	55
19	1977	Glenda	DT	Pta. Eugenia, BCS	BCS	24-27 Sep	27-sep	45
20	1976	Kathleen	TT	Pta. Eugenia, BCS (P. Sta. Catarina, BC)	BCS, BC	07-11 Sep	10-sep	100 (85)
21	1971	Olivia	DT	Punta Abrejos, BCS	BCS	20 Sep-01 Oct	01-oct	45
22	1970	Norma	DT	Punta Abrejos, BCS	BCS	31 Ago-06 Sep	06-sep	45

Tabla 47: Depresiones y Tormentas Tropicales que impactaron el Municipio de la Paz entre 1970-2012.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Unidad de Servicio Meteorológico Nacional, Subdirección General Técnica, Subgerencia de Pronóstico Meteorológico Ing. Alberto Hernández.

Jimena fue un huracán con una trayectoria muy cercana a las costas, por lo que desde su inicio generó importante entrada de humedad y desarrollo de inestabilidad con tormentas intensas hacia los estados costeros de Pacífico e incluso del centro y norte del país. La precipitación que acompañó a este huracán categoría II, presentó un récord con lluvias acumuladas entre el 2 y 3 de septiembre de 2009 de 345.6 mm en Ciudad Constitución, junto con Mulegé resultaron los municipios más dañados con un estimado de 30 mil damnificados en viviendas, servicios públicos y planta productiva.

Unas horas antes de que el huracán Norbert tocara tierra en Baja California Sur, se declaró en emergencia a los municipios de Loreto, Comondú y La Paz. La precipitación que acompañó al fenómeno, superior a los 70 mm, se puede considerar importante y poco frecuente, dado que tiene un periodo de retorno de 25 años, que provocó escurrimientos súbitos, desbordamiento de ríos, inundaciones y deslaves con afectaciones a la red de caminos de la entidad.



En 2008, la temporada de ciclones dejó un saldo estimado de daños de 300 millones de pesos a su paso por las localidades rurales a todo lo largo de la península, el municipio más afectado fue el de Comondú al norte del municipio de La Paz. La Secretaría de Gobernación publicó posteriormente la Declaratoria de Desastre para los mismos municipios del estado, declarados en emergencia.

De forma semejante, durante la temporada de ciclones tropicales del año 2003, el estado de Baja California Sur se vio afectado por dos huracanes, Ignacio (22 Agosto) y Marty, (24 Septiembre) en el transcurso de menos de 30 días. Ambos fenómenos alcanzaron sus mayores niveles de peligrosidad poco antes de impactar en tierra, afectando prácticamente a la misma región del estado con magnitud similar. Los daños más importantes se reportaron en la infraestructura carretera y eléctrica, debido a los fuertes vientos y las inundaciones y escurrimientos súbitos ocasionados por las intensas lluvias que descargaron ambos.

Ignacio penetró a tierra a corta distancia de la ciudad de La Paz y permaneció semi-estacionario a menos de 30 kilómetros de distancia de esa población durante más de 12 horas. A diferencia del huracán Ignacio, Marty se desplazaba con gran rapidez, en dos horas atravesó la parte oriental del extremo sur del estado de Baja California Sur, hasta salir al Golfo de California.

El 27 de Agosto de 1989 el huracán Kiko se inició como tormenta tropical y alcanzó la categoría III de la escala de huracanes Saffir -Simpson-con vientos de hasta 195 Km/h ,entrando a tierra por Punta Arena ,localizada en la punta sur de la península ,siendo el municipio de Los Cabos el más afectado con una lluvia extraordinaria de 304mm .Desde la Paz hasta Cabos San Lucas se afectó el suministro de energía eléctrica y el de los sistemas de agua potable , se presentaron daños en la carretera transpeninsular en el tramo San Antonio-San Bartolo; se reportaron daños severos en 20 viviendas y en hoteles de Buena Vista, en la ciudad de La Paz fueron evacuadas 1,300 personas a albergues .

Uno de los huracanes más devastadores que han afectado el país impactó a Baja California Sur y de manera particular a la ciudad de la Paz, el 30 de Septiembre de 1976, Liza entró al Golfo de California a 84 km al este de la Paz, categoría 4 y con 220 km/h, trayendo consigo fuertes lluvias que causaron inundaciones repentinas durante la noche generando el mayor desastre, con cuantiosos daños y pérdida de vidas en los registros en la historia de la entidad.

Entre los peligros que se presentan en el Municipio de la Paz por el paso de un ciclón tropical están los fuertes vientos generados por este tipo de fenómenos que su vez inciden en el oleaje y la marea de tormenta. Las zonas de mayor afectación son las localidades ubicadas en las costas del Pacífico y el Golfo de California. Este fenómeno también genera peligro en la navegación ya que puede resultar afectada la infraestructura portuaria, muelles, y las marinas turísticas, así como embarcaciones.

Otro de los impactos a considerar con la llegada de un ciclón tropical, son las precipitaciones, aspecto que resulta de alta vulnerabilidad para el municipio por su alto peligro a inundaciones.

En las zonas rurales, las fuertes precipitaciones generan que la crecida de los arroyos y la remoción de masa, impidan el tránsito por la carretera transpeninsular y los caminos vecinales. Los ciclones tropicales también pueden producir efectos favorables, sobre todo porque son una de las principales fuentes de precipitación en el país y sus lluvias contribuyen a la recarga de acuíferos y aumentan el volumen de agua almacenado en las presas especialmente en zonas con poca precipitación, como en Baja California Sur.

- **Metodología y nivel de resolución**

Al considerarse uno de los fenómenos naturales que pueden afectar en mayor grado a la población, las viviendas, la infraestructura y las actividades productivas del Municipio de la Paz, uno de los objetivos del análisis de peligros consiste en determinar el peor escenario posible, considerando afectaciones a las rutas de evacuación o destrucción a instalaciones o infraestructura de importancia crítica.

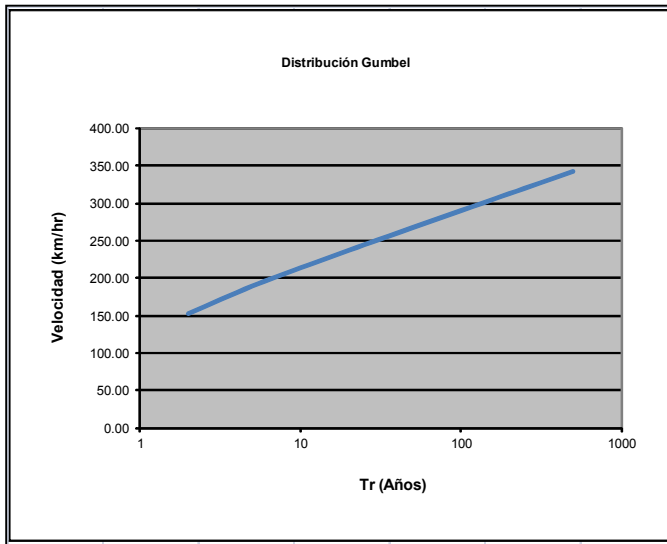
El análisis de peligros por huracanes y depresiones tropicales, parte de las trayectorias históricas por año y categoría y son medidos y ubicados por su intensidad, fueron analizados en los niveles 1 y 2.



Imágenes 88 y 89: El Malecón de La Paz, durante el Huracán Jimena. Fotografías tomadas de Google.

En un mapa se trazaron las rutas de todos los fenómenos que han impactado el municipio, con objeto de observar los patrones de incidencia.

Se determinaron los periodos de retorno a 2, 5,10, 25, 50,100 y 200 años según la probabilidad de ocurrencia para cada una de las intensidades y se elaboraron los mapas de peligros respectivos.



Tr (años)	Vel. (km/hr)	Escala S-S
2	151.97	H1
5	188.96	H3
10	213.45	H4
25	244.39	H4
50	267.35	H5
100	290.13	H5
200	312.84	H5
500	342.79	H5

Tabla 48. Resumen de Periodos de retorno e Intensidad de Huracanes y Velocidad sostenida de vientos.

Se considera que el peligro por ciclones tropicales en el municipio es muy alto. Entre los peligros que están presentes por el paso de un ciclón tropical, están los fuertes vientos que generan estos fenómenos, los que a su vez tienen relación directa con el oleaje y la marea de tormenta y afectaciones en el suministro de la energía eléctrica, a las viviendas y la navegación aérea y marítima.

Las zonas costeras se localizan en las áreas de mayor peligro, afectando a las localidades asentadas a lo largo del litoral, entre ellas las que concentran la mayor población como es el caso de La Paz, Todos Santos y Los Barriles.

En las zonas rurales, del centro y norte del municipio, las fuertes precipitaciones generan que el cauce de los arroyos impida el tránsito y en algunas localidades la carretera actúa como dique, provocando que el agua se embalse en los poblados y se inundan las viviendas, como el caso de San Pedro y Las Pocitas, localizadas al sur y norte de La Paz, respectivamente.

La misma carretera Transpeninsular Mex 01, es una de las infraestructuras estratégicas más expuesta así como los puertos, muelles, embarcaciones, puerto aéreo y aeronaves.

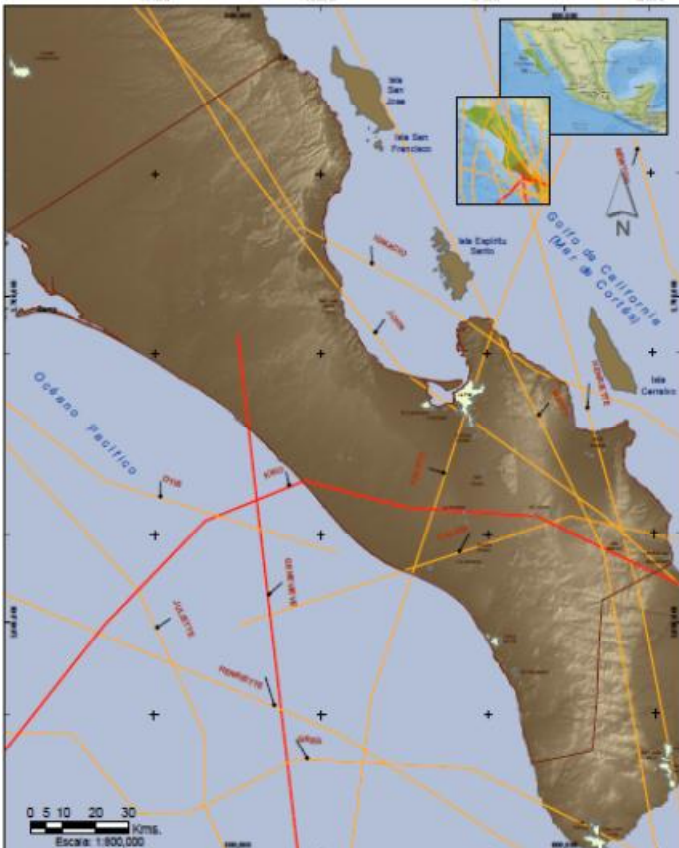


Imagen 88: Peligros por Ciclones en el Municipio de la Paz. Mapa PHM1

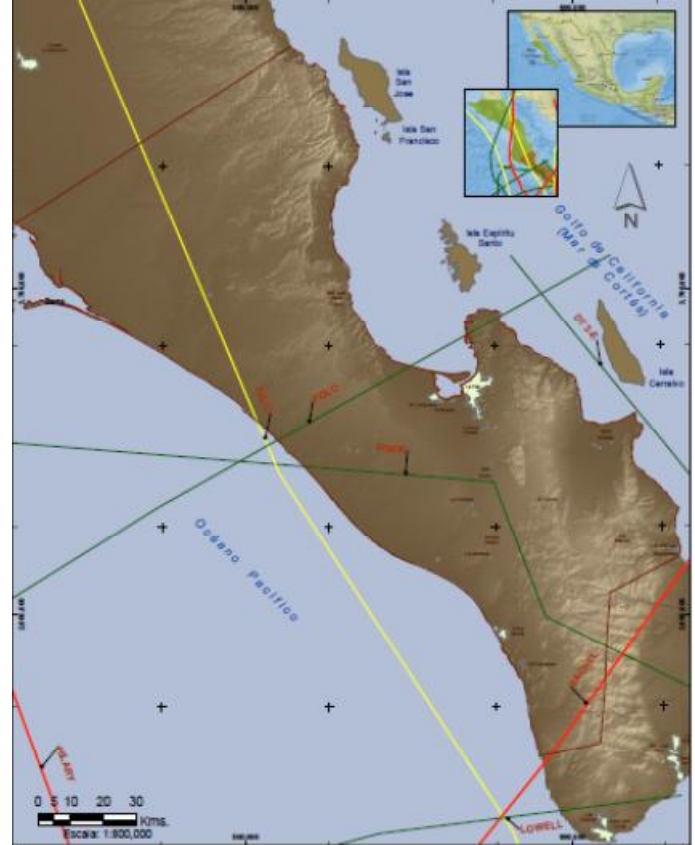


Imagen 89: Peligros por Ondas Tropicales en el Municipio de La Paz. Mapa PHM 2

• Vulnerabilidad

Los grados de vulnerabilidad fueron analizados en base a la escala Saffir-Simpson. La vulnerabilidad frente a este fenómeno que marcan los periodos de retorno de 2 a 5 años, están expuestas a la Categoría 1 y 3 de la Escala Saffir-Simpson, provocando ligeros daños, hasta llegara a algunos daños estructurales en algunas construcciones.

En un periodo de retorno de 10 a 25 años el grado de vulnerabilidad entra en categoría 4, provocando fisuras más generalizadas, con posibles derrumbes en cubiertas, inundaciones en terrenos planos por debajo del nivel del mar, situados a 10 km de la costa. A partir de un periodo de retorno de 50, 100, 200 y 500, años el grado de vulnerabilidad forma parte de la categoría 5.

En cuanto a la vulnerabilidad social ante éstos fenómenos, para las localidades en el Municipio de La Paz se considera media, ya que la población está consciente del peligro que representan, sobre todo la población de las zonas rurales que está más en contacto con la naturaleza y a que las autoridades emiten de manera oportuna, las alertas meteorológicas.

Tabla 49 .Grados Vulnerabilidad escala Saffir-Simpson

Tabla 3. Grados de vulnerabilidad, escala Saffir-Sipson.		
Categoría	Velocidad Km/h	Vulnerabilidad
1	119-153	Ningún daño efectivo a los edificios. Daños menores a arbustos y árboles. Algunas inundaciones de carreteras y costeras y daños leves a muelles.
2	154-177	Provoca algunos daños a los tejados, puertas y ventanas de edificios. Daños considerables a la vegetación, casas y muelles. Las carreteras costeras se inundan dos horas antes de la entrada del centro del huracán.
3	178-209	Provoca algunos daños estructurales a pequeñas residencias y construcciones auxiliares, con pequeñas fisuras en los muros. Las inundaciones cerca de la costa destruyen las estructuras más pequeñas y los escombros flotantes dañan a las mayores. La erosión y el transporte de objetos se incrementan.
4	210-250	Provoca fisuras más generalizadas en los muros, con derrumbe completo de toda la estructura del techo de las viviendas pequeñas. Las inundaciones de los terrenos planos debajo de tres metros situados a 10 kilómetros de la costa. La erosión es muy fuerte en las playas.
5	> 250	Derrumbe total de los techos en muchas residencias y edificios. Algunos edificios se desmoronan y el viento se lleva las construcciones. Los daños son graves en los pisos bajos de todas las estructuras. La erosión de las playas y la remoción en masa del relieve son muy elevados.

Imagen 90: Riesgo por Ciclones y Ondas Tropicales en el Municipio de la Paz. Mapas RHM1 y RHM2

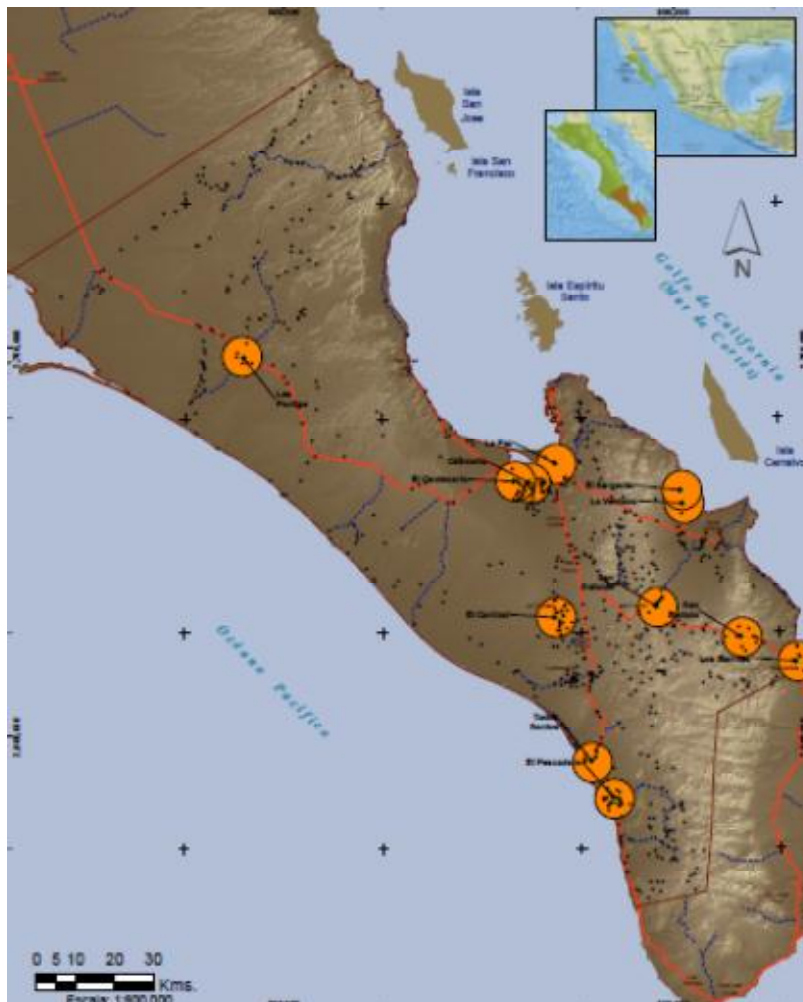




Imagen 91: Huracán "Jimena ". Fotografía tomada de Google

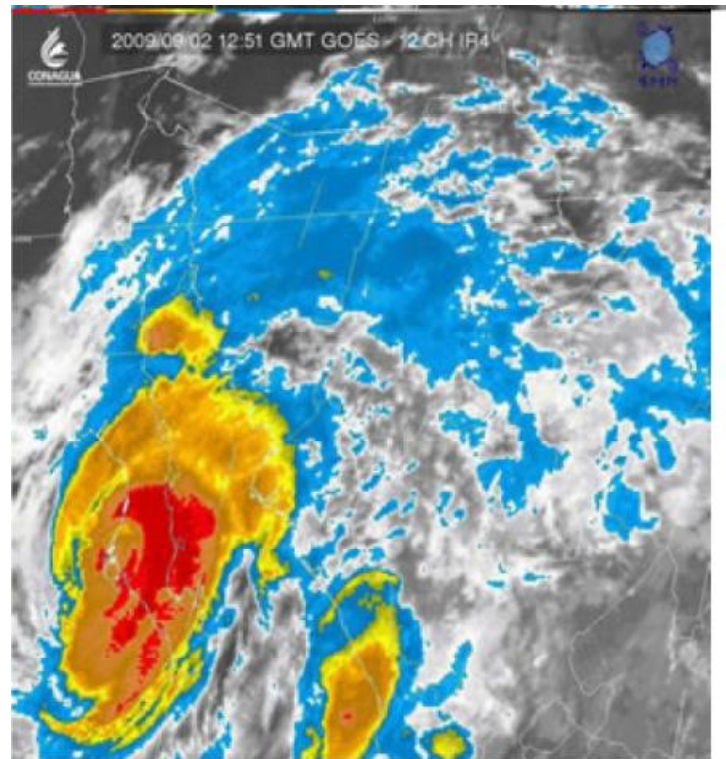


Imagen 92: Satelital del Huracán Jimena impactando territorio de BCS Septiembre 2, 2009 8 hrs. CNA-SMN

- **Riesgos**

Se puede concluir que la alta probabilidad de ocurrencia de ciclones tropicales que se presenta en el municipio, la alta vulnerabilidad física de las construcciones, las infraestructuras y los equipamientos y una vulnerabilidad social media, el Municipio de la Paz presenta un riesgo ALTO ante la presencia de ciclones tropicales.

- **Recomendaciones**

- **Normativas:**

- Medidas estructurales de mitigación incluyendo los reglamentos indispensables para el control del diseño, métodos y materiales de construcción de equipamientos públicos

- **Fortalecimiento de capacidad de respuesta:**

- Sistemas de alerta y predicción oportuna.
- Programa institucionales para concientización a la población.

- **Fortalecimiento de capacidad de gestión del riesgo:**

- Se recomienda que la UMPC cuente con un Plan de Contingencia por Temporada de Huracanes que contenga las acciones de prevención, auxilio y recuperación.



5.2.2 Tormentas eléctricas.

Este tipo de fenómeno acompaña generalmente a otros fenómenos hidrometeorológicos como son las lluvias intensas y tormentas tropicales. Entre los daños que causan el impacto de rayos está el incendio de árboles y áreas descubiertas, muerte de animales y ocasionalmente de personas.

De acuerdo al Observatorio Meteorológico de La Paz, se tienen registradas 207 tormentas eléctricas de 1970 al 2005, siendo 1980, 1981 y 1994 los años que han presentado mayor número de eventos con 14, 15 y 18 respectivamente; dos años (1977 y 1989) no presentan registros de tormenta, y tres años solo presentaron una (1974, 1985 y 1988).

- **Metodología y nivel de resolución**

Se analiza en el nivel 1, mediante una metodología de recopilación de monitoreos con periodo de datos del 1951-2010, de 54 estaciones meteorológicas, ubicada en los municipios de Comondú, la Paz y los Cabos, se realizó una interpolación de los datos estacionales. Los resultados generados presentan el 2% y 5% del municipio con un promedio de 4 y 5 días de presencia del fenómeno, el 13% con 3 días, el 8% con 2 días, y el mayor porcentaje del área total del municipio presenta un promedio de 1 día con el 51%.

Entre las localidades con mayor presencia de este fenómeno están La Paz y Los Barriles, seguidas de Chametla, el Centenario y Todos Santos. De acuerdo a la estadística de la ocurrencia de este fenómeno perturbador se considera de peligro BAJO el 48.17 % de la superficie del territorio municipal, peligro MEDIO el 39.02% y peligro ALTO que representa el 12.81% y se localiza en la porción suroeste del municipio en el extremo sur de la Sierra La Laguna y la costa suroeste del litoral del Pacífico en el área de Todos Santos y El Pescadero, donde se tienen el mayor número de registros, como se puede observar en la imagen correspondiente al Mapa PHM 5. Se tienen identificadas 175 localidades en zona de peligro alto.

PELIGRO POR TORMENTAS ELECTRICAS LA PAZ		
Nivel de peligro	Área (km2)	Porcentaje
Alto	1926.56	12.81%
Medio	5867.67	39.02%
Bajo	7245.22	48.17%
Total	15039.45	100%

Tabla 50. Porcentajes del territorio municipal afectado por Tormentas Eléctricas por nivel de peligro



Imagen 93: Peligros por Tormentas Eléctricas en el Municipio de La Paz. Mapa PHM 5

• Vulnerabilidad

Las localidades en las zonas rurales resultan más vulnerables, debido a la falta de instalaciones adecuadas para reducir el riesgo por impacto de rayos y a que las zonas de trabajo se localizan en el campo. En las zonas urbanas la vulnerabilidad es baja, debido a la existencia de pararrayos en diversas construcciones diseminadas en la ciudad y los sistemas de tierras físicas para estructuras e instalaciones eléctricas y de tecnologías de la información.

La población se encuentra consciente del peligro que representan las tormentas eléctricas, así como de las medidas para evitar resultar afectado, por lo que la vulnerabilidad social se considera baja.

- **Riesgos**

Del monitoreo e interpolación de datos realizados, el nivel de peligro en el municipio de La Paz es medio y se considera una vulnerabilidad física alta, con una vulnerabilidad social media, por lo que se considera que el riesgo por tormentas eléctricas es MEDIO con excepción de la región de Todos Santos y El Pescadero considerados como riesgo ALTO.

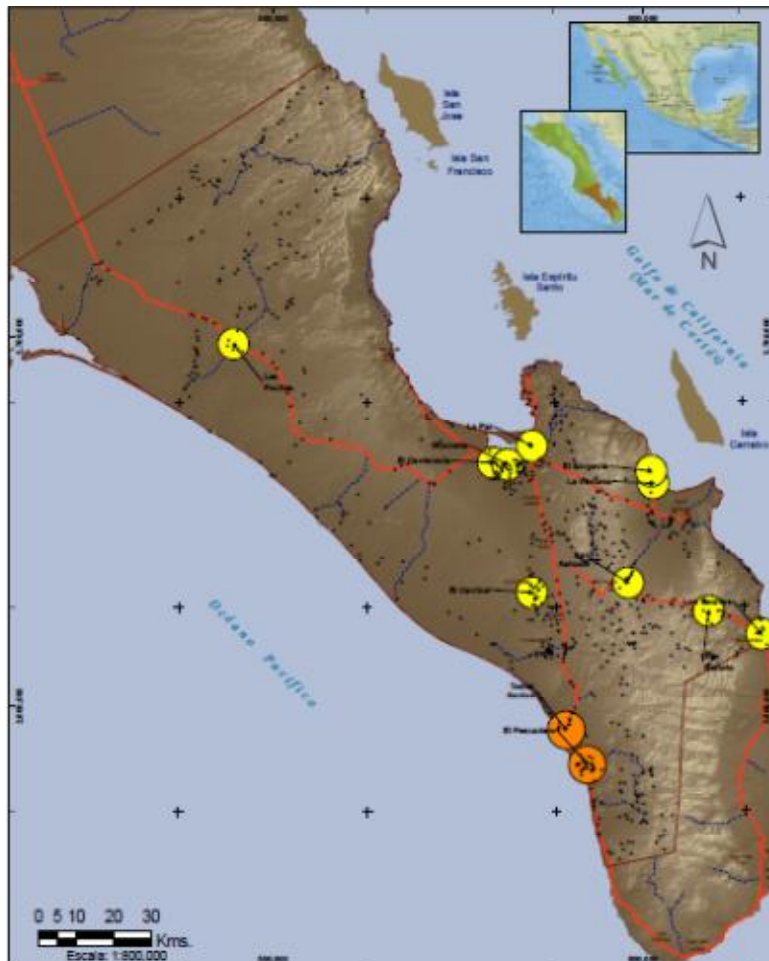


Imagen 94: Riesgo por Tormentas Eléctricas en el Municipio de la Paz. Mapa RHM 5

- **Recomendaciones**

- **Normativas:**

- Incluir en el Reglamento de construcciones para el municipio de La Paz, la obligatoriedad de colocación de pararrayos en edificaciones y estructuras de varios niveles o elevadas.
- **Fortalecimiento de la capacidad de respuesta:**
- Contar con sistemas de alerta oportunos, efectivos y eficientes, que detecten éste fenómeno para prevenir riesgos.



5.2.3 Sequías.

La sequía es un fenómeno natural, que se hace presente de manera silenciosa, casi sin darnos cuenta y sus efectos se transmiten a toda la economía.

La sequía en una zona corresponde a un periodo prolongado de tiempo seco, es decir con poca lluvia. Como parte de las estadísticas de CENAPRED, el grado promedio de sequía de Baja California Sur en un periodo cercano a 1993-1996 es del grado severo.

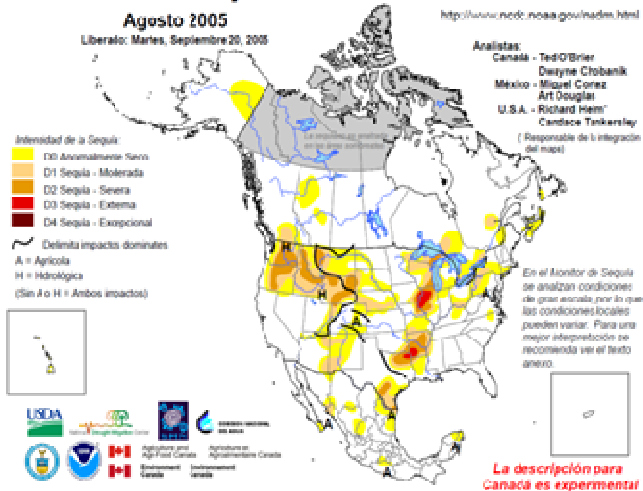
Estado	1948-1954	1960-1964	1970-1978	1993-1996
Baja California Sur	Regular	Severa	Regular	Severa

Tabla 51. Grado de afectación por sequia en Baja California Sur

La severidad de la sequía radica en que es variable en el espacio ya que puede abarcar grandes extensiones de territorio, además de durar meses o años, por lo que sus efectos pueden ser catastróficos en comunidades que no se encuentran suficientemente preparados para afrontarlas.

En la siguiente figura se presenta la intensidad del nivel de sequia en América del norte, se observa que las precipitaciones de agosto del 2005 fueron muy por debajo de lo normal sobre parte del Noreste de México, entre ellas la porción sur del municipio de La Paz, por lo que se calificó como “anormalmente seco”, mientras que en Agosto de 2012 esta zona se extendió hacia el norte, incluyendo todo el municipio de La Paz, mientras que el sur del estado se clasificó con “sequía moderada”.

Monitor de Sequía de América del Norte



Monitor de Sequía de América del Norte

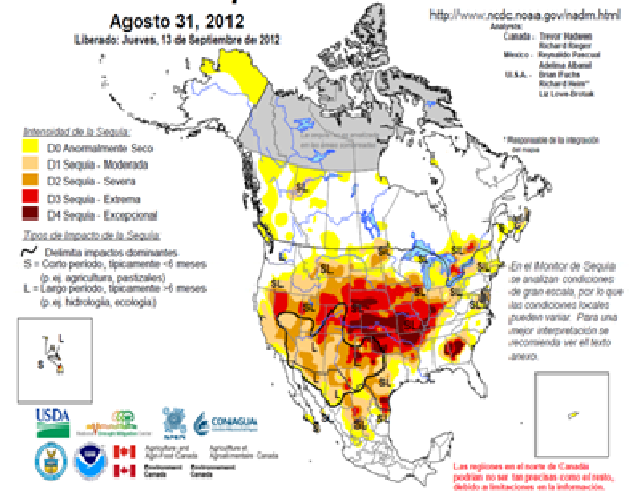


Figura 4: Monitor de Sequía de América del Norte, Agosto de 2005. CONAGUA-SMN

Figura 5: Monitor de Sequía de América del Norte, Agosto de 2012. CONAGUA-SMN

A pesar de que las lluvias a nivel nacional en septiembre de 2012 fueron 11% por debajo del promedio de los últimos 71 años, estas permitieron disminuir 3.4 % la superficie afectada por la sequía moderada (D1) hasta la extrema (D3); durante ese mes los ingresos más importantes de humedad se asociaron a la circulación y desplazamiento del huracán Miriam (22-28 Sep.) y las tormentas tropicales Jhon (2-4 Sep.), Kristy (12-17 Sep.) y Norman (28-29 Sep.) que ocasionaron lluvias sobre el Sur de la Península de Baja California .

Los estados de la Península de Baja California, Chihuahua y Sonora se ubicaron en la clasificación de los diez más húmedos en uno y tres meses y la disminución de la temperatura media de 25.9 °C en Agosto, a 24.4 °C en Septiembre, contribuyó al igual que la lluvia, en la disminución de las áreas afectadas por sequía.

• Metodología y nivel de resolución

Este fenómeno se analiza en el nivel 1 utilizando datos de precipitación media mensual de 54 estaciones meteorológicas, considerando un periodo de 1951- 2010 y los datos del año 2008. Para obtener el índice de severidad de sequía según la metodología de María Engracia Hernández Cerda, y obteniendo el índice de severidad de la sequía meteorológica se clasificó en siete grados: extremadamente severo (mayor de 0.8), muy severo (0.6 a 0.8), severo (0.5 a 0.6), muy fuerte (0.4 a 0.5), fuerte (0.35 a 0.4), leve (0.2 a 0.35) y ausente (<0.2). (Sancho y Cervera, et al., 1980).

Esta fórmula y este grado de clasificación, origina como resultado los índices de severidad por estación meteorológica, siendo necesario repetir este mismo proceso para cada uno de los años analizados.

El periodo analizado por años es a partir de 1980, en la siguiente tabla se muestra como la clasificación del índice de sequía muestra grados entre severo, muy severo y extremadamente severo. Se elaboró el plano PHM 6, donde se muestra la intensidad del fenómeno.



o	Índice de Sequía	Clasificación
1980	0.730542502	Muy severo
1981	0.592579496	Severo
1982	0.805409381	Extremadamente severo
1983	0.599680487	Severo
1984	0.578641815	Severo
1985	0.640222982	Muy severo
1986	0.70774865	Muy severo
1987	0.66884077	Muy severo
1988	0.798809883	Muy severo
1989	0.76812405	Muy severo
1990	0.745260394	Muy severo
1991	0.748483374	Muy severo
1992	0.62333873	Muy severo
1993	0.578120238	Severo
1994	0.765254206	Muy severo
1995	0.854040328	Extremadamente severo
1996	0.862284942	Extremadamente severo
1997	0.710189642	Muy severo
1998	0.7434263	Muy severo
1999	0.769885553	Muy severo
2000	0.683278645	Muy severo
2001	0.835668845	Extremadamente severo
2002	0.795285127	Muy severo
2003	0.815379863	Extremadamente severo
2004	0.632060988	Muy severo
2005	0.769657128	Muy severo
2006	0.802314928	Extremadamente severo
2007	0.823360504	Extremadamente severo
2008	0.689560987	Muy severo

Tabla 52. Índice de sequía por años. Fuente: Elaboración propia con datos SMN-CONAGUA

Se determinaron los periodos de retorno a 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años como se muestra en la siguiente Tabla:

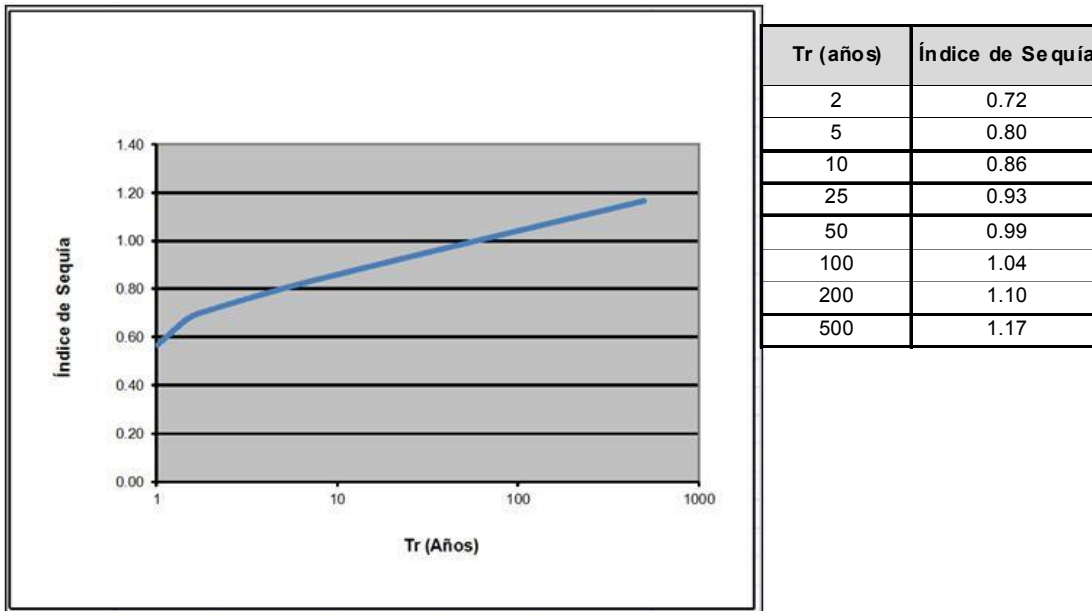


Tabla 53. Indicadores de sequia por periodo de retorno

PELIGRO POR SEQUIAS MUNICIPIO DE LA PAZ		
Nivel de peligro	Área (km ²)	Porcentaje
Alto	9577.63	63.68%
Medio	2989.07	19.87%
Bajo	2472.75	16.44%
Total	15039.45	100%

Tabla 54. Porcentajes del territorio municipal afectado por Sequias por nivel de peligro

Como se puede observar en la imagen correspondiente al Mapa PHM 6, éste fenómeno representa un peligro ALTO en el 63.68% del territorio del municipio, de manera importante el norte del territorio, la zona costera del Golfo de California incluyendo la Bahía la Ventana, la región de Los Planes y Ensenada de Muertos, así como la región de Los Barriles y una porción de la zona serrana. Se tienen identificadas 335 localidades en el municipio en zona de peligro ALTO.

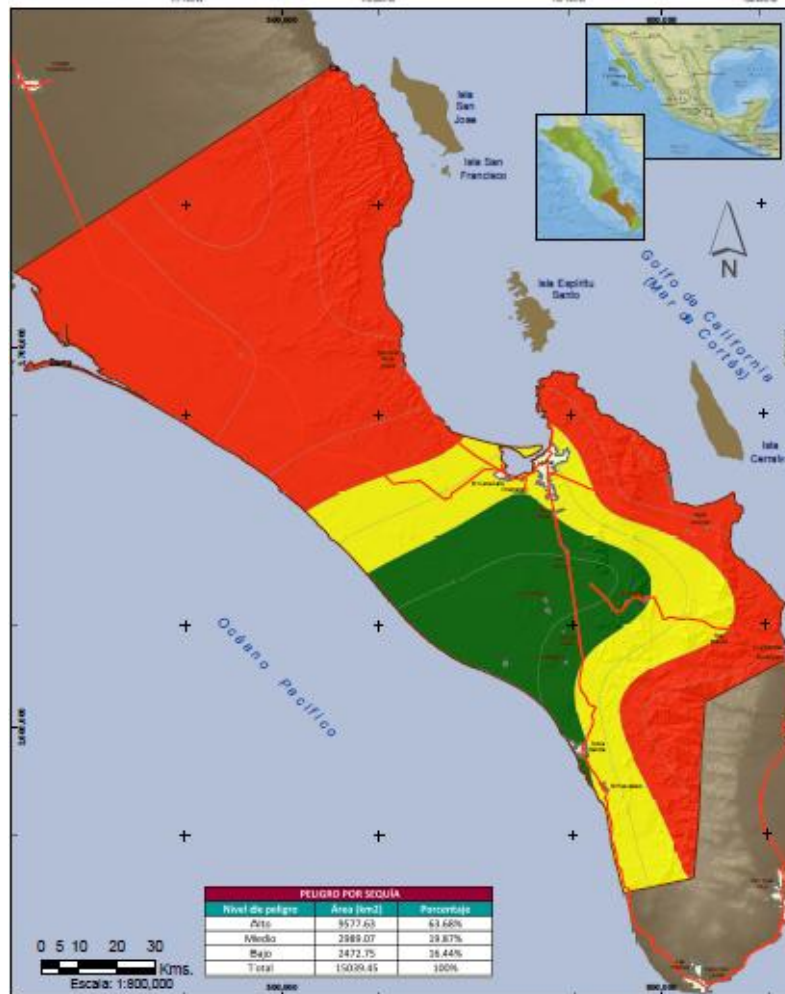


Imagen 95: Peligros por Sequía en el Municipio de la Paz. Mapa PHM 6

La región de La Paz y las localidades ubicadas en la sierra La Giganta presentan peligro MEDIO, así como la región de Todos Santos.

- **Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad se concentra en las pérdidas agrícolas, por reducción de la productividad de las tierras de cultivo, en la ganadería con las tasas elevadas de mortalidad de ganado o en la propagación de incendios forestales, propagación de plagas de insectos afectando la economía ya la población en general.

Los boletines emitidos por el Servicio Meteorológico Nacional nos indican que los meses críticos para el municipio de La Paz son los correspondientes al estiaje, que es cuando la sequía alcanza un grado que va de severo a extremo y también es cuando se presentan los mayores impactos en el sector agropecuario. Al presentarse las lluvias intensas en el mes de Septiembre la sequía se reduce a anormalmente seca, sin embargo al completarse un largo período expuesto al fenómeno también se han presentado impactos hidrológicos con el abatimiento de los niveles de los acuíferos.

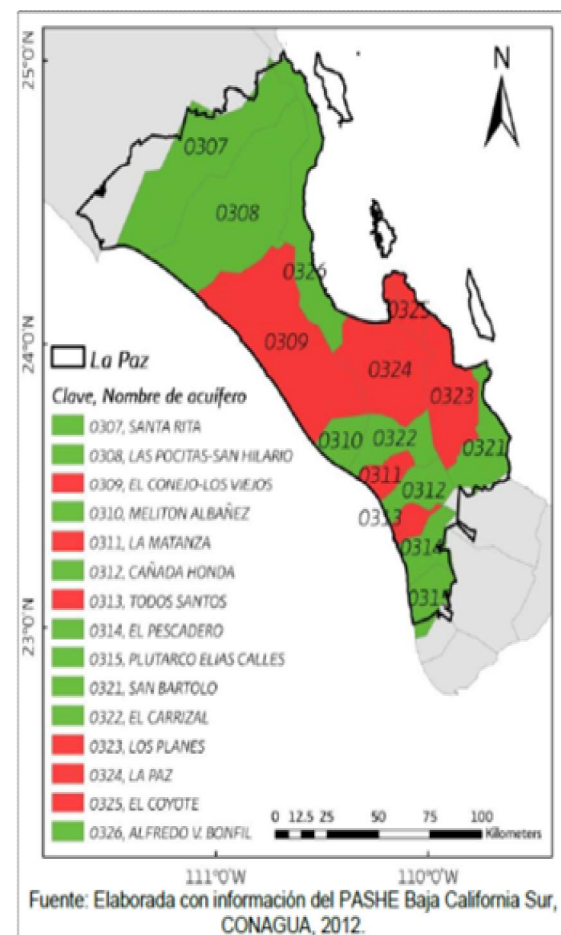
Las áreas agrícolas del Valle de La Paz, resultan con alta vulnerabilidad, ya que la ausencia de precipitaciones afecta principalmente al sector. Se riega una superficie aproximada de 4,000 Has. La principal fuente de abastecimiento es de origen subterránea de 15 acuíferos, de los cuales 6 están sobre explotados.

Bajo este contexto, el municipio presenta actualmente un déficit hídrico de 11 hm³.

Las zonas urbanas de Las Pocitas, Los Barriles, El Sargento -La Ventana El Pescadero presentan una alta vulnerabilidad, en tanto que en La Paz y su zona conurbada Chametla y El Centenario, Todos Santos, El Carrizal, San Antonio y San Bartolo presentan una vulnerabilidad media.

El Gobierno del Estado de BCS en coordinación con el gobierno federal a través de la CONAGUA ha elaborado el Programa Hídrico Estatal Visión 2030, cuyo objetivo principal es *Asegurar el equilibrio de cuencas y acuíferos, mediante la reducción del consumo, del desperdicio y de las pérdidas de agua en todos los usos*. Incluimos en las recomendaciones algunas de las líneas de acción propuestas en el plan.

Figura 6. Acuíferos del municipio de La Paz



- Riesgos

Podemos concluir que del análisis de la intensidad que presenta este fenómeno y la vulnerabilidad de la población y por lo anteriormente señalado, que el riesgo por sequia es ALTO en los centros de población El Sargento-La Ventana, Los Barriles, Las Pocitas El Pescadero y sus zonas agrícolas.

Riesgo MEDIO en La Paz-Chametla y El Centenario y su valle agrícola, El Carrizal, Todos Santos, San Antonio y San Bartolo.



Imágenes 96,97 ,98: Valle de La Paz. Efecto Sequia. Fotografías tomadas de w.w.w.sudcaliforniano.com.mx

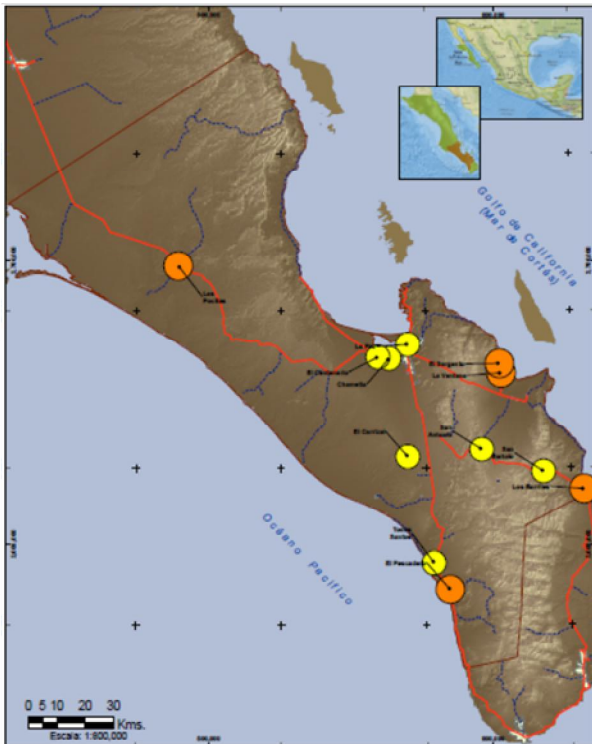


Imagen 99: Riesgo por Sequia en el Municipio de La Paz. Mapa RHL1-3



Imagen 100: Riesgo por Sequia en El Pescadero. Mapa RHL3-3

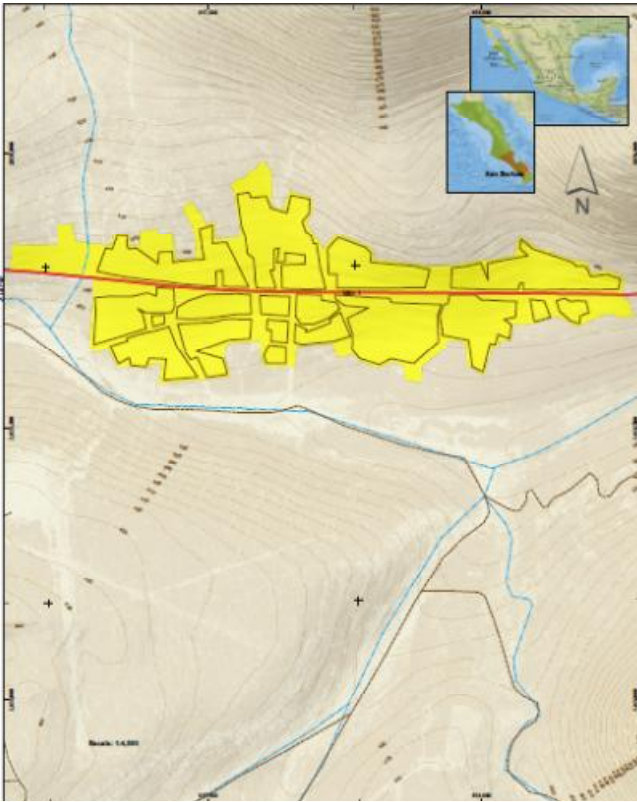


Imagen 101: Riesgo por Sequia en San Bartolo. Mapa RHL8-3

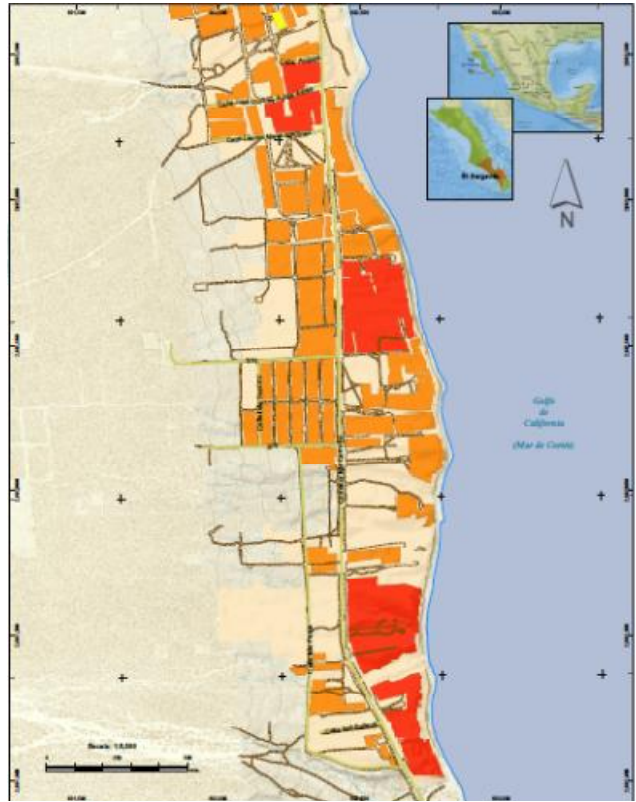


Imagen 102: Riesgo por Sequia en El Sargento. Mapa RHL4-3

En la Tabla siguiente se resume la estimación del escenario de riesgo y daños hipotéticos esperados en cada una de las áreas urbanas de las localidades de estudio ante el fenómeno de sequías:

Sequias - Las Pocitas				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
MA	106	31	32	31
A	229	66	69	66
M	10	3	3	3



Sequias - La Paz				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
A	93688	44	27317	\$ 44.12
M	121490	56	34596	\$ 55.88

Sequias - El Centenario				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
M	4592	98	1234	97
B	104	2	33	3

Sequias - Chametla				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
MA	619	28	217	28
A	1557	71	546	71
M	3	0.1	1	0.1

Sequias - Todos Santos				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
M	5097	99	1311	99
B	51	1	11	1

Sequias - El Pescadero				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
MA	671	29	269	29
A	1659	71	665	71
M	7	0	3	0



Sequias - Los Barriles				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
MA	668	57	286	57
A	301	26	129	26
M	168	14	71	14
B	37	3	17	3

Sequias - El Sargento				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
MA	309	32	243	32
A	645	67	503	67
M	4	0.4	3	0.4

Sequias - La Ventana				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
MA	63	25	30.00	25
A	192	75	92.00	75

Sequias- San Antonio				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
A	133	29	101	29
M	301	65	228	65
B	29	6	22	6

Sequias- San Bartolo				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
A	187	47	52	52
M	208	53	48	48

Tabla 55. Identificación de nivel de Riesgo por Sequia por localidad de estudio



- **Recomendaciones**
- **Obras y/o Acciones**

➤ **Mejora en la eficiencia en el sector agrícola.**

- El entubamiento o revestimiento de canales de distribución de agua para reducir las pérdidas por infiltración.
- El aumento de la productividad manteniendo nutrientes y agua en el suelo.
- La reducción del consumo de agua e incremento de la productividad mediante el empleo de sistemas de riego localizados (goteo, cintilla, aspersión, etc.).
- Mantener en condiciones óptimas de operación la infraestructura existente en las Unidades de Riego mediante su conservación.

➤ **Eficiencia en el sistema de abastecimiento y distribución del agua de uso urbano y doméstico.**

- Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales zonales en los centros de población, para el saneamiento y reúso de agua en el riego de parques y jardines de los centros de población.
- Desalación de agua para garantizar el suministro de agua para el uso doméstico
- Estudios, proyecto y construcción de zonas de captación de lluvias extraordinarias para infiltrarlas al subsuelo para mitigar el abatimiento de los acuíferos y como obras de protección contra inundaciones súbitas
- Reparación de fugas en las redes de distribución municipal.
- Sectorización de la red municipal y control de presión en la red.
- Incentivar en los nuevos desarrollos urbanos el reúso de agua en jardines.



5.2.4 Temperaturas Máximas Extremas.

Las temperaturas extremas que se presentan en un lugar son consecuencias de sistemas atmosféricos atípicos que se asientan en una región y pueden dar lugar en el invierno a ondas de frío, y en el verano a ondas de calor. Generalmente las temperaturas que se presentan son de una magnitud de dos a tres veces desviaciones estándar, respecto a los valores normales, tanto de temperaturas mínimas, como de temperaturas máximas. Estos valores térmicos tienen una profunda influencia en la salud de los habitantes.

Temperaturas máximas.

- **Metodología y nivel de resolución**

Se analiza en el nivel 1 y 2, zonificando mediante una metodología de recopilación de monitoreo con periodo de datos del 1951-2010, de 54 estaciones meteorológicas, ubicada en los municipios de Comondú, la Paz y los Cabos, se realizó una interpolación de los datos.

Se obtienen resultados de las zonas más expuestas a temperaturas extremas que incluyen a las localidades de La Paz, Centenario y Chametla, y el norte del municipio con el 35% de superficie total. El resto de las localidades presenta temperaturas extremas de un promedio de 33°. Se considera la localidad de menor temperatura máxima extrema a San Antonio localizada al centro del municipio de la Paz.

Tmax	Área km2	Porcentaje
30	3891.89	26%
33	5955.94	40%
36	5191.62	35%

Tabla 56. Superficie de temperaturas extremas máximas.

Elaboración propia con datos SMN-CONAGUA.

PELIGRO POR TEMPERATURAS MAXIMAS EXTREMAS		
Nivel de peligro	Área (km2)	Porcentaje
Alto	3891.90	25.88%
Medio	5955.94	39.60%
Bajo	5191.62	34.52%
Total	15039.46	100%

Tabla 57. Porcentajes del territorio municipal afectado por temperaturas Máximas Extremas por nivel de peligro

En la imagen correspondiente al Mapa PHM 7 es posible apreciar que la zona considerada como de peligro ALTO corresponde al 25.88% de la superficie del municipio que incluye la porción norte y la zona del Valle de La Paz incluyendo la ciudad capital y su zona conurbada y las poblaciones rurales asentadas en el área afectable. Se tienen identificadas 237 localidades en el municipio en zona de peligro ALTO.

La zona considerada de peligro BAJO representa el 34.52% del territorio municipal que corresponde a las localidades asentadas en la costa del Pacífico y la Sierra La Laguna; en tanto que el resto de la superficie que representa el 39.60% del territorio se considera como de peligro MEDIO.

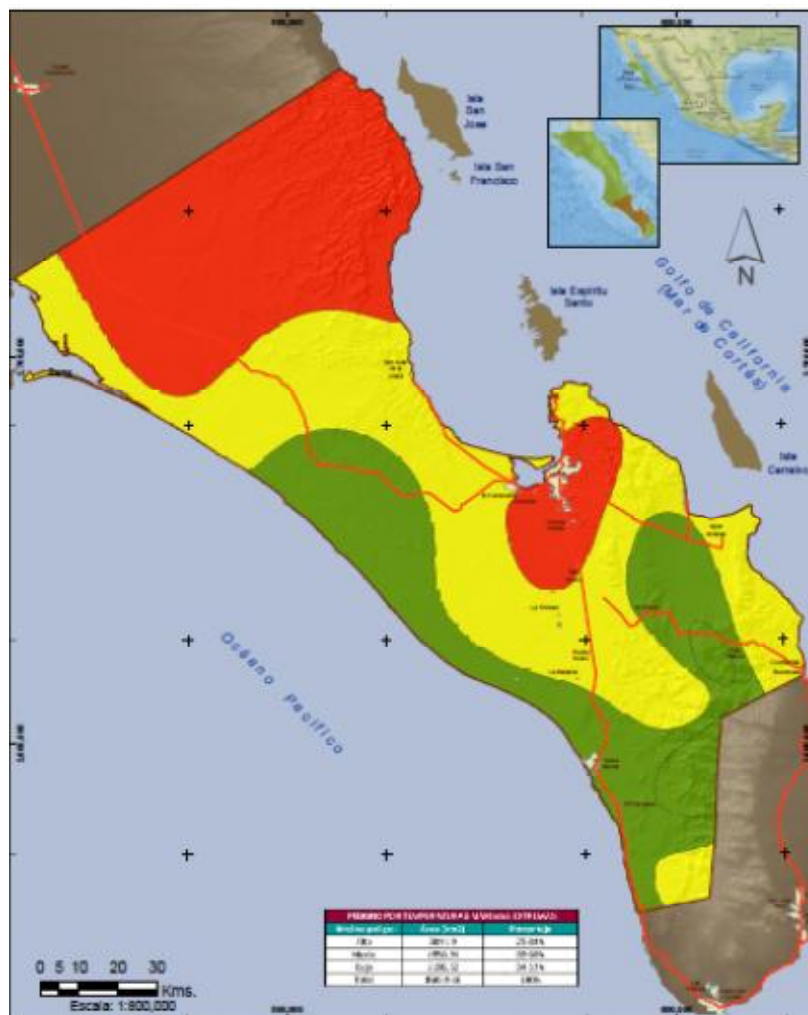


Imagen 103: Peligros por Temperaturas Máximas Extremas en el Municipio de la Paz. Mapa PHM7



• Vulnerabilidad

Entre las afectaciones que provocan las altas temperaturas, se identifican la deshidratación en personas y animales, golpe de calor, descomposición de alimentos e incendios forestales.

El incremento de temperatura unido al incremento en la humedad en el ambiente, eleva la vulnerabilidad en la población, sobre todo en los asentamientos más precarios en la ciudad de La Paz y el área rural, con viviendas de materiales deficientes y escasos servicios públicos y en los sectores de población vulnerable como infantes, adultos mayores e indigentes. *Tabla 58. Indicadores de Vulnerabilidad por altas temperaturas*

Tabla 5. Vulnerabilidad por altas temperaturas		
Temperaturas	Designación	Vulnerabilidad
28 a 31°C	Incomodidad	La evapotranspiración de los seres vivos se incrementa. Aumentan dolores de cabeza en humanos.
31.1-33°C	Incomodidad extrema	La deshidratación se toma evidente. Las tolveneras y la contaminación por partículas pesadas se incrementan, presentándose en ciudades.
33.1-35°C	Condición de estrés	Las plantas comienzan a evapotranspirar con exceso y se marchitan. Los incendios forestales aumentan.
> 35°C	Límite superior de tolerancia	Se producen golpes de calor, con inconciencia en algunas personas. Las enfermedades aumentan.

• Riesgos

Mapas RTMM4, RHL11, RHL2-1, RHL3-1, RHL4-1, RHL5-1, RHL6-1, RHL8-1, RHL9-1

Podemos concluir que del análisis de la intensidad que presenta este fenómeno y la vulnerabilidad de la población, se estima que el riesgo por temperaturas máximas extremas en el Municipio de la Paz es ALTO. Sobre todo en las localidades urbanas de mayor concentración de población como lo es la Ciudad de la Paz, Chametla y El Centenario, se presenta de MUY ALTO a ALTO junto con las localidades de Las Pocitas y el Carrizal.

Las localidades que presentan un riesgo MEDIO son Todos Santos y El Pescadero, El Sargento. La Ventana y Los Barriles y en las localidades que presentan un riesgo BAJO en temperaturas máximas extremas son San Bartolo y San Antonio.

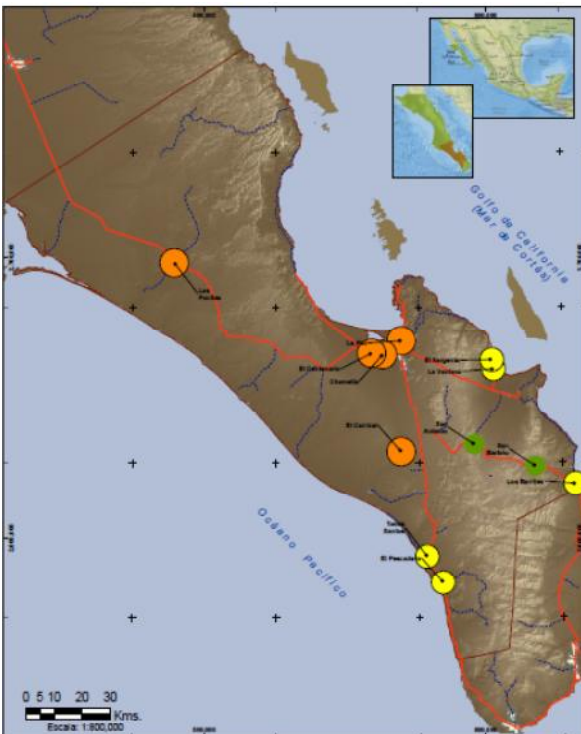


Imagen 104: Riesgos por Temperaturas Máximas Extremas en el Municipio de La Paz. Mapa RTMM 4

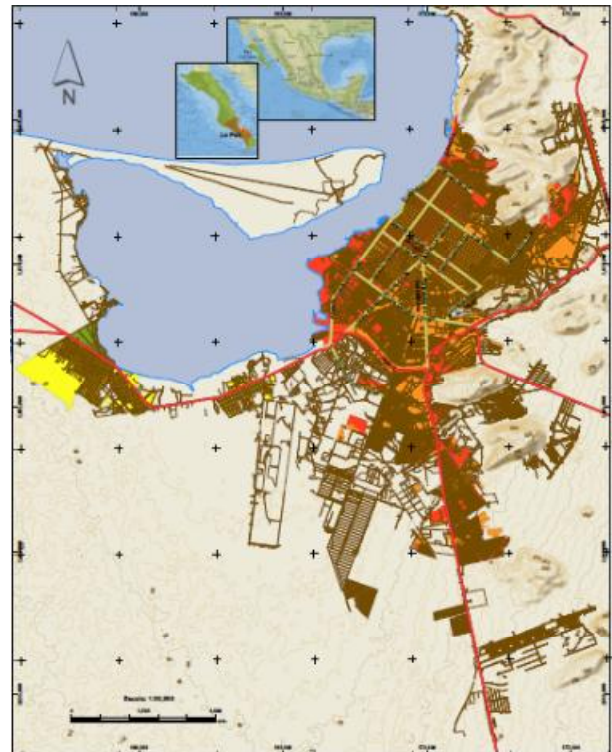


Imagen 105: Riesgos por Temperaturas Máximas Extremas en ciudad de La Paz. Mapa RHL 1-1



Imagen 106: Peligros por Temperaturas Máximas Extremas Todos Santos. Mapa RHL2-1

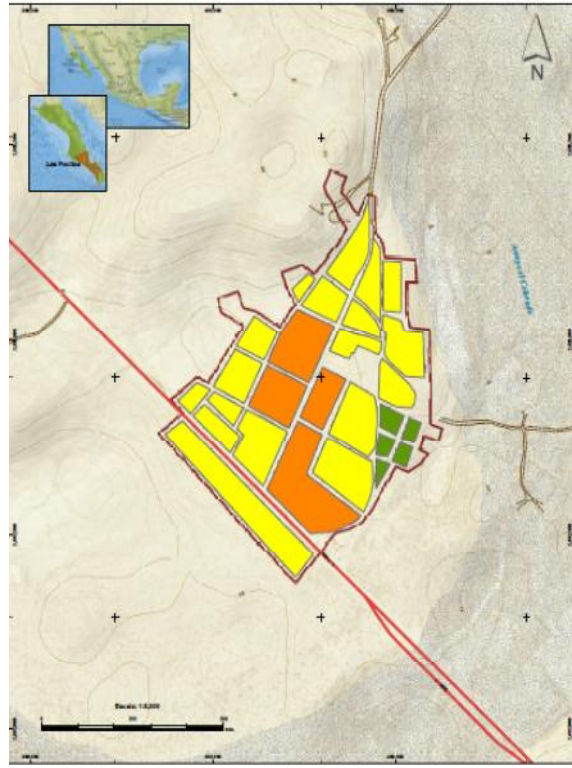


Imagen 107: Peligros por Temperaturas Máximas Extremas Las Pocitas. Mapa RHL7-1

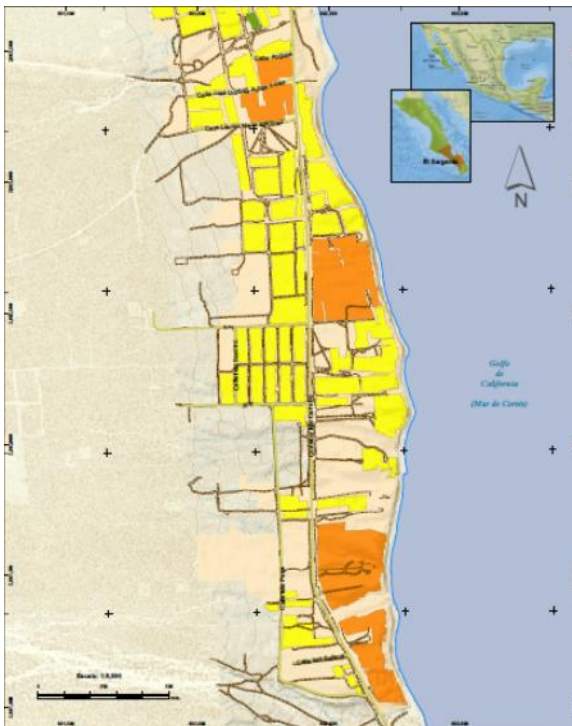


Imagen 108: Peligros por Temperaturas Máximas Extremas El Sargento. Mapa RHL4-1

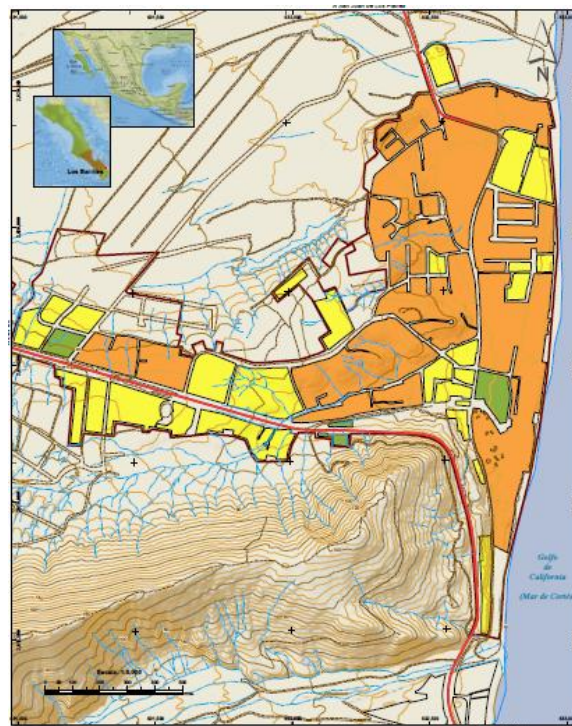


Imagen 109: Peligros por Temperaturas Máximas Extremas Los Barriles. Mapa RHL 6-1



En la Tabla siguiente se resume la estimación del escenario de riesgo y daños hipotéticos esperados en cada una de las áreas urbanas de las localidades de estudio ante el fenómeno de temperaturas Máximas Extremas:

Temperaturas máximas - Las Pocitas				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
A	106	31	32	31
M	229	66	69	66
B	10	3	3	3

Temperaturas máximas - La Paz				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
MA	97092	45	28259	46
A	118086	55	33654	54

Temperaturas máximas - El Centenario				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
M	4592	98	1234	97
B	104	2	33	33

Temperaturas máximas - Chametla				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
A	619	28	217	28
M	1557	71	546	71
B	3	0.1	1	0.1



Temperaturas máximas - Todos Santos				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
M	5097	99	1311	99
B	51	1	11	1

Temperaturas máximas - El Pescadero				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
A	634	27	254	27
M	1696	73	680	73
B	7	0	3	0

Temperaturas máximas - Los Barriles				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
A	768	65	329	65
M	369	31	157	31
B	37	3	17	3

Temperaturas máximas - El Sargento				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
A	309	32	243	32
M	645	67	503	67
B	4	0.4	3	0.4

Temperaturas máximas - La Ventana				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
A	63	25	30.00	25
M	192	75	92.00	75

Temperaturas máximas - San Antonio				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
A	133	29	101	29
M	301	65	228	65
B	29	6	22	6

Temperaturas máximas- San Bartolo				
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
A	187	47	52	52
M	208	53	48	48

Tabla 59. Identificación de Riesgos por temperaturas Máximas Extremas en localidades de estudio

- **Recomendaciones**
- **Normativas:**
 - Se recomienda que para contar con medidas de mitigación de islas de calor urbanas, se incluya una norma técnica en el Reglamento de construcciones que incluya el uso de superficies reflectantes y permeables, y favorecer el flujo de ventilación como medida de disminución de temperaturas extremas sobre todo en las viviendas.
- **Fortalecimiento de la capacidad de respuesta:**
 - Se recomienda que la UMPC cuente con sistemas de alerta oportunos, efectivos y eficientes, que detecten éste fenómeno para prevenir riesgos.
 - Se recomienda realizar campañas de difusión entre la población sobre éste fenómeno para concientizar del peligro y sus efectos y fomentar la cultura de la prevención.
- **Obras y/o Acciones:**
 - Distribución de suero oral entre la población vulnerable como medida preventiva para mitigar los efectos en la salud de la población.



5.2.5 Vientos Fuertes.

El viento es una corriente de aire que se desplaza horizontalmente, originada por el desigual calentamiento de las masas de aire en las diversas regiones de la atmósfera.

Los vientos de mayor intensidad son los que se producen por los huracanes, de hecho, la velocidad de viento es precisamente el parámetro con lo que se miden estos fenómenos en la escala más comúnmente usada (Escala de Saffir-Simpson). Por tanto las zonas costeras, y en particular las que tienen una más frecuente incidencia de huracanes, son las que están expuestas a un mayor peligro por efectos del viento. Sin embargo, otros fenómenos atmosféricos son capaces de producir fuertes vientos, por lo que aun en el interior del territorio existen zonas con peligro de vientos intensos.

El viento es afectado de manera importante por la topografía del terreno; la velocidad aumenta en los bordes anteriores a la topografía abrupta y edificaciones, y al pasar por cañadas entre montañas, cuando estas se encuentran alineadas con la dirección del viento. En zonas urbanas, la periferia de la población resulta usualmente sujeta a velocidades de viento mayores. En invierno la Península se ve frecuentada por los frentes fríos con dirección del noroeste y norte.; durante los meses de Octubre y Noviembre se presentan vientos intensos del sureste denominados el Cordonazo de San Francisco.

En otras ocasiones durante varios días sopla un viento intenso y constante que también localmente se le denomina Colla su dirección es del noroeste, este viento ocasiona en el mar una constante marejada con olas de hasta 3 metros de altura que inciden fuertemente en las bahías o frentes rocosos costeros que estas orientados hacia el norte, este viento se presenta en todo el Golfo de California y su presencia genera un aumento en la presión atmosférica y descenso en la temperatura, en los registros de 1992 a 1997 se presentan 10 eventos por año con permanencia de uno a cinco días.

- **Metodología y nivel de resolución**

Se elaboró el plano PHM8 que se muestra en la imagen , según los datos de velocidad máxima y dirección del viento para las velocidades máximas sostenidas, con información de los últimos 4 años, como se muestra en la siguiente Tabla en las que Siglas: VV max=Velocidad del viento máxima (km/h), DV max= Dirección de la velocidad máxima del viento (grados azimut), VV= Velocidad del viento (km/h), DV= Dirección promedio del viento (grados azimut). Mediante el monitoreo de la Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas, SAGARPA, resulta una velocidad máxima promedio 26 km/h, y la dirección de la velocidad máxima del viento en la localidad de Todos Santos y El Carrizal en el Municipio de la Paz.

Estación	longitud	latitud	VV max	DV max	VV	DV
El Carrizal, La Paz.	110° 17' 52.7"	23° 46' 43.12'	28.15	229.88	7.39	249.02
San Juan de Los Planes, La Paz.	109° 54' 20.9"	23° 56' 44.3"	27.26	102.06	4.19	243.48
Todos Santos, La Paz.	110° 14' 45.3"	23° 29' 17.3'	25.83	225.52	5.22	210.03
Miraflores, Los Cabos.	109° 47' 32.7"	23° 23' 0.2'	19.05	149.32	2.89	251.24
Las Cuevas, Los Cabos.	109° 40' 5.8"	23° 31' 28.7"	22.00	83.28	4.05	262.74
Los Tulares, Comondú.	111° 50' 41.7"	25° 4' 48.1"	31.75	273.93	8.21	234.30
Pozo Peña, Comondú.	111° 50' 42.3"	25° 25' 30.6"	28.74	260.70	6.56	205.15

Tabla 60. Velocidades máximas de Vientos con datos de la red nacional de estaciones estatales agro climatológicas. Fuente SAGARPA

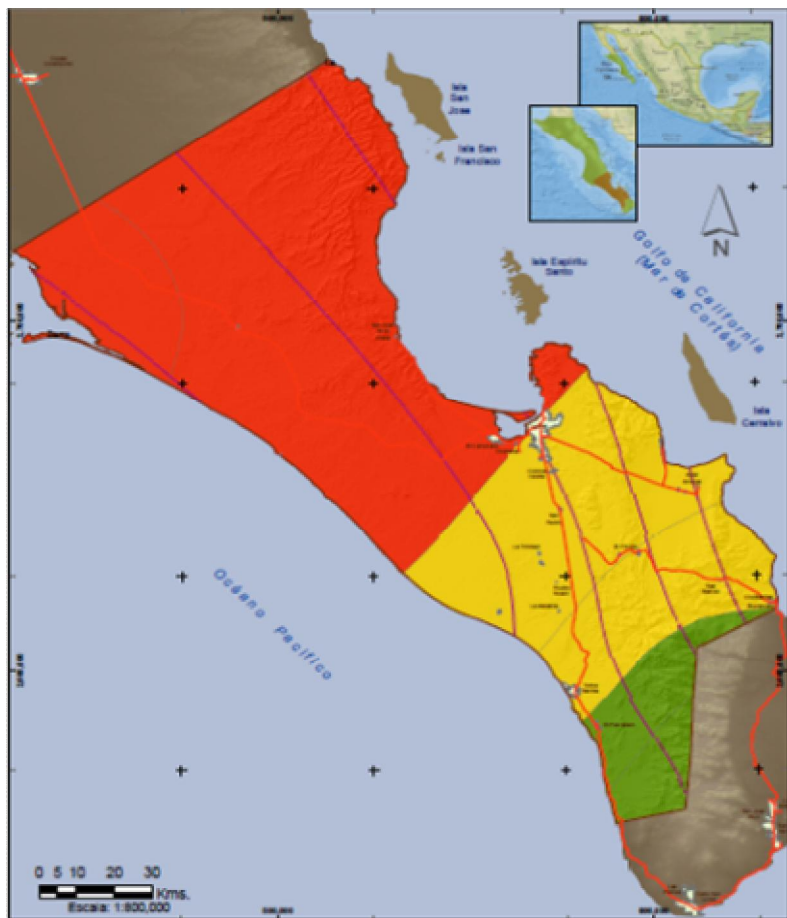


Imagen 110: Peligros por Vientos Fuertes en el Municipio de La Paz. Mapa PHM 8

PELIGRO POR VIENTOS MAXIMOS		
Intensidad	Area (Km2)	Porcentaje
Alto	8,896.64	59.16%
Medio	4,930.96	32.79%
Bajo	1,211.85	8.06%
Total	15,039.45	100.01%

Tabla 61. Porcentajes del territorio municipal afectado por Vientos Fuertes por nivel de peligro

Podemos concluir que el 92% de la superficie del municipio está expuesto al fenómeno de vientos máximos. En el mapa correspondiente, es posible apreciar que la zona considerada como de peligro ALTO corresponde al 59.16 % de la superficie del municipio que incluye la porción norte incluyendo los litorales y la Bahía de La Paz inclusive la ciudad capital y su zona conurbada y las poblaciones rurales asentadas en el área afectable. Se tienen identificadas 276 localidades en el municipio en zona de peligro ALTO.

La zona considerada de peligro MEDIO representa el 32.79% del territorio municipal que corresponde a la porción central del municipio, incluyendo los litorales; en tanto que el resto de la superficie que representa el 8.06% del territorio que corresponde a la porción extrema sur del municipio, se considera como de peligro BAJO, ya que la sierra funciona como barrera.



Imagen 111: Malecón de la Paz después del paso del huracán Paul, Octubre 17, 2012. Fotografía tomada de www.cronicadetierrablanca.com.mx.



Imagen 112: Caída de postes de energía eléctrica y transformadores en centro de La Paz, después del paso del huracán Norbert, Octubre 12, 2008. Fotografía tomada de www.oem.com.mx/esto/notas



- **Vulnerabilidad**

Los vientos fuertes aumentan la vulnerabilidad del Municipio ante los fenómenos de ciclones y ondas tropicales, sobre todo las localidades asentadas en las zonas de litoral afectados principalmente por la velocidad de las fuertes ráfagas, por lo que se consideran de alta vulnerabilidad.

En las zonas rurales y en los asentamientos de construcciones precarias en las zonas urbanas, cuyas viviendas están construidas con materiales como cartón y lámina en muros y cubiertas y otros materiales susceptibles a ser desprendidos por la acción del viento, por lo que se consideran de alta vulnerabilidad.

En las zonas urbanas las estructuras metálicas, utilizadas en anuncios de publicidad exterior, mobiliario urbano, semáforos, postes de alumbrado público, señalización entre otros, resultan ser las más dañadas por este tipo de fenómenos. Las primeras pueden causar daños con su desplome en construcciones, viviendas, vehículos, personas e infraestructuras.

Los árboles también sufren el embate de los vientos y pueden con su caída generar daños a viviendas, vehículos, personas e infraestructuras como cables de energía eléctrica y telefonía e interrumpir vías de comunicación y rutas de evacuación.

- **Riesgos**

Podemos concluir que del análisis de la intensidad que presenta este fenómeno y la vulnerabilidad de la población las zonas identificadas con riesgo ALTO son la ciudad de la Paz, Chametla, El Centenario y Las Pocitas. El resto de las localidades se considera con riesgo MEDIO.

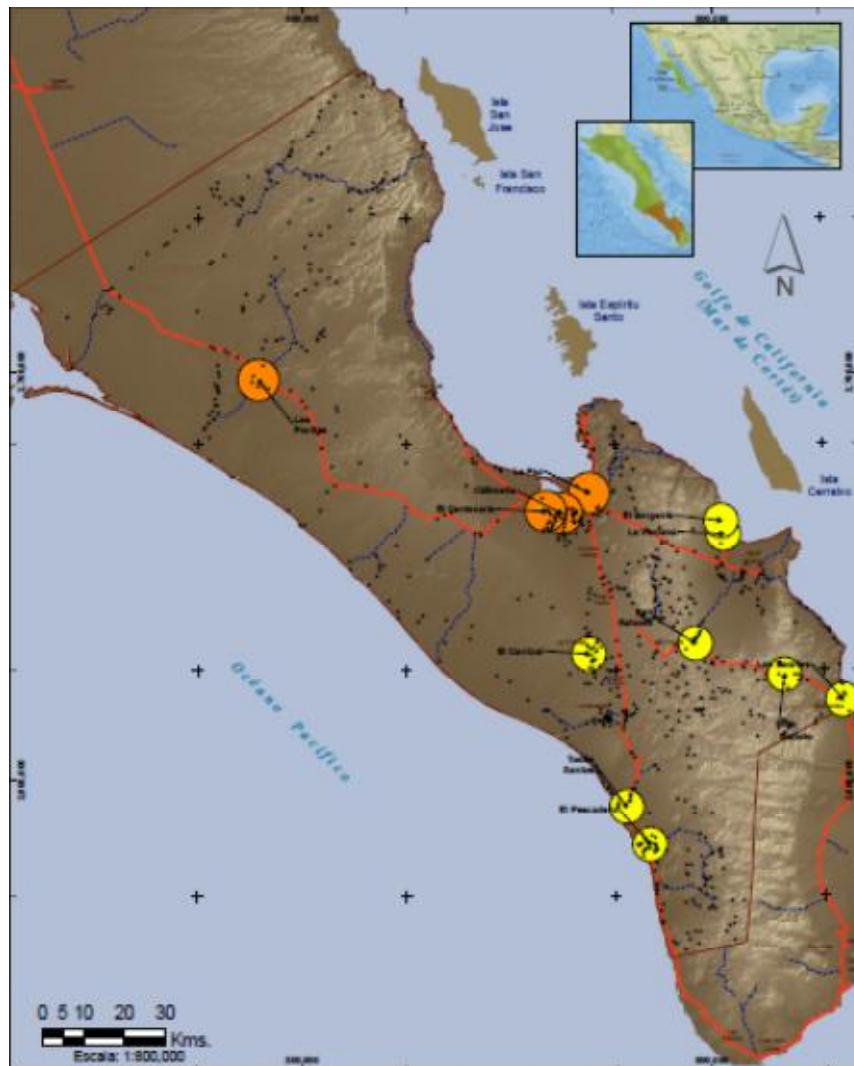


Imagen 113: Riesgo por Vientos Fuertes en el Municipio de La Paz. Mapa RHM 9

- **Recomendaciones**
- **Normativas:**
- Se recomienda integrar al Reglamento de Construcciones para el Municipio de la Paz las normas técnicas de diseño estructural para resistencia a vientos fuertes considerando una velocidad máxima de 250 Km/h; así como las normas en materia de construcción de anuncios de publicidad exterior y su resistencia ante vientos fuertes.
- **Fortalecimiento de capacidad de respuesta:**
- Contar con sistemas de alerta oportunos, efectivos y eficientes, que detecten éste fenómeno para prevenir riesgos.
- **Obras y/o Acciones:**
- Instrumentar programas de mejoramiento de vivienda en los asentamientos rurales y zonas de vivienda precaria en la ciudad, reposición o reforzamiento de techumbres.



5.2.6 Inundaciones.

El drenaje pluvial está conformado por una gran cantidad de arroyos y cuencas relativamente pequeñas de corta longitud, forma alargada y fuertes pendientes en donde las crecientes se presentan regularmente en forma súbita y descargan al mar; los escurrimientos se producen en lapsos de varios años y son generados por el régimen de lluvias normales, se infiltran a lo largo de los cauces, y por lo general no llegan al mar, está situación propicia que los aprovechamientos superficiales sean casi nulos a excepción de algunos manantiales.

Por lo anterior, los peligros por inundaciones súbitas se presentan desde la salida de los escurrimientos provenientes de las partes altas de la sierra, a su llegada a lo que se denomina la zona intermedia de las cuencas. Estas zonas se caracterizan por formar abanicos aluviales, generados por varios factores, entre los más importantes: desertificación de las cuencas por orígenes antropogénico o naturales o por tipo de suelo, así como a los cambios abruptos en la pendiente del terreno.

Una vez que los escurrimientos inciden sobre las zonas intermedias, se genera un cambio importante en el régimen hidráulico del flujo, tendiendo a distribuirse en una llanura de inundación o abanico aluvial, en donde dependiendo de las condiciones precedentes a la precipitación, como son depósitos o socavación, será el comportamiento de las corrientes.

Aunado a lo anterior, se suma la estadística de lluvias en las estaciones climatológicas de la CONAGUA dentro del municipio, en donde las isoyetas de precipitación generan un criterio más amplio de la peligrosidad de las cuencas.

Con base en lo anterior, entre las zonas que se identifican con peligro de inundaciones sobre la vertiente del Golfo de California se encuentran las siguientes:

- Cuencas cortas que desembocan al Golfo de California desde Bahía Dolores hasta El Comitán.
- Parte media y baja del valle de La Paz, que abarca desde la desembocadura del arroyo San Pedro, hasta la desembocadura del arroyo El Calandrio.
- Canal de llamada y encauzamiento del arroyo El Piojillo y El Cajoncito.
- Zona Intermedia y baja de la cuenca del arroyo Tezcalama, delimitada por las sierras Los Chiles, Sierra Las Canoas, vertiente oriental de la sierra El Novillo, Sierra del Perico, Sierra Las Palmillas y la Sierra El Carrizalito.
- Salida del arroyo San Bartolo desde aproximadamente 7 kilómetros al oeste del poblado del mismo nombre hasta su desembocadura al mar.
- Arroyo Buenos Aires.
- Cuenca del arroyo Boca del Álamo.

Sobre la vertiente del Pacífico, las zonas de escurrimiento con mayor peligro son:

- Cuenca del arroyo Santa Rita, cuya desembocadura se ubica en Puerto Chale en la Bahía Santa Marina. Es la cuenca de mayor longitud en el municipio de La Paz.
- Cuenca del arroyo El Colorado, mismo que desemboca en el Estero Salado.
- Arroyo Guadalupe
- Arroyo Datilar
- Cuenca El Carrizal
- Arroyo la Muela
- Arroyo Grande
- Arroyo San Jacinto



Imagen 114: Mapa PHM9 Peligros por Inundación Municipio de La Paz



- **Metodología y nivel de resolución**

El estudio hidrológico del municipio se elabora con base en la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos elaborada por el CENAPRED, donde establece el procedimiento para analizar las cuencas que por sus características fisiográficas, son capaces de producir avenidas súbitas. Adicionalmente, se realizan análisis hidrológicos complementarios a dicha guía, de acuerdo a las características propias del estado de Baja California Sur y de cada una de las cuencas estudiadas.

Identificación de arroyos

Los sitios de análisis se definieron con base en los polígonos de las zonas urbanas previamente establecidos y los arroyos señalados en las cartas topográficas de INEGI escala 1:50,000.

Visita al sitio

Una vez identificados en gabinete los sitios de análisis, se realizaron las respectivas visitas de campo, recorriendo lugares significativos a lo largo de cada arroyo, para observar sus características físicas, realizando levantamiento fotográfico y posicionando detalles relevantes georeferenciándolos mediante el uso de sistemas portátiles de posición global (GPS).

Identificación de cuencas

Las cuencas se obtuvieron mediante el empleo de las cartas topográficas digitales de INEGI, escala 1:50,000, mediante el programa Auto Cad Map se dibuja toda la red de drenaje a partir de los arroyos de orden dos (arroyo principal y sus afluentes). Posteriormente, partiendo de cada sitio de estudio, se traza el parte aguas de cada una de las cuencas con base en las curvas de nivel de las cartas topográficas.

Clasificación de las cuencas hidrográficas

Cabe señalar que todas las cuencas identificadas para estudio, de acuerdo al tipo de salida de sus escurrimientos, son del tipo exorreicas y la clasificación de su tamaño será con base en la siguiente Tabla:



<i>Tipo de cuenca de acuerdo a su tamaño</i>	<i>Superficie (km²)</i>
Pequeña	≤ 50
Mediana	$\geq 50 \leq 100$
Grande	> 100

Tabla 62. Clasificación de cuencas por su tamaño

Características fisiográficas de las cuencas

Área de cuenca

Es la superficie en proyección horizontal delimitada por el parte aguas de cada sitio de estudio, misma que se obtiene utilizando el programa Auto Cad Map.

Longitud del cauce principal

El cauce principal corresponde a aquel de mayor orden de toda la red de drenaje (clasificación Horton-Strahler) y al que signifique una mayor longitud; la longitud total del cauce principal es la distancia horizontal que recorre dicha corriente desde su nacimiento (parte alta de la cuenca) hasta el sitio de estudio.

Pendiente media del cauce.

Para determinar la pendiente media de cada cauce, se utilizó el criterio de la pendiente media establecida por Taylor y Schwarz.

Tipo de suelo

El tipo de suelo se define con base en la clasificación del Servicio de Conservación de Suelos de USA, basada en las características hidrológicas para producir escurrimiento.

Clasificación de suelos por el SCS	
Grupo de suelos	Descripción de las características del suelo
A	Suelo con bajo potencial de escurrimiento, incluye arenas profundas con muy poco limo y arcilla; también suelo permeable con grava en el perfil. Infiltración básica 8-12mm/h.
B	Suelos con moderadamente bajo potencial de escurrimiento. Son suelos arenosos menos profundos y más agregados que el grupo A. Este grupo tiene una infiltración mayor que el promedio cuando húmedo. Infiltración básica 4-8mm/h.
C	Suelos con moderadamente alto potencial de escurrimiento. Comprende suelos someros y suelos con considerable contenido de arcilla, pero menos que el grupo D. Este grupo tiene una infiltración menor que la promedio después de saturación. Infiltración básica 1-4 mm/h.
D	Suelos con alto potencial de escurrimiento. Por ejemplo, suelos pesados, con alto contenido de arcillas expandibles y suelos someros con materiales fuertemente cementados. Infiltración básica menor 1 mm/h.

Tabla 63. Clasificación de Suelos. Fuente Servicio de Conservación de Suelos.USA

La clasificación se realiza con base en las visitas de campo y en las cartas de uso de suelo y vegetación del INEGI.

Cobertura vegetal

La cobertura vegetal se determina con base en las visitas de campo y con apoyo de las imágenes satelitales del Google Earth.

Estimación de escurrimientos (Gastos de análisis)

Para la determinación del escurrimiento en la cuenca de estudio, debido a que en el municipio de La Paz no se cuenta con registros de corrientes aforadas, en todos los casos es necesario utilizar modelos de relación lluvia - escurrimiento; se aplicarán tres de ellos: Método de Ven Te Chow, Método del Hidrograma Unitario Sintético y Método Racional.

Los caudales seleccionados para el análisis no son el promedio aritmético de los resultados de cada método, sino adicionalmente, se toma en cuenta, la experiencia y las características propias de cada zona de estudio de tal manera que el gasto de análisis sea el más representativo de la zona de estudio.



Método de Ven Te Chow

Fue deducido basándose en el concepto de hidrogramas unitarios e hidrogramas unitarios sintéticos y considera que el caudal pico del escurrimiento directo de una cuenca puede calcularse como el producto de la lluvia en exceso por el caudal pico de un hidrograma unitario.

Su desarrollo demanda, como paso preliminar, determinar la cobertura vegetal y el tipo de suelo de la zona de estudio.

Método del Hidrograma Unitario Sintético

Este método, desarrollado por el SCS, también llamado del “número de curva” consta de dos partes. En la primera de ellas se hace una estimación del volumen de escorrentía resultante de una precipitación - escurrimiento directo, en la segunda se determina el tiempo de distribución del escurrimiento, incluyendo el caudal de punta.

Para determinar el volumen de escurrimiento, debe hacerse una estimación del valor de CN, el cual depende de características de la cuenca tales como uso de la tierra, condiciones del suelo y condiciones de humedad de la cuenca en el momento de ocurrir la precipitación.

Se conocen y aceptan tres clases de condiciones de humedad antecedentes para una cuenca, según el SCS serían de tipo I, II y III siendo la más usual para el caso de estado de Baja California Sur la de Tipo III por ser precipitaciones mayores a 50 mm en un tiempo mayor a 12 horas por el tipo de evento ciclónico que se presenta.

Los grupos hidrológicos de suelo se clasifican según su capacidad para transmitir agua (Infiltración): el grupo A tiene una intensidad alta de transmisión de agua, el grupo B moderada, el grupo C lenta, y el D muy lenta.

Método Racional

El método racional se utiliza en hidrología para determinar el hidrograma de descarga de una cuenca hidrográfica.

Este método empírico por su simplicidad, es aun utilizado para el cálculo de alcantarillas, galerías de aguas pluviales, estructuras de drenaje de pequeñas áreas, a pesar de presentar algunos inconvenientes, superados por procedimientos de cálculo más complejos. También se usa en ingeniería de carreteras para el cálculo de



caudales vertientes de la cuenca a la carretera, y así poder dimensionar las obras de drenaje necesarias, siempre que la cuenca vertiente tenga un tiempo de concentración no superior a 6 horas.

Parámetros hidrológicos

Se utilizaron los periodos de retorno (T_r), curva numérica (CN), Coeficiente de escurrimiento (C_e) y Tiempo de concentración (t_c) e Intensidad de lluvia (i).

Periodo de retorno (T_r)

El periodo de retorno es el tiempo promedio entre las ocurrencias de un evento que excede cierta intensidad. Como se trabajó con series hidrológicas de registros de lluvia diaria, los eventos se referirán a las precipitaciones máximas anuales en 24 horas. Los periodos de retorno analizados son los correspondientes a 2, 10, 50, 100, 200, 1000 y 2000 años.

Aún cuando el nivel metodológico propuesto en la Guía Básica para Elaboración de los Atlas Municipales de Peligros y Riesgos Naturales de SEDESOL, establece que los periodos de retorno hasta 200 años, arrojan elementos suficientes para la determinación de las zonas de riesgo; hemos incorporado en el análisis los periodos de retorno de 1000 y 2000 años, con objeto de hacer coincidir la metodología aplicada por la Comisión Nacional del Agua, para estudios hidrológicos de obras diversas y así evitar posibles discrepancias inteinstitucionales.

Curva Numérica (CN)

La CN está basada en el tipo de cubierta vegetal que se tiene en la cuenca analizada, con apoyo en la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI. Para determinar dicha curva es necesario contar con dos parámetros para la utilización del nomograma para zonas áridas y semiáridas. El primero es el por ciento de la cobertura vegetal que se cuenta de acuerdo a la subdivisión que se da; el segundo dato es el tipo de suelo. Posteriormente, se pondera cada una de las áreas por el coeficiente correspondiente y se aumenta este valor de curva por las condiciones de humedad en el suelo antecedentes a la tormenta.

Coeficiente de escurrimiento (C_e)

El coeficiente de escurrimiento indica la capacidad que tiene el suelo para permitir el flujo del agua sobre el mismo, este parámetro varía de 0 a 1, entre más elevado es el coeficiente mas impermeable es el suelo. La vegetación y el tipo de suelo tienen gran influencia sobre este parámetro, el coeficiente aumenta conforme disminuya la vegetación y aumente la pendiente del cauce, ya que las plantas ayudan a disminuir la velocidad del agua propiciando así una mayor infiltración o bien un escurrimiento menor.



Los suelos pueden ser A cuando son arenosos, con una permeabilidad alta; B cuando el suelo es más o menos arenoso con una permeabilidad media alta, C es un suelo más compacto que el arenoso y que por lo tanto tiene una permeabilidad media alta y por último, hay suelo D, este es un suelo muy compacto, es arcilloso y con una permeabilidad muy baja. Para determinar el C_e se utiliza la Tabla de valores de escurrimientos y se realiza el ajuste asociado a los periodos de retorno.

Tiempo de concentración (t_c)

Para estimar el tiempo de concentración se utiliza la fórmula de Kirpich: ver Apéndice C en Anexo

Intensidad de lluvia (i)

Para determinar la intensidad de lluvia se emplea la fórmula de Emil Kuishling y C. E. Gransky: ver Apéndice C en Anexo.

Clasificación de los Peligros por Inundaciones

Los Peligros por Inundaciones se refieren a aquellas zonas vulnerables de afectación ante la presencia de lluvias extraordinarias, y se clasificarán principalmente en tres diferentes aspectos:

1.- Peligros por Inundaciones.- Se refiere a aquellas zonas que se encuentran dentro de cuencas endorreicas o con descargas muy lentas que generan un remanso importante de agua.

2.- Peligros por Avenidas súbitas.- Aquellas zonas ubicadas sobre el paso natural o artificial de corrientes superficiales.

3.- Zonas de Peligro por fallas súbitas de estructuras hidráulicas.- Se describen algunas zonas en donde, por las condiciones actuales que prevalecen en ciertas obras hidráulicas, se presenta un riesgo.

En los Mapas de peligros PHM9 Y PHM10 anexos se clasificaron e identificaron de acuerdo a la siguiente Tabla:

	1.-Zonas de Peligros por Inundaciones
	2.-Zonas de Peligros por Avenidas Súbitas
	3.- Zonas de Peligros por Fallas Súbitas de Obras Hidráulicas

Tabla 64. Clasificación de zonas de peligro por tipo de inundación

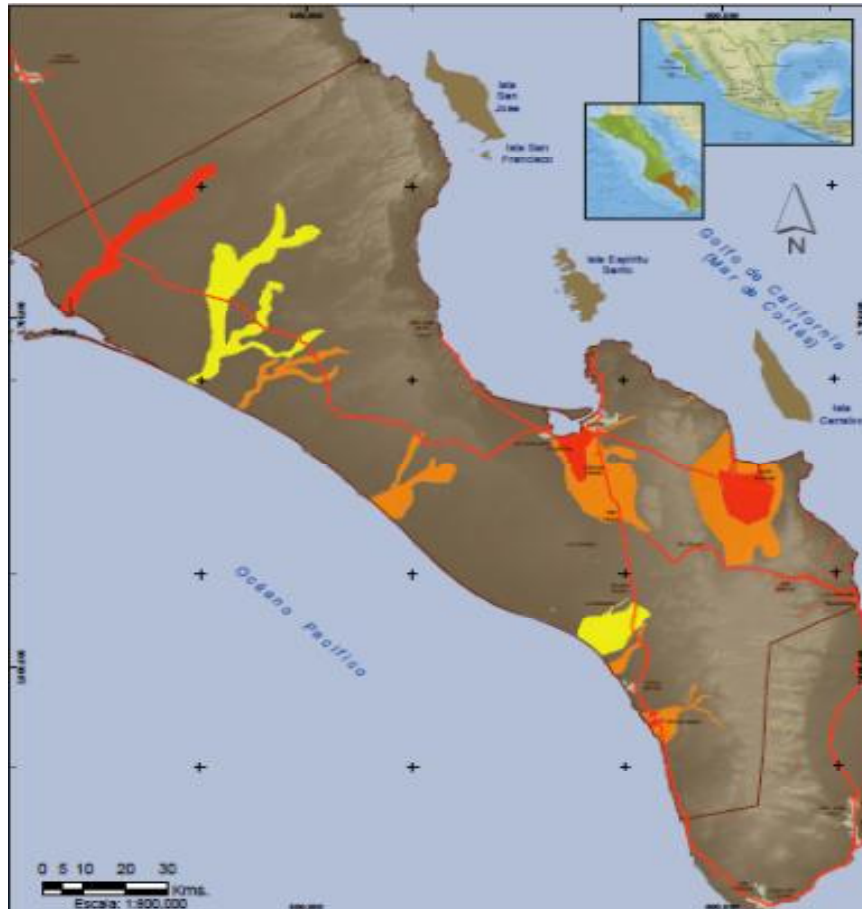


Imagen 115 .Mapa PHM 10 Zonas de Peligro Potencial de Inundación en el Municipio de la Paz.

En la imagen anterior es posible observar que las zonas de mayor peligro potencial de inundación de MUY ALTO a ALTO, son las correspondientes a la ciudad de La Paz y su zona conurbada Chametla y la localidad de San Pedro así como las localidades de Agua Amarga, Las Pocitas, Los Barriles, Buenavista y San Bartolo; se tienen identificadas 110 localidades en el municipio en zona de peligro MUY ALTO y 82 en zona de peligro ALTO. Con peligro ALTO la localidad de El Pescadero, El Sargento, La Ventana y con peligro MEDIO Las Matancitas.



Es importante destacar que se presentan zonas de peligro MUY ALTO y ALTO donde no se localizan asentamientos humanos, sin embargo la infraestructura que puede resultar más afectada por inundaciones es la Carretera Transpeninsular principal vía de comunicación y posible ruta de evacuación .

A su vez la estructura de algunos puentes es causante de inundaciones en poblados como Las Pocitas y San Pedro por el diseño insuficiente para el paso del caudal de agua por avenidas súbitas. DE igual forma el Aeropuerto Internacional Gral. Márquez de León de la ciudad de La Paz, puede sufrir daños afectando la navegación aérea, la economía de la región y la llegada de suministros y equipos de rescate en caso de desastre.

Estudio Hidráulico para la identificación de Peligros por Inundaciones Súbitas en las zonas urbanas de las localidades de estudio

o Metodología y nivel de resolución

Se estudiaron las zonas urbanas de las localidades de: La Paz incluyendo la zona conurbada El Centenario y Chametla,- El Sargento y su anexo La Ventana, Las Pocitas, San Antonio, San Bartolo, Los Barriles, Todos Santos y El Pescadero.

Para definir el grado de peligro en las localidades se utilizaron los siguientes criterios:

1. Análisis hidráulicos
2. Análisis del comportamiento de las corrientes superficiales
3. Peligros por fallas de estructuras hidráulicas.
4. Visitas de Campo

Se realizó la clasificación de peligros por inundaciones súbitas a nivel localidad en cuatro categorías:

- 1.- Peligro muy alto
- 2.- Peligro alto
- 3.- Peligro medio
- 4.- Peligro bajo

Análisis Hidráulicos

El análisis hidráulico se realizó utilizando el modelo computacional HEC RAS del US Army Corps of Engineers, utilizando las bases topográficas y de traza urbana de las localidades proporcionadas por las Direcciones de Catastro y Desarrollo Urbano del Ayuntamiento de La Paz, con excepción de San Antonio, San Bartolo y Las Pocitas que se realizó estudio de campo.



Descripción del modelo

La finalidad del estudio hidráulico, es la obtención de las elevaciones del agua para los caudales que transcurren en los cuerpos de agua, o en las obras hidráulicas como canalizaciones, encauzamientos, etc.

El programa HEC - RAS (HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER - RIVER ANALYSIS SYSTEM) está basado en la aplicación de la ecuación de conservación de energía expresada en términos unidimensionales, con la pérdida de carga valorada según la ecuación de Manning y con las siguientes hipótesis básicas:

- El flujo es estacionario. Los valores de las variables no dependen del tiempo, que no interviene en los cálculos.
- El flujo es uniforme
- El flujo se considera unidimensional con corrección para distribución horizontal de velocidad; la altura es igual para todos los puntos de la sección.
- Tres opciones: Régimen supercrítico, régimen supercrítico y mixto; en este último permite el cambio de régimen, mientras que los otros dos asume toda la sección en uno mismo.
- La pendiente de la línea de energía es uniforme entre dos secciones transversales.
- El lecho del cauce es fijo, y no sufre deformaciones.

El modelo matemático resuelve de forma iterativa, la ecuación de la conservación de la energía para calcular el nivel del agua en una sección, a partir de un nivel conocido en otra. Para calcular las pérdidas por fricción se utiliza la fórmula de Manning pudiendo usarse diferentes procedimientos, tanto, para fijar el valor del coeficiente que varía de sección en sección, y en cada una horizontal o verticalmente, como para calcular el valor medio en cada tramo. Pueden especificarse con todo detalle las pérdidas por expansión o contracción así como las pérdidas en puentes.

Para el caso del presente estudio, se pretende definir con este modelo, las elevaciones del espejo libre del agua sobre el terreno natural, de los caudales obtenidos en el estudio hidrológico para los períodos de retorno de 2, 10, 50, 100, 200, 1,000 y 2,000 años.

Identificación de las corrientes superficiales

Mediante el empleo de la cartografía digital de INEGI, así como con apoyo en visitas de campo e imágenes satelitales Google Earth, se identificaron las corrientes que confluyen en las localidades que abarca el estudio, mismas que fueron definidas en el capítulo 2.

Cabe mencionar que para la identificación de zonas de peligros en la zona urbana de la ciudad de La Paz, se siguieron las recomendaciones realizadas en visita de campo con el personal técnico de la Dirección de Protección Civil del Municipio de La Paz. en la zona norte, centro y parte de la zona sur de la ciudad , en



donde nos indicaron las zonas que históricamente se han visto afectadas por escurrimientos pluviales y sus trayectorias.

Trazo de ejes y secciones transversales

Una vez identificada la trayectoria de los arroyos y escurrimientos principales se procedió a realizar el trazo de un eje al centro, y secciones transversales normales al flujo. La distancia entre estaciones varía dependiendo el ancho total de la corriente, siendo de 200 metros para anchos de cauces relativamente grandes, mayores a 100 metros. Para aquellos cauces menores la distancia varía de 20 a 50 metros. Conforme la trayectoria es recta y sin cambios aparentes en el ancho total se estableció a cada 50 metros, pudiendo llegar hasta a cada 20 cuando las secciones se tornan sinuosas y de ancho variable.

Desarrollo del modelo matemático HEC-RAS y clasificación de las zonas de peligros

Utilizando el programa CIVIL CAD © se obtuvo la geometría de las secciones transversales al arroyo, mismas que fueron alimentadas en el programa HEC RAS..

Posteriormente, se definieron las condiciones de frontera de las corridas, se procedió a definirla y determinar la tabla de características geométrico – hidráulicas.

Asimismo, se ingresaron los caudales para diferentes períodos de retorno en el estudio hidrológico, y con los resultados de la elevación del espejo del agua, se tomaron las distancias para la obtención de los límites del agua para los diferentes períodos de retorno.

Correlación de los períodos de retorno con la identificación de zonas de peligros por inundaciones

Como ya se mencionó, debido al régimen de lluvias que se presentan en el municipio de La Paz, donde los eventos de precipitaciones máximas registradas están asociadas a ciclones tropicales hacen que la predicción de lluvias sea muy incierta. Aunado a ello, los datos con que se cuenta para la estimación de caudales se hace a través de lluvias máximas en 24 horas, con pocos o nulos registros hidrométricos que permitan un mejor entendimiento entre precipitación vs escurrimiento.

Peligro MUY ALTO. Se utilizaron los períodos de retorno de 2, 10 y 50 años para esta categoría, ya que es el intervalo de tiempo en que se agrupan la mayoría de los eventos registrados por la Comisión Nacional del Agua, garantizando que al menos una vez, se ha presentado una avenida de tales dimensiones.

Peligro ALTO. Esta categoría agrupa las avenidas comprendidas entre los períodos de retorno de 100 a 1,000 años. Cabe mencionar que en el 2009, durante el huracán Jimena, en la estación de Guadalupe (Sierra de Guadalupe, Municipio de Mulegé, B.C.S.) se presentó una precipitación que antes de la tormenta, se estimaba para un período de retorno de 1,000 años. Por lo cual, hace suponer que estos eventos máximos pueden suceder prácticamente en cualquier parte de la península, y que además, la información meteorológica con la que contamos en el tiempo es cuantitativamente escasa.

Peligro MEDIO. Peligro asociado a eventos asociados a un período de retorno de 2,000 años, siendo la categoría máxima de este análisis.



Peligro BAJO. Definido como el resto de la superficie de las localidades. Esta zona no representa un peligro para la población, desde el punto de vista de escurrimientos superficiales.



Análisis del comportamiento de las corrientes superficiales

Los análisis hidráulicos descritos en el punto anterior, dan como resultado condiciones ideales del flujo del agua sobre cauces naturales y artificiales. Estos no consideran los efectos de relleno y socavación del suelo, el arrastre de vegetación, como troncos, ramas, incluso animales, así como aquellos generados por el hombre. Lo anterior genera que las corrientes de aguas broncas tengan un comportamiento errático a la salida de las zonas serranas, cuando llegan a la parte intermedia de las cuencas, en donde ocurre un cambio drástico en la pendiente del suelo, y formando lo que se conoce como abanicos aluviales que dependiendo de las condiciones precedentes, los escurrimientos pueden fluir por cualquiera de sus márgenes dejando vulnerable una gran superficie de terreno.

Este efecto definió como resultados zonas de peligros altos a muy altos en las localidades principalmente de La Paz, El Sargento - La Ventana, Pescadero y Los Barriles, en donde se presentan las condiciones antes descritas.

Peligros por fallas de estructuras hidráulicas.

Al igual que en el punto anterior, el modelo matemático utilizado no evalúa la falla repentina de una estructura hidráulica por el deterioro de la misma o cualquier otra causa, salvo el hecho de que esta pueda ser superada en elevación o rango de velocidad permisible por el flujo hidráulico, determinado con el modelo.

En dichos casos, la posible falla genera por tanto, zonas de peligro alto por inundaciones, ante la baja expectativa de la población de que esto suceda o el desconocimiento por parte de la población y autoridades en la toma de decisiones ante estados de emergencia.

Se incluyó por tanto, la clasificación de peligros en las zonas aledañas de estructuras hidráulicas con potencial de falla, y que complementan los análisis mencionados con anterioridad.

Estudios de Campo

En las localidades de Las Pocitas, San Antonio y San Bartolo no fue posible desarrollar un modelo computacional de inundaciones debido a que no se contó con la topografía a detalle. Sin embargo, mediante el empleo de un geo-posicionador satelital, en visitas de campo, se identificaron las zonas de peligros siguiendo las huellas máximas del agua. También, se incluyeron entrevistas directas con habitantes de la localidad para ubicar las zonas que históricamente les han afectado.



Las Pocitas



**TABLA RESUMEN**

CUENCA: "Las Pocitas"	
PERIODO DE RETORNO	Q Diseño (m³/s)
2	130
10	700
50	1200
100	1350
200	1550
1000	2000
2000	2200

Tabla. Gasto por Cuenca en Las Pocitas por periodo de retorno. Elaboraciones propias

El poblado de Las Pocitas se encuentra ubicado en las coordenadas 24° 23'39" N y 111° 06'19"W al norte de la ciudad de La Paz, en el Km. 113 de la carretera transpeninsular, tramo La Paz – Cd. Constitución. Esta se encuentra asentada entre la mesa Las Sayas y el cauce del arroyo Las Pocitas o El Colorado.

Dicho arroyo drena los escurrimientos generados en una cuenca de 1,155 kilómetros cuadrados, con una longitud de más de 68 kilómetros, iniciando sus aguas cercanas a la costa del golfo, y descarga hacia el océano pacífico, en el estero El Salado.

De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua, las áreas habitadas colindantes con el arroyo se encuentran en peligro de inundaciones por avenidas súbitas.

En recorrido de campo realizado el día 03 de septiembre de 2012, se entrevistó a personas de la comunidad que habitan en áreas cercanas al sitio del arroyo, quienes comentaron que con el huracán John (1 y 2 de septiembre de 2006) el agua cubrió una lámina de aproximadamente un metro de altura a prácticamente la mitad del poblado.



Imagen 116: Localidad de Las Pocitas y arroyo del mismo nombre, tomada de Google Earth

Los lugareños indicaron que en al menos 50 años, nunca se había presentado tal inundación, inclusive con el paso de otros huracanes. Sin embargo, enfatizaron que debido a la construcción del puente vehicular que cruza el arroyo Las Pocitas, el agua remansó, generando una obstrucción del agua, lo que provocó que el poblado se inundara. En dicho evento, el puente y sus aproches reventaron, generando que el agua retenida adquiriera velocidad, lo que provocó el arrastre de materiales y pertenencias de las propiedades afectadas.



Imagen 117 : Fotografía tomada durante el Huracán John, proporcionada por el Sr. Manuel Rubio (Comerciante local)



Imagen118: Fotografía tomada durante el Huracán John, proporcionada por el Sr. Manuel Rubio (Comerciante local)



Las zonas identificadas como de peligro MUY ALTO se localizan en el polígono de influencia directa y más próxima al Arroyo Las Pocitas los extremos noreste, sureste y suroeste del poblado afectando viviendas y la carretera, tal como se muestra en las imágenes anteriores.

Peligro de Inundación- Localidad Las Pocitas		
Nivel de Peligro	Área (Ha)	Porcentaje
MUY ALTO	115.92	58.29
ALTO	57.63	28.98
MEDIO	15.67	7.88
BAJO	9.65	4.85
TOTAL	198.86	100

Tabla 65. Porcentaje de superficie afectable por inundaciones por rango de peligro Las Pocitas

En la imagen correspondiente al Mapa de peligros por riesgos hidrometeorológicos por peligros de inundación localidad Las Pocitas PHL7-2, es posible identificar que el 95% del poblado se encuentra en peligro por inundación en rangos de MUY ALTO a MEDIO, localizándose un pequeño polígono de peligro BAJO, al noroeste del poblado, que corresponde a la zona más alta. El principal riesgo por inundación es ocasionado por el remanso que provoca el puente que comunica la Carretera Transpeninsular con el cruce del mencionado arroyo, construido por la SCT, ya que su sección hidráulica no es suficiente para permitir el libre paso del agua.

Vulnerabilidad:

El análisis realizado para la delimitación real de cuencas urbanas, el tipo de suelo, las precipitaciones y la identificación de la infraestructura en peligro como consecuencia de la inundación, se sumó al análisis de vulnerabilidad social detallado en el capítulo 4 del presente Atlas para obtener los niveles de riesgo por localidad.

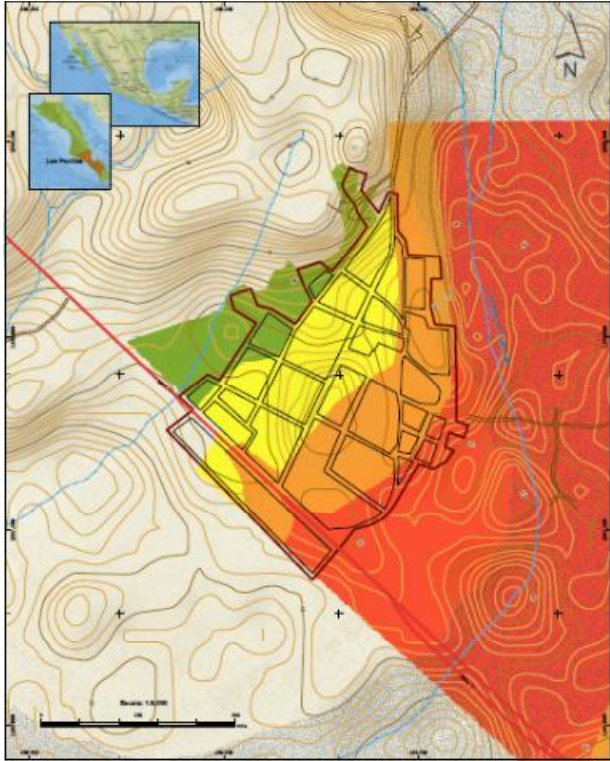


Imagen 119. Peligros por Inundación Las Pocitas. Mapa PHL7-2

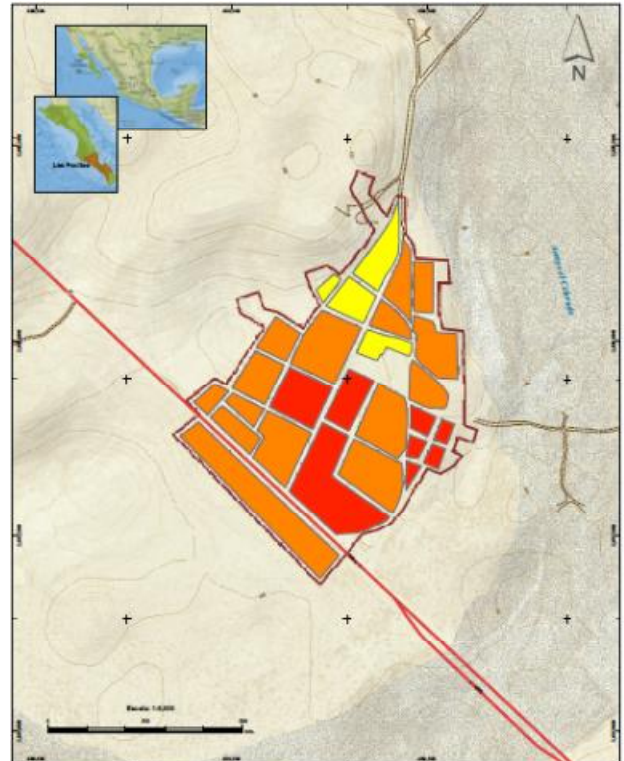


Imagen 120: Riesgo por Inundación. Las Pocitas. Mapa RHL7-2

En la Tabla siguiente se resume la estimación del escenario de riesgo y daños hipotéticos esperados en Las Pocitas, ante el fenómeno de inundaciones súbitas:

○ **Riesgo**

Inundaciones - Las Pocitas					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	80	23	24	23	\$ 2,301.60
A	206	60	62	60	\$ 1,715.54
M	60	17	18	17	\$ 157.14

LAS POCITAS			
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE	INFRAESTRUCTURA ESTRATEGICA
Escuelas	2	40%	Carretera Transpeninsular La Paz-Cd. Constitución
Hospitales	1	20%	Mezquital
Oficinas de Gobierno	1	20%	
Templos	1	20%	
TOTAL	5	100%	

Tabla 66 .Infraestructuras expuestas. Las Pocitas.

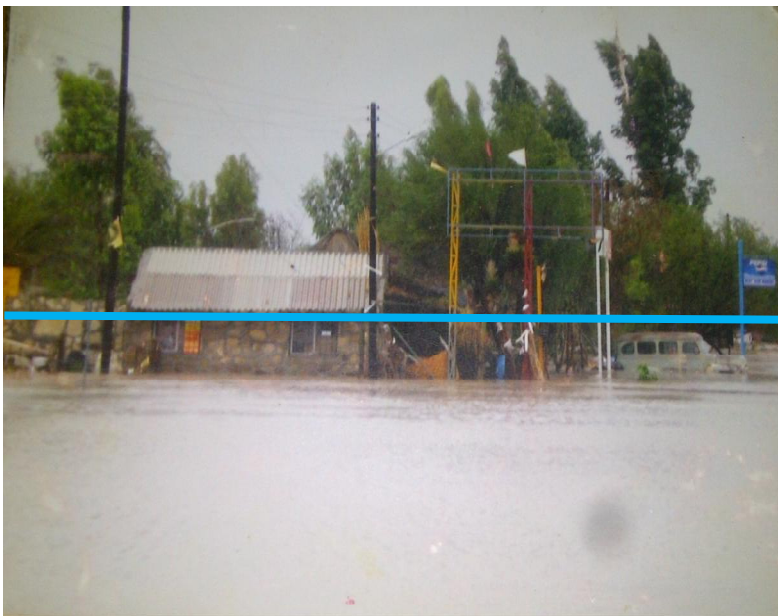


Imagen121: Vivienda afectada en las Pocitas por inundación huracán John 2006. Fotografía Sr. Manuel Rubio comerciante del lugar y propietario de la finca afectada



Imagen 122: Vivienda afectada en las Pocitas por inundación huracán John 2006 propiedad de la Sra. Tomasa Murillo indica el nivel que alcanzó el agua. Fotografía Julio Villarreal

La Paz

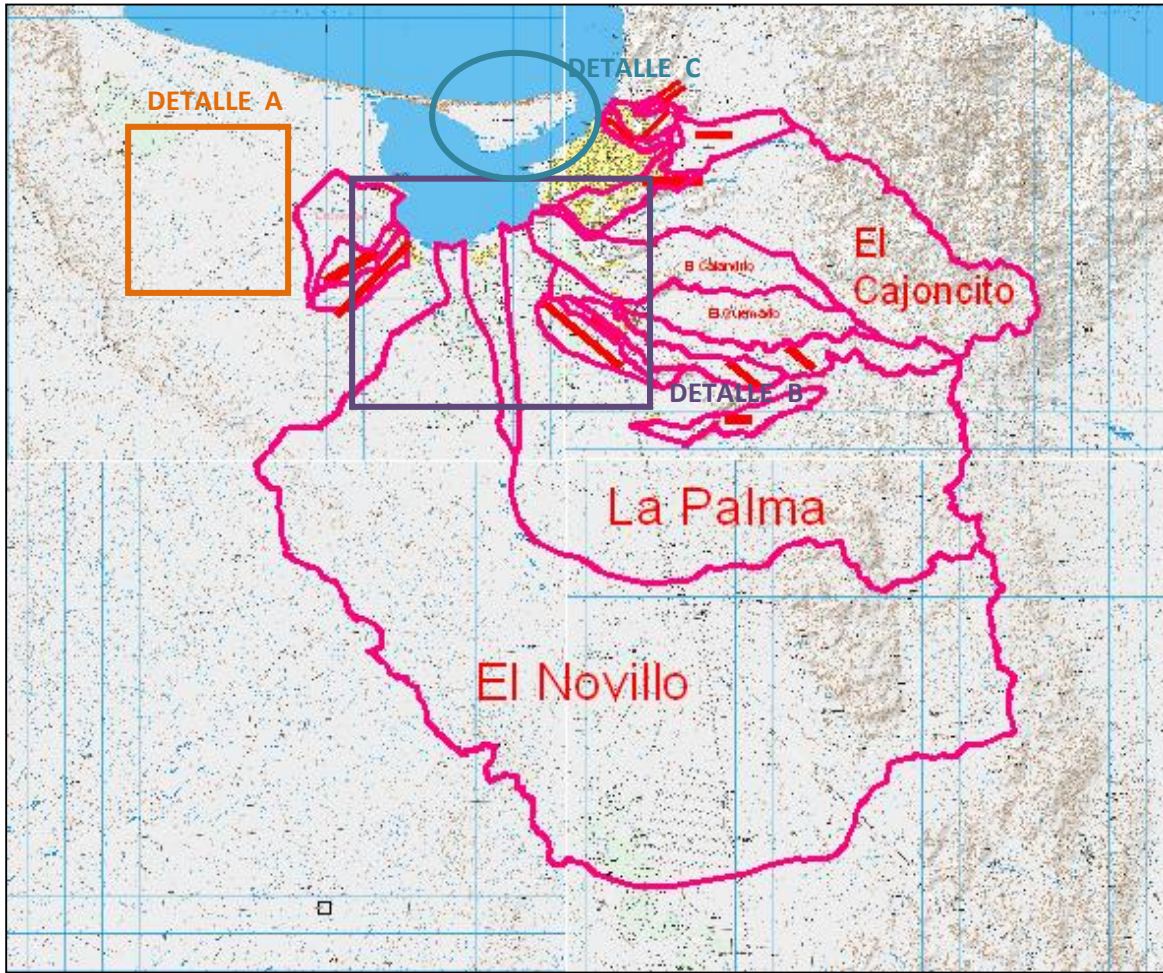
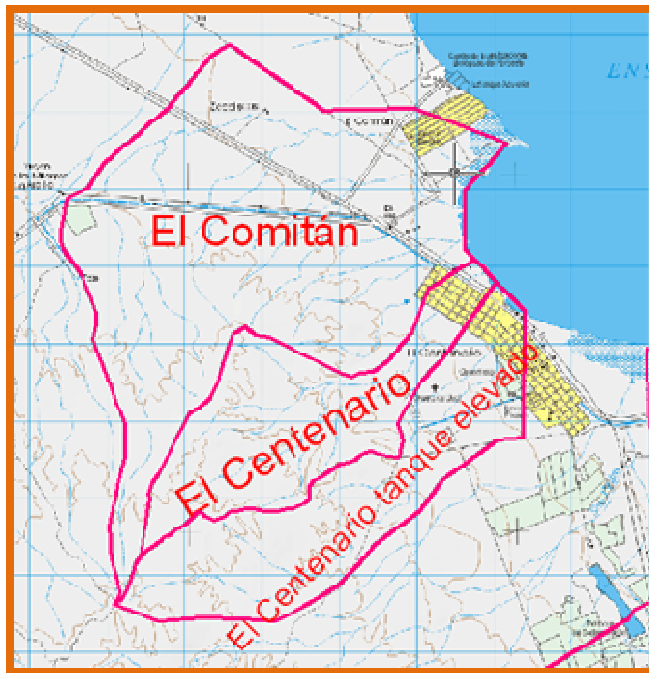
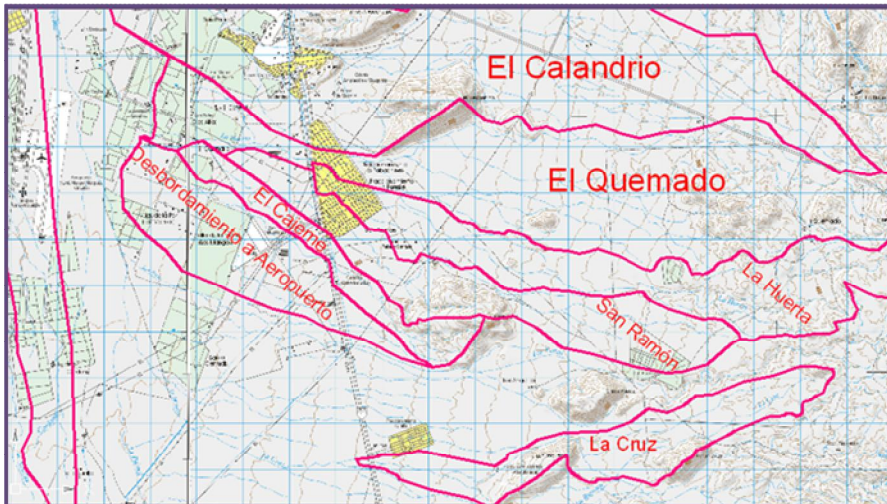


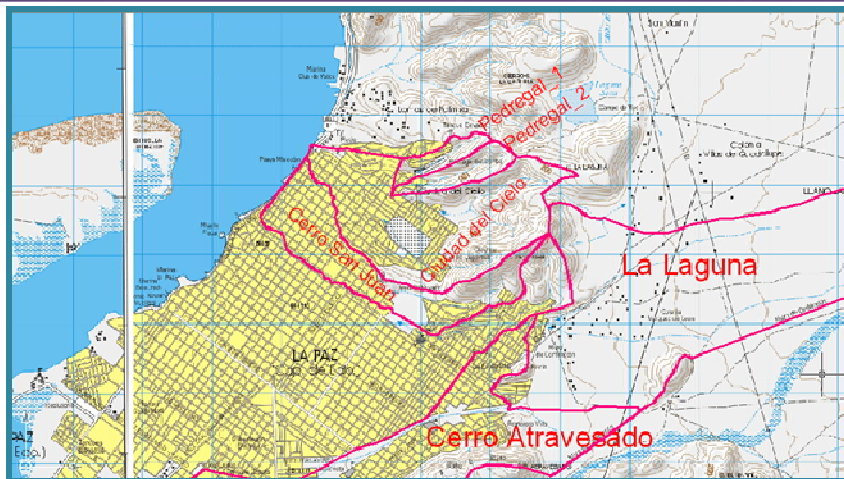
Imagen 123: Cuencas El Cajoncito, La Palma y El Novillo que drenan en la Bahía de La Paz e identificación de zonas de detalle: Detalle El Centenario, Detalle B El Cajoncito y sus afluentes y Detalle C Ciudad de Cielo y Pedregal I y II.



Detalle A



Detalle B



Detalle C



Tablas 67 y 68. Gasto por Cuenca en La Paz y su zona conurbada, por periodo de retorno. Elaboraciones propias

TABLA RESUMEN

CUENCAS:	EL COMITÁN	EL CENTENARIO TANQUE ELEVADO	EL CENTENARIO CAJONCITO	EL CALANDRIO	EL NOVILLO	LA PALMA	LA CRUZ	LA LAGUNA
PERIODO DE RETORNO	Q Diseño (m ³ /s)							
2	7	5	50	30	100	50	10	15
10	20	10	150	100	500	300	25	80
50	50	30	600	170	1200	700	60	150
100	80	50	800	250	1600	1000	80	200
200	100	70	950	380	2000	1200	100	250
1000	120	90	1250	450	2700	1500	150	300
2000	150	100	1500	550	3000	1800	180	350

CUENCAS:	CERRO ATRAVESADO	CERRO SAN JUAN	CIUDAD DEL CIELO	PEDREGAL_1	PEDREGAL_2	EL CAJEME	SAN RAMON	EL QUEMADO	LA HUERTA	DESBORDAMIENTO A AEROPUERTO
PERIODO DE RETORNO	Q Diseño (m ³ /s)									
2	15	7	10	2	2	7	10	20	10	25
10	30	30	50	6	5	20	35	70	60	50
50	70	45	80	8	10	35	80	150	150	80
100	80	50	100	10	20	70	120	250	200	100
200	100	65	130	15	25	100	150	300	260	125
1000	120	80	160	20	30	120	230	400	320	200
2000	150	100	200	25	35	140	250	450	400	250

Cuencas Hidrológicas que drenan hacia la ciudad de la Paz

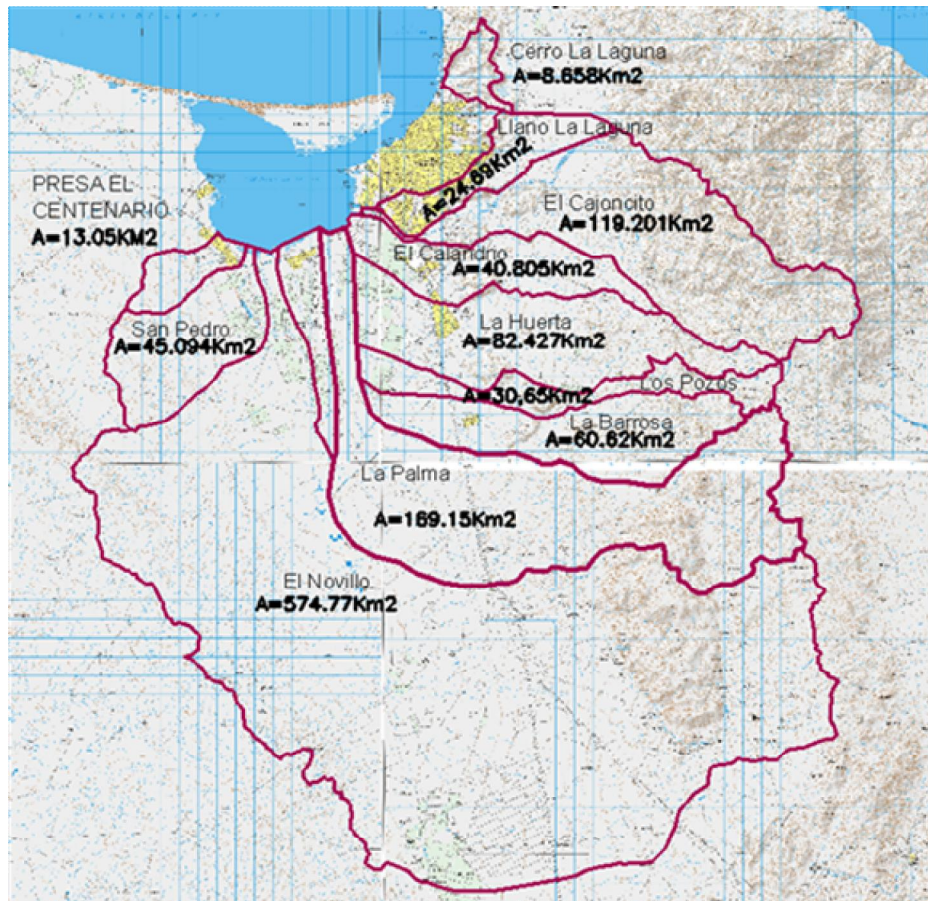


Imagen 124 : Cuencas Hidrológicas que drenan en la ciudad de La Paz

- **Cuenca Cerro La Laguna.-** Corresponde a la cuenca ubicada al norte de la ciudad de La Paz. Tiene una superficie de 8.65km^2 . Por sus fuertes pendientes, y condiciones fisiográficas, presenta coeficientes de escurrimiento muy altos, en donde pueden ocurrir avenidas súbitas con grandes cantidades de sedimentos. Esta zona afecta a desarrollos turísticos como el hotel Marina e infraestructura vial, como lo es la carretera Escénica de la ciudad que es vía de comunicación entre la ciudad de La Paz y el puerto de Pichilingue.
- **Cuencas urbanas Pedregal_1, Pedregal_2, Ciudad del Cielo y Cerro San Juan. Detalle C.** Esta zona corresponde a la parte norte del polígono de la ciudad de La Paz, en donde se asienta la parte antigua, y que dada sus características socio económicas, tiene una alta densidad poblacional. Estas cuencas urbanas, que en su mayoría no rebasan los 5km^2 de área de cuenca, tienen un tiempo de respuesta muy corto, generando la posibilidad de que aun en eventos de precipitaciones cortos (menores a una hora) desaloja gastos considerablemente altos para las áreas de drenaje casi nulos o incipientes.



- **Cuenca remanente del arroyo El Cajoncito (Llano La Laguna).**- Esta zona originalmente drenaba los escurrimientos del arroyo El Cajoncito, sin embargo, la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos SARH construyó después del paso del Huracán Liza ,las obras de protección a la ciudad de La Paz, quedando una cuenca remanente de 24.7km². Para drenar dichos escurrimientos, se construyó un encausamiento que atraviesa gran parte de la ciudad. Sin embargo, dicha obra fue calculada sin considerar los asentamientos humanos de la Colonia Márquez de León, provocando que se modificaran los coeficientes de escurrimiento, y por ende se incrementara la relación lluvia – escurrimiento. Asimismo, la obra desde que fue construida, no ha recibido rehabilitación de los revestimientos, solamente las campañas de limpieza y desazolve de cauces por parte de las autoridades de protección civil.
- **El Cajoncito.**- Drena una cuenca de 119.2km². Como parte de las obras de protección a la ciudad de La Paz, la SARH construyó el Canal de Llamada de las aguas del arroyo El Cajoncito, y desviadas hacia el arroyo El Piojillo. Asimismo, aguas arriba de la cuenca, se construyó la presa de La Buena Mujer, misma que sirve de control de avenidas, al funcionar como presa rompe picos. Sin embargo, la obra de encauzamiento requiere de rehabilitación en algunas partes de los revestimientos, sobre todo en las deflexiones. Por otra parte, se construyó el puente vehicular Mano Amiga en el cruce de la calle Forjadores de Sudcalifornia con el encauzamiento, generando una obstrucción al ancho total de la obra, lo que podría provocar desbordamientos hacia su margen izquierda en la zona norte de la colonia Agua Escondida ya que en una avenida extraordinaria, puede elevar aun más los niveles del agua generando un problema tanto aguas arriba, como aguas abajo.
- **Cuenca represo cerro Agua Escondida.** Aguas arriba de esta cuenca, sobre el cerro Agua Escondida, existe un represo de concreto que almacena al menos un volumen de 50,000m³ de agua. Esta presa cumplía su función de regular la avenida y retener los azolves que pudieran afectar a la parte baja. Además al interior de la Colonia Agua Escondida y la zona norte del Panteón Jardines del Recuerdo, drenan corrientes provenientes del Cerro Agua Escondida con fuertes velocidades que ponen en riesgo las edificaciones precarias de la zona.
- **Cuencas El Calandrio, El Quemado, La Huerta, San Ramón, El Cajeme, Desbordamiento a Aeropuerto, La Cruz y La Palma. Detalle B.** En la zona sur, considerada el área de crecimiento de la ciudad, encontramos que los escurrimientos de importancia, en la zona de transición (antes de llegar a la planicie, aproximadamente de la carretera Transpeninsular hacia el este), son de cauce divagante, poniendo en riesgo de desbordamiento a gran parte de esa zona, por lo que es necesario realizar obras de rectificación de cauces.
- **Arroyo El Calandrio.**- Tiene un área de cuenca de 40.8km², y desemboca a la ensenada de La Paz. Atraviesa numerosas colonias de la zona sur de la ciudad, en donde solamente un tramo de aproximadamente 1.5km se encuentra canalizado.
- **Arroyo La Huerta.**- Esta cuenca es afluente del arroyo La Palma. Considerando la aportación del arroyo El Quemado, San Ramón y El Cajeme, tiene una cuenca de 82.4 km². Es posiblemente el escurrimiento que potencialmente puede generar afectaciones a la mayor cantidad de personas en la ciudad, debido a que en las condiciones actuales, puede generar desbordamientos sobre su margen derecha, cruzando el cerro de El Mezquitito y afectar a todas las colonias ubicadas aguas abajo, o aguas arriba, hacia la margen izquierda hacia los fraccionamientos Camino Real, Arcoiris y sus ampliaciones.



- **Arroyo Los Pozos.-** El arroyo Los Pozos drena una cuenca de 30.65km², hasta su confluencia con el arroyo La Palma. Aguas abajo de su cruce con la carretera transpeninsular, se presenta una reducción en la pendiente natural, generando un cauce divagante, lo que ocasiona una llanura de inundación que puede extenderse hacia ambas márgenes.
- **Arroyo La Barrosa.-** Afluente del arroyo La Palma, drena los escurrimientos generados en una superficie de 60.62km², con grandes cantidades de azolves.
- **Arroyo La Palma.-** Considerando los afluentes antes mencionados, drena una cuenca de 169km². Es el segundo arroyo más grande que afecta la ciudad de La Paz, incluyendo el poblado de Chametla, la zona este del aeropuerto Manuel Márquez de León, zonas de cultivo, así como infraestructura urbana.
- **Arroyo El Novillo.-** Es la cuenca más grande que afecta la ciudad de La Paz con 574.77km², en donde prácticamente genera una sola llanura de inundación junto con el arroyo La Palma, y desemboca sus aguas a la Ensenada de La Paz. Entre las afectaciones se incluyen, además de las del arroyo La Palma, la parte este de El Centenario, la parte oeste del aeropuerto Manuel Márquez de León, las Zonas de Cultivo, infraestructura urbana como acueductos, líneas de drenaje, eléctricas, fibra óptica, vías terrestres, etc. La zona de la desembocadura, tiene un ancho de aproximadamente 6.5 kilómetros, que aunado a las bajas pendientes, generan una lámina de escurrimiento caracterizada por poca altura y bajas velocidades y aunque presenta un tirante bajo, es de alta peligrosidad.
- **Arroyo San Pedro.-** El arroyo San Pedro tiene un área de cuenca hasta su desembocadura al arroyo El Novillo de 45.09km², tiene fuertes pendientes antes de su confluencia, atraviesa algunas pequeñas zonas agrícolas del Valle de La Paz, y pone en peligro la zona oriente de El Centenario.
- **Cuenca El Comitán, Centenario y Tanque elevado. Detalle A.**
- **Cuenca El Comitán.** Los escurrimientos de la cuenca actualmente cruzan sin obstáculos la parte sur del fraccionamiento Comitán, siguiendo su camino natural hasta su desembocadura al mar.
- **. Presa El Centenario.-** En la parte de aguas arriba de la localidad de El Centenario se encuentra un represo fuera de uso, construido por el gobierno federal con el programa del Plan Juárez. A pesar de que el vaso del represo se encuentra azolvado, se tiene el riesgo de que en una avenida extraordinaria, el represo se debilite, generando una inundación súbita a la parte central de dicha localidad, lo que representa un riesgo por falla de estructura hidráulica.
- **La cuencas El Centenario y El Centenario Tanque Elevado,** almacenan sus escurrimientos aguas arriba en el Represo El Centenario.



Imagen 125: Arroyo El Calandrio, en la ciudad de La Paz vista aguas abajo durante la avenida. Fotografías de A. Muñoz



Imagen 126 : Arroyo El Calandrio, en la ciudad de La Paz, vista aguas arriba después de la avenida

Peligro de Inundación- Ciudad de La Paz		
Nivel de peligro	Área (Ha)	Porcentaje
MUY ALTO	5.25	47.20
ALTO	2.56	23.02
MEDIO	1.72	15.44
BAJO	1.59	14.34
TOTAL	11.12	100

Tabla 69. Porcentaje de superficie afectable por inundaciones por rango de peligro La Paz.

Como se puede observar las zonas de peligro MUY ALTO y ALTO se localizan en la zona más baja localizada al suroeste de la ciudad, al poniente del arroyo “El Calandrio” y su área tributaria, en un abanico que forman la vialidad al Aeropuerto y su continuación a la carretera a Ciudad Constitución y la Avenida Forjadores de Sud California- Carretera a Los Cabos.

Las zonas más susceptibles son: Colonia Las Flores anexo a El Centenario; el área ocupada por campos agrícolas, el Aeropuerto Gral. Manuel Márquez de León, cabe destacar que en ésta zona el arroyo “El Calandrio” fue modificado con la construcción de la carretera de cuatro carriles que une al aeropuerto con la ciudad, exponiendo la estructura de la misma y a las instalaciones que se encuentran aledañas como son: el cárcamo de rebombeo de aguas residuales, las lagunas de oxidación y la planta de tratamiento de aguas residuales municipal, además la construcción de las vialidades en ambos márgenes del arroyo “ El Calandrio “ las ha convertido en bordos provocando embalses en las colonias y fraccionamientos que quedaron abajo



del nivel ya que las alcantarillas construidas no son adecuadas para conducir los caudales generados por los escurrimientos presentes en la zona.

Dentro de la cuenca denominada “El Cajeme”, se presenta una zona considerada de peligro alto a muy alto de inundación al norte del Ejido Chametla, así como en la zona este del Fraccionamiento Agua Clara. Mientras que en los fraccionamientos Ayuntamiento y Arcoiris II se presenta peligro muy alto a lo largo de su zona central.

La zona conurbada de El Centenario, se ve afectado en su parte sur por los escurrimientos extraordinarios de la cuenca del arroyo El Novillo, definiendo una zona de peligro alto a muy alto, así como por la cuenca denominada “El Centenario”.

Así como las zonas, colonias y fraccionamientos ubicados en el abanico que forman la Carretera a Los Planes y la Avenida Forjadores al suroeste de la ciudad y la zona, colonias y fraccionamientos ubicados en un polígono formado por el Libramiento a los Planes que funciona como bordo de protección para la zona centro de la ciudad y el Arroyo “El Cajoncito” y su área tributaria remanente, incluye las zonas aledañas al poniente de la Ave. Luis Donald Colosio y los asentamientos ubicados en la zona norte de la ciudad y las partes bajas del cerro Atravesado.

En la cuenca denominada “Pedregal_1” el peligro por inundación es ALTO para la zona sur de la colonia Pedregal de Cortez y la zona norte de la colonia Ciudad del Cielo. Dentro de la cuenca “Pedregal_2” colindan al norte y este, respectivamente, las colonias Agustín Olachea y Ciudad del Cielo, consideradas en este rango de peligro.

La cuenca denominada “Ciudad del Cielo” al drenar sobre la ciudad afectan al suroeste de la colonia Colina del Sol, la zona central de la colonia Ciudad del Cielo, la parte oriental de la colonia Ladrillera, la parte central de norte a sur de la colonia Antonio Navarro Rubio y la parte central de oeste a este de la colonia Agustín Olachea y sur de la misma.

La cuenca “Cerro Atravesado” afecta el Fraccionamiento Las Grullas, las colonias Civilizadores I y II, Benito Juárez (oriente), Flores Magón, Bellavista, Emiliano Zapata, 20 de Noviembre y al norte de la colonia Cd. Deportiva (Ex base Aérea Militar) se consideran en los rangos de peligro alto a muy alto de inundación.

El Fraccionamiento Las Américas está considerado en el rango de peligro muy alto de inundación, mientras que las colonias Agua Escondida y Rinconada El Cardonal, con peligro alto debido a los escurrimientos generados por la cuenca “El Cajoncito”.

La cuenca del arroyo “El Calandrio”, afecta los Fraccionamientos Villas de Santa María, Villas San Lorenzo y El Pescador, el Conjunto Habitacional Los Bledales I y II, la zona norte del campus de la U.A.B.C.S. y las colonias Solidaridad, Mezquitito I y II y Fraccionamiento Vista Dorada, presentan un peligro alto de inundación. Las colonias El Mezquitito INVI, al sur del territorio de la U.A.B.C.S., las colonias El Calandrio I, II y III; los Fraccionamientos Victoria, Misión de San Fernando, Sta. Fé y Misiones y en la zona norte de la colonia Diana Laura Riojas de Colosio, el Fraccionamiento Universidad, la Colonia Revolución y parte de la Colonia Las Garzas II (Indeco). se ven afectadas por un peligro muy alto de inundación.

Las cuencas de “El Quemado” y “La Huerta” cuya confluencia se puede generar en la zona oriente de la colonia Tabachines, poniendo en alto peligro a dicha colonia, así como el Conjunto Habitacional Miramar, el centro del fraccionamiento La Herradura I y al noreste del fraccionamiento El Camino Real y la zona sur de la colonia Diana Laura Riojas de Colosio, mientras que la Colonia La Fuente, el Predio El Empalme y el Ejido Chametla se ve afectado por un peligro muy alto de inundación.

De igual forma, las áreas y fraccionamientos aledaños al Boulevard Pino Payas como el caso del Fraccionamiento “Villas del Encanto”. Los asentamientos ubicados en la parte baja del cerro “El Orégano”, parte baja de la colonia Gral. Manuel Márquez de León y su ampliación; Colonia Agua Escondida y parte de la colonia El Cardonal; la Colonia Luis Donald Colosio Murrieta, la Colonia Solidaridad y su ampliación anexo al Calandrio y los asentamientos ubicados en el rancho El Calandrio.



Imagen 127: El Calandrio, Carretera la Paz-Aeropuerto y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Fotografías de A. Muñoz



Imagen 128: Zona inundable provocada por insuficiencia de alcantarilla en la vialidad bordo de protección margen poniente del Arroyo El Calandrio



Se consideran que los Fraccionamientos Santa Fe y Miramar, y el Fraccionamiento Marina Sur, (ambos aledaños al borde de protección); la Colonia Los Cardones (aguas abajo del arroyo La Huerta), parte de la colonia Laguna Azul (colindante con el arroyo Brasil), la Colonia Ampliación Antonio Navarro Rubio.

Se incluyen como zonas susceptibles a un peligro alto las Colonias Ladrillera, Lázaro Cárdenas y su ampliación, Civilizadores II, Garzas V y Residencial Las Islas.

Así mismo como parte de la Colonia Misioneros, parte baja de la Francisco Villa, parte de la colonia INFONAVIT –Solidaridad, la Colonia Palo de Santa Rita y el Fraccionamiento SUTERM de los Electricistas.

Por su parte la Comisión Nacional del Agua, ha comunicado oficialmente al Ayuntamiento de La Paz las zonas que considera de alto riesgo por inundación en la ciudad, coincidiendo con las mencionadas anteriormente.

La dependencia federal señala que en el caso de la zona sur de la ciudad de La Paz, destaca que en la zona más alta aguas arriba de la colonia La Fuente, en una avenida extraordinaria el arroyo puede modificar su curso dependiendo como se concentre la llanura aluvial, y puede cargarse hacia el arroyo “El Quemado” y sobre pasar hacia las colonias que se encuentran en la margen derecha del mencionado arroyo que drenan sus aguas a la alcantarilla que descarga aguas debajo de la gravera (arroyo “Demasías La Huerta”).

Menciona además, que con la construcción de un desarrollo habitacional Península Sur precisamente a un lado de la gravera que se ubica en el cerro de “El Mezquitito”, las vialidades están proyectadas para desalojar las aguas que se generen en la parte alta de dicho fraccionamiento e incorporarlas al cauce “Demasías La Huerta” anteriormente señalado y que pasa a un costado de la colonia “El Calandrio”, con lo que sumado a las aportaciones pluviales que ya se tenían de dicho arroyo, al incrementarse el volumen, podrían sufrir afectaciones las familias que se encuentran sobre las márgenes del mencionado arroyo hasta la intersección con la obra hidráulica de la colonia “Villas del Encanto”.



Imagen 129: Diseño inadecuado de alcantarilla aguas debajo de la gravera arroyo demasías la Huerta.



Imagen 130: Alteración de niveles topográficos y comportamiento de escurrimientos por construcción fraccionamiento Península Sur. Fotografía A.Muñoz

La zona considerada de BAJO peligro es el centro de la ciudad, incluyendo la zona turística del malecón hasta Costa Baja, con excepción del tramo entre las calle héroes del 47 y el Cerro de la Calavera donde se ubican la Marina Palmira y su desarrollo turístico inmobiliario considerados como de peligro alto y medio

- **Identificación de Peligros por fallas de estructura hidráulicas**

De acuerdo a la metodología empleada para la identificación de peligros, establecida para la elaboración del presente documento, se incluyeron aquellos causados por fallas en las estructuras hidráulicas existentes dentro de los centros de población, en donde de acuerdo a las condiciones actuales de operación, o por el deterioro mismo, representan un peligro. A continuación se describen las obras hidráulicas que se identificaron con potencial de peligro:

Muro de Contención arroyo Brasil (Colonia San Pablo Guelatao). Construido en los años 80's con la finalidad de proteger a la ciudad de La Paz por los escurrimientos extraordinarios por el arroyo Brasil.

Tiene una longitud de 660 metros, empotrando su extremo norte en el cerro de San Juan y su extremo sur en el cerro El Radio.

Recientemente fue pavimentada la calle Lázaro Cárdenas, para conectarla con la calle Arroyo Profundo (Colonia Agua Escondida) lo que provocó dos cosas: primero que se redujera la elevación de la corona del bordo de protección ya que esta calle atraviesa el bordo, y segundo, que la calle pavimentada sobre el cauce del arroyo representa una obstrucción al cauce, propiciando la acumulación de sedimentos y sobre elevando el nivel natural del arroyo.

En las condiciones actuales, el arroyo Brasil genera una gran peligrosidad de incidir sobre su margen izquierda, y cruzar el bordo de protección, afectando directamente las colonias La Rinconada, San Pablo Guelatao, La Escondida, Magisterial, Lázaro Cárdenas y Francisco Villa.



Imágenes 131 y 132 Muro de contención arroyo Brasil Fotografías: Julio Villarreal

Encauzamiento del arroyo demasías El Cajoncito. Construido por la extinta Secretaría de Recursos Hidráulicos en el año de 1980, drena los escurrimientos remanentes de la cuenca del arroyo El Cajoncito, cuyo cauce principal fue desviado hacia el arroyo El Piojillo. Actualmente, dentro de la cuenca de este arroyo se han presentado una gran cantidad de asentamientos humanos, como es el caso de la colonia Márquez de León, en donde por el incremento en los coeficientes de escurrimiento, ha provocado que el gasto máximo estimado se duplique o triplique.

Ante tal eventualidad, el tirante máximo podría desbordar en puntos críticos afectando las zonas aledañas al canal de las colonias Francisco Villa, La Rinconada, Indeco, Zapata, Bellavista y Bellavista Plus, la zona Antiguo Aeropuerto, Oro Blanco, Civilizadores I y II, la colonia popular Las Garzas V, Fidepaz, Sector Santa Rita y Fraccionamiento Campestre.



Imagen 133: Fotografía satelital tomada de Google Earth. Se observa cómo la urbanización de la colonia Márquez de León abarca la mayor parte de la superficie de la cuenca del arroyo El Cajoncito delimitada por el Bordo de protección de la ciudad de La Paz (Al sur de las Tablitas), El Cerro San Juan y el cerro Atravesado



Imagen 134: Zonas críticas en encauzamiento del arroyo el Piojillo

Encauzamiento del arroyo El Piojillo. Forma parte de las obras de protección a la ciudad de La Paz, construidas por el gobierno federal a través de la SARH. Esta obra está diseñada para conducir la avenida máxima asociada a un período de retorno de 10,000 años.



La obra de protección consiste en la conformación del encauzamiento y formación de bordos compactados y revestido en sus taludes y platea con material de rezaga y enrocamiento. En algunos tramos, el revestimiento prácticamente ha desaparecido, sobre todo en las deflexiones, donde el agua incide directamente sobre los taludes de los bordos.

Las zonas más críticas son: margen izquierda aproximadamente a 1.0km aguas abajo del cruce con la avenida Forjadores de Sudcalifornia a la altura del fraccionamiento Las Américas, y sobre la margen derecha, a 1.1km aguas arriba de su desembocadura al mar, a la altura del Fraccionamiento Fidepaz hasta aguas arriba de la confluencia del canal El Cajoncito.

Otro de los puntos vulnerables o con potencial peligro de falla se presenta aguas arriba, a la altura de la Colonia Agua Escondida. En ese punto, se generó un cauce piloto del arroyo cargado hacia su margen izquierda, quedando sobre la margen derecha, campos y zonas deportivas. Dicho cauce piloto se debió trazar por el centro del canal, y en las condiciones actuales conduce las aguas a incidir directamente sobre la margen izquierda, a la altura del conjunto habitacional Paseo del Sol.

Adicionalmente, se construyó el puente Mano Amiga sobre la avenida Forjadores de Sudcalifornia, cuyos aproches reducen un poco la sección hidráulica del encauzamiento. Si a lo anterior se le suman los cambios en la pendiente del arroyo (se reduce conforme se acerca al mar), la reducción de la sección hidráulica por diseño, así como la sobre elevación del agua producto de la deflexión del canal, se tiene una zona de peligro de desbordamiento.

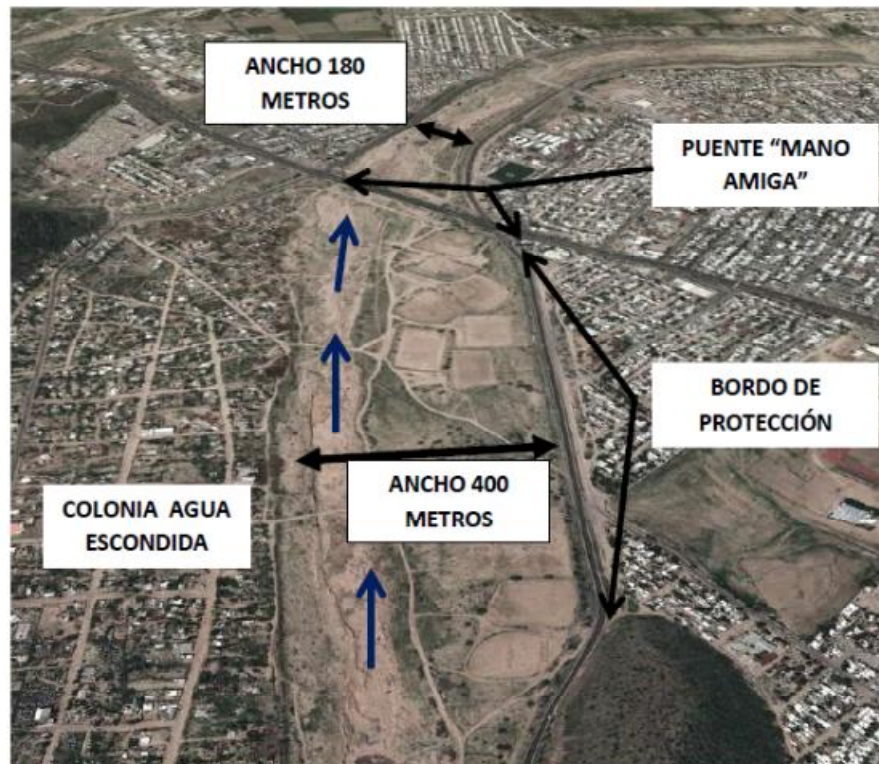


Imagen 135: Zonas críticas encauzamiento arroyo el Piojillo

Las colonias que se verían afectadas por una falla de la obra de protección serían: Civilizadores II, fraccionamiento Fidepaz, Las Américas, Villas de San Lorenzo, Villas de Santa María, el desarrollo comercial Tiendas de La Paz, The Shoppes, así como infraestructura pública como las lagunas de oxidación del OOMSAPAS La Paz.

Presa El Centenario. Construida por el gobierno federal a través del Plan Juárez; ubicada al suroeste de la localidad de El Centenario, se encuentra una presa construida con material compactado y revestido con papel arenado (Ruberoide). La mayor parte de la cortina se encuentra deteriorada, con perforaciones sobre el recubrimiento provocando que en caso de presentar un almacenamiento, tenga problemas de tubificación o desbordamiento. Dentro del vaso, existen grandes cantidades de escombros y basura, lo que le reduce su capacidad de almacenamiento. El peligro por desbordamiento de aguas pluviales afectaría la parte sur de la localidad de El Centenario desde la Calle 1 hasta la calle 8.

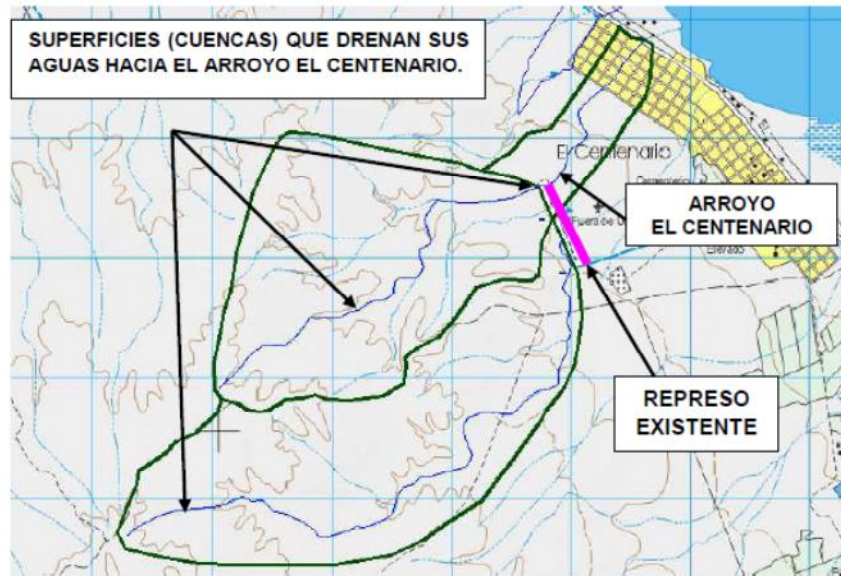


Figura 7. Cuenca El centenario

Pequeño represo en el cerro Agua Escondida.- Sobre la parte alta del cerro Agua Escondida, existe una pequeña presa de concreto, que retiene los escurrimientos de una pequeña cuenca de 32 hectáreas.

En las condiciones actuales, presenta una abertura en la parte central de la cortina, generando una zona de debilidad de la estructura, donde incluso, en visita de campo se pudo observar que tiene pequeñas filtraciones de agua en su cara aguas abajo.

Se estima que la capacidad del vaso sea alrededor de 50,000m³, más el depósito de sedimentos en el fondo, en donde en caso de una falla abrupta, generaría graves problemas aguas abajo al Panteón Jardines del Recuerdo, las colonia Paseo del Sol, Universitario, Correcaminos, Los Bledales I y II, así como a los asentamientos irregulares ubicados al este del panteón Jardines del Recuerdo.



Imagen 136: Condiciones actuales de la cortina .Fotografía J. Villarreal



Imagen 137: Condiciones actuales Represo Cerro Agua Escondida .Fotografía J. Villarreal

- **Riesgo**

Podemos concluir que conocida la intensidad de éste fenómeno y la vulnerabilidad de la población, el riesgo por inundaciones en la ciudad y su zona conurbada es MEDIO a MUY ALTO.

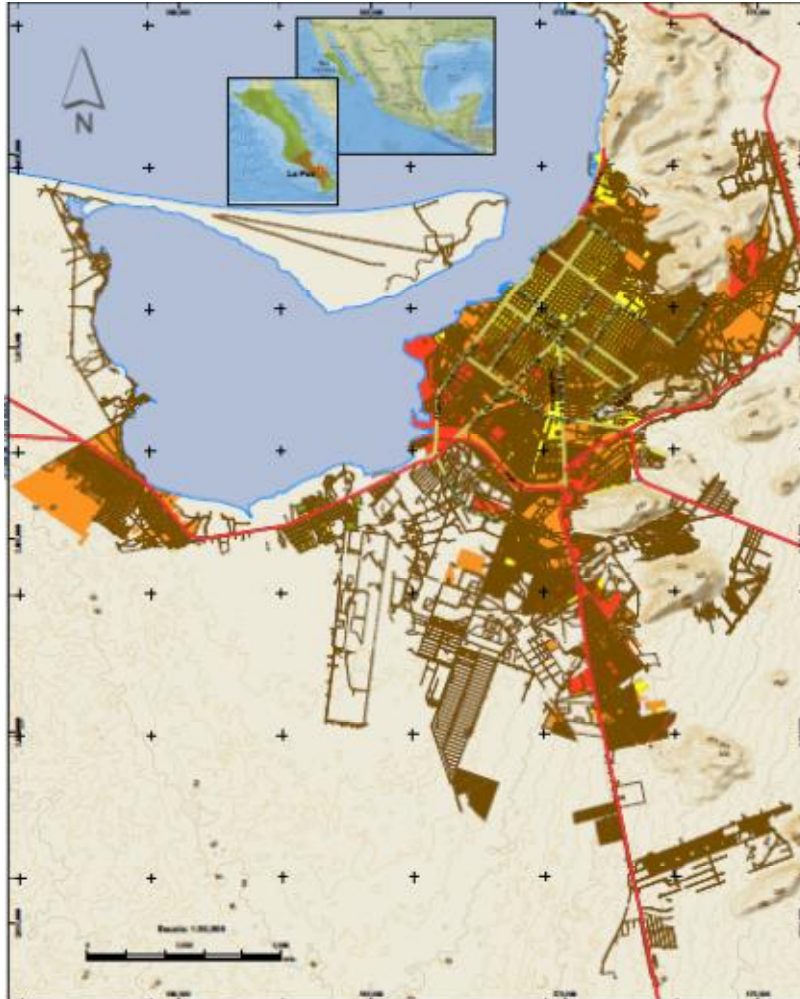


Imagen 138: Riesgo por Inundaciones La Paz. Mapa RHL 1-2

En la Tabla siguiente se resume la estimación del escenario de riesgo y daños hipotéticos esperados en La Paz y su zona conurbada Chametla y El Centenario, ante el fenómeno de inundaciones súbitas:



Inundaciones - La Paz					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	37810	18	11029	18	\$ 305,172.43
A	135107	63	38401	62	\$ 335,240.73
M	42261	20	12483	20	\$ 108,976.59

Inundaciones - Chametla					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	1639	75	575	75	\$ 5,019.75
A	465	21	163	21	\$ 815.00
M	75	3.4	26.0	3.4	\$ 226.98

Inundaciones - El Centenario					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
A	4140	88	1094	86	\$ 30,270.98
M	556	12	173	14	\$ 1,510.29

LA PAZ			
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE	INFRAESTRUCTURAS ESTRATEGICAS
Escuelas	133	39	Instalaciones Portuarias de Pichilingue y La Paz
Cementerios	2	1	Centrales de Generacion de Energia Electrica
Centros de Asistencia Médica	23	7	Punta Prieta y BCSIII
Instalación Deportiva o Recreativa	29	8	PEMEX Punta Prieta
Mercado	13	4	PTAR y Relleno Sanitario
Palacio de Gobierno	18	5	Infraestructura Turística
Plazas	38	11	Aeropuerto Internacional
Tanque de agua	1	0	Central de Transportes Foráneos
Templos	85	25	Carretera escenica a Todos Santos y Pichilingue
TOTAL	342	100	Carretera Transpeninsular y Libramiento Oriente a Los Planes-Pichilingue

CHAMETLA			
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE	INFRAESTRUCTURA ESTRATEGICA
Escuelas	3	38%	Infraestructura Turistica
Hospitales	1	13%	Industria Pesquera
Oficinas de Gobierno	1	13%	Area agricola
Templos	2	25%	
Plazas	1	13%	
TOTAL	8	100%	

EL CENTENARIO			
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE	INFRAESTRUCTURAS ESTRATEGICAS
Escuelas	6	33.3	Centros de Investigación
Centros de Asistencia Médica	3	16.7	Infraestructura Turística
Instalación Deportiva o Recreativa	4	22.2	
Palacio de Gobierno	1	5.6	
Plazas	1	5.6	
Templos	3	16.7	
TOTAL	18	100.0	

Tabla 70. Infraestructuras expuestas en La Paz y zona conurbada



Imagen 139: Inundaciones y flujos en el centro de la ciudad de La Paz. Fotografía tomada de Google.

Imagen 140: Paso pluvial en barda de escuela primaria en la ciudad de La Paz. Fotografía Julio Villarreal.



Imágenes 141, 142 y 143: Inundaciones en la ciudad. Fotografías: A. Muñoz, del centro tomada de www.sudcaliforniano.com.mx

El Sargento- La Ventana

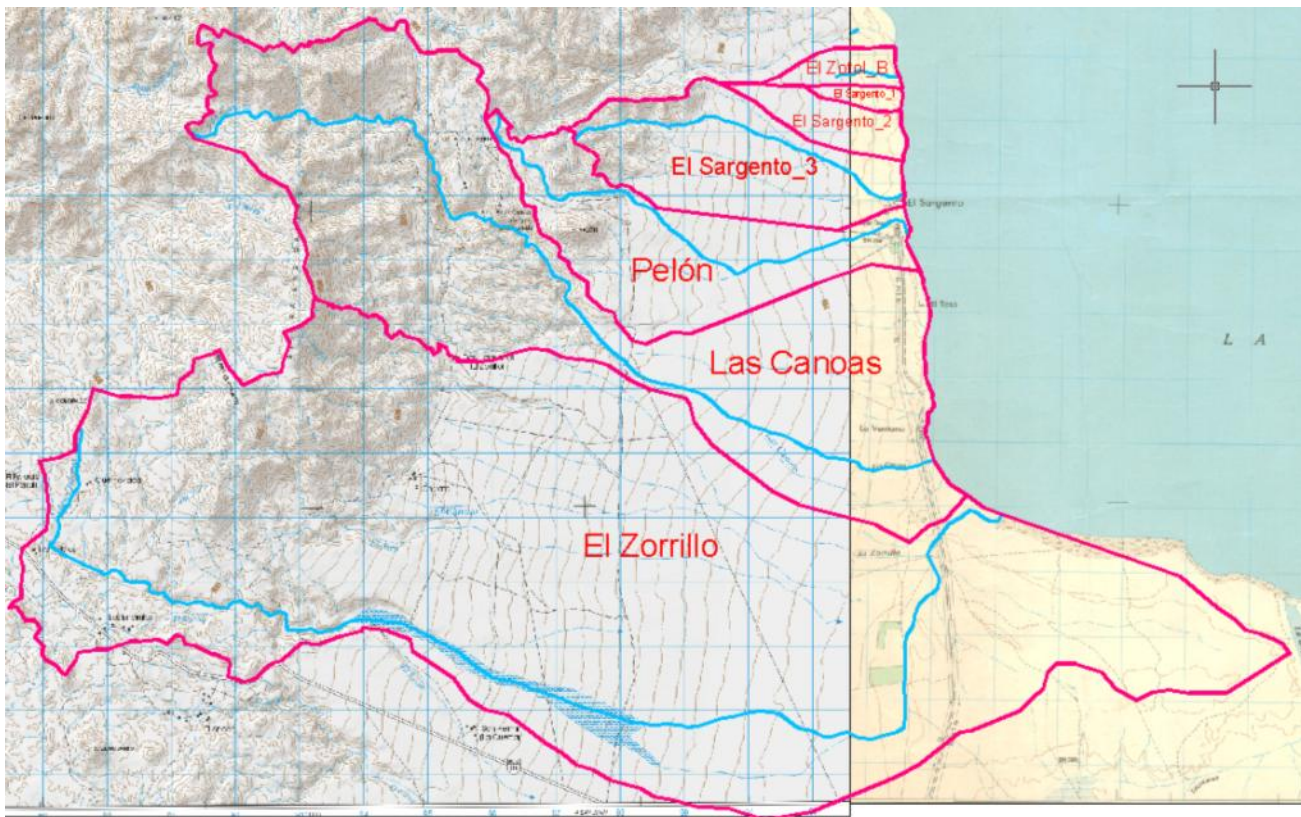


Imagen 144: Cuencas de los arroyos El Zorrillo, Las Canoas, Pelón, El Sargento

**TABLA RESUMEN**

CUENCA:	El ZotoI_B	El Sargento_3	El Sargento_1	El Sargento_2	Pelón	Las Canoas	El Zorrillo
Periodo de Retorno (años)	Q diseño (m³/s)						
2	1.5	1	0.7	2.6	1	5	20
10	5	35	2	9	40	130	260
50	15	80	7	26	95	290	550
100	20	140	9	35	145	370	680
200	25	160	11	43	170	440	800
1,000	30	200	14	52	220	580	1050
2,000	40	250	18	69	250	700	1200

Tabla 71. Gasto por Cuenca en El Sargento-La Ventana por periodo de retorno. Elaboración propia

La localidad de El Sargento y su anexo La Ventana, se encuentran localizados en las coordenadas 24° 04'49"N y 109° 59'39" W; a 33 kilómetros al este de la ciudad de La Paz y se encuentran asentadas sobre las costas de la Bahía La Ventana. Su población fija no supera los 1,000 habitantes, sin embargo, recibe anualmente la visita de turismo local, regional y extranjero.

Los escurrimientos que afectan a estas comunidades provienen de la Sierra Las Canoas, siendo la elevación más alta de 1,100 metros en el cerro El Llano, y en una longitud de 12 kilómetros desemboca al mar. Sin embargo, en el tramo final de aproximadamente 5 kilómetros se genera un cambio abrupto de pendiente, lo que provoca que se generen abanicos aluviales.

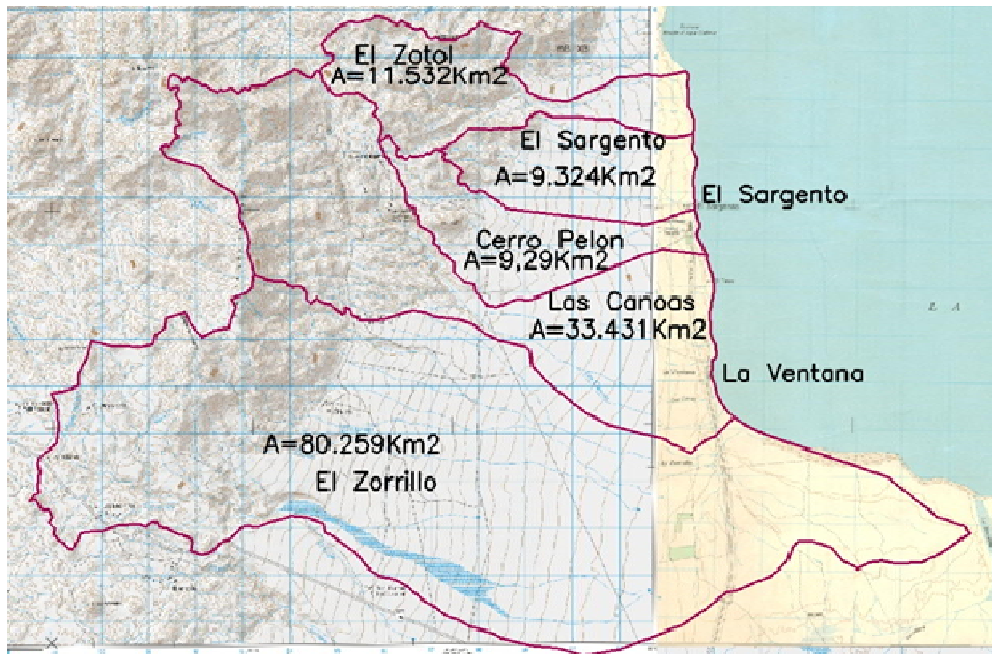


Imagen 145: Cuencas hidrológicas que inciden en las localidades El Sargento- La Ventana

Cuando ocurre este cambio tan abrupto, los cauces pierden su trayectoria definida y escurren con fuertes velocidades, pero de forma errática, transportando grandes cantidades de azolves que incrementan la peligrosidad ante la presencia de lluvias extraordinarias.

Cuenca El ZotoI_B

La cuenca denominada El ZotoI B drena una superficie de 11.53 km², en donde la mayor parte de su superficie proviene de la parte norte de la Sierra Las Canoas, lo que le da coeficientes de escurrimiento altos. De acuerdo a la topografía del sitio, a su salida de la sierra genera una depresión pronunciada que evita que las aguas desborden hacia la margen izquierda. Sin embargo, en los últimos años el cauce se ha azolvado elevando los niveles del cauce.

El Sargento_1 y El Sargento_2

Los escurrimientos de estas 2 cuencas son pequeños, sin riesgo de desbordamientos, por lo que es suficiente considerarlos como drenaje pluvial urbano con libre paso a través de las calles en dirección al mar.

Cuenca El Sargento_3

Tiene un área de cuenca de 9.34km². Estos escurrimientos presentan cauce divagante a la salida de la sierra Las Canoas, afectando a toda la población ubicada aguas abajo sobre la línea de costa.



Cuenca Pelón

Drena una superficie de 9.29km². La trayectoria del arroyo a la salida de la sierra no es tan errática como la cuenca El Sargento, sin embargo presenta desbordamientos en la zona urbana.

Cuenca Las Canoas

Tiene un área de cuenca de 33.43km² de gran potencial de riesgo por las fuertes pendientes y gran cantidad de agua. Cuando los escurrimientos llegan a la zona intermedia de la cuenca, generan un abanico aluvial, que ocasiona una incertidumbre en la dirección por donde escurrirán las aguas. En la desembocadura, se tienen cinco zonas por donde el arroyo descarga, en donde no es posible determinar la cantidad o porcentaje por la cual drenará. Toda la población aguas debajo de esta cuenca presenta riesgo.

Cuenca El Zorrillo

Existen pocos asentamientos humanos en el área de afectación de este escurrimiento; sin embargo, debido al gran tamaño de su cuenca, la zona inundable en la desembocadura es significativa.. Mientras no se tengan obras de control, la zona sur de esta localidad se encuentra en alto riesgo.

En la imagen correspondiente al Mapa PHL4-2 podemos observar que en El Sargento las zonas identificadas como de MUY ALTO y ALTO peligro corresponden a las zonas y asentamientos colindantes a las márgenes de los escurrimientos presentes, y en la zona de costa donde los escurrimientos desembocan al mar.

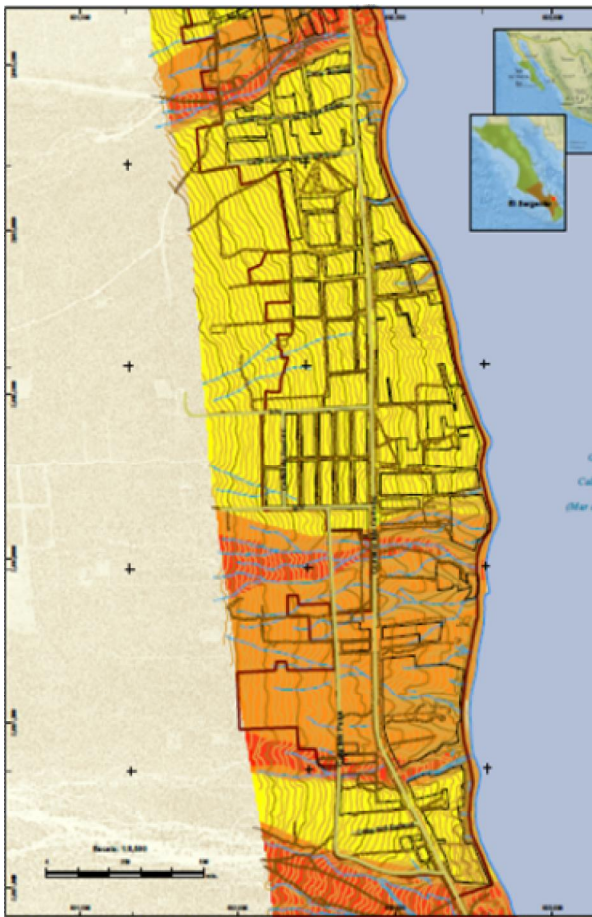


Image 146: Peligros por inundación El Sargento. Mapa PHL 4-2



Imagen 147: Riesgos por Inundación en El Sargento Mapa RHL 4-2

Una de las zonas de peligro ALTO se localiza entre el área tributaria de dos de los escurrimientos entre la línea de costa y la vialidad Corredor Isla Cerralvo que es la vialidad principal, entre ésta y la Calle Isla de Patos y entre esta calle y el límite del poblado hacia el poniente.

En la imagen correspondiente al Mapa PHL5-2 podemos observar que en La Ventana el patrón de inundaciones es similar al de El Sargento, las zonas identificadas como de MUY ALTO Y ALTO peligro corresponden a las zonas y asentamientos colindantes a las márgenes de los escurrimientos presentes y la zona de costa donde los escurrimientos desembocan al mar.

La infraestructura más expuesta son las vialidades y la vialidad principal Corredor Isla Cerralvo que se prolonga en la Carretera a Ensenada de Muertos y Los Planes.

Podemos concluir que el 90% de la superficie de estas localidades es susceptible a inundarse.

Peligro de Inundación- Localidad El Sargento-La Ventana		
Nivel de Peligro	Área (Ha)	Porcentaje
MUY ALTO	178.83	21.02
ALTO	236.13	27.76
MEDIO	353.10	41.51
BAJO	82.61	9.71
TOTAL	850.68	100

Tabla 72. Porcentaje de superficie afectable por inundaciones por rango de peligro El Sargento –La Ventana

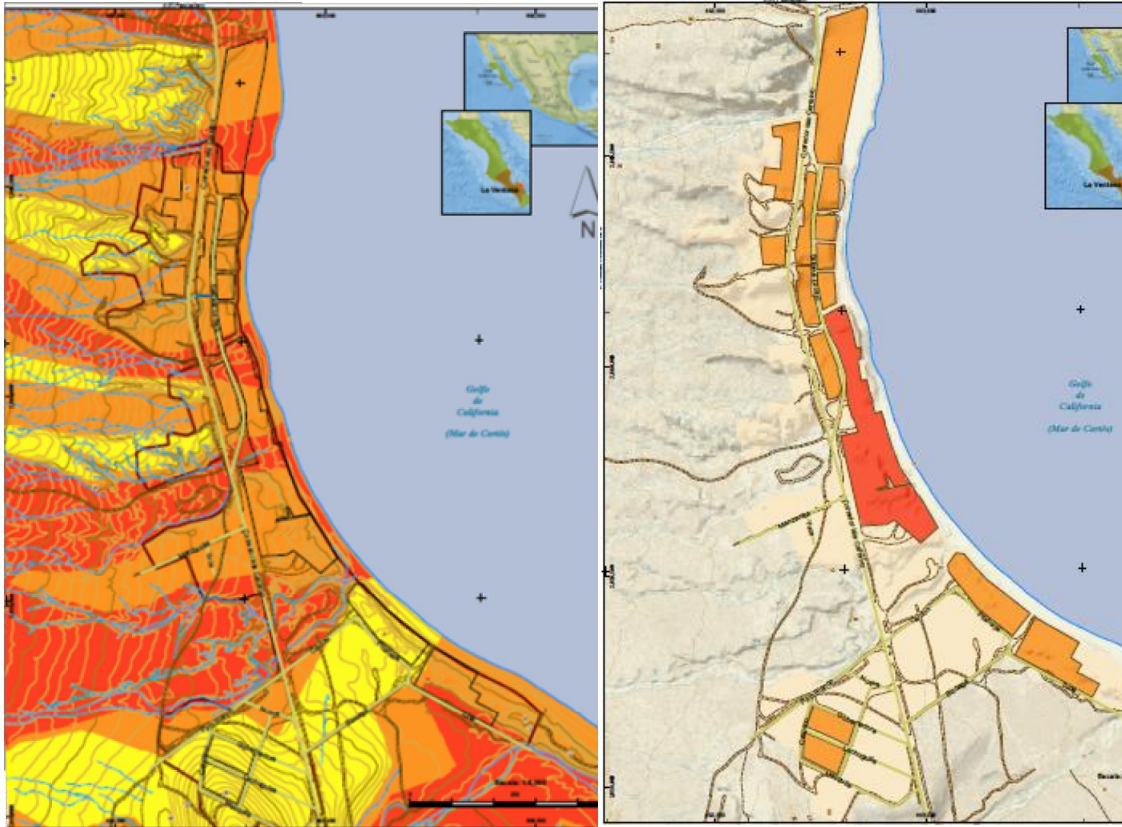


Imagen 148: Peligros por Inundaciones en La Ventana. Mapa PHL 5-2

Imagen 149: Riesgo por Inundaciones en La Ventana. Mapa RHL 5-2



- Riesgos**

En la Tabla siguiente se resume la estimación del escenario de riesgo y daños hipotéticos esperados en El Sargento y La Ventana ante el fenómeno de inundaciones súbitas:

Inundaciones - El Sargento					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	670	70	524	70	\$ 50,251.60
A	287	30	224	30	\$ 6,198.08
M	1	0.1	1	0.1	\$ 8.73

Inundaciones - La Ventana					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	63	25	30.00	25	\$ 2,877.00
A	192	75	92.00	75	\$ 2,545.64

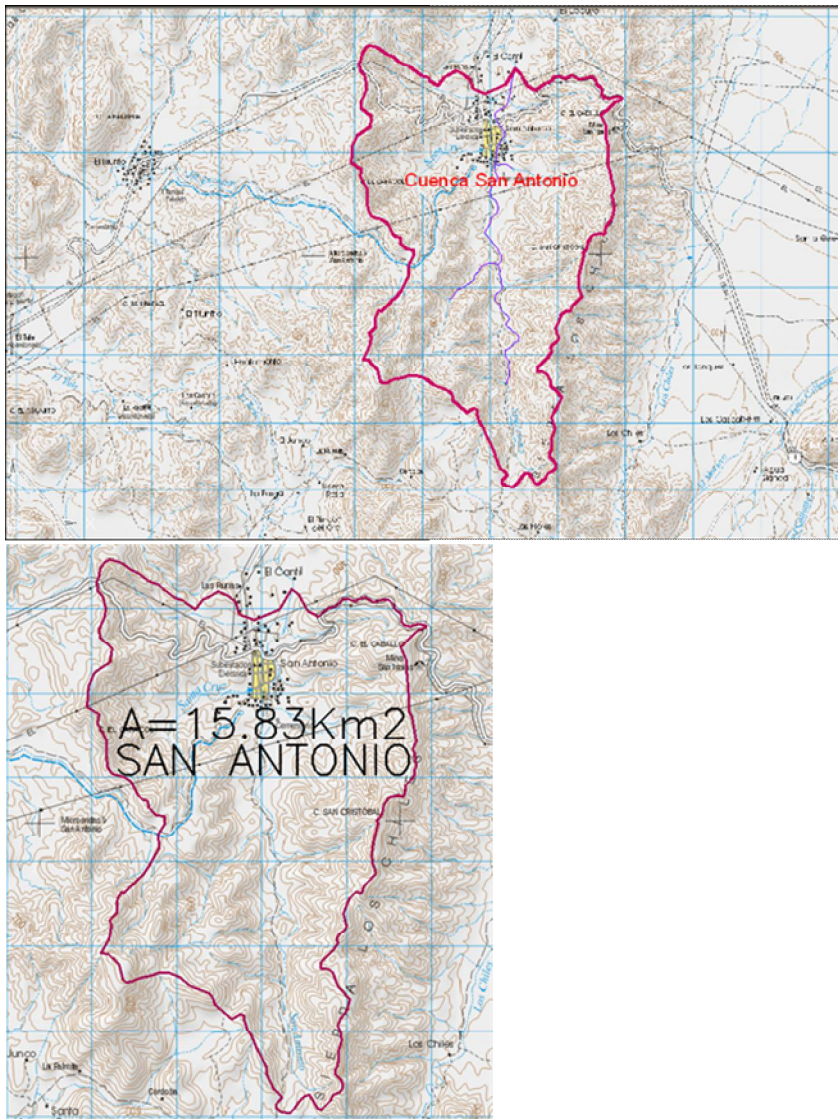
EL SARGENTO			
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE	INFRAESTRUCTURA ESTRATEGICA
Escuelas	3	33%	Corredor Cerralvo
Hospitales	1	11%	Carretera a los Planes
Oficinas de Gobierno	1	11%	Desaladora
Instalaciones Deportivas	2	22%	Infraestructura Turística
Templos	1	11%	Infraestructura pesquera
Plazas	1	11%	
TOTAL	9	100%	

LA VENTANA			
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE	INFRAESTRUCTURA ESTRATEGICA
Escuelas	2	50%	Corredor Cerralvo
Templos	2	50%	Carretera a Los Planes
TOTAL	4	100%	Infraestructura Turística y pesquera

Tabla 73. Infraestructuras expuesta en El Sargento y La Ventana



San Antonio





Periodo de Retorno	Q Diseño (m³/s)
2	1
10	50
50	130
100	170
200	200
1000	300
2000	340

Tabla 74. Gasto por Cuenca en San Antonio por periodo de retorno. Elaboración propia

Comunidad de 712 habitantes de tradición minera fundada en el siglo XI, localizada en las coordenadas geográficas 23° 48' 29" N y 110° 03' 26", a 45 Km al sureste de la ciudad de La paz, a la altura del kilómetro 155+000 de la carretera San José del Cabo-La Paz. La localidad es atravesada de sur a norte por el arroyo que lleva el mismo nombre, cuya cuenca drena los escurrimientos generados de la Sierra Los Chiles, parte de la Sierra de La Laguna con una superficie de 15. 83 Km². De acuerdo con los datos de las estaciones climatológicas de la Comisión Nacional de Agua, la zona de la Sierra de la Laguna es la que presenta las precipitaciones más altas del Estado.

Así mismo, pequeños escurrimientos tributarios drenan hacia el principal, con pendientes muy fuertes; escurren por las cañadas que en su mayoría han sido definidas como calles canal, sin embargo, de acuerdo a las visitas de campo y a los comentarios recibidos por la población, se han visto afectados por eventos de precipitación en numerosas ocasiones, afectando viviendas, así como la precaria infraestructura del poblado. Uno de los principales daños que ocasiona el arroyo San Antonio es que interrumpe la comunicación en el vado de la carretera transpeninsular.



Imágenes 150 y 151: Izquierda Arroyo San Antonio; Derecha Vado del Arroyo sobre carretera transpeninsular. Fotografías de A. Muñoz

Podemos observar en el Mapa PHL9-2 que el peligro por inundación en la totalidad del poblado es considerado MEDIO, las zonas de peligro MUY ALTO y ALTO considera las áreas colindantes y más próximas a la trayectoria del arroyo San Antonio y sus afluentes, afectando un tramo de la Carretera Transpeninsular y la zona más baja al norte del poblado afectando un tramo de la carretera San Antonio-Los Planes.

Peligro de Inundación- Localidad San Antonio		
Nivel de Peligro	Área (Ha)	Porcentaje
MUY ALTO	12.97	15.77
ALTO	8.95	10.89
MEDIO	60.31	73.34
TOTAL	82.23	100

Tabla 75. Porcentaje de superficie afectable por inundaciones por rango de peligro San Antonio

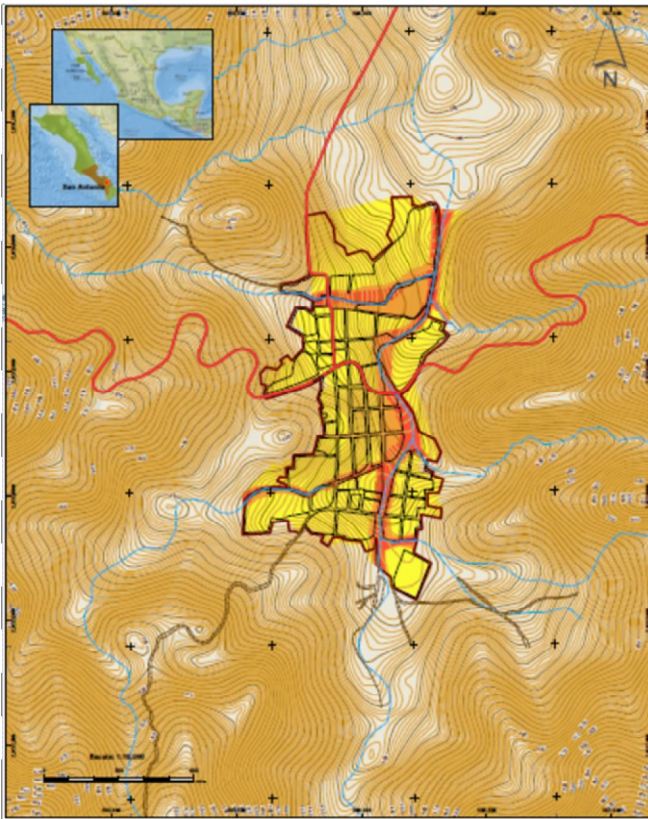


Imagen 152: Peligros por inundación en San Antonio.
Mapa PHL 9-2

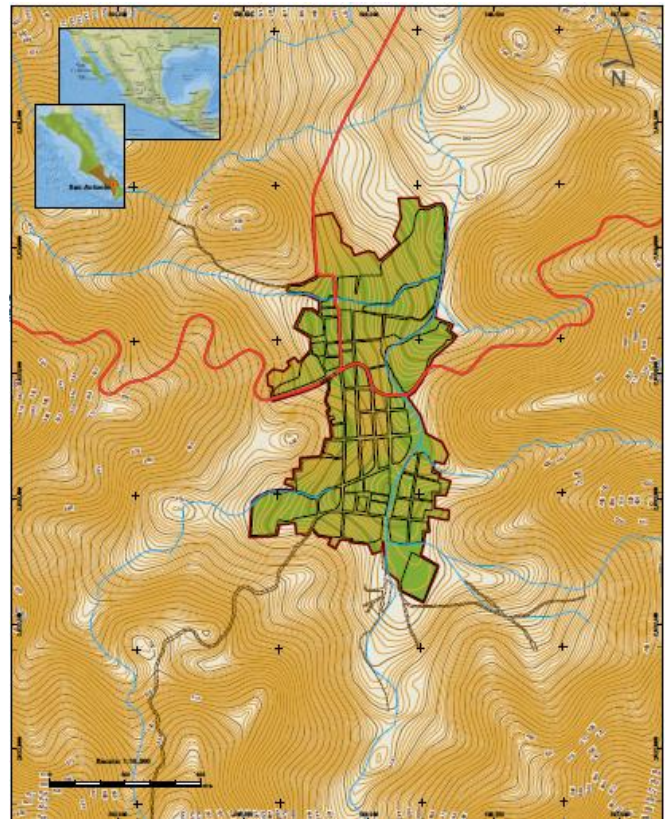


Imagen 153: Riesgos por inundación en San Antonio.
Mapa RHL 9-2

- Riesgos**

En la Tabla siguiente se resume la estimación del escenario de riesgo y daños hipotéticos esperados en San Antonio ante el fenómeno de inundaciones súbitas:

Inundaciones- San Antonio					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
A	219	47	166	47	\$ 1,449.18
M	214	46	162	46	\$ 810.00
B	30	6	23	7	\$ -

SAN ANTONIO			
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE	INFRAESTRUCTURA ESTRATEGICA
Escuelas	3	27%	Carretera Transpeninsular
Hospitales	1	9%	Carretera a Los Planes
Oficinas de Gobierno	4	36%	Inmuebles catalogados por INAH
Templos	1	9%	Infraestructura minera
Cementerios	1	9%	Paisaje natural
Plazas	1	9%	
TOTAL	11	100%	

Tabla76. Infraestructuras expuestas en la localidad de San Antonio



Imagen154: Alcantarilla tipo bóveda que drena los escurrimientos de la cañada Las Parras en San Antonio. Fotografía Julio Villarreal



Imagen 155: Muro de mampostería en riesgo de colapso en construcción junto al arroyo San Antonio. Fotografía Julio Villarreal



San Bartolo

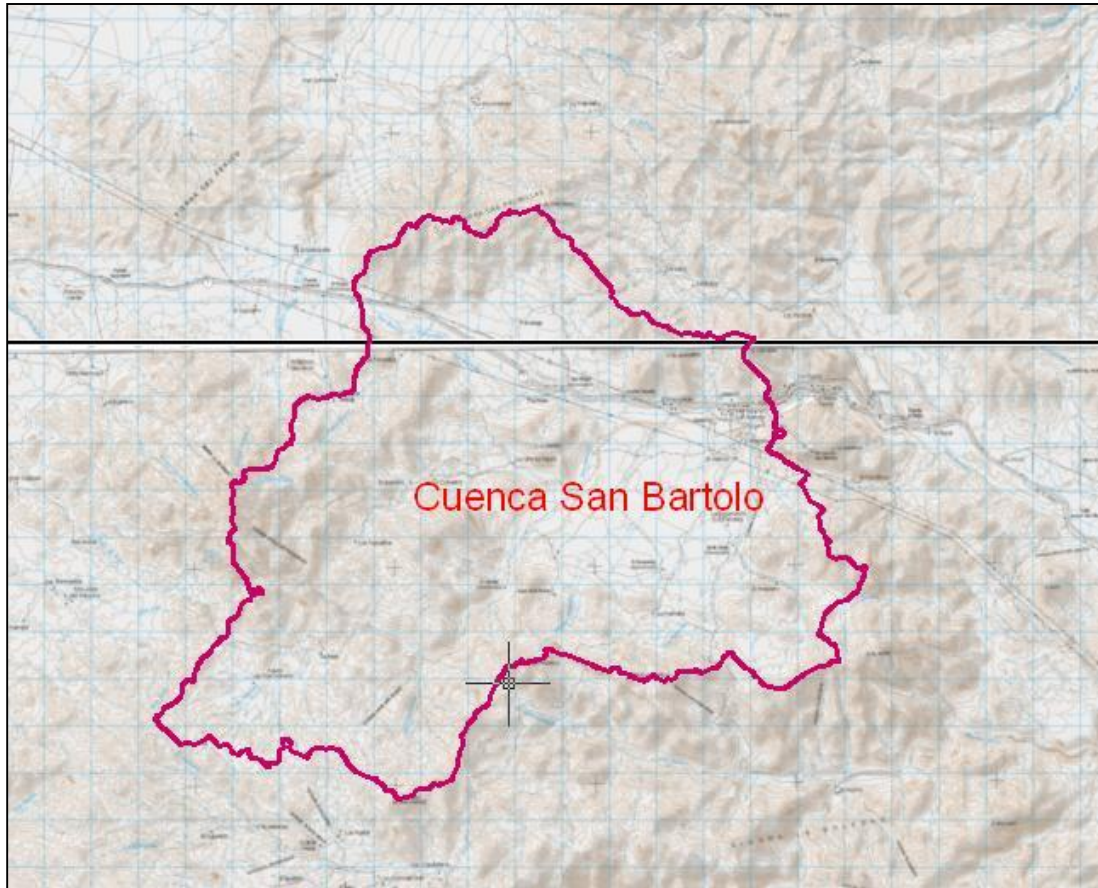


Imagen 156: Cuenca del Arroyo San Bartolo

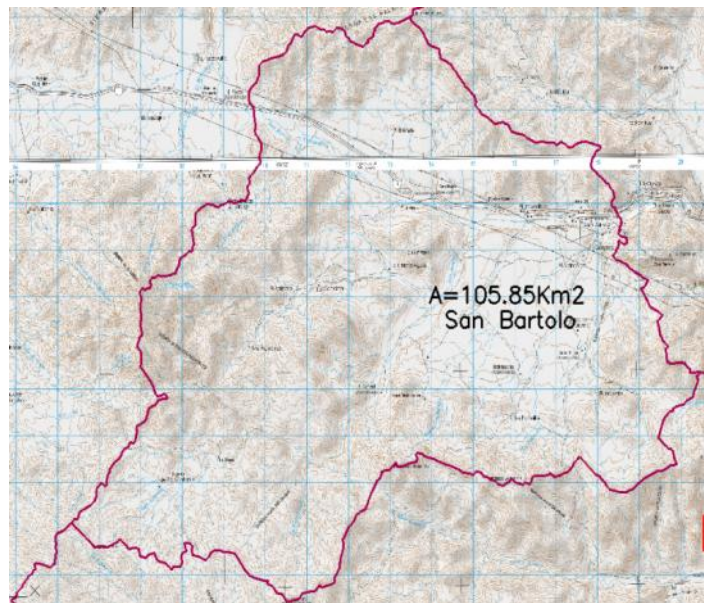
TABLA RESUMEN

Periodo de Retorno	Q Diseño (m ³ /s)
2	150
10	750
50	1000
100	1500
200	2000
1000	3000
2000	3500

Tabla 77. Gasto por Cuenca en San Bartolo por periodo de retorno. Elaboración propia

Se localiza en las coordenadas geográficas 23° 44' 16" N y 109° 50' 39" W y tiene una población de 458 habitantes. La población de San Bartolo se asienta a las márgenes del arroyo que lleva el mismo nombre. Como antecedente histórico, se tiene registrado que durante el huracán Liza (1976) se estimó un gasto de aproximadamente 3,000 m³/s (Boletín Hidrológico No 28, SARH, tomo III, página. V- 12), en donde el agua alcanzó una altura de aproximadamente 20 metros con respecto al nivel de fondo.

Imagen 157 : Cuenca San Bartolo



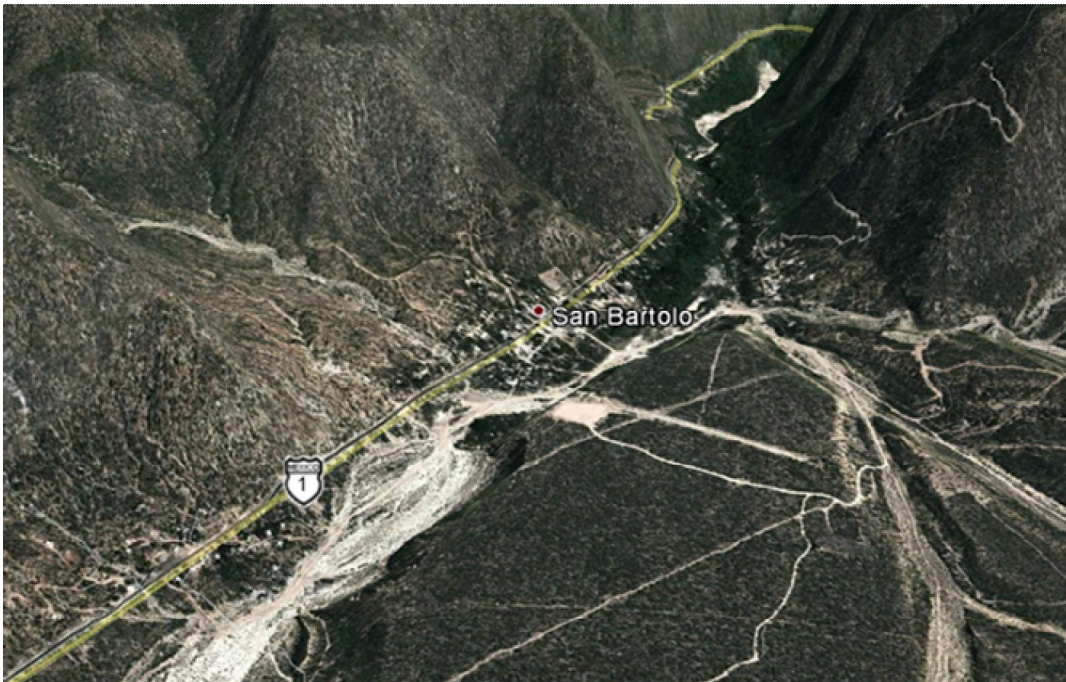


Imagen 158 : Localidad de San Bartolo tomada de Google Earth

El arroyo tiene un área de cuenca, hasta el sitio de la localidad de 105.85km², y limita al sur con la cuenca del arroyo Buenos Aires.

Dadas las condiciones de topográficas, el Poblado se ha desarrollado de manera lineal, siendo la única opción de crecimiento paralelo a la carretera transpeninsular (dirección de este a oeste), ya que al norte se encuentra el Cerro Las Limas y el Cerro El Guayabito, y hacia el sur el arroyo San Bartolo.

Sobre el cauce del arroyo se encuentran huertas frutales, que sostienen la economía del lugar, mediante la comercialización de sus productos.

Por las condiciones descritas, en presencia de fenómenos extraordinarios de lluvia, las áreas colindantes a la margen izquierda del mencionado arroyo se encuentran en zona de alto riesgo por avenidas súbitas.

Asimismo, dos pequeñas corrientes provenientes del cerro Las Pocitas, ubicado al norte del poblado San Bartolo, escurren con fuertes pendientes, arrastrando grandes cantidades de azolves, cruzan la carretera transpeninsular y descargan sus aguas hacia el arroyo San Bartolo.

Como se puede observar en el Mapa PHL8-2 las zonas de peligro MUY ALTO y ALTO se identifican en las áreas colindantes y más próximas al arroyo San Bartolo, la margen sur afectando las áreas productivas y la margen con posible afectación al oriente, centro y poniente sur del asentamiento, donde las pendientes de los cerros son más fuertes .

Peligro de Inundación- Localidad San Bartolo		
Nivel de Peligro	Área (Ha)	Porcentaje
MUY ALTO	26.32	39.32
ALTO	21.89	32.70
MEDIO	18.73	27.98
BAJO	0.00	0.00
TOTAL	66.93	100

Tabla 78. Porcentaje de superficie afectable por inundaciones por rango de peligro San Bartolo.



Imagen 159: Se indica el nivel alcanzado por el agua en la inundación al paso del huracán Liza 1976 por San Bartolo. Fotografía Julio Villarreal



Imagen 160: Calle canal que descarga las aguas desde la carretera al arroyo San Bartolo, junto a la plaza pública. Fotografía Julio Villarreal

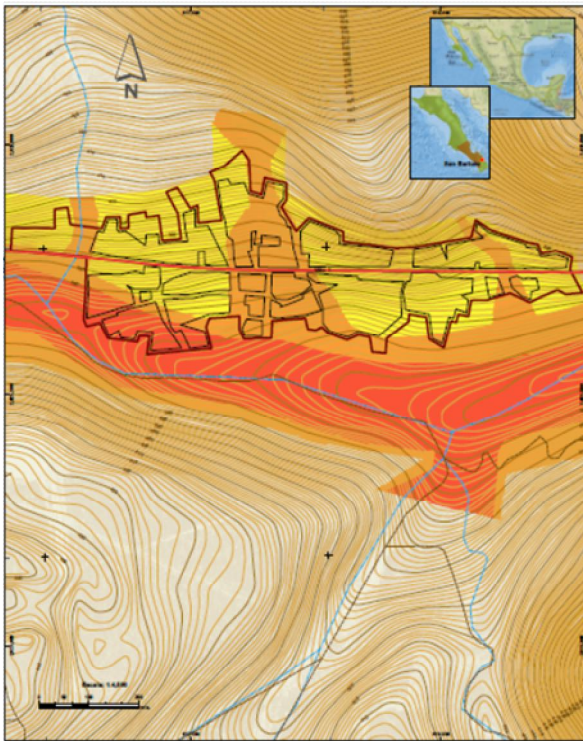


Imagen 161: Peligros por Inundación en la localidad de San Bartolo Mapa PHL8-2

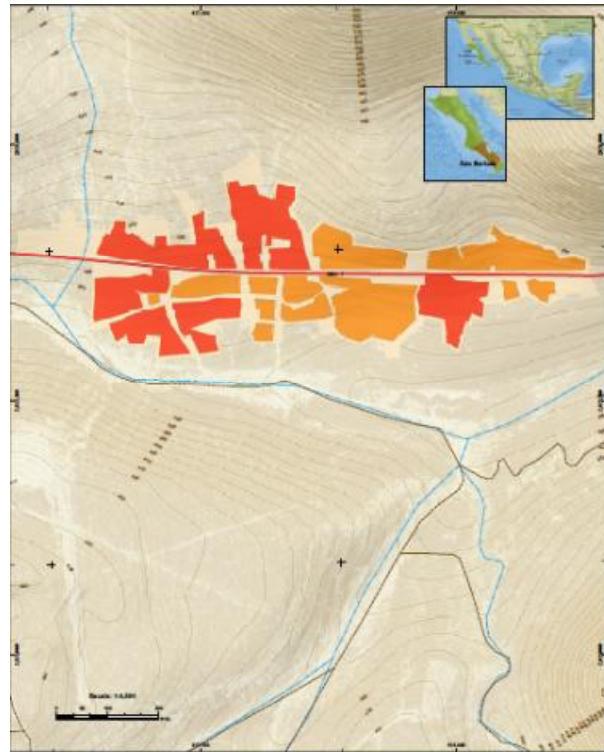


Imagen 162: Riesgo por Inundación en la localidad de San Bartolo Mapa RHL8-2

• **Riesgos**

En la Tabla siguiente se resume la estimación del escenario de riesgo y daños hipotéticos esperados en San Bartolo ante el fenómeno de inundaciones súbitas:

Inundaciones- San Bartolo					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	247	47	67	52	\$ 6,425.30
A	148	53	33	48	\$ 913.11

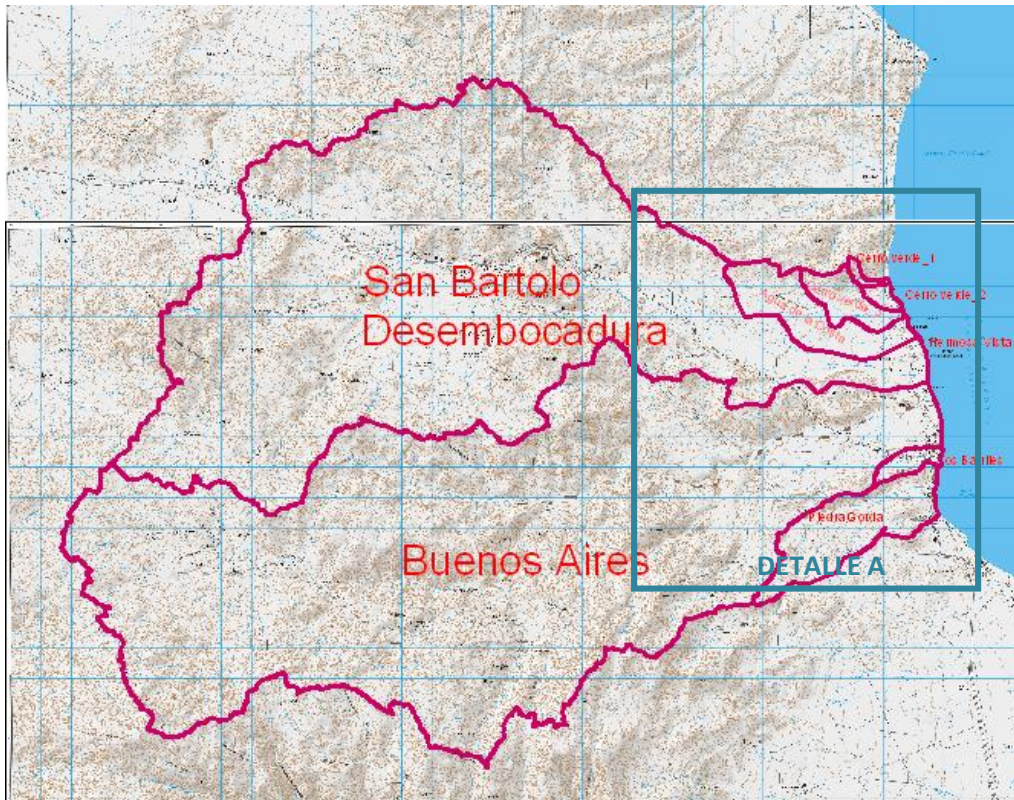
SAN BARTOLO			
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE	INFRAESTRUCTURA ESTRATEGICA
Escuelas	2	22%	Carretera Transpeninsular
Hospitales	1	11%	Huertas y Cultivos
Oficinas de Gobierno	1	11%	Dulces y conservas regionales
Instalaciones Deportivas	1	11%	Paisaje natural
Templos	1	11%	
Cementerios	2	22%	
Plazas	1	11%	

Tabla 79. Infraestructuras expuestas en San Bartolo



Los Barriles

Imagen 163: Cuencas de los Arroyos San Bartolo Desembocadura y Buenos Aires que drenan sobre Los Barriles hacia el Golfo de California, identificando Detalle A de las cuencas de los afluentes de ambos



Detalle A

**TABLA RESUMEN**

CUENCA:	CERRO VERDE_1	CERRO VERDE_2	CERRO VERDE_3	AGUA DE LA COSTA	PIEDRA GORDA	LOS BARRILES	BUENOS AIRES
PERIODO DE RETORNO	Q Diseño (m³/s)						
2	0.5	1	3	5	5	2	150
10	6	12	35	60	80	10	1000
50	14	20	100	150	200	20	1500
100	17	25	125	180	240	30	2000
200	21	28	150	200	270	35	3000
1000	25	38	200	250	330	40	3800
2000	30	45	220	300	390	50	4200

Tabla 80. Gasto por Cuenca en Los Barriles por periodo de retorno. Elaboración propia.

La localidad de Los Barriles se ubica en las coordenadas geográficas 23° 40'53" N y 109° 42'18" W a 80 kilómetros al sureste de la ciudad de La Paz, se comunica a través de la carretera transpeninsular San José del Cabo – La Paz, a la altura del kilómetro 110+000 y cuenta con una población de 588 habitantes. Se ubica sobre la vertiente del golfo de California y representa el límite del municipio de La Paz por dicha costa.

Por dicha localidad atraviesan ocho escurrimientos pluviales, siendo los más importantes los arroyos San Bartolo, Buenos Aires y Buena Vista.

Los arroyos que generan daños en la zona de los Barriles por avenidas súbitas son: Cañada sin nombre denominada Cerro Verde, con una cuenca de 4.72km², escurrimiento sin nombre denominado Cañada El Mezcal cuya cuenca drena los escurrimientos de una superficie de 8.63km², el arroyo San Bartolo que drena una cuenca de 177.43km², la Cañada Los Bledales con 2.19km², el arroyo Buenos Aires con 208.49km², la cuenca Piedra Gorda con 10.19km² de cuenca, y la cuenca Buena Vista, al sur del poblado con 19.75km².

Cuenca Cerro Verde y Cuenca Cañada El Mezcal

En la parte norte del Poblado drenan unas pequeñas corrientes provenientes del cerro Verde. De acuerdo a la topografía del lugar, los arroyos se encuentran bien definidos casi hasta su cruce con el camino que comunica el poblado de Los Barriles con El Cardonal, sin embargo, al llegar a la parte baja, estos se extienden generando una zona mayor de escurrimiento.

Cuenca San Bartolo

La cuenca del arroyo San Bartolo drena una superficie de 177.4km². Sus Aguas se originan en la parte norte de la Sierra de La Laguna, zona en la cual históricamente registra las precipitaciones más altas del estado. Por los fuertes caudales de agua que transporta, es susceptible de desbordamientos sobre su margen izquierda desde aproximadamente 4 kilómetros aguas arriba de su desembocadura, lo que pudiera afectar la parte norte del poblado de Los Barriles. La gran cantidad de azolves que transporta en avenidas extraordinarias genera que su desembocadura crezca hacia mar adentro, es decir, la playa tiende a crecer conforme se rellena de arena; cuando esto sucede, la pendiente natural del arroyo se reduce ligeramente, alterando las condiciones de flujo, lo que pudiera ocasionar desbordamientos sobre su margen izquierda.

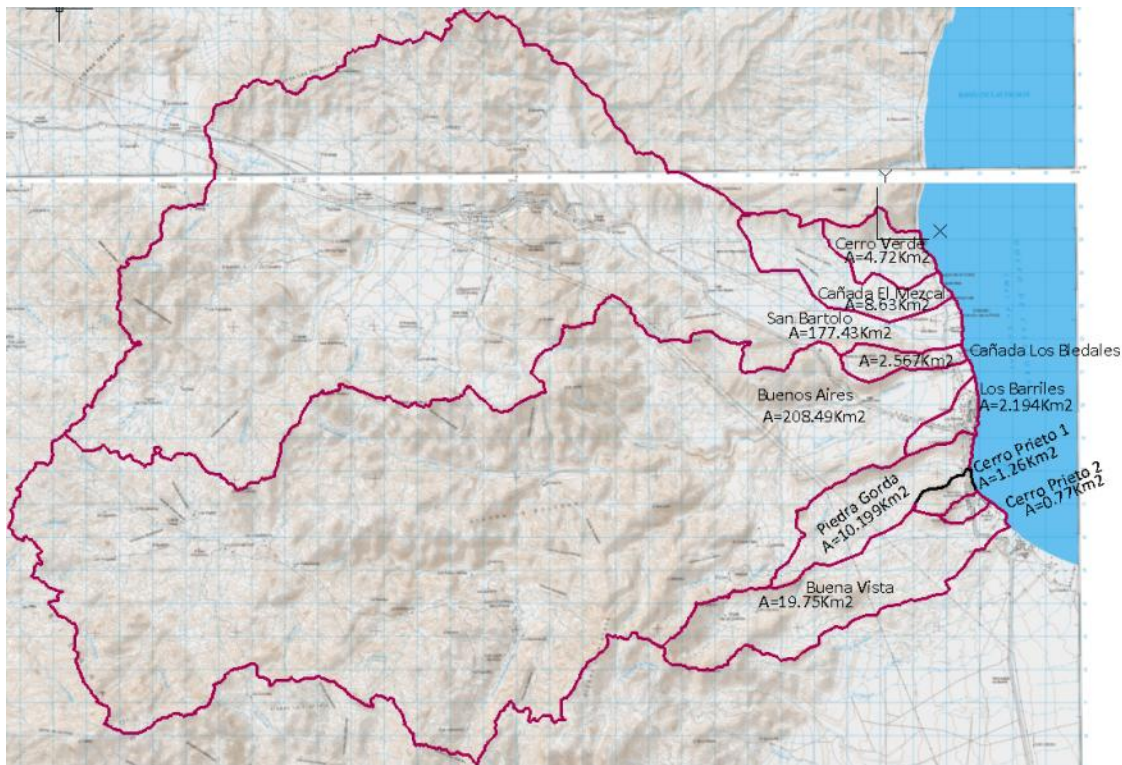


Imagen 164: Cuencas que drenan en la población de Los Barriles



Cañada Los Bledales

Es una pequeña cuenca de 2.57km², la cual nace en las estribaciones de la Loma El Divisadero. Este escurrimiento drena por una pequeña cárcava, con un alto porcentaje de azolves. Sus escurrimientos son de velocidades altas, lo cual pone en peligro la estabilidad de algunas construcciones aledañas. Los propietarios de los predios ubicados en su desembocadura han optado por dejar un espacio libre para que este drene hacia el mar, sin embargo, por las grandes cantidades de azolves, en ocasiones les genera problemas de inundaciones.

Arroyo Buenos Aires

EL arroyo Buenos Aires tiene un área de cuenca de 208.49km². Presenta las mismas condiciones de socavación y azolvamiento que el arroyo San Bartolo. Existen asentamientos humanos ubicados a las márgenes del arroyo, cercano a su desembocadura, que están en riesgo de erosión y colapso, ya que en cada escurrimiento incrementa su ancho.

Cañada Los Barriles

Sus aguas se originan en la Loma El Filo, tiene un área de cuenca de 2.19km², la mayor parte de la cuenca es urbana, con fuertes pendientes, lo que ocasiona avenidas súbitas y socavación en su paso. El flujo del agua se distribuye entre las propiedades ubicadas al norte de la calle 20 de noviembre, y drena hacia el mar por una pequeña descarga sobre la costa de apenas 5.0m de ancho. Cercano a la desembocadura, se generan inundaciones por la escasa salida del agua al mar, afectando a las construcciones, entre ellos el hotel Palmas del Cortés.

Laguna Los Barriles

Los escurrimientos de una cuenca pequeña, en su mayoría urbana, convergen a una depresión topográfica ubicada en el centro del poblado sujeta a inundación; dicho vaso y corresponde a la parte más baja de una depresión topográfica formada por depósitos de material aluvial y una barra de arena paralela a la línea de costa, producto del oleaje del mar de Cortés. En años anteriores, generó un problema de salud pública en la comunidad, al representar un foco de infección, por lo que el Ayuntamiento de La Paz habilitó un parque público en la zona, y dio salida a la mayor parte de los escurrimientos hacia una calle canal que conduce los escurrimientos hacia el mar.

Las aguas que se integran a la depresión antes señalada se generan dentro del área urbana (drenaje pluvial urbano) y no tiene salida al mar, debido a que, sobre toda la extensión de la barra existen construcciones permanentes, además de que la única salida natural al mar sobre la desembocadura de una pequeña corriente ubicada al sur del poblado y cruza el predio del hotel Palmas del Cortés, ha sido obstruida con bardas y topes, lo que ha provocado que en lugar de tener salida, parte de las aguas de esta corriente se integren a dicha depresión. Como se muestran en las figuras anexas, tomadas de la carta topográfica escala 1:50,000 LAS CUEVAS, F12B24, editada por el Instituto Nacional de Geografía e informática.

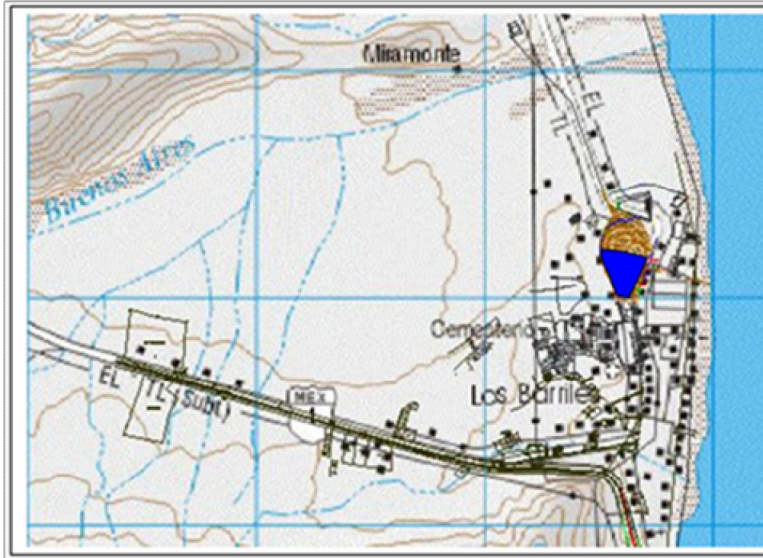


Imagen 165: Carta Topográfica F12B24 Las Cuevas escala 1:50,000 INEGI



Imagen 166: Cuencas de Aportación de escurrimientos pluviales de Los Barriles.

Cuenca Piedra Gorda

La cuenca del arroyo Piedra Gorda tiene un área de cuenca de 10.2km², nace en las estribaciones del cerro El Ranchito, es de forma alargada, por lo cual tiene un tiempo de respuesta menor a una hora; es de alta peligrosidad, sin embargo existen pocos asentamientos humanos sobre sus márgenes. El mayor riesgo lo genera una estación de servicio que se encuentra cercano a su desembocadura, sobre la margen derecha aguas arriba del cruce con el camino que comunica el poblado de Los Barriles con Buena Vista; en dicho cruce se encuentra una alcantarilla de concreto de sección rectangular que es insuficiente para drenar los escurrimientos, por lo que el agua en avenidas extraordinarias brinca el camino. La Gasolinera tiene una protección marginal, sin embargo, por la gran cantidad de azolves en la zona, además, que el mismo camino ha generado que se eleve el nivel del cauce aguas arriba funcionando como represo, generan una mayor vulnerabilidad de desbordamiento.

Peligro de Inundación- Localidad Los Barriles		
Nivel de peligro	Área (Ha)	Porcentaje
MUY ALTO	258.90	28.04
ALTO	160.31	17.36
MEDIO	418.84	45.37
BAJO	85.14	9.22
TOTAL	923.19	100

Tabla 81. Porcentaje de superficie afectable por inundaciones por rango de peligro Los Barriles.

Como se observa en el Mapa PHL6-2 las zonas consideradas de peligro MUY ALTO y ALTO son las colindantes y más próximas a la trayectoria de los arroyos principales que desembocan al mar al norte y sur del poblado. Las áreas más bajas y cercanas a la línea de costa que representan el 28.04 % y el 17.36% respectivamente del área urbana.

Las zonas de peligro MEDIO representan el 45.37% de la superficie urbana, localizadas al poniente y la de bajo peligro que representa el 9.22 % se localiza en la zona más alta.

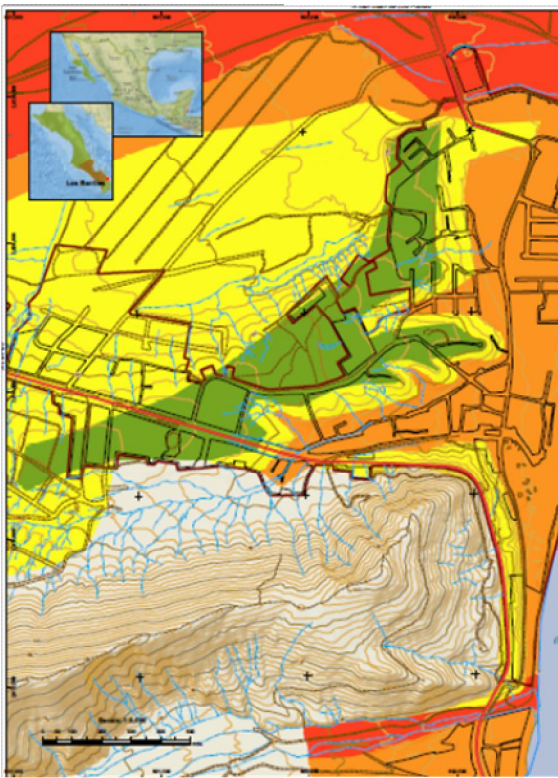


Imagen 167: Peligros por inundación en Los Barriles. Mapa PHL 6-2

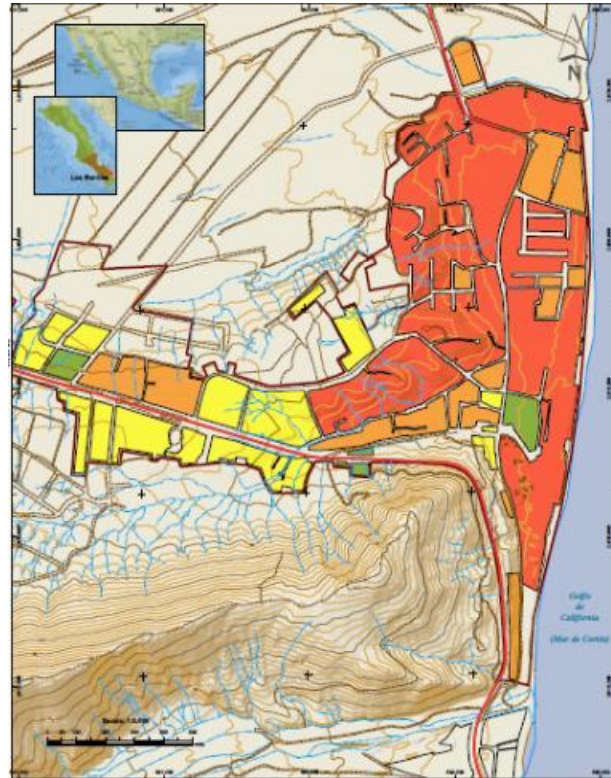


Imagen 168: Riesgos por inundación en Los Barriles. Mapa RHL 6-2

• **Riesgos**

En la Tabla siguiente se resume la estimación del escenario de riesgo y daños hipotéticos esperados en Los Barriles ante el fenómeno de inundaciones súbitas:

Inundaciones - Los Barriles					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	679	58	291	58	\$ 27,906.90
A	289	25	123	24	\$ 3,403.41
M	205	17	88	17	\$ 768.24
B	0	0	1	0	\$ 5.00

LOS BARRILES			
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE	INFRAESTRUCTURA ESTRATEGICA
Escuelas	2	22%	Carretera Transpeninsular
Hospitales	1	11%	Carretera al Cardonal
Oficinas de Gobierno	2	22%	Infraestructura Turística
Templos	2	22%	Infraestructura pesquera
Cementerios	1	11%	
Plazas	1	11%	
TOTAL	9	100%	

Tabla 82. Infraestructuras expuestas en Los Barriles



Imagen 169: Inundación presentada con el huracán John en la zona de la laguna. Fotografía J. Villarreal



Imagen 170: Se aprecia equipo de bombeo del centro regional de atención a emergencias por parte de la CNA. Fotografía J. Villarreal

Todos Santos

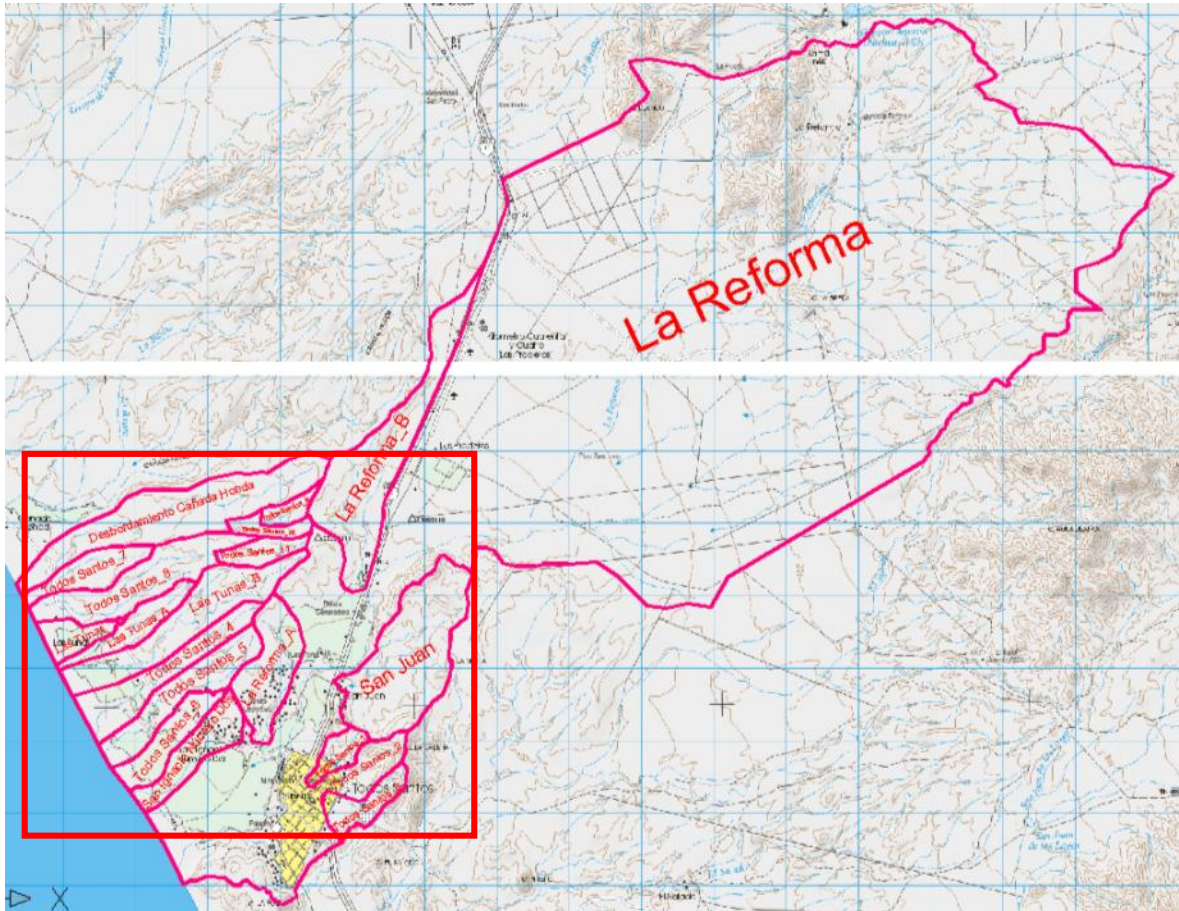


Imagen 171: Cuencas de aportaciones que drenan sobre Todos Santos en su desembocadura al Océano Pacífico y se identifica el Detalle A

La localidad de Todos Santos se ubica sobre las costas del Océano Pacífico, aproximadamente a 76km al sur de La Paz, se comunica a través de la carretera transpeninsular tramo San Pedro – Cabo San Lucas, a la altura del kilómetro 49+000.

Desde el punto de vista de los peligros por inundaciones, por sus condiciones topográficas, Todos Santos se puede dividir en dos zonas principales, las cuales son: las parcelas que colindan con el arroyo La Reforma (Cañada del Diablo y zona de palmares aguas abajo) así como la zona norte, donde drenan escurrimientos de pequeñas cuencas, las cuales, debido a su forma alargada pueden transportar avenidas súbitas en tiempos muy cortos y grandes cantidades de sedimentos incrementando la llanura de inundación.

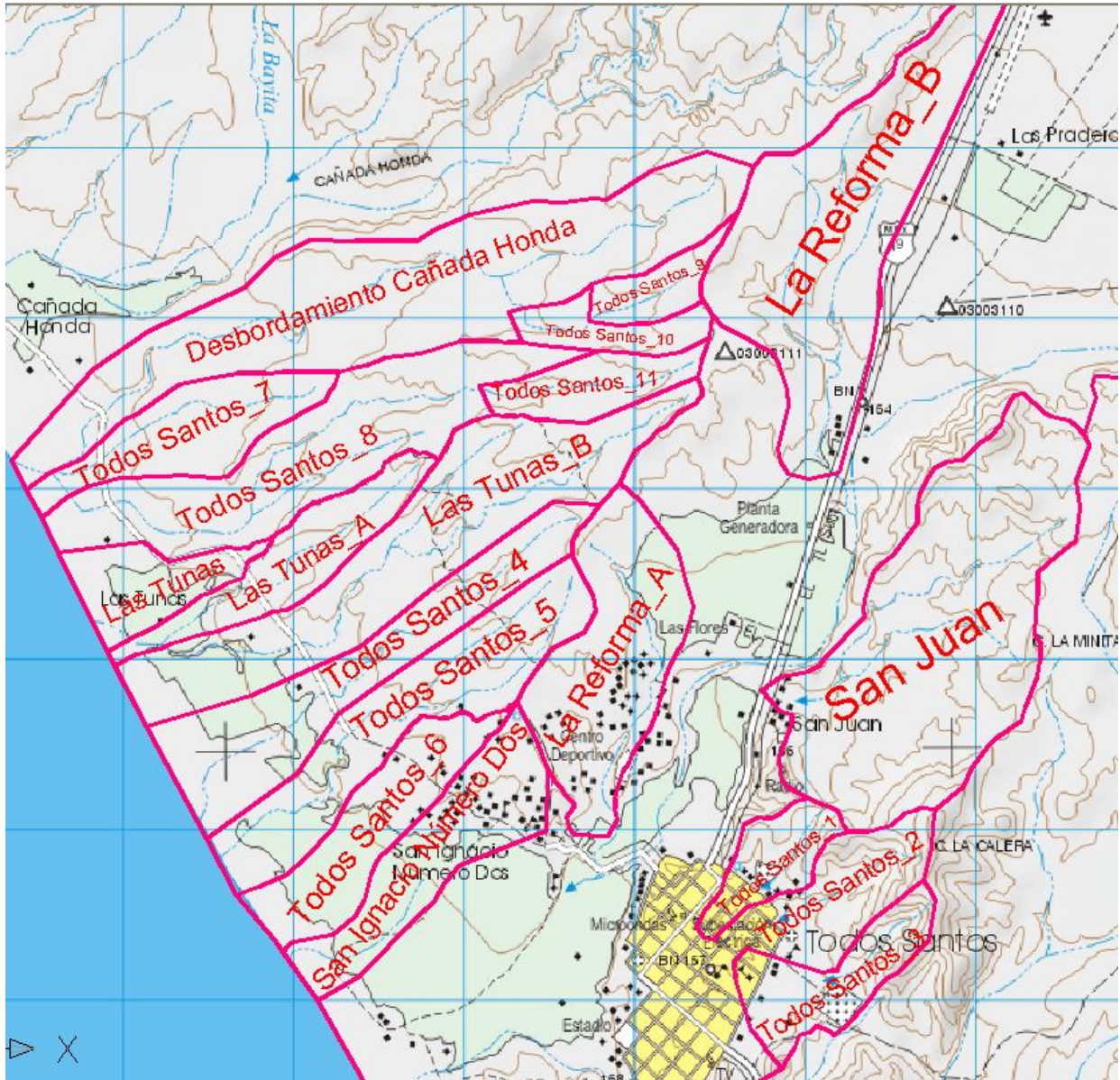


Imagen 172: Detalle A de las cuencas que drenan en Todos Santos.

La barra costera influye considerablemente al problema de inundación en la parte norte de la localidad de Todos Santos. El fuerte oleaje y en presencia de vientos fuertes, provocan que las descargas naturales de los escurrimientos se obstruyan, lo que ocasiona que ante avenidas ordinarias, se genere un remanso de agua. Una vez que el agua alcanza el umbral de la duna, corta muy fácilmente la obstrucción y se presenta un vaciado rápido, arrastrando consigo todo aquello que ahí se encuentre.



Cuenca:	Todos Santos_1	Todos Santos_2	Todos Santos_3	Todos Santos_4	Todos Santos_5	Todos Santos_6	Todos Santos_7	Todos Santos_8	Todos Santos_9	Todos Santos_10	Todos Santos_11
Periodo de retorno (años)	Q diseño (m ³ /s)										
2	0.5	1	0.5	2	2	1.5	0.5	1	0.2	0.5	0.5
10	1.5	5.5	2.5	5	5	3	2.5	7	0.5	2	2
50	3	11	5	11	10	6.5	4	12	1	3.5	3.5
100	4	12	6.5	13	12	8	6	20	2	5	4.5
200	4.5	15	7.5	15	15	9	8	25	2.5	7	6
1000	5	20	9.5	20	20	13	10	30	3	10	9
2000	6	24	12	25	25	15	12	34	4	12	10

Cuenca:	San Ignacio Número Dos	San Juan	La Reforma	La Reforma_A	La Reforma_B	Las Tunas	Las Tunas_A	Las Tunas_B	Desbordamiento Cañada Honda
Periodo de retorno (años)	Q diseño (m ³ /s)								
2	1.5	3	7	2	2	0.3	0.5	1	1.5
10	3.5	13	180	5	10	2	2.8	10	9
50	7.5	28	400	10	25	3.5	5	17	16
100	9	35	500	12	30	5	7	23	24
200	10	40	590	15	40	6	9	27	27
1000	15	50	800	18	50	8	11	33	35
2000	17	60	850	20	60	9	13	37	40

Tabla 83. Gasto por Cuenca en Todos Santos por periodo de retorno. Elaboración propia.

Cuenca La Reforma

La cuenca del arroyo La Reforma tiene un área de 66.47km², sus aguas nacen en aproximadamente a la altura de la presa Santa Inés del Caracol. En la zona conocida como la Cañada del Diablo se encuentra un represo de poca altura conocida con el mismo nombre del arroyo. La presa se encuentra azolvada, y sirve como presa derivadora para suministrar agua a las parcelas de cultivo ubicadas sobre la margen derecha del arroyo. Por lo extenso de la vegetación en la zona del Palmar, y la moderada pendiente del suelo, los escurrimientos tienen a generar una superficie amplia de inundación.

Los escurrimientos del arroyo Reforma atraviesan la zona urbana por sitios, utilizados en su mayoría como huertas. Debido a la baja pendiente, la velocidad es baja, por lo que el riesgo de inundación es por elevación del nivel del agua, sin provocar arrastre.

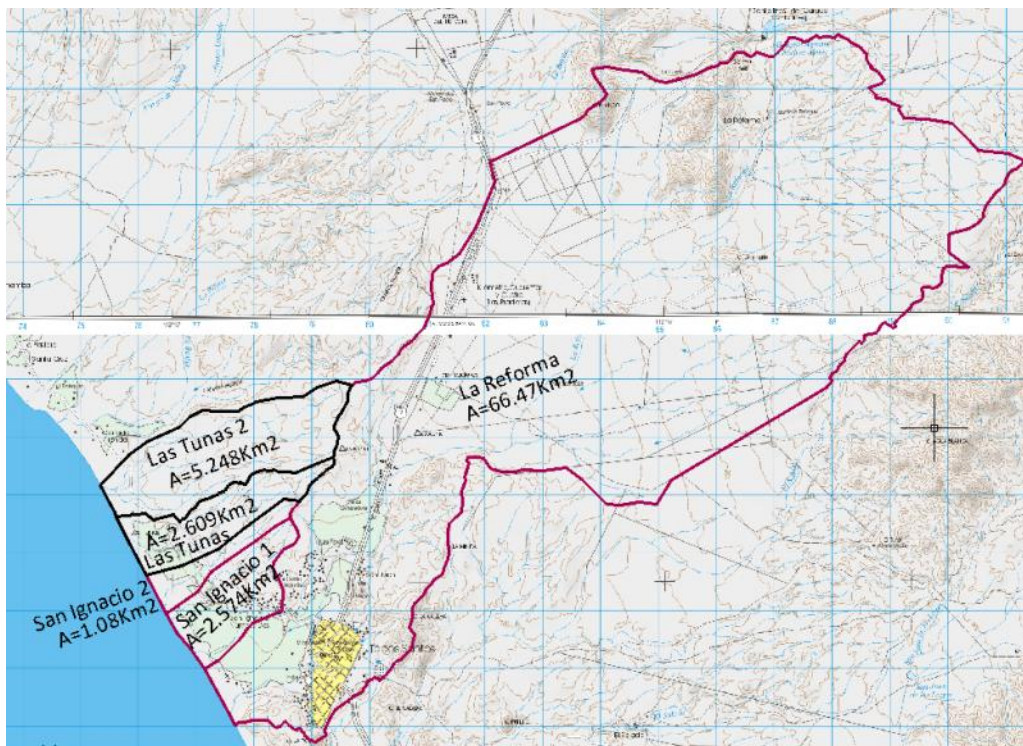


Imagen 173: Cuencas de Aportaciones a la localidad de Todos Santos



Cuencas de la Zona Norte

Las cuencas que drenan en la zona norte de la localidad de Todos Santos son pequeñas, menores a los 3 km², con pendientes pronunciadas y cauces bien definidos, por lo que existe un riesgo bajo de cambios de dirección de las corrientes, debiendo considerar un drenaje pluvial urbano que permita el paso libre del agua en dirección al mar. La orientación de las calles en la zona facilita que los escurrimientos se dirijan hacia el mar, sin embargo, existen lotes ubicados en zonas bajas que pudieran verse afectados por avenidas súbitas. Cercano a la desembocadura, se generan zonas inundables debido a la barra costera producto del oleaje y viendo, que normalmente se encuentran cerradas; cuando se presenta la lluvia y los primeros escurrimientos de la temporada, genera almacenamiento de agua por detrás de la barra, hasta que esta se rompe por efecto de la presión hidrostática o es rebasada por el nivel del agua.

Cuencas de la Zona Urbana Sur.

La parte sur de la localidad de Todos Santos se encuentra delimitada topográficamente por los cerros La Poza, El Salado y La Calera. Los escurrimientos provenientes de estos cerros cruzan el poblado ingresando por predios y calles hasta descargar al arroyo La Reforma.

En la tabla siguiente se resume la superficie afectable por inundaciones, por nivel de peligro y el porcentaje que representan respecto de la superficie de estudio:

Peligro de Inundación- Localidad Todos Santos		
Nivel de peligro	Área (Ha)	Porcentaje
MUY ALTO	165.45	10.00
ALTO	227.03	13.72
MEDIO	339.82	20.53
BAJO	922.65	55.75
TOTAL	1654.94	100

Tabla 84. Porcentaje de superficie afectable por inundaciones por rango de peligro Todos Santos



Imagen 174: Peligros por Inundación en Todos Santos. Mapa PHL 2-2

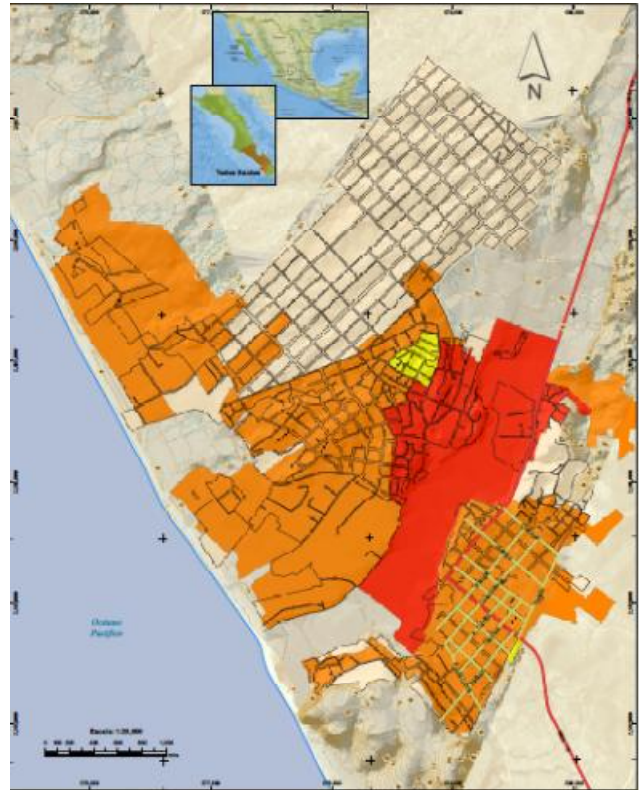


Imagen 175: Riesgos por Inundación en Todos Santos. Mapa RHL 2-2

Como se puede observar en la imagen correspondiente al mapa de peligros por inundación PHL 2-2, se puede concluir que el 44.25% de la zona urbana es susceptible a inundaciones. Las zonas consideradas de MUY ALTO y ALTO peligro corresponden a las áreas más próximas al arroyo La Reforma, así como de los arroyos Las Tunas en el extremo noroeste y el San Ignacio Número Dos, Todos Santos y su zona de cultivos. Las zonas consideradas de peligro MEDIO representan el 20.53% ubicadas al sureste en la zona donde se localiza el rastro y las zonas de peligro BAJO que representan el 55.75% corresponde a las ubicadas en las zonas altas, como el centro de la ciudad.

○ **Riesgos**

En la Tabla siguiente se resume la estimación del escenario de riesgo y daños hipotéticos esperados en Todos Santos ante el fenómeno de inundaciones súbitas:

Inundaciones - Todos Santos					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	1078	21	254	19	\$ 7,028.18
A	4019	78	1057	80	\$ 9,227.61
M	51	1	11	1	\$ 96.03

TODOS SANTOS			
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE	INFRAESTRUCTURA ESTRATÉGICA
Escuelas	10	33.3	Carretera Escenica
Cementerios	2	6.7	Camino a las Playitas
Centros de Asistencia Médica	3	10.0	Infraestructura agrícola
Instalación Deportiva o Recreativa	3	10.0	Infraestructura pesquera
Palacio de Gobierno	2	6.7	Infraestructura turística
Plazas	4	13.3	Patrimonio monumental
Tanque de agua	2	6.7	Huertas
Templos	4	13.3	Palmares
TOTAL	30	100.0	Paisaje natural

Tabla 85. Infraestructuras expuestas en Todos Santos



Imagen176: Descarga pluvial en calles Santos Degollado y H. Colegio Militar, viviendas afectadas. Fotografía J. Villarreal



Imagen 177: Se observa la obstrucción del escurrimiento con las construcciones sobre calle Huerto. Fotografía J. Villarreal.



El Pescadero

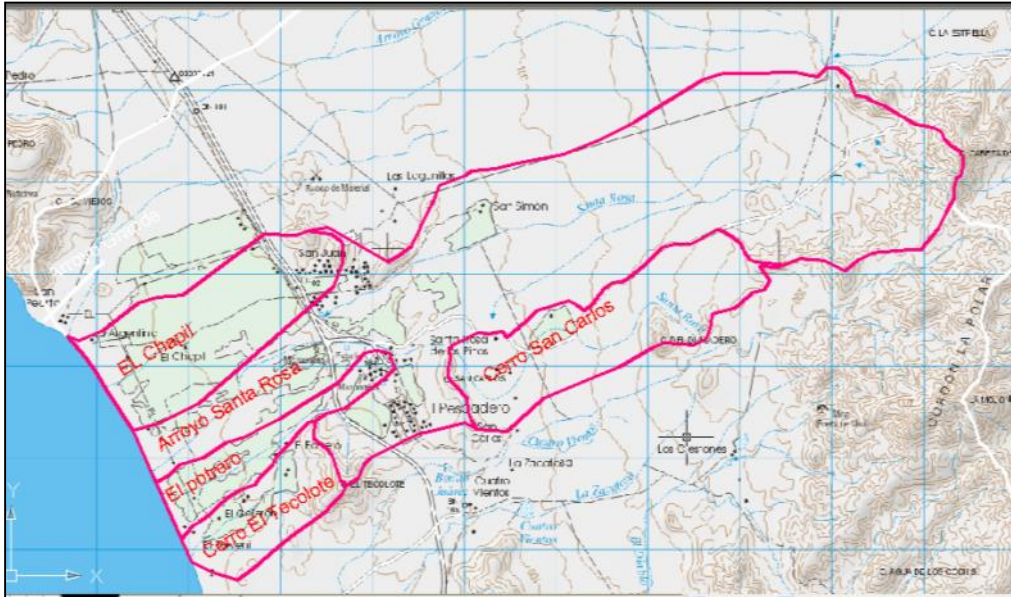


Imagen 178: Cuenca de los Arroyos Grande y Santa Rosa que drenan sobre El Pescadero hacia el Océano Pacífico

**TABLA RESUMEN**

CUENCA:	ARROYO GRANDE	ARROYO SANTA ROSA
Periodo de Retorno	Q Diseño (m³/s)	
2	100	10
10	1100	35
50	2100	200
100	2700	250
200	3200	350
1000	4200	500
2000	4600	650

Tabla 86. Gasto por Cuenca en El Pescadero por periodo de retorno. Elaboración propia.

La localidad de Pescadero se ubica en las coordenadas geográficas 23° 21' 51" N y 110° 10' 06" W en las costas de la vertiente del Pacífico, aproximadamente a 86 km al sur de la ciudad de La Paz. Gran parte de la zona agrícola y sus asentamientos humanos se encuentran en riesgo por las avenidas súbitas del arroyo Grande y el arroyo Santa Rosa provocadas por eventos de precipitaciones extraordinarias.

Cuenca Arroyo Grande

El arroyo Grande drena una cuenca de 320.13 km², afectando la parte norte de la localidad de El Pescadero. Asimismo, aproximadamente a 8.5 km aguas arriba de su desembocadura, se forma un abanico aluvial, en donde en las últimas avenidas se ha cargado hacia su margen izquierda, generando que una buena parte tienda a desbordarse hacia la cuenca del arroyo Santa Rosa, lo que provocaría grandes efectos adversos a su población, así como a sus áreas productivas.



Los escurrimientos del arroyo Grande presentan un cauce divagante a la salida de la sierra, debido los cambios de pendiente abruptos, así como a la gran cantidad de arrastre de sedimentos, mismo que se depositan en el fondo al disminuir la velocidad de la corriente, por lo que provoca una gran llanura de inundación cerca de su desembocadura, afectando gran parte de la zona de cultivo aledaña a este cauce y a los asentamientos humanos que se han establecido principalmente a lo largo de la costa. Como se mencionó aguas arriba de su desembocadura, se aprecia que se han presentado desbordamientos sobre su margen izquierda, lo cual, representa un gran potencial de desastres y eventual pérdida de vidas humanas en la localidad.

Cuenca El Chapil

Los escurrimientos provenientes de la cuenca del arroyo El Chapil provienen del cerro San Juan y atraviesan zonas de cultivo en su mayor parte y descarga sus aguas al sur del arroyo Grande. En eventos de lluvias normales, los escurrimientos prácticamente se difuminan en las zonas de cultivo, o entre pequeñas cárcavas existentes en la zona, sin embargo, ante lluvias extraordinarias ha llegado afectar a los asentamientos que se encuentran cercanos a la costa.

Cuenca Santa Rosa

La cuenca del arroyo Santa Rosa drena una cuenca de 21.59km², nace en las estribaciones de la parte norte del conjunto montañoso conocido como Cordón La Polar en el cerro Cabeza de Toro aproximadamente a 8.5km aguas arriba de su desembocadura al Océano Pacífico, y ha contribuido a la formación del abanico aluvial, mediante el arrastre y depósito de sedimentos sobre la llanura, propiciando a que pueda generarse el desbordamiento del arroyo Grande. Los escurrimientos pluviales generados por esta cuenca ha generado cuantiosos daños en casas habitación e infraestructura en el poblado de El Pescadero, ya que el arrastre de sedimentos reduce las zonas de drenes naturales y construidos como vialidades generando zonas vulnerables.

Cuencas Cerro San Carlos, El Potrero y El Tecolote

Son cuencas pequeñas, con topografía abrupta, por lo que los escurrimientos fluyen a alta velocidad, afectando principalmente áreas de cultivo; sin embargo, la zona habitacional se está extendiendo en las áreas de drenado de éstas cuencas que se identifican como zonas de peligro potencial para la población.

Peligro de Inundación- Localidad El Pescadero		
Nivel de Peligro	Área (Ha)	Porcentaje
MUY ALTO	393.43	34.16
ALTO	344.39	29.90
MEDIO	234.48	20.36
BAJO	179.41	15.58
TOTAL	1151.70	100

Ta 87. Porcentaje de superficie afectable por inundaciones por rango de peligro El Pescadero.

Podemos concluir que el 84.52 % de la superficie del poblado es susceptible a inundaciones. Como se puede observar en el Mapa PHL3-2 las zonas consideradas de peligro MUY ALTO y ALTO son las colindantes y más cercanas a la trayectoria de los arroyos principales Grande y Santa Rosa que desemboca en el océano, con posible afectación a las áreas productivas agrícolas, residencias y hoteles construidos cercanos a la playa; esta superficie representa el 34.16% y el 29.90% respectivamente.

Las zonas consideradas de peligro MEDIO representan el 20.36% y las de peligro BAJO el 15.58% que corresponde a las zonas de asentamientos localizadas en los niveles más altos.



Imagen 179: Peligros por Inundación localidad El Pescadero .Mapa PHL3-2



Imagen 180: Riesgos por Inundación localidad El Pescadero .Mapa RHL3-2



○ **Riesgos**

En la Tabla siguiente se resume la estimación del escenario de riesgo y daños hipotéticos esperados en El Pescadero ante el fenómeno de inundaciones súbitas:

Inundaciones - El Pescadero					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	589	25	236	25	\$ 22,632.40
A	1267	54	508	54	\$ 14,056.36
M	482	21	193	21	\$ 1,684.89

EL PESCADERO			
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE	INFRAESTRUCTURA ESTRATEGICA
Escuelas	4	29%	Carretera Transpeninsular
Hospitales	1	7%	Infraestructura Agricola
Oficinas de Gobierno	1	7%	Areas de cultivo y huertas
Instalaciones Deportivas	2	14%	Infraestructura Pesquera
Templos	2	14%	infraestructura turística
Cementerios	1	7%	Paisaje natural
Plazas	3	21%	
TOTAL	14	100%	

Tabla 88. Infraestructuras expuestas en El Pescadero



Imagen 181: Cauce del Arroyo Santa Rosa atraviesa el poblado entre el Cerro San Juan y el cerro San Carlos y es utilizado como vialidad. Fotografía Julio Villarreal.



Imagen 182: Los desarrollos turísticos y construcciones sobre la línea de costa obstaculizan los pasos de los escurrimientos. Fotografía Julio Villarreal.

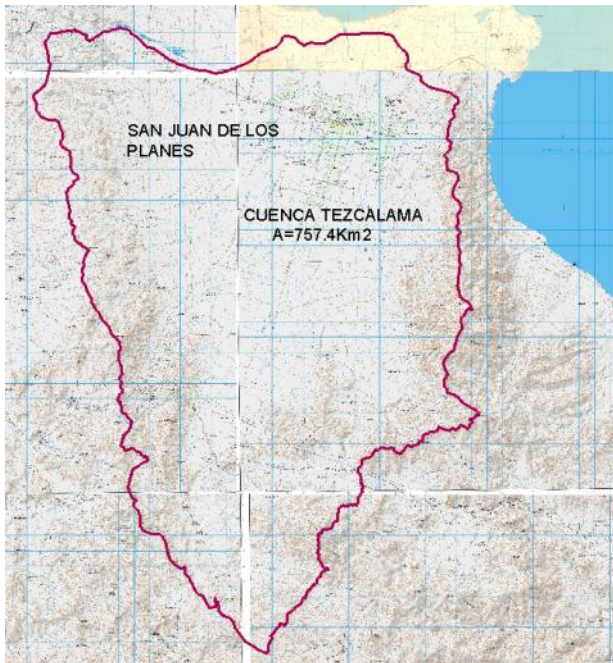
Otras localidades en riesgo

○ San Pedro

Localizada al sur de La Paz en las coordenadas 23° 55' 39" N y 110° 15' 52" W. De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua, el 25% de la población de San Pedro se encuentra en zona de alto riesgo por las avenidas que genera el arroyo Palo Blanca, donde en el año 2007, posterior al paso del huracán Henriette, se reforzó la margen derecha con la formación de un bordo a base del mismo material existente en el terreno, que no garantiza la seguridad de los habitantes de ese poblado.

Sumado a esta condición la SCT construyó la carretera y el puente que cruza el arroyo modificando los niveles topográficos por lo que el agua provoca un remanso inundando el poblado.

○ San Juan de Los Planes



La localidad de San Juan de Los Planes se localiza en las coordenadas 23°58'00" N y 109° 54'05"W, cuenta con una población de 1,280 habitantes. La actividad preponderante de la zona es la agricultura, sin embargo, esta actividad, junto con los asentamientos humanos se encuentran vulnerables por inundaciones súbitas por la cuenca del arroyo Tezcalama con una superficie de 757.4 km².

Entre los arroyos más importantes que drenan en la cuenca son Los Chiles, Buenos Aires, San Miguel y Agua Caliente que desembocan a la Bahía La Ventana en la zona conocida como La Bocana.

Imagen 183: Cuencas de aportaciones localidad San Juan de Los Planes.

Recomendaciones:

Obras y/o Acciones:

Las Pocitas.

Se recomienda realizar un análisis hidráulico detallado del arroyo Las Pocitas considerando su funcionamiento con el puente, ya que fue reconstruido en las mismas condiciones que el anterior, por lo que se asume que puede presentarse el mismo comportamiento de que disminuya el nivel de la inundación pero a velocidades muy altas, erosivas y con arrastre de materiales (sean muebles, construcciones, vehículos, árboles, etc.) y hacer del conocimiento de la autoridad federal del nivel de la condición de riesgo de la población para incluir en su ejercicio presupuestal estudios y obras correspondientes.

La Paz.

Se recomienda realizar entre los habitantes de las colonias en riesgo alto y muy alto de inundación, campañas de tipo preventivo, para mantener las zonas de desalojo de las aguas pluviales, libres de basura, chatarra, escombros, o cualquier obstáculo al flujo de las corrientes.



Cuenca Arroyo Brasil (La Laguna)

Los escurrimientos del arroyo conocido como Brasil, que provienen de la parte alta de las colonias Márquez de León, Vista Hermosa y La Laguna, cuyas aguas fueron desviadas hacia el arroyo El Cajoncito mediante la construcción de un bordo de contención al oriente de la colonia La Escondida. Recientemente se pavimentó dicho bordo modificando el nivel de la corona, quedando a poca altura del nivel del paso del arroyo, lo que implica un grave riesgo de desbordamientos de los escurrimientos, por lo que es necesario sobre elevar la corona de dicho bordo a su nivel original y de ser posible, hacer un análisis con las condiciones actuales, ya que la calle que se construyó sobre el cauce del arroyo ha generado que sus niveles se elevaran, con una gran cantidad de depósitos, incrementando aun más la vulnerabilidad de la zona. El problema se incrementa cada vez más, en la medida en que crece la mancha urbana de las colonias antes mencionadas, ya que el diseño del bordo, así como el encauzamiento del arroyo El Cajoncito no consideró el incremento en los coeficientes de escurrimiento de la zona producido por estos asentamientos.

Cuenca Cerro Atravesado

En lo que respecta al encauzamiento El Cajoncito, actualmente conduce los escurrimientos que se generan en la cuenca La Laguna y Cerro Atravesado (antiguamente fue cauce principal del arroyo El Cajoncito, antes de su desviación al cauce del arroyo El Piojillo); debido al incremento del coeficiente de escurrimiento por la urbanización de la cuenca, así como a la falta de mantenimiento de los bordos; es necesario realizar un análisis del funcionamiento actual de la obra considerando los gastos modificados ya que estos han aumentado considerablemente, para incrementar su capacidad.

Cuenca El Cajoncito

Para el caso del arroyo El Cajoncito – El Piojillo que cuenta con obra de encauzamiento bajo la administración de la CONAGUA, es necesario realizar periódicamente recorridos de inspección e instrumentar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los bordos. En las zonas donde el encauzamiento presenta deflexiones se observa que el revestimiento con material de rezaga y piedras prácticamente ha desaparecido, por lo que es necesario realizar un análisis integral.

La zona norte de la colonia Agua Escondida se encuentra vulnerable por las aguas extraordinarias del arroyo El Cajoncito. El problema se incrementa con la construcción del Puente Mano Amiga o Puente 8 de Octubre, ya que en una avenida extraordinaria, puede elevar aun más los niveles del agua generando un problema tanto aguas arriba, como aguas abajo.

Cuenca represo cerro Agua Escondida

Colonia Agua Escondida. Se requiere un análisis de drenaje pluvial en la zona para dar salida a los escurrimientos sin afectar a terceros.

Sobre el cerro Agua Escondida, existe un represo de concreto que almacena al menos un volumen de 50,000m³ de agua. De acuerdo a visita de campo, se observó que dicho represo fue cortado en el centro, seguramente con la intención de generar un vertedor, lo cual, en principio serviría para proteger los empotramientos, sin embargo, la cara de aguas abajo de la cortina, fue debilitada y actualmente, con las lluvias ocurridas en los meses de Septiembre y Octubre de 2012, presenta un pequeño flujo. Se requiere la revisión de un especialista en estructuras de concreto para analizar la posibilidad de reforzarla o reconstruirla, ya que si se optara por destruirla, se corre el riesgo de que la gran cantidad de azolves contenidos en el vaso



podieran drenar a la parte baja ocasionando mayores daños a los asentamientos localizados en la zona de influencia de la cuenca.

Cuencas El Calandrio, El Quemado, La Huerta, San Ramón, El Cajeme, Desbordamiento a Aeropuerto, La Cruz y La Palma

En la zona sur de la ciudad los escurrimientos de importancia, en la zona de transición (antes de llegar a la planicie, aproximadamente de la carretera Transpeninsular hacia el este), son de cauce divagante, poniendo en riesgo de desbordamiento a gran parte de esa zona, por lo que es necesario realizar obras de rectificación de cauces.

Como acción inmediata, se propone realizar trabajos de movimiento de tierras, profundizando los cauces desde su salida a la parte intermedia (a la salida de la sierra, donde los cauces están bien definidos) de tal manera que el tirante hidráulico fluya por debajo del nivel del terreno natural. Estos trabajos disminuyen el riesgo por desbordamientos y definen las áreas que deben permanecer libres de obstáculos (construcción de obras, acumulamiento de escombros y basura).

Estas rectificaciones pueden combinarse con el aprovechamiento de los materiales pétreos para la construcción, en una acción concertada entre el Ayuntamiento de La Paz con la Comisión Nacional del Agua y la SEGOB.

En la parte baja, en la planicie cercana a la desembocadura al mar, los encauzamientos requieren de la construcción de bordos, por lo que es necesario realizar los proyectos ejecutivos respectivos.

Cuenca El Novillo

Es necesario realizar trabajos de delimitación del cauce y de la zona federal en un tramo de al menos cinco kilómetros desde su desembocadura hacia aguas arriba con la finalidad de tener certeza jurídica en cuanto a los asentamientos y evitar que estos sigan presentándose, a la par de evaluar las posibles soluciones de descarga mediante un encausamiento.

Cuenca El Comitán

Debe conservarse el cauce sin obstáculos que modifiquen el paso de los escurrimientos

El Centenario y El Centenario Tanque Elevado

Para evitar el riesgo de falla del Represo El Centenario, es necesario realizar labores de mantenimiento tanto del vaso (quitar el escombros acumulados y evitar que nuevamente se acumule) como del bordo (el cual presenta un ostensible deterioro de sus taludes y la corona).

Aguas abajo del vertedor del bordo, debe dejarse libre el paso de los escurrimientos, proyectar la calle 7 como calle canal y construir un vado o alcantarilla sobre la carretera Transpeninsular.

Al suroeste del bordo, los escurrimientos de la cuenca El Centenario Tanque Elevado, presenta riesgo de desbordamiento debido a la construcción de caminos y al acumulamiento de basura y escombros, por lo que deben realizarse obras definitivas de rectificación.

Evaluar la factibilidad de quitar el bordo El Centenario y permitir el paso de los escurrimientos por canales en dirección al mar o calles canal, ya que el almacenamiento de agua en el vaso mencionado no otorga beneficios significativos de ningún tipo, no se utiliza aguas abajo ni existe acuífero.

Por lo anterior y debido al desequilibrio del acuífero de la Paz, única fuente de abastecimiento de agua en la ciudad, es necesario llevar a cabo un desarrollo sustentable que:

- Optimice el uso de los escurrimientos superficiales provenientes de aguas arriba, así como los generados dentro del propio predio.
- Propicie la recarga del acuífero.

- Reutilice las aguas residuales.
- Reverta el deterioro de las áreas forestales y la pérdida de suelo.
- Consolide un sistema integral de medición de componentes del ciclo hidrológico.

Se propone la construcción de presas reguladoras de caudales en las partes altas de las cuencas de los arroyos: Palo Blanco, Los Pozos, La Huerta, La Barrosa, La Palma y El Novillo, que permitan controlar las avenidas y distribuir las aguas en estanques aguas abajo para infiltrarlas al acuífero.

Para controlar los escurrimientos y evitar daños aguas abajo, es necesario encauzar y canalizarlos por debajo del terreno natural para evitar obstrucciones con los bordos.

Se propone además la construcción de dos canales colectores hasta la salida al mar que tienen que ir por arriba del nivel del terreno natural en el cruce de la carretera transpeninsular. Se estima una inversión de \$26 millones de pesos para estudios y proyectos.



Imagen 184 : Propuesta de construcción de presas reguladoras de caudales. Proyecto de Hidroproject

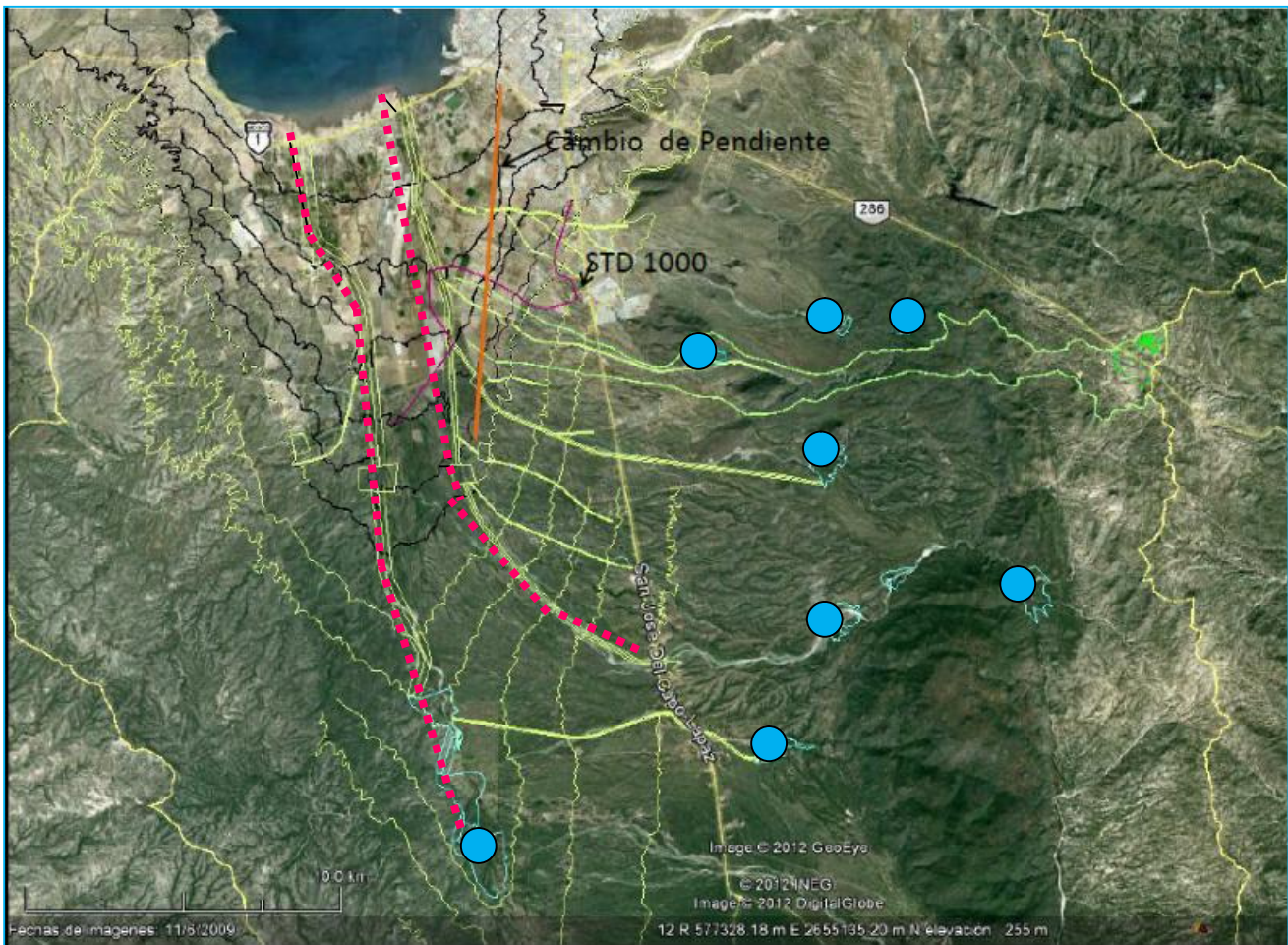


Imagen 185: Propuesta de presas, encausamientos, estanques de infiltración y canales maestros. Proyecto Hidroproject

Se requiere hacer un análisis minucioso de cada una de las corrientes con la finalidad de detectar las zonas con posibilidad de proyectar desvíos hacia vialidades hasta su descarga al arroyo principal. Es necesario planear las obras de encausamiento antes que se autoricen los nuevos fraccionamientos y desarrollos habitacionales, en la zona.

San Antonio

Como acciones inmediatas, se requiere desazolver el cauce principal del arroyo San Antonio, formando así un cauce central y proteger las márgenes.

Es necesario realizar un estudio hidrológico e hidráulico que delimite los niveles del agua y sus velocidades, y que considere además el arrastre de sedimentos, así como proyectar una protección marginal para las zonas de vivienda colindantes.



Todos Santos

Cuenca La Reforma

Como acciones preventivas se considera que se delimiten las zonas máximas de inundación a lo largo del arroyo y advertir a la ciudadanía sobre dejar libres dichas zonas, para evitar en lo futuro realizar construcciones que obstruyan el libre paso del agua rumbo al mar.

Los desarrollos y construcciones que se pretendan llevar a cabo en dichas zonas deberán realizar un proyecto hidrológico que garantice protección ante avenidas extraordinarias, sin afectar a terceras personas.

Cuencas de la Zona Norte

Se recomienda considerar previo a la temporada de lluvia, mantener abiertas las zonas de descargas o al menos reducir la altura de las dunas en las zonas de descargas naturales para evitar que estos embalses naturales provoquen inundaciones.

Cuencas de la Zona Urbana Sur.

Para minimizar el potencial riesgo de daños a la ciudadanía, es necesario concientizar a la población de mantener las zonas libres de obstáculos, que evite que el agua ocupe una zona de drenaje mayor.

El Sargento y La Ventana

Cuenca El ZotoI_B

En los últimos años el cauce se ha azolvado elevando los niveles del cauce. Se recomienda tener un seguimiento por parte de las autoridades de protección civil para vigilar el comportamiento del arroyo para tomar acciones preventivas en caso de ser necesarias.

El Sargento_1 y El Sargento_2

No presentan riesgo de desbordamientos, por lo que es suficiente considerarlos como drenaje pluvial urbano con libre paso a través de las calles en dirección al mar.

Cuenca El Sargento_3

Presentan cauce divagante a la salida de la sierra Las Canoas, afectando a toda la población ubicada aguas abajo sobre la línea de costa. Debe realizarse un estudio que determine las obras de protección y encauzamiento.

Cuenca Pelón

Presenta desbordamientos en la zona urbana, por lo que es necesario realizar obras de encauzamiento.



Cuenca Las Canoas

En la desembocadura, se tienen cinco zonas por donde el arroyo descarga, en donde no es posible determinar la cantidad o porcentaje por la cual drenará. Toda la población aguas debajo de esta cuenca presenta riesgo que requiere de estudio y elaboración de un proyecto de encauzamiento y protección de la zona urbana.

Cuenca El Zorrillo

Existen pocos asentamientos humanos en el área de afectación de este escurrimiento; sin embargo, debido al gran tamaño de su cuenca, la zona inundable en la desembocadura es significativa por lo que es necesario delimitar físicamente la zona de inundación para evitar la construcción e instalación de obras permanentes.

El Pescadero

Cuenca Arroyo Grande

Aproximadamente a 9 kilómetros aguas arriba de su desembocadura, se aprecia que se han presentado desbordamientos sobre su margen izquierda. Es necesario realizar un análisis hidráulico a detalle en dicha zona, que evalúe las posibilidades de que se presente un desbordamiento mayor, y en su caso las obras de encauzamiento y protección necesarias.

Cuenca El Chapil

Se requiere un análisis de drenaje pluvial, lo cual es factible por la baja densidad de asentamientos en la zona y dar libre descarga de las aguas al mar.

Cuenca Santa Rosa

Es necesario hacer un análisis de las vialidades como son bajar sus niveles de rasantes, considerar el revestimiento con concreto hidráulico en las calles principales y conducir las aguas hacia los cauces aguas abajo.

Cuencas Cerro San Carlos, El Potrero y El Tecolote

Es necesario, debido al crecimiento de la zona habitacional en la zona de cuenca, que se realicen obras de limpieza y definición de cauce, que eviten que se realicen obras que afecten su libre escurrimiento.



Los Barriles

Cuenca Cerro Verde y Cuenca Cañada El Mezcal

Se recomienda realizar un desazolve preventivo de las zonas de descargas naturales, para prevenir que las construcciones aledañas se vean afectadas. Asimismo, advertir a los futuros desarrollos a evitar la construcción en zonas bajas o considerar protecciones marginales sin afectar a terceros.

Cuenca San Bartolo

Se recomienda implementar una vigilancia de los niveles del arroyo posterior a las avenidas, y compararlo con los niveles topográficos de su margen izquierda. Llevar a cabo tareas de desazolves, mismos que pueden llevarse a cabo con el aprovechamiento de materiales pétreos.

Cañada Los Bledales

Se recomienda previo a la temporada de lluvias, realizar un desazolve que genere un cauce piloto al centro, con la finalidad de reducir el riesgo de afectaciones.

Arroyo Buenos Aires

Se recomienda que la UMPC informe a los propietarios de las construcciones asentadas en las zonas de riesgo consideren la posibilidad de construir las obras de defensa necesarias.

Cañada Los Barriles

Se requiere un análisis de las posibles descargas del agua al mar y hacer un planteamiento integral.

Para incrementar el gasto de salida del agua al mar, es necesario concientizar a los propietarios de los terrenos ubicados sobre la línea de costa en incrementar el espacio de descarga al mar.

En las partes altas, se debe exhortar a la ciudadanía de evitar generar obstrucciones de agua sobre las calles. Se recomienda que el flujo de agua pluvial continúe por las vialidades como calles canal, pavimentadas con concreto hidráulico.

Laguna Los Barriles

Se recomienda mantener una vigilancia en la descarga al mar, libre de obstrucciones, para evitar que el agua genere inundaciones en la parte alta.



Cuenca Piedra Gorda

Se recomienda elaborar un dictamen técnico del funcionamiento del arroyo y en su caso, realizar las obras de protección necesarias para evitar un desastre que pudiera ocasionar la inundación de la estación de servicios.

Asimismo, considerar ampliar la sección de alcantarilla o considerar un vado de sección amplia en el cruce con la carretera transpeninsular.

San Bartolo

En la zona oeste del poblado, el arroyo de manera natural tiende a cargarse hacia su margen izquierda, poniendo en riesgo a las zonas ubicadas aledañas a la carretera transpeninsular. Se recomienda realizar un análisis hidráulico de la corriente para determinar el umbral máximo del agua y exhortar a la ciudadanía a evitar asentarse dentro de dicha zona.

Se recomienda realizar una vigilancia previa a la temporada de lluvia para mantener las zonas de bajadas pluviales libres de escombros, chatarras u otros objetos o materiales que pudieran afectar la libre descarga de aguas hacia el arroyo San Bartolo.

- **Marea de Tormenta**

Cuando al ascenso y descenso diario del nivel del mar, producto de la marea ordinaria (astronómica), se combina con la de tormenta, es mayor la sobreelevación del nivel medio del mar. Cuando el ciclón se ha alejado, el nivel del mar desciende y se restablecen las condiciones normales en el océano. La marea de tormenta es más intensa cuando los vientos se dirigen hacia la costa (figura 25) y los vientos del ciclón tropical que tienen dirección de tierra al océano producen un descenso del nivel medio del mar.

El fenómeno de inundación de marea de tormenta en el municipio de la Paz es una amenaza, ya que la población no ha asimilado el peligro que representa, a pesar de que es una de las consecuencias por la presencia de los ciclones que genera más daños en las zonas costeras.

- **Metodología y nivel de resolución**

Para elaborar los mapas de riesgo por inundación costera por marea de tormenta a nivel Municipal y en las zonas urbanas de las localidades de estudio, el análisis se realizó con el método propuesto por el CENAPRED. El método recurre a una serie de variables para obtener como resultado la altura de marea generada por un evento Hidrometeorológico (Depresiones Tropicales, Tormentas Tropicales o Huracanes).



Como parte de este cálculo para identificar y delimitar las áreas de riesgo, es necesario conjugar el análisis de amplitud de marea de tormenta con los periodos de retorno de eventos ciclónicos presentados en el Municipio de La Paz, los cuales nos indicarán, en base a la probabilidad de ocurrencia, las zonas de Bajo a muy Alto Riesgo de inundación.

Con el método probabilístico distribución Gumble y la base de datos de eventos ciclónicos en el periodo 1973-2012, se determinaron los periodos de retorno para este tipo de fenómenos.

Después de obtener los periodos de retorno para los eventos ciclónicos en el municipio de La Paz, se calcula la amplitud de marea de tormenta para cada una de las escalas de huracanes que se pueden presentar en los poblados de El Sargento, La Ventana, Los Barriles, El Pescadero, Todos Santos y la ciudad de La Paz, basándonos en la Escala Saffir-Simpson para clasificar la tormenta, se pueden obtener los valores promedio como Presión en el centro del huracán que nos ayudara a calcular el Radio Máximo de Viento aproximado .



<p>Depresión tropical</p>	Velocidad del viento	0-17 <u>m/s</u>	0-62 <u>km/h</u>	0-33 <u>kt</u>	0-38 <u>mi/h</u>
	Marea	0 m		0 ft	
	Presión central	>980 mb		>28.94 <u>pulg Hg</u>	
	Nivel de daños	Lluvias que pueden llegar a causar graves daños e incluso inundaciones.			
<p>Tormenta Tropical</p>	Velocidad del viento	18-32 m/s	63-117 km/h	34-63 kt	39-73 mph
	Marea	0-3 m		0-12 ft	
	Presión central	>980 mb		>28.94 "Hg	
	Daños potenciales	Lluvias abundantes que pueden provocar inundaciones devastadoras. Vientos fuertes que pueden generar <u>tornados</u> .			
<p>Categoría 1</p>	Velocidad del viento	33-42 m/s	119-153 km/h	64-82 kt	74-95 mi/h
	Marea	1.2-1.5 m		4-5 ft	
	Presión central	980 mb		28.94 <u>pulg Hg</u>	
	Nivel de daños	Sin daños en las estructuras de los <u>edificios</u> . Daños básicamente en casas flotantes no amarradas, arbustos y árboles. Inundaciones en zonas costeras y daños de poco alcance en puertos.			
<p>Categoría 2</p>	Velocidad del viento	43-49 m/s	154-177 km/h	83-95 kt	96-110 mph
	Marea	1.8-2,4 m		6-8 ft	
	Presión central	965-979 mb		28.50-28.91 "Hg	
	Daños potenciales	Daños en tejados, puertas y ventanas. Importantes daños en la vegetación, casas móviles, etc. Inundaciones en puertos así como ruptura de pequeños amarres.			
Ejemplos	<u>Huracán Bonnie</u> - <u>Huracán Diana</u> - <u>Huracán Erin</u> - <u>Huracán Catarina</u> - <u>Huracán Irene</u>				
<p>Categoría 3</p>	Velocidad del viento	50-58 m/s	178-209 km/h	96-113 kt	111-130 mph
	Marea	2.7-3,7 m		9-12 ft	
	Presión central	945-964 mb		27.91-28.47 "Hg	
	Daños potenciales	Daños estructurales en edificios pequeños. Destrucción de casas móviles. Las inundaciones destruyen edificaciones pequeñas en zonas costeras y objetos a la deriva pueden causar daños en edificios mayores. Posibilidad de inundaciones tierra adentro.			
<p>Categoría 4</p>	Velocidad del viento	59-69 m/s	210-249 km/h	114-135 kt	131-155 mph
	Marea	4.0-5,5 m		13-18 ft	
	Presión central	920-944 mb		27.17-27.88 "Hg	
	Daños potenciales	Daños generalizados en estructuras protectoras, desplome de tejados en edificios pequeños. Alta erosión de bancales y playas. Inundaciones en terrenos interiores.			
<p>Categoría 5</p>	Velocidad del viento	=70 m/s	=250 km/h	=136 kt	=156 mph
	Marea	=5,5 m		=19 ft	
	Presión central	<920 mb		<27.17 "Hg	
	Daños potenciales	Destrucción de tejados completa en algunos edificios. Las inundaciones pueden llegar a las plantas bajas de los edificios cercanos a la costa. Puede ser requerida la <u>evacuación</u> masiva de áreas residenciales.			

Tabla 89. Escala Saffir- Simpson



Por último se obtuvieron los factores correctivos y la amplitud de marea de tormenta para cada localidad:

Escala Saffir-Simpson	Tr (años)	Amplitud de Marea de Tormenta poblados El Sargento y La Ventana (m)
TT	1.5	1.16
H1	2	1.50
H2	5	2.68
H3	10	3.65
H4	25	5.25
H5	50	6.70
H5	100	8.35

Escala Saffir-Simpson	Tr (años)	Amplitud de Marea de Tormenta poblado Los Barriles (m)
TT	1.5	1.85
H1	2	2.39
H2	5	4.26
H3	10	5.80
H4	25	8.35
H5	50	10.65
H5	100	13.27

Escala Saffir-Simpson	Tr (años)	Amplitud de Marea de Tormenta poblado El Pescadero (m)
TT	1.5	1.85
H1	2	2.40
H2	5	4.28
H3	10	5.83
H4	25	8.39
H5	50	10.70
H5	100	13.34

Escala Saffir-Simpson	Tr (años)	Amplitud de Marea de Tormenta poblado Todos Santos (m)
TT	1.5	1.85
H1	2	2.40
H2	5	4.27
H3	10	5.82
H4	25	8.38
H5	50	10.68
H5	100	13.32



Escala Saffir-Simpson	Tr (años)	Amplitud de Marea de Tormenta Cd. de La Paz (m)
TT	1.5	1.47
H1	2	1.90
H2	5	3.39
H3	10	4.62
H4	25	6.65
H5	50	8.48
H5	100	10.58

Finalizado el cálculo de la amplitud de tormenta para las distintas localidades, se realizaron mapas para identificar y delimitar las áreas de peligro por inundación según la probabilidad del evento ciclónico, es decir, la posibilidad de que se presente una depresión tropical es más alta a la de un huracán H3, por lo que es más probable que se tengan inundaciones anuales en las áreas afectadas por una depresión tropical, de esta manera apoyándonos con la escala Saffir-Simpson, el cálculo de periodo de retorno para eventos ciclónicos y amplitud de marea de tormenta, se clasifica el peligro.

En la imagen correspondiente al Mapa PHM 3; es posible observar que el 86.85 % del territorio del Municipio presenta un peligro BAJO; sin embargo las superficies potencialmente afectables con peligro MEDIO Y ALTO que sumadas representan el 13.5 % corresponden a las áreas donde se localizan los principales centros turísticos del municipio: La Paz y la zona de Pichilingue, Todos Santos, El Pescadero, Los Barriles, El Sargento y La Ventana.

PELIGRO DE INUNDACION POR MAREAS DE TORMENTAS		
Intensidad	Area (Km2)	Porcentaje
Alto	944.96	6.28%
Medio	1,033.10	6.87%
Bajo	13,062.50	86.85%
Total	15,040.56	100.00%

Tabla 90. Porcentajes del territorio municipal afectado por Inundaciones de Marea de Tormenta por nivel de peligro

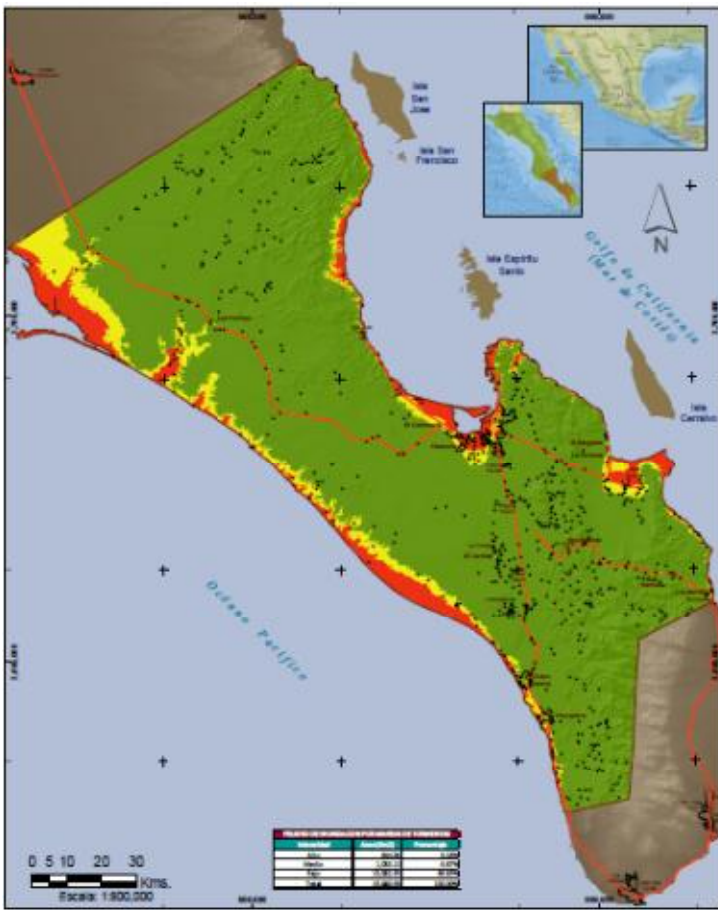


Imagen186: Peligros por Inundación de Marea de Tormenta en el Municipio de La Paz. Mapa PHM3

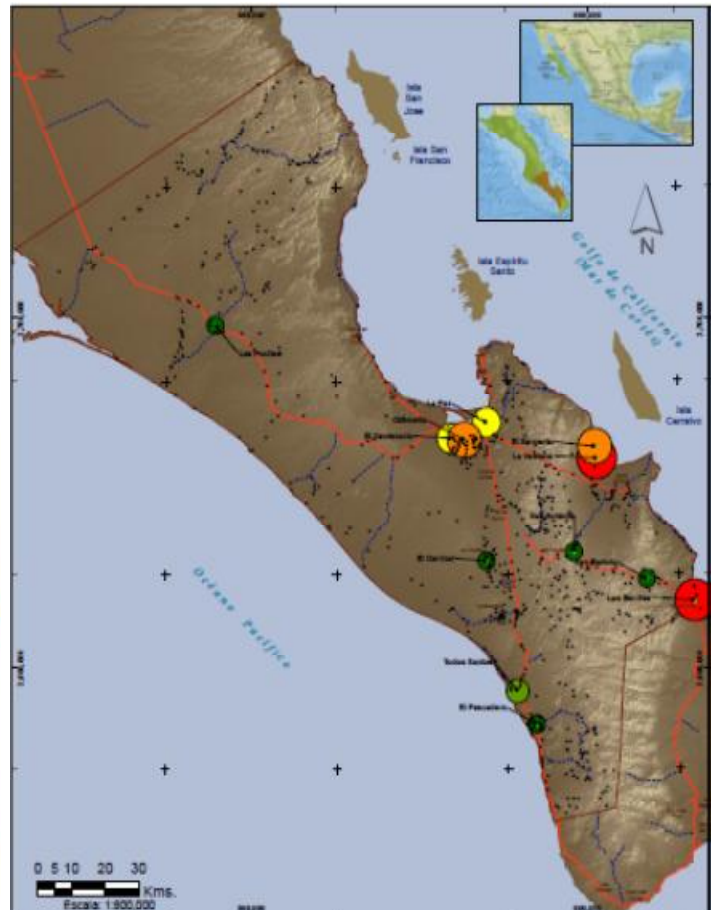


Imagen 187: Riesgos por Inundación de Marea de Tormenta en el Municipio de La Paz. Mapa RHM11

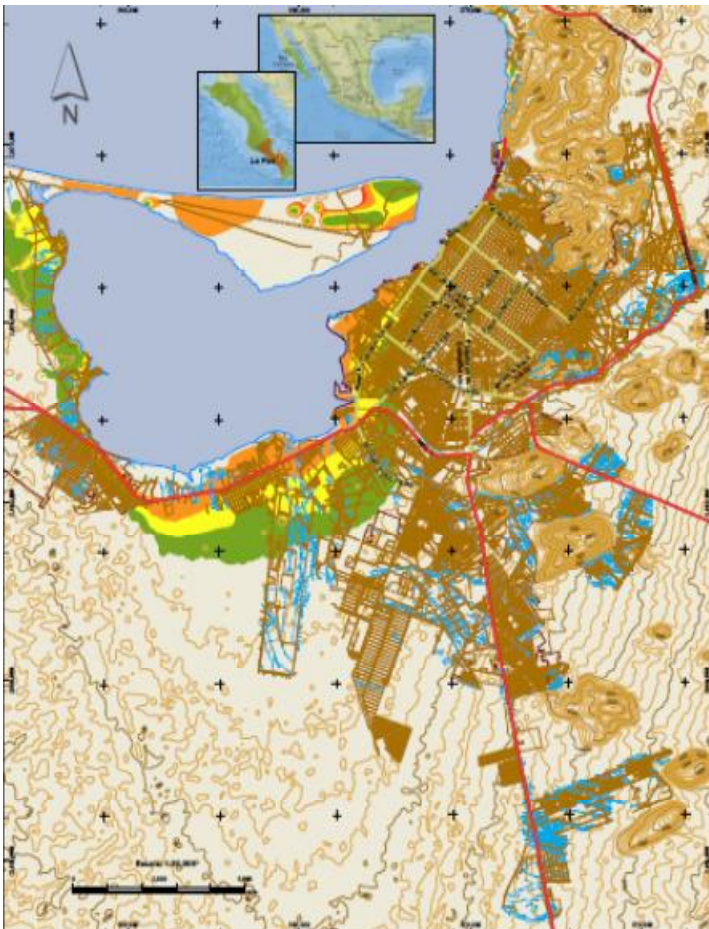


Imagen 188: Peligros de Inundación por Marea de Tormenta en la ciudad de La Paz. Mapa PHL 1-1

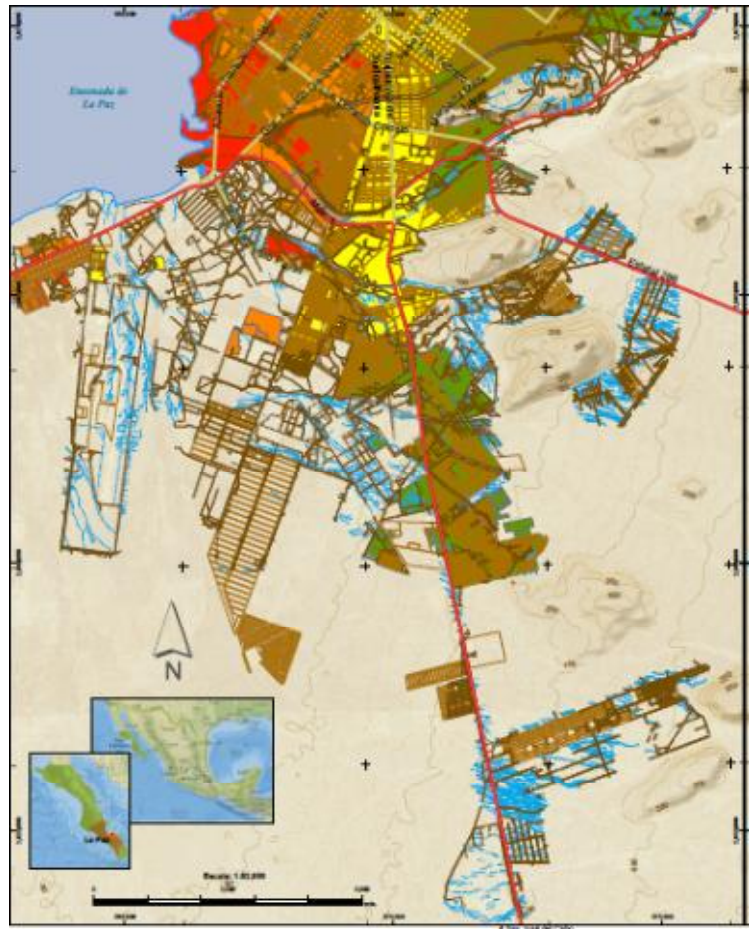


Imagen 189: Riesgo de Inundación por Marea de Tormenta en la ciudad de La Paz. Mapa RHL1-C44

Se tienen identificadas 136 localidades en zonas de peligro ALTO por inundaciones de marea de tormenta en el Municipio de La Paz.

En la zona urbana de la ciudad de La Paz, zona considerada de peligro MUY ALTO es el tramo del boulevard escénico a Pichilingue del Cerro de la Calavera a la Marina Palmira; las zonas de peligro ALTO las zonas más bajas del Mogote, los asentamientos localizados en el borde costero al oriente de la calle Abasolo desde la calle 5 de Febrero hasta Chametla, así como las colonias El Manglito, y el Esterito.



Imagen 190: Peligro de Inundación por Marea de Tormenta Todos Santos .Mapa PH L2-1



Imagen 191: Peligro de Inundación por Marea de Tormenta El Pescadero. Mapa PHL 3-1

En las siguientes Tablas se muestran los porcentajes de superficies de las zonas urbanas afectables de inundación, por el fenómeno de marea de tormenta por rango de peligro:

Peligro Marea de Tormenta- Ciudad de la Paz		
Nivel de Peligro	Área (Ha)	Porcentaje
MUY ALTO	867.77	13.51
ALTO	1566.21	24.38
MEDIO	1534.09	23.88
BAJO	2455.09	38.22
TOTAL	6423.17	100.00

Peligro Marea de Tormenta- Localidad de Todos Santos		
Nivel de Peligro	Área (Ha)	Porcentaje
MUY ALTO	61.03	10.45
ALTO	100.85	17.27
MEDIO	151.68	25.97
BAJO	270.47	46.31
TOTAL	584.03	100.00



Peligro Marea de Tormenta- Localidad El Pescadero		
Nivel de Peligro	Área (Ha)	Porcentaje
MUY ALTO	11.27	4.60
ALTO	48.11	19.62
MEDIO	87.72	35.77
BAJO	98.14	40.02
TOTAL	245.25	100.00

Peligro Marea de Tormenta-Localidad de Los Barriles		
Nivel de Peligro	Área (Ha)	Porcentaje
ALTO	64.42	30.01
MEDIO	77.89	36.28
BAJO	72.38	33.71
TOTAL	214.69	100.00

Peligro Marea de Tormenta- Localidad El Sargento y La Ventana		
Nivel de Peligro	Área (Ha)	Porcentaje
MUY ALTO	13.12	12.12
ALTO	11.74	10.85
MEDIO	36.79	34.00
BAJO	46.57	43.03
TOTAL	108.22	100.00

Tabla 91. Porcentaje del territorio por localidad por nivel de peligro por marea de tormenta

- Vulnerabilidad**

Como ya se comentó, las zonas más vulnerables son las de litoral costero del Municipio y las localidades asentadas en las proximidades de la costa en el Pacífico, Todos Santos, Melitón Albañez, El Pescadero; por el Golfo de California La Paz y su zona conurbada Chametla y El Centenario, El Sargento-La Ventana y Los Barriles. De acuerdo a los indicadores de vulnerabilidad de Beaufort con una fuerza de viento entre 39 y 50 Km/h se podrían presentar olas de 3 a 4 metros de altura suficientes para cubrir la zona del Mogote.



Tabla 92. Indicadores de Vulnerabilidad por viento y oleaje Beaufort

Fuerza	Viento (km/h)	Clasificación	Condiciones del Mar
0	Menor a 1.8	Calma	Superficie del mar plana y "como espejo"
1	1.9 a 5.5	Viento ligero	Algunas pequeñas ondulaciones
2	5.6 a 11.1	Brisa ligera	Pequeñas ondulaciones de 10 a 15 cm de altura
3	11.2 a 18.5	Brisa gentil	Algo de ondulación de 15 a 30 cm de altura
4	18.6 a 29.6	Brisa moderada	Pequeñas olas de 30 cm a 1 m de altura
5	29.7 a 38.9	Brisa fresca	Oleaje moderado, con altura de 1 a 2 m. Algo de espuma y spray
6	39.0 a 50.0	Brisa fuerte	Olas de 2 a 3 m de altura. Espuma blanca en la cresta de las olas, presencia de espray
7	50.1 a 62.9	Cercana a Galema	Olas de 3 a 4 m de altura. Mucha espuma blanca sale de las olas que rompen
8	63.0 a 74.0	Galema (tormenta tropical)	Olas de 5 a 6 m de altura, espuma sale volando de olas que rompen
9	74.1 a 87.0	Galema fuerte	Olas de 7 a 8 m de altura, espuma densa sobre el mar, el espray reduce la visibilidad
10	87.1 a 101.8	Tormenta	Olas de 9 a 10 m de altura, zonas del mar blancas por la espuma, baja visibilidad
11	101.9 a 117.9	Tormenta violenta	Olas de 10 a 11 m de altura, regiones del mar blancas por la espuma, visibilidad muy reducida
12	118.0 o mayor	Huracán	Olas de 11 m o más, el aire con espuma, mar totalmente blanco por la espuma, gran cantidad de spray, muy baja visibilidad

- **Riesgos**

Los riesgos por marea de tormenta se clasifican de la siguiente manera:

- Amplitud de tormenta formada por una Depresión Tropical o Tormenta Tropical:-----**Riesgo muy Alto**
- Amplitud de tormenta formado por un Huracán categoría H1 o H2:-----
----- **Riesgo Alto**
- Amplitud de tormenta formado por un Huracán categoría H3 o H4:-----
----- **Riesgo Medio**
- Amplitud de tormenta formado por un Huracán categoría H5:-----
----- **Riesgo Bajo**



En las Tablas siguientes se resume la estimación del escenario de riesgo y daños hipotéticos esperados ante el fenómeno de inundaciones por Marea de Tormenta:

Inundacion por marea de tormenta - La Paz					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	20131	9	6037	10	\$ 578,948.30
A	53044	25	53044	86	\$ 1,467,727.48
M	72354	34	21056	34	\$ 183,818.88
B	69649	32	19316	31	\$ 96,580.00

Inundacion por marea de tormenta - El Centenario					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
A	4183	89	1121	88	\$ 31,018.07
M	513	11	146	12	\$ 1,274.58

Marea de Tormentas - Chametla					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	522	24	183	24	\$ 1,597.59
A	1582	73	555	73	\$ 2,775.00
M	75	3.4	26.0	3.4	\$ 226.98

Marea de Tormenta - El Sargento					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	145	15	115	15	\$ 11,028.50
A	288	30	225	30	\$ 6,225.75
M	525	54.8	409	54.6	\$ 3,570.57

Marea de Tormenta - La Ventana					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	123	48	59.00	48	\$ 5,658.10
A	132	52	63.00	52	\$ 1,743.21



Marea de Tormenta - Los Barriles					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MA	476	41	204	41	\$ 19,563.60
A	285	24	121	24	\$ 3,348.07
M	12	1	5	1	\$ 43.65
B	402	34	173	34	\$ 865.00

Inundacion por marea de tormenta - Todos Santos					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
M	498	10	154	12	\$ 1,344.42
B	4641	90	1165	88	\$ 5,825.00
MB	9	0	3	0	\$ -

Marea de Tormenta - El Pescadero					
Intensidad	Poblacion afectada		Viviendas afectadas		Monto aprox. Daño miles de pesos
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
MB	2338	100	937	100	\$ -

- **Recomendaciones**

- **Normativas:**

- Normar y regular las construcciones ubicadas sobre la primera duna costera y en cotas menores a los 3 msnm para mitigar el riesgo por mareas de tormenta.
- Incluir los mapas de riesgo por marea de tormenta en los programas de desarrollo urbano , para evitar el crecimiento urbano en zonas vulnerables .

- **Fortalecimiento de la Capacidad de Respuesta:**

- Contar con sistemas de alerta oportunos, efectivos y eficientes, que detecten éste fenómeno para prevenir riesgos
- Realizar campañas de difusión entre la población sobre éste fenómeno para concientizar del peligro y sus efectos y fomentar la cultura de la prevención
- identificar las zonas más altas de las áreas urbanas de las localidades costeras, con el propósito de ubicar puntos de reunión para casos de evacuación o para instalar albergues provisionales en casos de población damnificada.

5.2.7 Masas de aire

Una masa de aire se define como un gran cuerpo de aire cuyas propiedades físicas, sobre todo de temperatura y humedad, son uniformes en sentido horizontal y cuyas dimensiones pueden ser de más de 1,000 km de cubrimiento.

Circulación de los vientos

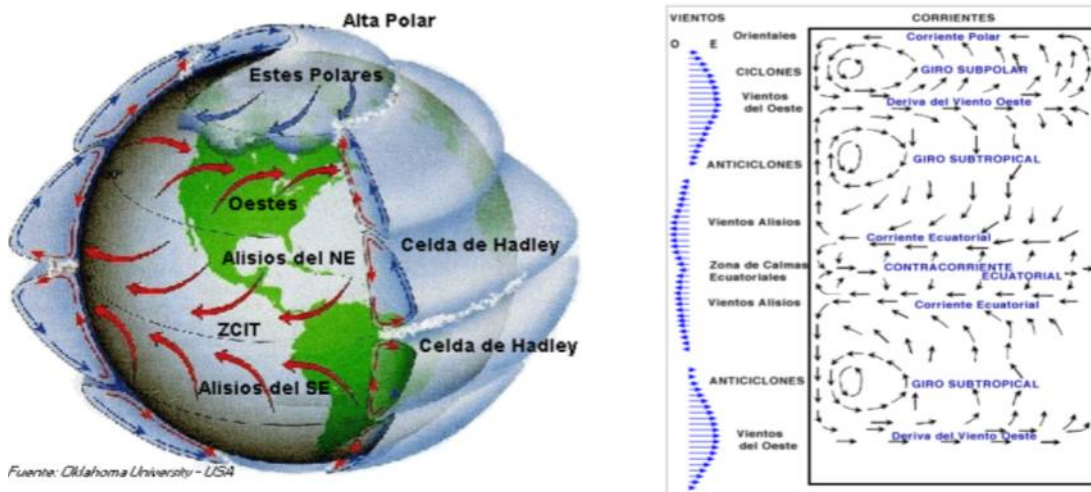


Figura 8. Circulación de los vientos. SEDESOL-Consejo de Recursos Minerales. Guía Metodológica para la Elaboración de Atlas de Peligros Naturales a Nivel Ciudad. 2005

Una circulación monzónica se define como el cambio en la dirección de los vientos estacionales entre el continente y el océano; es decir, durante una estación del año se observan vientos que circulan del océano a la tierra, y durante otra estación del año se registrará una inversión en la dirección de los vientos. Se consideran parte de las masas de aire granizadas, heladas y nevadas.

Granizo.

El granizo está constituido por cuerpos esféricos, cónicos o irregulares de hielo con un tamaño que varía de 5 a más de 125 mm; la cellisca está formada por granos sólidos de agua cuando se congela al atravesar una capa el aire con temperatura cercana a los 0° C (Cenapred, 2001a). De acuerdo con el Instituto de Geografía de la UNAM, la ciudad de La Paz se encuentra en una zona donde este fenómeno es casi nulo, por lo tanto su peligrosidad es mínima.

- **Metodología y Nivel de resolución**

Siendo un fenómeno casi nulo, se analiza a nivel 1, mediante una metodología de recopilación de monitoreo de granizo en un periodo de 1951-2010, de 54 estaciones meteorológicas, ubicada en los municipios de



Comondú, la Paz y los Cabos, se realizó una interpolación de los datos estacionales, para generar resultados de zonas y áreas expuestas.

Los resultados demuestran que en la mayoría del municipio no tiene presencia el fenómeno, resultando un área del 11% con el 0.1 de días al norte del municipio.

Por lo anterior, se puede concluir que **éste fenómeno NO representa una amenaza para la población en el Municipio de la Paz, por lo que NO se consideró en el estudio.**

Heladas y Nevadas.

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire húmedo cercano a la superficie de la tierra desciende a 0° C. Existen dos fenómenos que dan origen a las heladas; el primero consiste en la radiación, durante la noche, desde la Tierra hacia la atmósfera que causa la pérdida de calor del suelo; el otro es la advección, debido al ingreso de una gran masa de aire frío, proveniente de las planicies de Canadá y Estados Unidos (Cenapred, 2001a).

- **Metodología y Nivel de resolución**

Se analiza en el nivel 1 y al no obtenerse evidencias en campo de los indicadores de vulnerabilidad se analiza el nivel 2, mediante una metodología de recopilación de monitoreo con periodo de datos del 1951-2010, de 54 estaciones meteorológicas, ubicadas en los municipios de Comondú, La Paz y los Cabos, se realizó una interpolación de los datos estacionales, para generar resultados de zonas y áreas expuestas. Las temperaturas mínimas extremas se detectan al sur del municipio de la Paz, con una temperatura mínima de 5°C confirmando que el fenómeno de heladas y nevadas no tiene presencia en el Municipio.



Tabla 4. Efectos Ambientales por heladas		
Temperatura	Designación	Vulnerabilidad
0 a -3.5°	Ligera	El agua comienza a congelarse. Daños pequeños a las hojas y tallos de la vegetación. Si hay humedad el ambiente se toma blanco por la escarcha.
-3.6 a -6.4	Moderada	Los pastos, las hierbas y hojas de plantas se marchitan y aparece un color café o negruzco en su follaje. Aparecen los problemas de enfermedades en los humanos de sus vías respiratorias. Se comienza a utilizar la calefacción.
-6.5 a -11.5	Severa	Los daños son fuertes en las hojas y frutos de los árboles frutales. Se rompen algunas tuberías de agua por aumento de volumen del hielo. Se incrementan las enfermedades respiratorias. Existen algunos decesos por hipotermia.
< 11.5	Muy severa	Muchas plantas pierden todos sus órganos. Algunos frutos no protegidos se dañan totalmente. Los daños elevados en las zonas tropicales.

Temperatura mínima	área km2	%
5	845.33	6%
7.5	4085.41	27%
10	9285.83	62%
12.5	822.89	5%

Tabla 93. Indicador de Vulnerabilidad por heladas

Por lo anterior, se puede concluir que **éste fenómeno NO representa una amenaza para la población en el Municipio de la Paz, por lo que NO se consideró en el estudio.**