

20
24

ATLAS ESTATAL DE RIESGO DE BAJA CALIFORNIA SUR

GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR
SUBSECRETARÍA DE PROTECCIÓN CIVIL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR



GOBIERNO DEL ESTADO DE
BAJA CALIFORNIA SUR



Subsecretaría de
Protección Civil
Gobierno de Baja California Sur





ATLAS ESTATAL DE RIESGO DE
BAJA CALIFORNIA SUR
2024

La cita correcta de esta obra es:

Gobierno del Estado de Baja California Sur (GOB-BCS). 2024. Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México. 210 p.

Primera Edición: 2024

Gobierno del Estado de Baja California Sur
Palacio de *Gobierno* 1er. Piso C. Isabel La Católica e Ignacio Allende Colonia Centro La Paz B.C.S.
23000.

<https://sgg.bcs.gob.mx/contacto/>

Subsecretaría de Protección Civil
Isabel La Católica e Ignacio Allende
Colonia Centro C.P. 23000
La Paz., Baja California Sur. México

La presente publicación se terminó de imprimir el mes de Junio de 2024 en la Universidad Autónoma de Baja California Sur
Carretera al Sur Km 5.5 Col. Universitario, La Paz, B.C.S.
Teléfono 6121238800
<https://www.uabcs.mx>

Coordinador de la publicación. Dr. Miguel Ángel Imaz Lamadrid.
Responsables del proyecto: Dr. Miguel Ángel Imaz Lamadrid y Dra. Deneb Peredo Mancilla.
Agradecimiento al Dr. Alfredo Sergio Bermúdez Contreras por el acervo fotográfico

Su tiraje consta de 5 ejemplares impresos e ilimitados en medios digitales.
No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito a la Institución.
Impreso y Hecho en México.

DIRECTORIO DE AUTORIDADES

**PROF. VÍCTOR MANUEL CASTRO
COSÍO**

Gobernador constitucional de Baja
California Sur

C. JOSÉ SAÚL GONZÁLEZ NÚÑEZ

Secretario General de Gobierno

MTRA. BERTHA MONTAÑO COTA

Secretaría de finanzas y administración

**LIC. HECTOR AMPARANO
HERRERA**

Subsecretario de Protección Civil

**DR. DANTE ARTURO SALGADO
GONZÁLEZ**

Rector de la Universidad Autónoma de
Baja California sur

**DRA. ALBA ERITREA GÁMEZ
VÁZQUEZ**

Secretaria General de la Universidad
Autónoma de Baja California Sur

**DR. ALBERTO FRANCISCO
TORRES GARCÍA**

Secretario de Administración y Finanzas
de la Universidad Autónoma de Baja
California Sur

**LIC. LUIS ALBERTO TIRADO
ARAMBURO**

Abogado General de la Universidad
Autónoma de Baja California Sur

PRESENTACIÓN

En años recientes, los instrumentos de coordinación en materia de Gestión Integral de Riesgos, se han convertido en aspectos clave de la política estatal. En este contexto, para Baja California Sur ha sido un gran reto afrontar los embates de los fenómenos naturales perturbadores, afectando principalmente a la población más vulnerable acentuada por las condiciones de pobreza multidimensional. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, la entidad tiene 798,447 habitantes, lo que constituye un gran reto en materia de provisión de servicios, espacios y conservación de recursos ambientales.



En este sentido, la planeación integral y coordinada del suelo urbano es un eslabón crucial para la reducción del riesgo de desastres. Los elementos que componen el presente instrumento incluyen algunos de los principales riesgos asociados al clima, que causan mayores afectaciones en la entidad. Los fenómenos estudiados corresponden a condiciones peligrosas por temperaturas extremas, precipitaciones intensas e incendios forestales.

El propósito principal del presente instrumento es identificar algunos de los principales procesos en el territorio que contribuyen a la creación de riesgos socioambientales, para proponer los criterios y lineamientos de planeación orientados a la reducción de dichos riesgos. Los alcances de este Atlas de Riesgos se abocan a la consecución de la planeación territorial a partir de modelos probabilísticos y a establecer una estrategia que se pueda replicar en la escala municipal en la medida que el marco regulatorio lo permita.

El Atlas de Riesgos presenta cartografía aplicada a la planeación, diseñada para intervenir en alguno de los diversos procesos para la reducción del riesgo. La representación de estos elementos en cada mapa ha sido pensada para el uso de los servidores públicos, así como de otros actores interesados en los procesos de gestión integral del riesgo. Esperamos con ello, contribuir activamente a la reducción del riesgo en Baja California Sur a través de procesos de gobernanza transparentes, incluyentes y eficaces.

PROF. VÍCTOR MANUEL CASTRO COSÍO
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR

PRESENTACIÓN

Respondemos a la voluntad política de enfrentar los retos derivados del desarrollo del estado de Baja California Sur; enfrentarlos con decisión, orden y coordinación, considerando la participación amplia y activa de la población.

La participación de todos, sociedad y gobierno en este proceso histórico, acredita el interés creciente que la gestión integral de riesgo, protección civil, y la prevención de los desastres que se vienen generando.

En este contexto la ocurrencia de fenómenos de origen natural que afectan al estado de Baja California Sur y al país en general, hace necesario el monitoreo permanente de sismos, ciclones tropicales, incendios forestales, climas extremos y en general a los riesgos y peligros a los que estamos expuestos, para lo cual participamos en la integración del Sistema Nacional de Protección Civil que permite su visualización dinámica en diversos mapas de vulnerabilidad.



El Atlas de Riesgos es un sistema que sirve como base de conocimiento del territorio y de los peligros que pueden afectar a la población y a la infraestructura cuidando el entorno sostenible, también es una herramienta que nos permite hacer una mejor planeación del Sistema Integral de Riesgos para contar con infraestructura más segura y de esta forma contribuir a la toma de decisiones para la reducción de riesgos de desastres a través de la cultura de la autoprotección.

Nuestro máximo agradecimiento a la Universidad Autónoma de Baja California Sur por su contribución en la consolidación de esta herramienta indispensable, convencidos del poder de la educación y la formación para mejorar las condiciones de prevención, preparación, autoprotección y resiliencia de nuestras comunidades.

LIC. HÉCTOR AMPARANO HERRERA
SUBSECRETARIO DE PROTECCIÓN CIVIL

AUTORES

CONTENIDO DEL ATLAS

Dr. Miguel Angel Imaz Lamadrid: Profesor-Investigador DAIP UABCS
Dra. Deneb Peredo Mancilla: Profesora-Investigador DAIP UABCS
Dra. Antonina Ivanova Boncheva: Profesora-Investigador DAE UABCS
Dr. Jobst Wurl: Profesor-Investigador DACT UABCS
Dr. Ernesto Ramos Velázquez: Profesor-Investigador DACT UABCS
Dra. María Z Flores: Profesora-Investigador DACT UABCS
Dr. Alfredo Sergio Bermúdez Contreras: Profesor-Investigador DAIP-UABCS
Dra. Cristina González R. Sanvicente: Gobierno del Estado de Baja California Sur
Dr. Israel Estrada Contreras: Posdoctorante DAE UABCS
Dra. María Esther Jiménez López: Profesora-Investigadora DAIP UABCS
M.C. Lilia Alonso Lozano: Profesora-Investigadora DAIP UABCS
M.C. Mayra Violeta G. Gutiérrez González: Profesora-Investigadora DAE UABCS
M.C. Gilberto González Tirado: Profesor-Investigador DAIP UABCS
M.C. Rosa Hirales Cota Castro: Profesora-Investigador DAIP UABCS
Ing. Jesimar Talamantes Geraldo: Gobierno del Estado de Baja California Sur
Lic. Zulleth Tejas Álvarez: Gobierno del Estado de Baja California Sur
Pas. Dámaris Carolina Fernández Escamilla: Ayudante académica DAIP
Pas. Ing. Pablo Abraham Carballo Castillo: Egresado de IPDPC
Pas Ing. Paulo Enrique Zumaya Gómez: Egresado de IPDPC

DESARROLLO TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

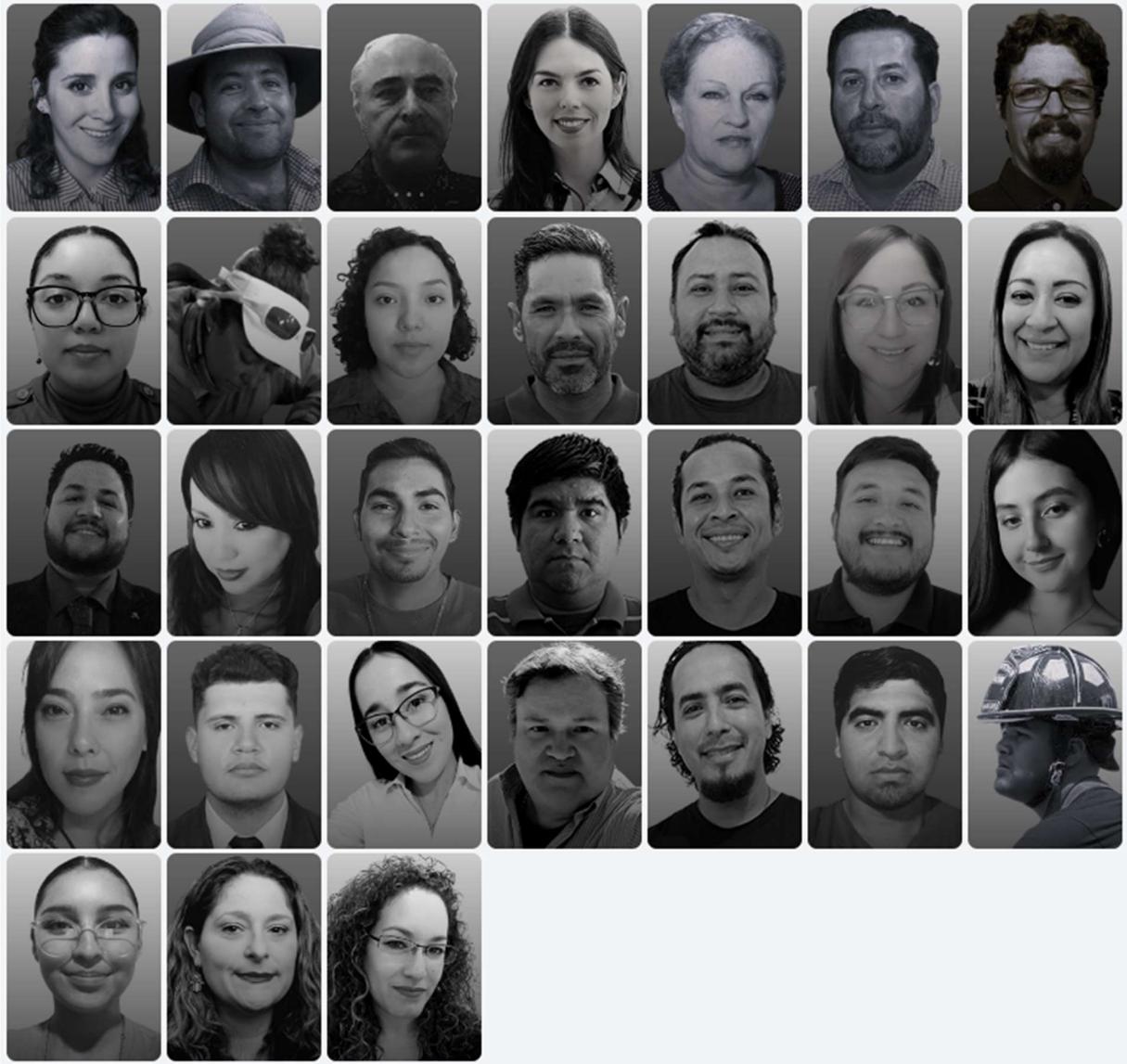
M.A.T.I. Jesús Hernández Cosío: Director de la DTIC UABCS
Ing. Adrián Covarrubias Samaniego: DTIC-UABCS
Lic. Jesús Pérez Reyes: DTIC-UABCS
C. Gabriel Rivera Avilés: Alumno DASC
Lic. Edgar Joel Rodríguez Ojeda: DTIC-UABCS
Ing. Eduardo Núñez León: DTIC-UABCS

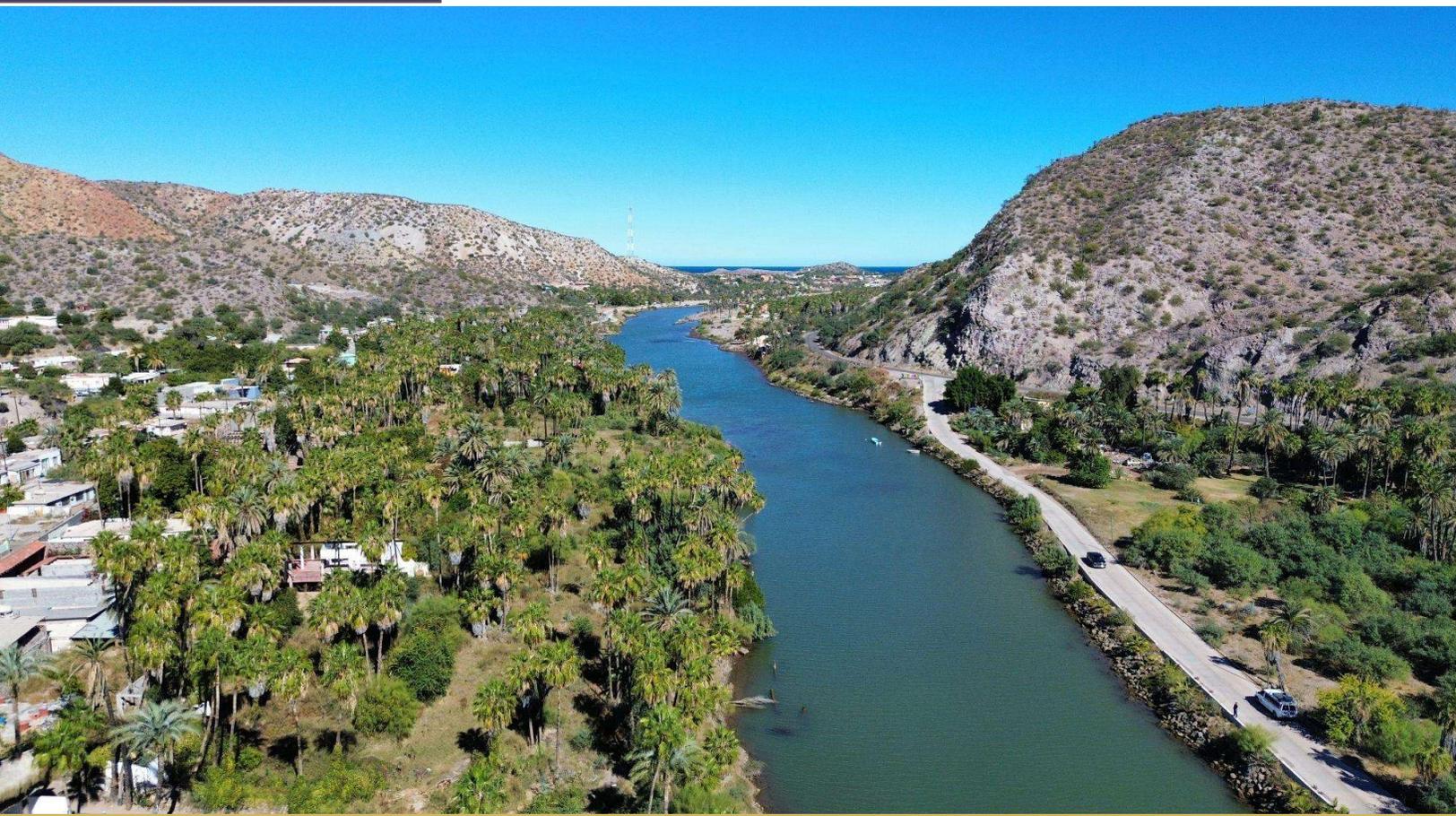
COLABORADORES y APOYO

M.A.E. Job Isaac Cuevas Romero: Logística UABCS
C. Jesús Giovanni Mendoza: Alumna de IPDPC, UABCS
C. Gloria Paulina Ruiz Guevara: Alumna de IPDPC, UABCS
C. Ángela Mayoral Plata: Alumna de IPDPC, UABCS
C. Gabriel Omar Cosío Verduzco: Alumno IPDPC, UABCS
C. Leonor Victoria Márquez Díaz: Secretaria DAIP UABCS
C. Edgar Alejandro Domínguez Barajas: Chofer UABCS
C. Adán Mata Monteverde: Chofer UABCS

Agradecimientos

A las autoridades universitarias por su apoyo, a autoridades y personal de la Subsecretaría de Protección Civil y de las Direcciones Municipales por el apoyo técnico y logístico durante la realización del mismo y a las sociedad sudcaliforniana que nos compartió sus conocimientos y experiencias para enriquecer el Atlas. Así mismo se agradece al Ing. Benjamín García Meza por haber promovido y gestionado el convenio de colaboración para la elaboración de este Atlas, durante su gestión como Subsecretario de Protección Civil de Baja California Sur

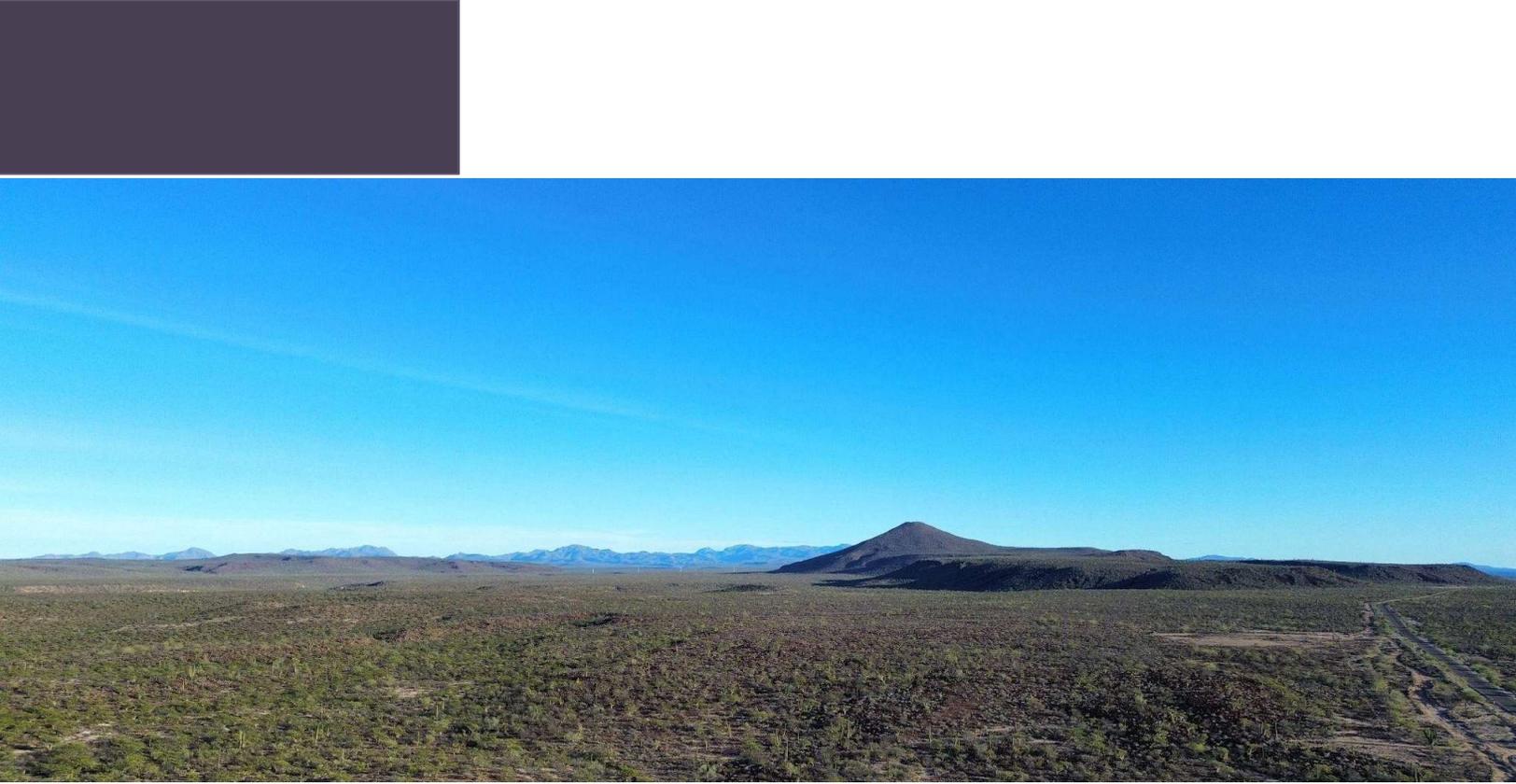




CONTENIDO

- I. Directorio.
- II. Presentación.
- III. Marco Biofísico y Socioeconómico.
- IV. Perspectiva del Cambio Climático.
- V. Cartografía de Fenómenos perturbadores.
- VI. Mapa Estatal de Vulnerabilidad.
- VII. Mapa Estatal de Exposición.
- VIII. Análisis del Riesgo y Puntos Críticos.
- IX. Conclusiones y Recomendaciones.
- X. Bibliografía
- Anexo: Acervo Cartográfico.
- Anexo: Geovisor del Atlas.





III. MARCO BIOFÍSICO Y SOCIOECONÓMICO

Fisiografía

Las características topográficas en Baja California Sur se reflejan en la región fisiográfica conocida como la Península de Baja California. En ella se define el 100% de los rasgos fisiográficos de la entidad. Estos son descritos en la Subprovincia Sierra de La Giganta (45.29 %) y en las discontinuidades del Desierto de San Sebastián Vizcaíno (21.54%), Llanos de la Magdalena (22.78%) y Del Cabo (10.28%) (INEGI, 2017).

Las elevaciones topográficas fluctúan desde el nivel del mar hasta los 2,080 msnm, siendo la Sierra La Laguna la que alcanza la mayor elevación. La discontinuidad del desierto de San Sebastián Vizcaíno, describe las características fisiográficas del extremo noroeste de la Entidad. Esta define una extensa llanura con desarrollo de dunas que han evolucionado sobre un suelo altamente salino que en los últimos milenios ha estado sujeto a transgresiones y regresiones.

La Subprovincia Sierra de La Giganta está conformada por gran parte de los rasgos fisiográficos del flanco este de Baja California Sur. Se extiende desde el sureste de la sierra La Libertad, en el vecino estado de Baja California, hasta un poco más al suroeste de La Paz, cubriendo una superficie de 30,785 km² (SGM, 2015). Esta

subprovincia surge de los procesos orogénicos, tectónicos, magmáticos y erosivos, dando forma al paisaje actual de la subprovincia. La mayor parte de su composición litológica se basa en una secuencia de rocas piroclásticas, flujos de lava y sedimentos continentales clásticos que en conjunto tienen un grosor de 1,200 metros (INEGI 1995). Las topofomas más distintivas, pertenecen a sierras altas que incluyen en menor medida topofomas de mesetas, además quedan incluidas zonas de menor relieve, tales como bajadas con lomeríos (INEGI 1996).

Desierto de San Sebastián Vizcaíno se localiza al noroeste del Estado y es compartida con la entidad de Baja California. Hacia el oriente limita con la Sierra de La Giganta, al oeste y sur con el Océano Pacífico. Se caracteriza por ser una llanura desértica, con dunas y piso rocoso o cementado. La recarga de agua subterránea de ésta subprovincia se origina en las mesetas basálticas de la subprovincia Sierra de La Giganta (SEMARNAT, 2009).

La discontinuidad conocida como Llanos de La Magdalena está situada en la región central de la Entidad, conformando una depresión fisiográfica cuyos flancos, al norte y al oriente, son

la subprovincia Sierra de La Giganta, al poniente y al sur el Océano Pacífico y al sureste la discontinuidad Del Cabo, abarcando una superficie de 16,755 km² (SMG, 2015). Las topofomas más prominentes corresponden a llanuras generalmente con desarrollo de dunas, que han evolucionado sobre suelos salinos. Además, una parte significativa de estas llanuras se ha extendido sobre suelos regularmente cementados, formando relieves bajos complejos.

La discontinuidad del Cabo describe los aspectos geográficos específicos de la región ubicada en el extremo sureste del estado de Baja California Sur. Esta discontinuidad se extiende al sur del Trópico de Cáncer y es la parte final de la provincia, ocupando un área de 7,612 km² de la superficie estatal (SMG, 2015). Los cambios constantes en la geología de la península se reflejan en su estructura geomorfológica, influyendo en la variedad de características topográficas presentes en la zona. En esta zona de discontinuidad, las características topográficas más prominentes incluyen sierras altas ocasionalmente asociadas a lomeríos hacia la zona costera. Estas sierras suelen estar acompañadas por laderas bajas y extendidas. Además, es relevante la presencia de lomeríos, mesetas, bajadas y llanuras, que se han formado en las estructuras graben, resultado del

movimiento de fallas normales (INEGI, 1996).

Climatología

En cuanto al clima, en el Estado predominan los climas muy secos, representando el 92% del territorio. Estos climas se distribuyen en la mayor parte de la superficie del territorio de la entidad; en todos ellos la precipitación es escasa, menor a 300 mm, salvo el sureste de la entidad, donde excede a los 300 mm anuales. Son climas extremos con temperaturas máximas diurnas principalmente los meses julio, agosto y septiembre; en donde la evaporación excede en gran medida a la precipitación.

Tabla 1. Porcentaje de superficie estatal por tipo de clima (INEGI, 2020)

Tipo o subtipo	Clave	Total (%)
Seco muy cálido y cálido	BS0(h')	0.49
Seco semicálido	BSh	3.38
Semiseco semicálido	BS1h	0.57
Seco templado	BSk	2.63
Muy seco muy cálido y cálido	BW(h')	28.85
Muy seco semicálido	BWh	63.14
Templado subhúmedo con lluvias en verano	C(w)	0.94

El clima seco y semi-seco está presente en el 7% y el Templado subhúmedo cubriendo únicamente el 1% de la zona, específicamente en la región de la sierra de La Laguna. La clasificación climática para el Estado se presenta en la tabla 1.



Figura 1. Clima desértico en Baja California Sur (Cortesía de Alfredo Sergio Bermúdez Contreras)

Precipitaciones

Las lluvias en Baja California Sur ocurren de manera irregular. Los registros pluviométricos promedian anualmente valores mayores de precipitación en la parte sur y menores hacia el norte.

Las precipitaciones máximas mensuales se dan en los meses de agosto y septiembre derivado del impacto de ciclones tropicales en el Estado, durante el invierno se pueden presentar precipitaciones de baja intensidad conocidas como “equipatas” y el periodo de estiaje se tiene de abril a junio. La precipitación total anual promedio en el

Estado es menor a 200 mm (INEGI, 2010). En la tabla 2 se presenta la precipitación promedio (milímetros), precipitación del año más seco y precipitación del año más lluvioso en el periodo 1983-2020.

Las precipitaciones máximas, son frecuentemente relacionadas al impacto de ciclones tropicales siendo las que generan los intensos escurrimientos en los arroyos que año con año causan pérdidas humanas, damnificados y pérdidas económicas en la entidad. La figura 2 muestra la precipitación registrada por los más destructivos ciclones tropicales que han impactado.



En Baja California Sur no se tiene drenaje pluvial, por lo que una precipitación de moderada intensidad puede desencadenar el escurrimiento en arroyos y avenidas interrumpiendo el tránsito y las actividades diarias hasta por varias horas.

Tabla 2. Precipitación total anual (Milímetros) (INEGI, 2021)

Municipio	Periodo	Precipitación promedio	Precipitación del año más seco	Precipitación del año más lluvioso
Mulegé	1983-2020	176.6	28.4	363.0
La Paz	1984-2020	186.2	27.5	424.6
San José Del Cabo	1984-2020	345.0	100.0	956.0
Loreto	1984-2020	193.8	11.0	460.9
Comondú	1984-2020	176.6	15.4	350.7

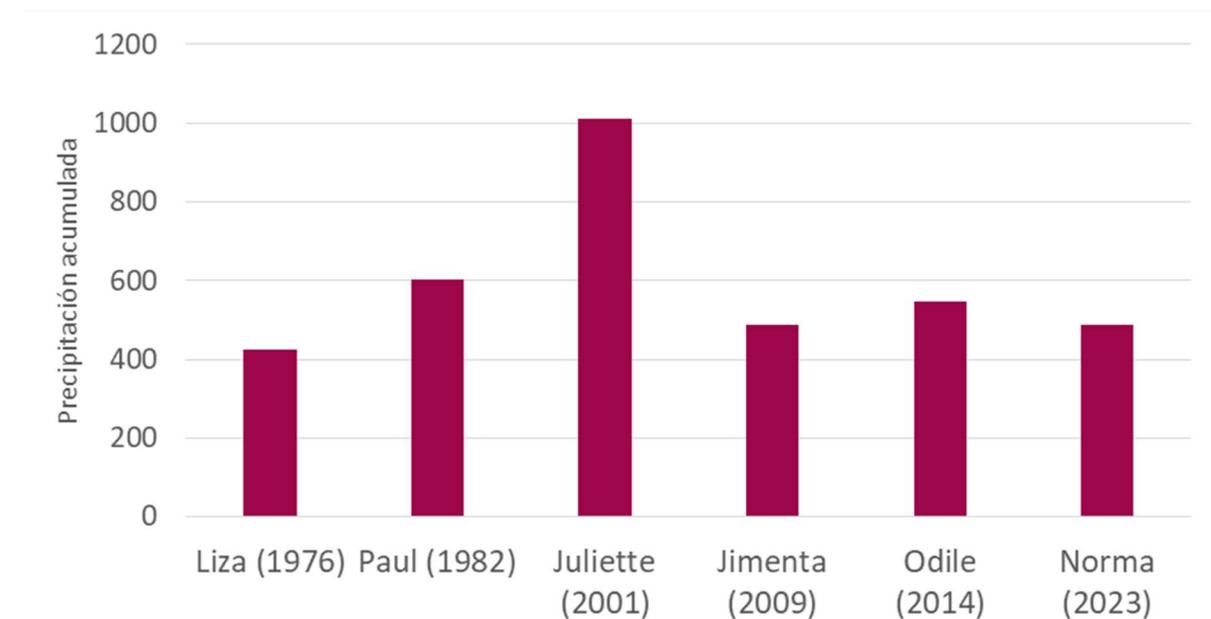


Figura 2. Ciclones tropicales que han dejado intensas precipitaciones en Baja California Sur (Elaborado con datos del SMN, 2023 y Farfán et al. 2012)

Temperatura

En el estado de Baja California Sur la temperatura media anual está entre los 18 y 22°C, siendo los meses de julio y agosto en los que se registran las temperaturas medias más elevadas alcanzando los 35°C mientras que la temperatura mínima media anual es de 9°C durante el invierno. Aun cuando la temperatura máxima promedio es de 35°C, durante el verano se alcanzan temperaturas diarias superiores a los 40°C. En este sentido y de acuerdo a datos del Servicio Meteorológico Nacional, la mayor temperatura en el periodo 1991-2020 se registró en la ciudad de San José del Cabo alcanzando 48°C. En contraparte y durante el periodo invernal se tiene registro de temperaturas cercanas a los 0 grados en las principales ciudades de la entidad, siendo la menor en Ciudad Constitución con -1.5°C. Las partes altas de las Sierras de la Giganta, San Francisco y La Laguna pueden presentar temperaturas bajo cero con incidencia de heladas (Tabla 3).

Tabla 3. Temperatura normal, máxima y mínima en las principales poblaciones de BCS (Datos 1991-2020 tomados de SMN, 2023)

Población	Media normal	Máxima diaria	Mínima diaria
Ciudad Constitución	17.5 - 28.7	47.0	-1.5
La Paz	18.7 - 31.5	44.0	3.5
Todos Santos	18.1 - 27.1	44.0	0.0
Loreto	18.0-31.9	44.2	5.0
Guerrero Negro	16.3 - 25.9	45.0	0
Santa Rosalía	17.3 - 31.2	43.5	0.8
San José del Cabo	19.4 - 29.6	48.0	0.8
Cabo San Lucas	19.5 - 29.3	44.0	1.5

Tipos de clima (Köppen)

Para Baja California Sur se distinguen 13 climas particulares, descritos en la tabla 4. Se estima que el 92% del territorio estatal presenta un clima seco desértico (BW), el 7 % de un clima seco estepario (BS) y únicamente el 1 % del territorio estatal presenta un clima templado con lluvias en verano (Cw).

Tabla 4. Tipos de clima clasificación de Köppen, modificado por García (INEGI, 1998).

Tipo	Símbolo	Condiciones de temperatura	Porcentaje precipitaciones
Semiárido templado	BS1kw	Temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C.	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
Árido cálido	BSo(h')w	Temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
Árido semicálido	BSohw	Temperatura entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
Muy árido cálido	BW(h')w	Temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
	BW(h')s		Lluvias de invierno, el porcentaje de lluvia invernal es mayor al 36% del total anual.
	BW (h')(x')		Lluvias repartidas todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.
Muy árido semicálido	BWh(x')	Temperatura media anual entre 18° y 22°C, temperatura del mes	Lluvias repartidas todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al

	BWhs	más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.	18% del total anual. Lluvias de invierno y precipitación invernal mayor al 36% del total anual.
	BWhw		Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
Muy árido templado	BWk(x')	Temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C.	Lluvias repartidas todo el año y precipitación invernal mayor al 18% del total anual.
	BWks		Lluvias de invierno y porcentaje de lluvia invernal mayor al 36% del total anual.
Templado subhúmedo	C(w1)	Temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
	C(wo)		



Complejo Volcánico 3 Vírgenes
Cortesía: Alfredo S. Bermúdez Contreras

Hidrología

Desde un punto de vista hidrológico, la Península de Baja California se encuentra dividida en áreas territoriales conformadas en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas y denominadas Regiones Hidrológicas (RH). En este sentido son 4 RH que abarcan Baja California Sur las cuales son:

- *RH-II Baja California Centro-Oeste
- *RH-III Baja California Sur-Oeste
- *RH-V Baja California Centro-Este
- *RH-VI Baja California Sur-Este

La región hidrológica II Baja California Centro-Oeste se ubica en Baja California Sur y parte del estado de Baja California. Se encuentra mayormente en Mulegé y parte de Comondú. Cuenta con una extensión de 25 924.539 km² (CEA, 2023).

La región hidrológica III Sur-Oeste abarca una parte en los cinco municipios, ocupando la mayor parte del municipio de Comondú. Está caracterizada por corrientes caudalosas y de mayor longitud en el Estado. Contando con una extensión de 28,235.481 km² (CEA, 2023).

La región hidrológica V Centro Este se ubica sólo en parte del municipio de Mulegé. Está caracterizada por arroyos y el río Mulegé, el de mayor importancia, que drenan esta región. Contando con una extensión de 12,700.522 km² (CEA, 2023).

La región hidrológica VI Sur Este cubre una porción de los cinco municipios del Estado. Está caracterizada por corrientes de escasa longitud que descienden del flanco oriental de las sierras. Contando con una extensión de 11,426.126 km² (CEA, 2023).

De acuerdo a datos de CONAGUA (2021), la Entidad se encuentra dividido en 43 cuencas de las cuales 42 tienen disponibilidad y solo la cuenca Todos Santos presenta un déficit de -2.7 Hm³. De acuerdo a datos del REPDA (REPDA-CONAGUA, 2021), se tienen 1236 concesiones de agua superficial que amparan un volumen de extracción 43.6 hm³.

En su gran mayoría, los escurrimientos en Baja California Sur son intermitentes, presentándose usualmente entre los meses de julio y octubre como resultado de las intensas precipitaciones originadas por la aproximación de ciclones tropicales y por la ocurrencia de tormentas convectivas. En los años con alta precipitación, los arroyos pueden continuar fluyendo por varios meses más.

Considerando el agua subterránea, el Estado se encuentra dividido en 39 unidades de manejo (denominadas acuíferos), de los cuales dos tienen un déficit entre -10 y -30 Hm³, 3 entre -5 y -10 Hm³, 14 entre -0.1 y -5.0 Hm³, 4 sin disponibilidad, 9 con una disponibilidad menor a 1 Hm³ y el resto con disponibilidades entre 1.1 y 4.7 Hm³. En promedio a nivel estatal se tiene un déficit de -61 Hm³. De acuerdo a datos del REPDA (REPDA-CONAGUA, 2021), se tienen 3253 concesiones que amparan un volumen de extracción de 388.8 Hm³. Los acuíferos en estado de sobreexplotación de acuerdo a CONAGUA (2021) son La Paz, Los Planes, Coyote, Santo Domingo, San Marcos-Palo Verde, San Bruno, Cabo San Lucas y Santo Domingo.

En cuanto a infraestructura hidráulica en el Estado se tiene 6 presas de alta capacidad. Estas se ubican en los municipios de Comondú (2), La Paz (2) y Los Cabos (2).

Geología y tectónica

Mesozoico. A esta edad corresponden, las rocas más antiguas correspondientes a la formación San Hipólito conformada por una alternancia de rocas detrítico-calcareas que presenta pillow lavas de

composición máfica a la base, e intercalación de conglomerados y aglomerados. Las rocas sedimentarias están constituidas por lutitas, areniscas (calcareas, litarenitas, arcosas, grauvacas); brechas sedimentarias calcáreas; y calizas. Esta secuencia es interpretada como base para considerarla del Triásico Superior. Al Jurásico Superior pertenecen rocas del complejo ofiolítico, formado por rocas metamórficas e ígneas; tales como serpentinita, gabro, basaltos, rocas volcánicas y detríticas. Las ofiolitas anteriormente descritas, se distribuyen en el suroeste y sur del desierto de Vizcaíno. El complejo ofiolítico que aflora en la isla Margarita está formado por serpentinita, gabro metamorfoseado, protomilonita, diorita, esquistos verdes de biotita, asimismo se observan sedimentos altamente silicificados.

Cretácico. Se caracteriza por dos tipos de rocas; las sedimentarias, que abarcan desde el Cretácico Inferior al Cretácico Superior y rocas ígneas que tienen un alcance desde el Cretácico Superior al Terciario Inferior. La rocas sedimentarias afloran al oeste y sur del desierto de Vizcaíno, constituidos por sedimentos detríticos los de mayor importancia. La formación Eugenia, es una secuencia donde dominan las areniscas, con intercalaciones de lutitas, limolitas y conglomerados; los clastos gruesos son en

gran parte de origen volcanoclástico y volcánico. La edad de la formación Eugenia (o grupo), se ha especulado que probablemente tiene una edad que va desde el Jurásico al Cretácico. La formación Salitral o llamada formación Valle (Mina, 1957), está conformada por una secuencia sedimentaria de paquetes de lutitas-areniscas, areniscas-conglomerados y lutitas-areniscas. La edad de esta formación se considera Albiano-Cenomaniano, pero es probable que alcance hasta el Campaniano. Entre el Jurásico y Cretácico, está representado por rocas ígneas intrusivas de composición intermedia, los afloramientos se muestran tanto al norte como al sur conformando las Sierras de la Laguna, San Lázaro y Las Cruces.

Cenozoico. Representado por rocas sedimentarias, volcánicas de composición intermedia y máfica, además de una gran variedad de suelos y rellenos aluviales. Las secuencias sedimentarias y volcano-sedimentarias, tienen una edad que abarca del Terciario Medio al Terciario Superior y se constituye por areniscas, limolitas, lutitas, conglomerados, tobas y derrames lávicos; además existen depósitos clasto-carbonatados cuyos afloramientos están intensamente

ligados a los afloramientos de lutitas y limolitas. Esta litología cenozoica, da evidencia de una sedimentación de origen marino con aporte clástico. La sedimentación de origen continental es menos representativa y está estrechamente relacionada a un ambiente volcanoclástico. El volcanismo está caracterizado por derrames andesíticos, dacitas, riolitas, brechas volcánicas de composición intermedia (andesíticas) y tobas líticas félsicas. En el Terciario Superior, la litología dominante es de tipo volcánico de composición máfica y en menor importancia intermedia. Las rocas máficas están formadas por derrames basálticos, brechas basálticas, tobas máficas. En los derrames de composición intermedia, es común las tobas y brechas andesíticas; las tobas son generalmente líticas con xenolitos dacíticos, además existen, aunque en menor medida, brechas de composición andesítica. El Terciario Superior sedimentario está representado principalmente por areniscas y conglomerados; complementan a esta litología, limolitas, lutitas, arcillas, depósitos yesíferos y formaciones coquináceas. El medio ambiente imperante fue principalmente marino, lagunar (evaporítico) y en menor medida en zona continental cercana a la costa. Durante el Cuaternario las rocas más comunes son areniscas, conglomerados, escasas limolitas y depósitos carbonatados, la secuencia forma

por lo general bancos de terrazas. El medio ambiente de formación fue marino a continental y su litología, muestra evidencia de transgresiones y regresiones marinas consecuencia de períodos de glaciación ocurridos. Asimismo, durante el Cuaternario se reactivó el magmatismo máfico que caracterizó gran parte del Terciario Superior; las rocas volcánicas más sobresalientes son derrames y brechas basálticas. Complementan al volcanismo Cuaternario, areniscas volcánicas, tobos de origen félsico, máfico y esporádicamente andesíticas. El Cuaternario finaliza con el depósito de arenas, gravas y arcillas, elementos constituyentes de los distintos suelos que cubren la superficie de Baja California Sur.

Provincia Extensional del Golfo de California

La distribución de fallas en la península de Baja California se concentra, en su gran mayoría, bordeando la costa del golfo de California, en lo que se conoce en la comunidad científica como la Provincia Extensional del Golfo (Stock y Hodges, 1989). Esta Provincia consiste de una zona amplia que bordea el golfo de California, y comprende partes de los estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit (al

este) y de Baja California y Baja California Sur (al oeste). La principal característica de esta Provincia es que se trata de una zona donde la corteza continental está afectada por el proceso de apertura del golfo de California, lo cual se expresa a través de la formación de fallas, orientadas principalmente en sentido N-S. En la península de Baja California el límite de esta Provincia está representado por un escarpe topográfico (denominado Escarpe Principal del Golfo) que se extiende a lo largo de toda su extensión, hasta la zona al norte de La Paz. Desde esta zona se interna a través de la península, cortando la costa del Océano Pacífico cerca de Todos Santos, lo cual incluye al extremo sur de la península en esta Provincia. Estas características tectónicas hacen que la mayor concentración de fallas en Baja California Sur ocurra en la franja estrecha que bordea al golfo de California, así como en el extremo sur de la península. Las fallas que se observan en esta franja están orientadas en sentido N-S principalmente, donde las estructuras más prominentes reciben nombres locales, con base en la presencia de puntos geográficos cercanos a ellas, p.e. falla El Carrizal, falla San Juan de Los Planes, falla San José del Cabo. La mayoría de estas fallas son de tipo normal, con el bloque caído hacia el golfo de California, debido a que están ligadas a su origen. Además, estas fallas están segmentadas por

fallas menores, orientadas de manera casi perpendicular a ellas (E-W), las cuales tienen desplazamientos laterales. Las fallas correspondientes a la Provincia Extensional del Golfo se caracterizan por ser activas en las cuales se ha encontrado evidencias de desplazamientos recientes, así como actividad sísmica asociada (p.e. Munguía *et al.*, 2006).

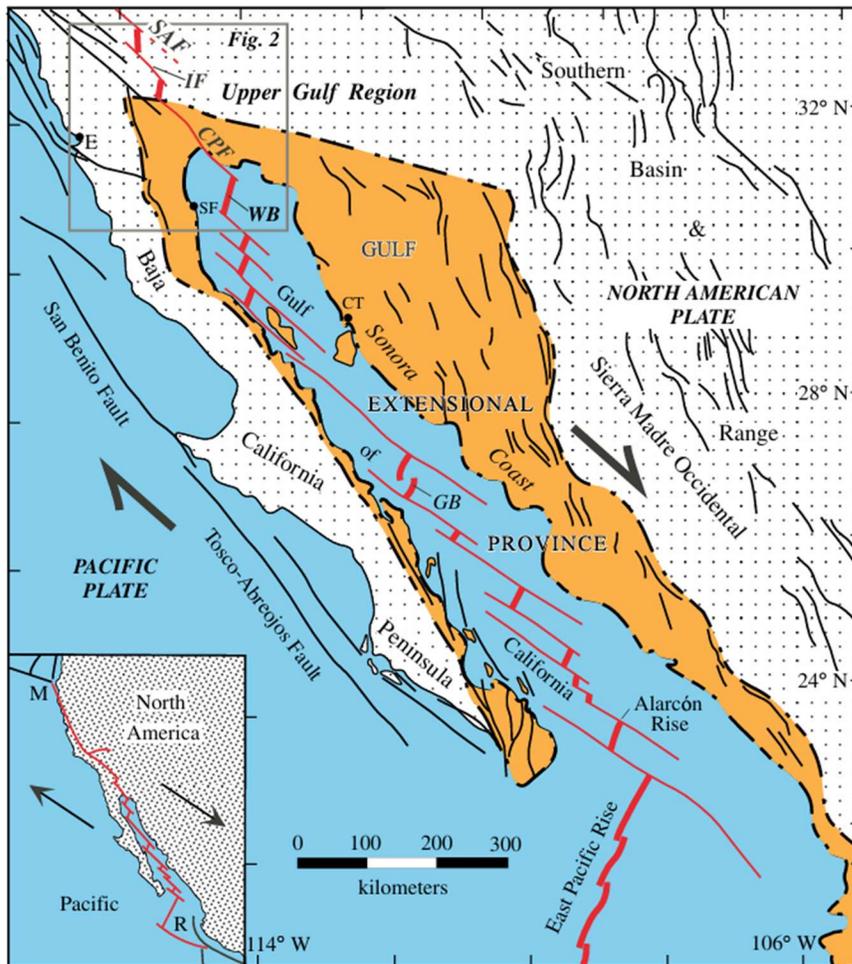


Figura 3. Mapa que muestra los elementos tectónicos-estructurales de la Provincia Extensional del Golfo de California (Tomado de Álvarez *et al.* 2009).

Población

En el transcurso de los últimos años, se ha evidenciado un aumento constante en la población de Baja California Sur. Durante el período comprendido entre 2010 y 2020, se registró un incremento medio anual del 2.3%, superando significativamente el promedio nacional, el cual se sitúa en 1.2%. Este fenómeno demográfico subraya el continuo atractivo y dinamismo socioeconómico de la región. La Entidad se destaca por ser uno de los estados con flujos migratorios importantes, donde 4 de cada 10 personas son nativas de otra entidad del país, destacando los estados de Guerrero, Sinaloa, Oaxaca, Veracruz, Jalisco y Ciudad de México (SETUES, 2023).

Los municipios de Los Cabos y La Paz concentran 80.6% de la población total estatal, con 44.0% y 36.6% respectivamente. En particular el municipio de Los Cabos presenta el mayor peso demográfico en la entidad. Destaca por tener la mayor población, originando la mayor tasa de crecimiento municipal (Figura 4).

De 2,573 localidades que presenta la Entidad, solo 15 mantienen la categoría

urbana (de 2,500 o más habitantes), que en conjunto suman 91.1% de la población de Baja California Sur. Esto nos indica que la mayor parte de la población se concentra en áreas urbanizadas.

Las tres principales localidades son La Paz, Cabo San Lucas y San José del Cabo, representando 73.3% del total de la población estatal. Cabo San Lucas y San José del Cabo destacan por mantener un crecimiento acelerado en la dinámica poblacional, comparada con aquellas de crecimiento lento como son Ciudad Constitución y Guerrero Negro. En la tabla a se presenta la población de las principales localidades por municipio (INEGI, 2022; SETUES, 2023).

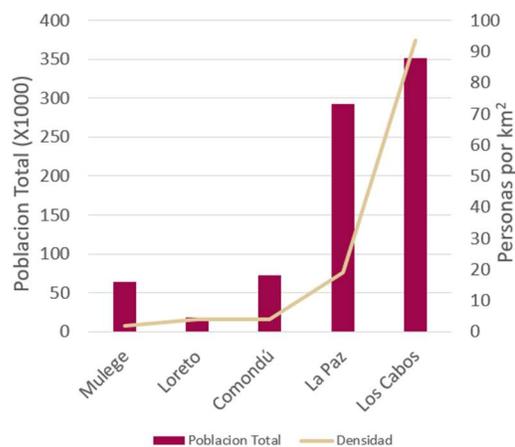


Figura 4. Población total de Baja California Sur por municipio 2015-2020 (habitantes) y la densidad poblacional (Datos de INEGI, 2020)

Estructura económica

La economía de Baja California Sur se distingue por la diversidad de sus sectores productivos, con particular énfasis en el turismo, comercio, construcción, pesca, agricultura y minería. El Producto Interno Bruto (PIB) alcanzó los 274,616 millones de pesos, lo que equivale 15.8% del total nacional, colocándola como la tercera entidad con mayor crecimiento económico a nivel nacional. Después de los efectos de la pandemia en el periodo 2019-2020, el crecimiento económico se situó en 15.8% y 9.2% para los años 2021 y 2022 respectivamente.

La economía se sustenta principalmente en actividades de servicios. Según su distribución en el PIB, las actividades primarias representan 4.3%, las secundarias 27.1% y las terciarias 68.6%. Entre las ramas más significativas se encuentran: el comercio (22.6%), la construcción (17.3%), los servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos (15.6%), las actividades inmobiliarias y de alquiler (6.1%), el transporte, correos y almacenamiento (6.0%), así como la generación de energía eléctrica, agua y gas (4.4%) (INEGI, 2022).

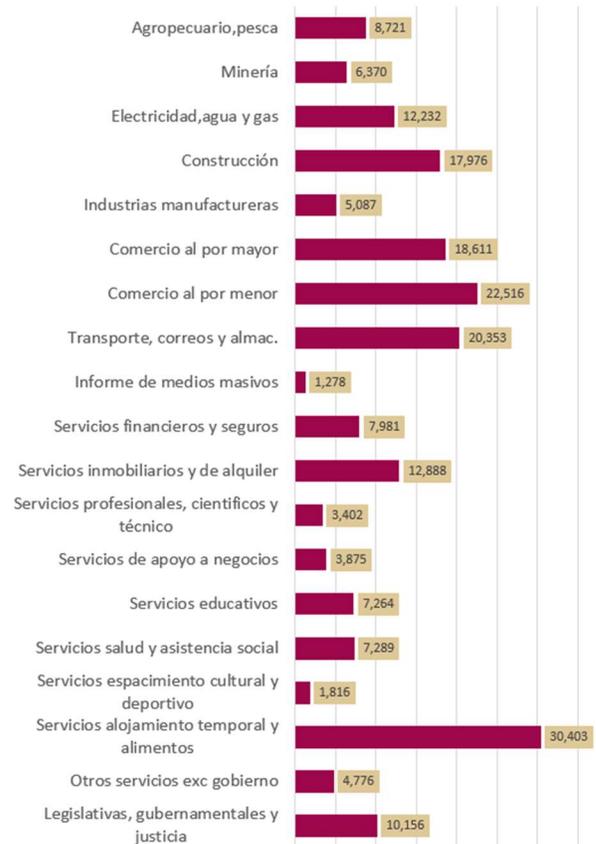


Figura 5. Unidades Económicas en Baja California Sur 2018-2023 (Datos de INEGI, 2024).

De acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del año 2022, la estructura económica estatal de Baja California Sur sigue destacando por la relevancia de las micro y pequeñas empresas, que constituyen 89.5% y 8.6% respectivamente. Asimismo, 70.8% de la producción total del sector privado y paraestatal proviene de empresas de micro, pequeña y mediana escala, representando 90% de los

establecimientos. Por otro lado, las empresas de gran tamaño, con más de 250 trabajadores, contribuyen con 23.9% de la producción total, pero solo representan 0.3% de los establecimientos.

Competitividad

Baja California Sur se posiciona entre las siete entidades más competitivas de México, alcanzando la categoría de competitividad media alta. Esto se refleja a través del Índice de Competitividad Urbana 2022, el cual evalúa la capacidad de atraer y retener talento e inversiones en 66 ciudades, promoviendo un mayor bienestar para sus habitantes. En este contexto, Los Cabos y La Paz ocupan el primer y sexto lugar respectivamente en el ranking nacional de ciudades con una población de 250 a 500 mil habitantes, siendo catalogadas con un nivel de competitividad media alta.

Turismo

El turismo desempeña un papel fundamental en la economía de Baja California Sur, siendo un motor clave para su crecimiento económico y desarrollo regional. De acuerdo con datos proporcionados por la Secretaría

de Turismo del Estado, la región atrae a un considerable número de visitantes interesados en disfrutar de sus playas, actividades recreativas y su rica oferta cultural. Esta industria no solo impulsa el sector hotelero y de servicios, sino que también genera efectos positivos en otros ámbitos económicos, como el comercio y la construcción.

Se observa una tendencia de recuperación tras los impactos de la pandemia, especialmente notables en el año 2022, con resultados históricos para la entidad debido a un aumento sostenido en la afluencia de visitantes. Durante dicho año, se registró un total de 4 millones 116 mil pasajeros en los tres aeropuertos principales.

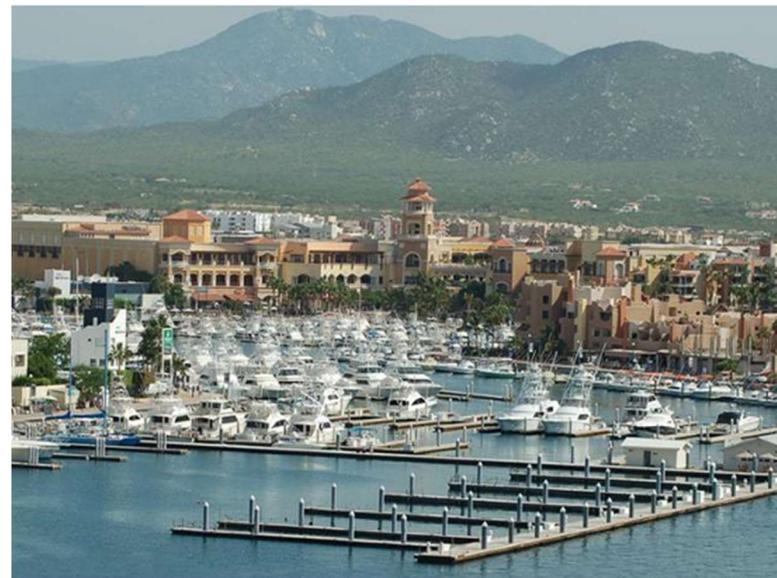


Figura 6. Panorámica de la marina de Cabo San Lucas (SETUE, 2021)

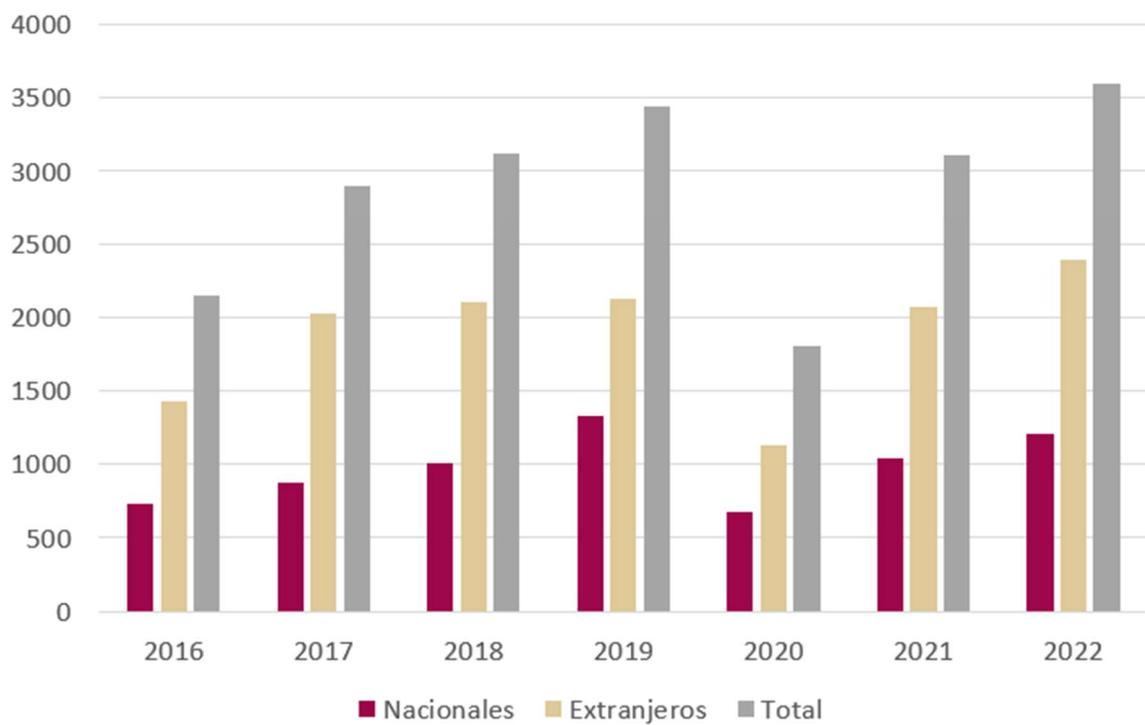


Figura 7. Ocupación hotelera (turistas nacionales y extranjeros) por municipio para el periodo 2016-2022 (SETUES, 2023)

Asimismo, se estima que aproximadamente 3.6 millones de personas visitaron el Estado, según los niveles de ocupación hotelera. Los destinos más destacados son Los Cabos, La Paz y Loreto. Los turistas extranjeros representan 55.3% del total, concentrándose principalmente en la zona de Los Cabos, mientras que La Paz y Loreto son preferidos por los viajeros nacionales.

El Estado tiene un total de 475 hoteles y establecimientos de hospedaje, que

ofrecen un conjunto de 27,940 habitaciones para los visitantes. La actividad turística genera una derrama económica anual de 24,397 millones de pesos (datos correspondientes al año 2022), tanto por la visita de turistas nacionales como extranjeros. Durante ese año, el porcentaje de ocupación hotelera se alcanzó 66%, con los turistas manteniendo una estadía promedio de 4 días. En cuanto al turismo náutico, la llegada de pasajeros en crucero para el año 2022 se situó en 661,594 visitantes, lo que representó un aumento de 11.1% respecto al año 2019.

En Baja California Sur, las marinas turísticas ofrecen una alternativa adicional para los visitantes, con un total de 1,453 espacios disponibles para viajes en yates. Además, se está iniciando una nueva fase en su actividad turística con la reapertura de su centro de convenciones en la ciudad de La Paz, el cual tiene capacidad para albergar a 1000 asistentes. Esta infraestructura sin duda jugará un papel importante en el fortalecimiento del segmento de turismo de negocios, el cual está experimentando una reactivación gradual tras los efectos de la pandemia.

Empleo

Tras los impactos económicos provocados por la pandemia, las condiciones laborales de Baja California Sur han experimentado mejoras significativas. Según datos recopilados al cierre del año 2022, la población en edad de trabajar (15 años y más) alcanzó los 641,425 habitantes. De este grupo, la Población Económicamente Activa (PEA) ascendió a 475,463 personas, de las cuales 57.8% son hombres y 42.2% son mujeres. La cantidad de personas empleadas se situó en 431,360, distribuidas en 249,540 hombres y 181,820 mujeres. A

pesar de la crisis económica desencadenada por la pandemia, la tasa de desempleo en Baja California Sur se ubicó en un 3.19% en el año 2023, ligeramente por debajo de 3.0% registrado a nivel nacional. La desocupación se manifestó de manera más pronunciada en el sector femenino, con un índice de 3.0%, en comparación con el 2.7% observado en el sector masculino (Figura 8).

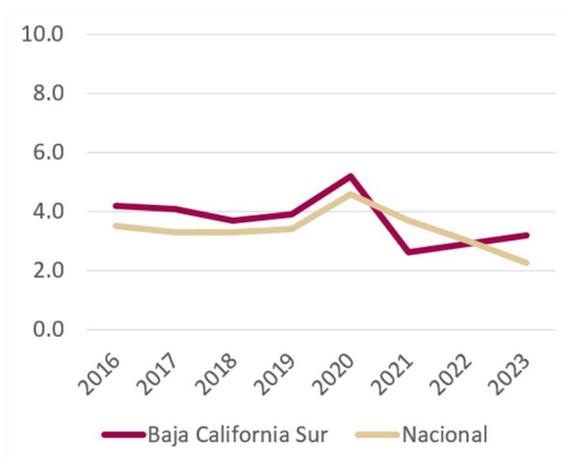


Figura 8. Tasa de desocupación en Baja California Sur y Nacional 2016-2023. (INEGI, 2020)

La distribución de la población ocupada por sector económico se presenta de la siguiente manera: un 5.8% trabaja en el sector primario, que incluye actividades agropecuarias; 20.3% labora en el sector secundario, abarcando la industria extractiva y de transformación; mientras que 73.7% se encuentra empleado en el sector terciario, principalmente en servicios. En términos de su estatus laboral, 76.2% son trabajadores

subordinados, 14.7% son trabajadores por cuenta propia, 7.2% son empleadores y 1.5% son trabajadores no remunerados. Respecto a la situación laboral, 8.1% de la población ocupada se encuentra en un nivel de subocupación, 17.5% está empleado en el sector informal y 39.4% se considera en situación de informalidad laboral.

Los trabajadores asegurados en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en el Estado muestran signos de recuperación tras la caída ocasionada por la pandemia. Al cierre del año 2022, se registraron un total de 209,025 puestos de trabajo, una cifra que supera los niveles previos a la pandemia.

En cuanto al perfil de la población económicamente activa, la edad promedio es de 39.0 años, mientras que el promedio de años de escolaridad alcanza los 11.2 años, equivalente al segundo año de preparatoria. Por otro lado, la cantidad de horas trabajadas por semana por parte de la población ocupada se sitúa en un promedio de 43.7 horas, con un ingreso estimado de 78.6 pesos por hora trabajada.

Salud

El Estado cuenta con infraestructura de salud proporcionada por las tres instituciones oficiales, las cuales ofrecen cobertura en los cinco municipios. Del total de la población estatal, 83.2% está afiliado a servicios de salud. Esta afiliación se distribuye entre las instituciones de la siguiente manera: 51.1% está afiliado al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), 13.1% al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y 17.5% al Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI).

Así mismo la infraestructura pública en salud cuenta con 130 unidades médicas que son atendidas por 2,230 médicos y 2,263 enfermeras(os). Adicionalmente se tienen 22 hospitales privados localizados principalmente en los municipios de Los Cabos y La Paz (Tabla 5).

Tabla 5. Infraestructura de servicios de salud en BCS

Institución	Unidades	Médicos	Enfermería
SSA	91	825	1,040
IMSS	22	1,017	1,165
ISSSTE	17	388	468
Privados	22	s/d	s/d

Educación

En Baja California Sur, 2.3% de la población de 15 años en adelante es analfabeta. Se observa una disminución de un punto porcentual en esta cifra durante los últimos 10 años, pasando de 3.2% a 2.3%. Por otro lado, el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años en adelante es de 10.4 años, equivalente al primer año de educación media superior. Estos datos sitúan a la Entidad por encima del promedio nacional, que se encuentra en 9.7 años. Para el ciclo 2022-2023, se tuvo un total de 206,575 estudiantes.

En lo que respecta a la infraestructura educativa, el gobierno dispone de instalaciones que abarcan todos los niveles educativos, destacándose principalmente en la ciudad capital y en las cabeceras municipales. En educación media superior se distribuye en 129 escuelas de bachillerato general y 43 de bachillerato tecnológico.

Se destacan 25 instituciones de educación superior distribuidas en toda la geografía estatal, con una presencia particularmente notable en las ciudades de La Paz y Los Cabos. Entre estas instituciones sobresalen la Universidad Autónoma de Baja California Sur

(UABCS), con presencia en todos los municipios; los Institutos Tecnológicos de La Paz, Ciudad Constitución y Mulegé; y la Universidad Tecnológica de La Paz, que representan el sector académico en la entidad. La población estudiantil de nivel superior asciende a 24,603 alumnos, con un promedio de egreso de más de 3,800 estudiantes cada año.

Vivienda

El Estado presenta un promedio de 3.3 personas por vivienda ocupada, cifra que se asemeja a la media nacional de 3.6 personas por vivienda. En el año 2020, se registraron un total de 240,468 viviendas particulares habitadas en la entidad. La tasa de crecimiento anual de viviendas es de 3.1%, lo que coloca a Baja California Sur como una de las cuatro entidades con mayor crecimiento en el país en este aspecto. Se estima que alrededor de 19% de las viviendas particulares se encuentran en situación de rezago, lo que indica una necesidad de atención y mejora en la infraestructura habitacional de la Entidad.

En cuanto al tipo de vivienda predominante, las casas representan 92.0% del total, seguidas por viviendas en vecindad o cuartería con un 3.8%, y departamentos en edificio con un 3.5%. En relación a la

tenencia, la mayoría de las casas son ocupadas por sus propios dueños: 67.3% del total de viviendas particulares habitadas son de propiedad propia. El resto se divide entre viviendas alquiladas (21.4%), prestadas (10.2%), y en otras situaciones (1.1%).

Respecto a la forma de adquisición de las viviendas propias, 45.5% fueron adquiridas mediante compra, 25.3% fueron mandadas a construir, 23.1% fueron construidas por los propios dueños (autoconstrucción), 3.0% fueron heredadas, 2.4% fueron obtenidas a través de donaciones del gobierno, y el restante 0.7% mediante otras formas de adquisición.

Medio ambiente

Baja California Sur ha sido reconocida como una de las siete entidades con mayor cuidado de la biodiversidad en México. Esta distinción se fundamenta en la creación de 11 Áreas Naturales Protegidas, siendo la última de ellas decretada a finales del año 2016. La relevancia otorgada al cuidado del medio ambiente se refleja en el hecho de que más de 40% de la superficie estatal se encuentre bajo alguna categoría de protección ambiental. Sin embargo, la verdadera riqueza de estas áreas no

solo radica en su extensión territorial, sino en la diversidad de especies de flora y fauna que albergan, característica distintiva de esta región semidesértica rodeada por el mar.

Entre la fauna silvestre que habita en estas áreas protegidas destacan especies emblemáticas como el borrego cimarrón, el berrendo sudcaliforniano, el venado, el puma, la ballena gris, la ballena azul, el tiburón ballena, el lobo marino, la tortuga marina, diversas aves migratorias y una variedad de mamíferos menores. Esta biodiversidad única y excepcional constituye un tesoro natural de gran valor que requiere ser protegido y conservado para las generaciones presentes y futuras.

Otro aspecto destacado es la presencia de micro zonas con una vegetación exuberante asociada a fuentes de agua, conocidas como oasis. En Baja California Sur, se contabilizan un total de 171 oasis distribuidos a lo largo de la media península. Aunque ocupan menos del 1% del territorio estatal, la importancia de su preservación radica en lo ambiental, abarcando aspectos culturales e históricos. Por otro lado, del total de la extensión territorial de Baja California Sur, el 91.4% se considera área forestal, abarcando una superficie de 6,761,192.49 hectáreas.

Las zonas semiáridas constituyen la formación forestal con mayor cobertura en el Estado, abarcando un total de 5,185,829.30 ha, lo que representa aproximadamente el 76.7% de la misma. Le siguen en cobertura otras áreas forestales, como las zonas áridas, selvas bajas, bosques de latifoliadas, manglares, bosques de coníferas y latifoliadas, así como otras asociaciones.

Por otro lado, el restante 8.6% de la superficie estatal, que se considera área no forestal, abarca una extensión de 635,705.49 ha. Esta categoría incluye diversas zonas como áreas agrícolas, pastizales, asentamientos humanos, áreas acuícolas, cuerpos de agua y zonas desprovistas de vegetación.

Progreso social

Actualmente, persisten desafíos no resueltos en Baja California Sur, tales como la insuficiencia de servicios de salud y educación. Además, emergen retos que recientemente han cobrado relevancia en las políticas públicas, como la violencia de género, la discriminación racial y étnica, así como la demanda de un entorno menos contaminado.



Figura 9. Flora en la Sierra de San Francisco, municipio de Mulegé (Cortesía de Alfredo Sergio Bermúdez).

Estos problemas y retos demandan una atención prioritaria por parte de las autoridades y la sociedad en su conjunto, con el fin de promover una mejora significativa en la calidad de vida de los habitantes de la región y garantizar un futuro más equitativo y sostenible para todos.

Es fundamental que las personas estén en el centro de las prioridades de la agenda

pública. Esto implica ir más allá de simplemente medir el ingreso y considerar una métrica más amplia que evalúe el desarrollo, el crecimiento y el bienestar de la sociedad en su conjunto. En respuesta a esta necesidad, surge la importancia de generar indicadores capaces de medir aspectos fundamentales para el bienestar de la sociedad y que reflejen la efectividad de las políticas gubernamentales en la promoción del bienestar.

En este contexto, el Índice de Progreso Social (IPS) emerge como uno de los indicadores más relevantes. El IPS permite evaluar cómo el éxito económico de un país se traduce en progreso social, ofreciendo una medida integral de la calidad de vida de la población. Es importante destacar que este indicador es independiente de métricas económicas como el Producto Interno Bruto (PIB), y su objetivo no es reemplazarlas, sino complementarlas.

El enfoque en el IPS refleja un cambio hacia una visión más holística del desarrollo, que prioriza el bienestar de las personas por encima del crecimiento económico como único indicador de progreso. Esto proporciona una base sólida para evaluar y orientar las políticas públicas hacia el logro de un

desarrollo verdaderamente sostenible y equitativo.

Baja California Sur se ubica en el sexto lugar a nivel nacional según el Índice de Progreso Social (IPS). Al analizar los componentes que integran este índice, se ocupa el séptimo lugar en cuanto a necesidades humanas, el sexto lugar en fundamentos del bienestar y el undécimo lugar en oportunidades.

Pobreza

De acuerdo a CONEVAL, la pobreza es un concepto multidimensional que va más allá de la falta de ingresos. Además de la insuficiencia económica, se consideran otras carencias o rezagos que impactan en la calidad de vida de las personas.

La pobreza se clasifica en tres niveles: pobreza general, pobreza moderada y pobreza extrema. Esta clasificación permite diferenciar entre distintos grados de privación y vulnerabilidad, y ayuda a identificar las necesidades específicas de las personas y comunidades en situación de pobreza.

Los seis indicadores de carencia social de desarrollo social considerados para la medición de la pobreza son:

- Rezago educativo.
- Acceso a los servicios de salud.

- Acceso a la seguridad social.
- Calidad y espacios de la vivienda.
- Acceso a los servicios básicos en la vivienda.
- Acceso a la alimentación nutritiva y de calidad.

En la medición del año 2020, Baja California Sur se destacó como la sexta entidad con el menor porcentaje de población en situación de pobreza, con un índice de 27.36%. Asimismo, ocupó el séptimo lugar con el menor porcentaje de población en pobreza extrema, con un registro de 2.9% (Figuras 10 y 11).

Marginación

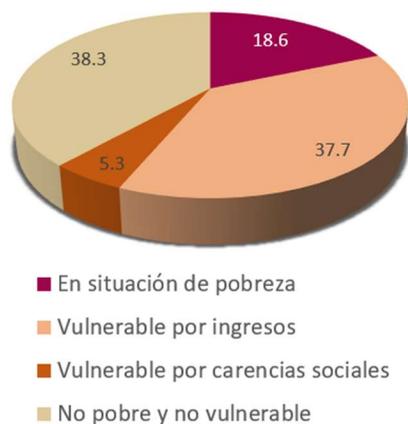
De acuerdo a CONAPO, la marginación está vinculada con la falta de oportunidades sociales y la incapacidad de acceder o generarlas, así como con la privación y la inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales para el bienestar. El índice de marginación es una medida resumen que permite diferenciar entre los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que enfrenta la población, como resultado de la falta de acceso a la educación, viviendas inadecuadas, ingresos monetarios insuficientes y otros factores relacionados con la residencia en

localidades pequeñas. En cuanto al grado de marginación o exclusión social en Baja California Sur, se observa un nivel bajo en comparación con otras entidades del país.

En el año 2020, Baja California Sur se posicionó en el lugar número 27 a nivel nacional en cuanto a condiciones sociales de su población. Esto significa que solamente cinco entidades del país se encontraban en una situación social más favorable que Baja California Sur. Estas



Figura 10. Población en situación de pobreza y vulnerabilidad



2018



2020

Figura 11. Población vulnerable y en estado de pobreza en 2018 y 2020 (CONAPO, 2020).

entidades son Nuevo León (1), Ciudad de México (2), Coahuila (3), Aguascalientes (4) y Jalisco (5)

Infraestructura

La entidad de Baja California Sur cuenta con una extensión de 73,909.40 km², representando 3.8% de la superficie total del país. Su población se concentra en zonas urbanas con un 91%, aproximadamente 727,500 residen en 15 localidades urbanas y 8.9%, es decir, 70,947 habitantes, se concentra en 2,538 localidades rurales (INEGI, 2020). Se prevé que la población continúe aumentando en las próximas décadas. Para 2030 alcanzará un volumen de 956 205 personas con una tasa de crecimiento de 1.43 % anual; en 2050

llegará a 1,160,503 habitantes con un ritmo de crecimiento menor, 0.55% anual (CONAPO, 2019). Es por ello la importancia de contar con una adecuada infraestructura, equipamiento y servicios para el funcionamiento de las comunidades.

La Entidad tiene una amplia red de infraestructura vial, ubicada principalmente en las zonas urbanas (INEGI, 2022). Actualmente estas se encuentran con un alto deterioro en su estado físico debido a la alta demanda de uso, falta de mantenimiento y afectaciones por eventos climáticos. Sobre el transporte por carreteras y caminos, la red consta de 5,495.72 km, de los cuales se consideran carreteras federales 1,191.96 km, divididas entre el corredor carretero de

930.35 km, red básica 133.27 km y red secundaria 128.34 km; el gobierno del Estado tiene a su cargo 4,310.18 km, entre las cuales se tiene 1,297.14 km de red alimentadora y 2,113.34 km de caminos rurales. Además, existen 899.70 km de brechas. De los 4,310.18 km de red de carreteras y caminos, 36% son caminos pavimentados, 44% son caminos revestidos y 20% son caminos de terracerías. De ellos solo 9% se encuentran en buen estado, 26% en regular estado y 65% en mal estado. Esta situación tan crítica en la que se encuentra actualmente la red estatal se debe a los daños sufridos por las afectaciones de varios fenómenos climatológicos que, en los últimos años, han impactado a la Entidad (PED BCS, 2022).

En el ámbito de transporte marítimo, actualmente la entidad cuenta con 15 puertos. Las principales actividades son el movimiento de carga, donde actualmente el puerto de Pichilingue ubicado en el municipio de La Paz, es el más importante, concentrando 90% del abastecimiento de toda la población.

Sobre infraestructura eléctrica, la entidad cuenta con dos sistemas eléctricos: uno que cubre desde Loreto hasta Los Cabos, conocido como el

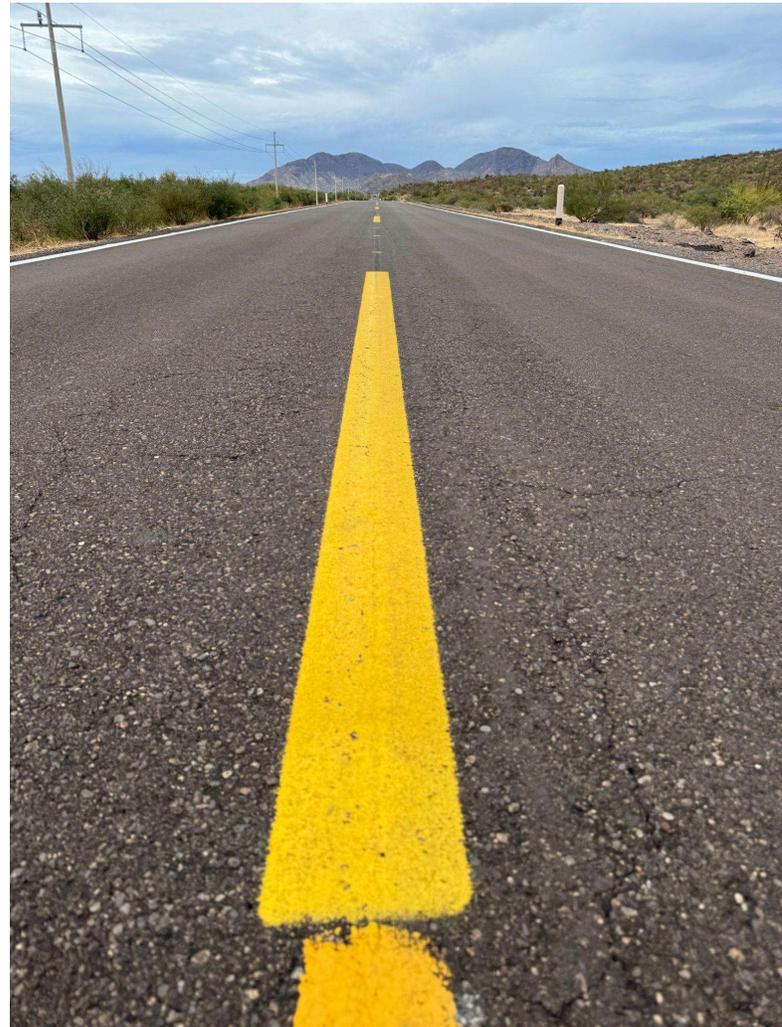


Figura 12. Carretera transpeninsular en el trayecto San Ignacio-Santa Rosalía (Cortesía de Alfredo S. Bermúdez Contreras).

"Sistema Eléctrico de Baja California Sur", y otro situado en la región norte del territorio sudcaliforniano, denominado el "Sistema Eléctrico de Mulegé". Estos sistemas se encuentran completamente aislados, por lo cual existe un límite en la capacidad de centrales eléctricas conocidas como Generación Distribuida. En 2017, se realizó un estudio por parte del CENACE sobre el

límite de capacidad de integración de generación distribuida en el Sistema eléctrico de Baja California Sur (SBCS), estableciendo ante la Comisión Reguladora de Energía (CRE) un nuevo límite de 28 MW.

Otras infraestructuras para la generación de energía eléctrica en la Entidad son el Parque Eólico Coromuel, el Parque solar fotovoltaico La Toba Energy Center, el suministro de gas natural de la empresa New Fortress Energy y el Parque Solar Fotovoltaico "Insurgentes". Actualmente en el municipio de La Paz, se encuentran 4 de las 7 centrales que operan en la Entidad: Central Punta Prieta y Parque Solar Aura Solar I y III. Es importante señalar que en este municipio se genera el 85% de la energía eléctrica que se consume en el SBCS.

Refugios temporales

Debido a las condiciones climáticas del Océano Pacífico, Baja California Sur ha experimentado impactos durante las temporadas de lluvias, que propician la formación de huracanes o ciclones tropicales. Es en los meses de agosto y septiembre, principalmente, cuando se observan los efectos más intensos de estos fenómenos climáticos. Es por ello que, ante la amenaza o impacto de un ciclón tropical, la Entidad toma acciones

de prevención como son los refugios temporales. Se tiene un total de 169 refugios temporales, distribuidos por municipios de la siguiente forma: La Paz 34 refugios, Los Cabos 44, Comondú 30, Loreto 8 y Mulegé 33, siendo el municipio de Los Cabos el que cuenta con la mayor capacidad con (10,115 personas).



Figura 13. Preparación de albergues por parte de la Subsecretaría de Protección Civil.



Figura 14. Instalación del Consejo Estatal de Protección Civil en el año 2023.

IV. PERSPECTIVA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En Baja California Sur el clima tiende a ser seco, semi cálido y caluroso en gran parte del territorio (especialmente en las tierras bajas), mientras que en la zona montañosa, los climas pueden variar desde seco cálido-semicálido (Sierra La Giganta) hasta templado en las partes altas de Sierra La Laguna. La precipitación media anual tiende a ser baja, entre 100 y 300 mm/año en gran parte del territorio, excepto en la Sierra de la Laguna donde alcanza hasta 600 mm/año (Romero y Romero, 2016). Las mayores precipitaciones se producen en verano y como consecuencia de la aproximación de ciclones tropicales (Martínez-Gutiérrez y Mayer, 2004; Cruz-Falcón et al., 2011; Imaz-Lamadrid, 2021) por lo que las incidencias suelen ser de corta duración y de alta intensidad (Imaz-Lamadrid et al., 2019). Por sus condiciones climáticas y posición geográfica, Baja California Sur es propensa a sequías. Lo anterior genera vulnerabilidad no sólo ante los eventos extremos, sino también en cuanto a la disponibilidad de recurso hídrico, afectación de los principales sectores

económicos (pesca, turismo y agricultura), así como las condiciones de vida de la población, en primer lugar los grupos vulnerables (Trovo-Diéguez et al., 2014).

Desde 2018, México cuenta con un Atlas Nacional de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático. Entendiendo que la vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa (SEMARNAT, 2022), con esta herramienta el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) puede tener para consulta pública las Proyecciones de Cambio Climático y Fichas Climáticas por Estados y Municipios más vulnerables (PECC 2021-2024), así como la Guía de Escenarios de Cambio Climático para tomadores de decisiones.

Este capítulo presenta en su primera parte los escenarios climáticos para Baja California Sur y en la segunda parte muestra las vulnerabilidades que se generan debido a los impactos del cambio climático.

Escenarios para Baja California Sur.

Temperatura del aire

Los valores base (promedio de los años 1970-2000, WorldClim 2) o valores a “condiciones actuales” indican que para Baja California Sur los valores mínimo, máximo y promedio de la variable Temperatura Mínima del mes más frío (Bio6) son 3.59°C, 14.1°C y 8.37°C, respectivamente. Mientras que para la variable Temperatura Máxima del mes más cálido (Bio5) los valores mínimo, máximo y promedio son 22.2°C, 39.79°C y 35.22°C, respectivamente. Por otra parte, los valores proyectados a futuro para la variable Bio6 indican que podría llegar a tener un valor mínimo de hasta 7.5°C con el modelo de circulación general (MCG) *Australian Community Climate and Earth System Simulator* (ACCESS–CM2) con un escenario Ssp5 8.5 al 2070, mientras que el valor más alto proyectado para la variable Bio5 podría ser de hasta 44°C con el MCG ACCESS–CM2 con el escenario Ssp5 8.5 al 2070.

Temperatura superficial del mar

Respecto a la temperatura en la superficie del mar que rodea a Baja California Sur, los valores base (promedio de los años 2000-2020) obtenidos de la página Bio-ORACLE ERDDAP (<https://erddap.bio-oracle.org/erddap/index.html>) muestra un valor promedio de 22.59°C. Mientras que para los escenarios Ssp2-4.5 y Ssp5-8.5 proyectados al año 2100 los valores promedio podrían ser de 24.23°C y de 26.06°C, respectivamente.

Precipitación

Los valores base (promedio de los años 1970-2000, WorldClim 2) o valores a “condiciones actuales” muestran que para Baja California Sur los valores mínimo, máximo y promedio de la variable Precipitación del Mes Más Seco (Bio14) son 0 mm, 3 mm y 0.15 mm, respectivamente. Mientras que para la variable Precipitación del Mes Más Húmedo (Bio13) los valores mínimo, máximo y promedio son 11 mm, 224 mm y 51.42 mm, respectivamente. Sin embargo, el valor más alto que se proyecta a futuro para la variable Bio13 es de 394 mm con el MCG ACCESS–CM2 para el escenario Ssp2 4.5 al 2050. Por otra parte, las proyecciones a futuro de los MCG European Research Consortium EC-Earth,

Max Planck Institute Earth System Model y ACCESS–CM2 para la variable Bio14 en sus valores mínimo, máximo y promedio podrían ser cero.

Elevación del nivel del mar

El posible incremento total del nivel del mar que se proyecta a futuro con la Herramienta de proyección del nivel del mar del Sexto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio climático (IPCC) (https://sealevel.nasa.gov/data_tools/17/) para la Ciudad de La Paz, nos indica que el nivel del mar podría incrementar en promedio 0.23 m y 0.26 m en los escenarios Ssp2-4.5 y Ssp5-8.5 al año 2050, respectivamente. Mientras que para el año 2100, el incremento promedio del nivel del mar podría ser de 0.62 m y 0.82 m para los escenarios Ssp2-4.5 y Ssp5-8.5, respectivamente.

Estos escenarios reflejan condiciones climáticas más extremas y contrastantes para el futuro cercano.

Vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático

Con un mayor calentamiento, se prevé que cada región experimente cada vez más cambios simultáneos y múltiples en

el clima. Por ejemplo, se prevé que las olas de calor y las sequías compuestas sean más frecuentes, incluso simultáneas. Otros cambios regionales proyectados incluyen la intensificación de los ciclones tropicales y/o tormentas extra tropicales, y aumentos de la aridez y los incendios (IPCC, 2023).

Elevación del nivel medio del mar

El nivel medio del mar en el mundo está en aumento y se debe tanto a la expansión térmica del agua en los océanos por el incremento de la temperatura global como al incremento de masa (cantidad de agua) en los mismos principalmente por el derretimiento de diversos cuerpos de hielo terrestre. El cambio en el nivel del mar es una de las consecuencias de alto impacto del cambio climático y puede manifestarse tanto a través de cambios en el nivel medio del mar como a través de eventos extremos de nivel del mar (ejemplos: mareas, oleajes, marejadas). Debido al incremento esperado en el nivel medio del mar global, se estima que los eventos extremos de nivel del mar que actualmente suceden esporádicamente, se presentan con mayor frecuencia para finales de este siglo (Oppenheimer et al. 2019). El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP, por sus siglas en inglés), ha señalado que las inundaciones costeras se han incrementado en los últimos 20 años debido al incremento de nivel del mar y de seguir en la trayectoria de

emisiones de gases con efecto invernadero en que el planeta se encuentra actualmente, esto podría afectar a un número de personas mucho mayor para finales de siglo (UNDP 2023).

Los principales impactos relacionados con el incremento del nivel del mar incluyen (Oppenheimer et al. 2019), la sumersión permanente de tierras debido a niveles medios del mar más altos o mareas altas medias más altas; inundaciones costeras más frecuentes o intensas; erosión costera aumentada; pérdida y cambio de ecosistemas costeros; salinización de suelos, aguas subterráneas y superficiales; y obstaculización del drenaje. Lo anterior amenaza directa e indirectamente a asentamientos humanos costeros de diversas escalas.

En combinación con la modificación y urbanización intensa de las líneas costeras en décadas recientes, la vulnerabilidad de las personas, los ecosistemas, la tierra y sus usos, las actividades productivas y la infraestructura costera por el incremento de nivel del mar se verán aumentadas. Asimismo la infraestructura en zonas bajas de asentamientos costeros (viviendas, comercios, servicios, puertos, vías de comunicación, entre

otros) se verán en mayor riesgo como consecuencia del mismo fenómeno (Oppenheimer et al. 2019; Sharma 2007).

El IPCC ha señalado también que en ausencia de adaptación, los daños anuales esperados por inundaciones se incrementarán entre dos y tres órdenes de magnitud para finales de siglo como resultado de eventos extremos de nivel del mar más intensos y frecuentes en conjunto con las tendencias actuales de desarrollo de la línea de costa (Oppenheimer et al. 2019). En Baja California Sur, la mayor parte de la población se encuentra ubicada en asentamientos costeros. El Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para Baja California Sur identificó a Los Cabos, La Paz y Loreto con la mayor vulnerabilidad al incremento del nivel del mar (Ivanova et al. 2013).

En estas regiones se concentra la mayor parte de la actividad turística de la Entidad, y donde se podría afectar más severamente la derrama económica y la generación de empleos, entre otros aspectos (Ivanova 2013). De forma definitiva, la adaptación a los riesgos por la elevación del nivel del mar se tiene que realizar de forma local. Para ello, entre otros factores, la planeación territorial juega un rol crucial para disminuir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas ante el incremento del nivel del mar y otros impactos del cambio climático.



Figura 15. Impacto del huracán Kay en 2022, en la población de Santa Rosalía, municipio de Mulegé.

Ciclones tropicales

El cambio climático no provoca los huracanes, pero sí aumenta su fuerza. Debido a la mayor temperatura del océano, los huracanes permanecen más tiempo cerca de las costas, por lo que provocarán vientos y lluvias más fuertes.

Baja California Sur, por su situación geográfica, está influenciado por las depresiones tropicales formadas en la cuenca del Pacífico nororiental durante los meses de verano (Farfán-Molina et al. 2018). Tales depresiones generan al menos un huracán por año, acercándose a la línea de costa de Baja California Sur dentro de un radio de 250 km. Durante estos eventos, tienen lugar escurrimientos extraordinarios los cuales causan inundaciones donde los resultados son siempre devastadores sobre todo en las ciudades y poblaciones cercanas al paso del huracán (Martínez-Gutiérrez y Mayer, 2004).

El huracán Odile en 2014 es considerado el evento ciclónico que tocó tierra más intenso en la historia de Baja California Sur, con categoría 3 en la escala Saffir-Simpson y vientos sostenidos de hasta 205 km/h. Hubo lluvias moderadas que se acumularon entre 100 y 365 mm durante tres días. La lluvia acumulada en San José del Cabo fue de 265 mm (90%

en 24 h), mientras que en estaciones alrededor, con elevaciones de 200 a 400 m, se registraron de 320 a 360 mm de precipitación (Farfán et al., 2018).

Los mayores daños infraestructurales se registraron en Cabo San Lucas y San José del Cabo, provocados principalmente por fuertes vientos. Los principales impactos encontrados fueron de tres tipos: voladura de techo ligero, impacto de proyectiles y derrumbes parciales o totales. Los daños por impacto de proyectiles en este tipo de fenómenos meteorológicos son inevitables. Ante un aviso inminente de huracán, es necesario intentar asegurar las partes con mayor probabilidad de ser proyectadas para reducir el riesgo (Muría, 2015).

Aunque las inundaciones producidas por huracanes son relativamente frecuentes, registros históricos revelan que los huracanes causan inundaciones catastróficas cada 50 años aproximadamente (Martínez-Gutiérrez y Mayer, 2004). En este sentido el mayor desastre natural ocurrido en la entidad fue provocado por el huracán Liza en 1976 el cual dejó precipitaciones de hasta 137 mm/24 horas para la ciudad de La Paz y de hasta 300 mm/24 horas en la zona serrana provocando una crecida de los arroyos y el fallo de un dique de contención. Como resultado del evento 600 personas fallecieron de acuerdo a datos oficiales

(Muría, 2015; Cruz-Aguirre, 2018) y se produjo una pérdida económica por 416 millones de dólares (Muría, 2015). El ciclón tropical Linda en 1998, fue el huracán más fuerte registrado en la cuenca oriental del Pacífico Norte. Si bien este huracán no impactó en tierra, dejó un importante registro de precipitación. Su tamaño dio una idea del potencial para inundaciones extraordinarias (Martínez-Gutiérrez y Mayer, 2004). En el año 2014, el huracán Odile impactó el sur del territorio generando gran destrucción especialmente por los intensos vientos, sin embargo, las altas precipitaciones provocaron la interrupción de la comunicación terrestre (Muría, 2015). Más recientemente, en el año 2017, la Tormenta Tropical Lidia, generó intensas precipitaciones (el doble que las generadas por el huracán Odile), provocando el fallecimiento de 20 personas y 1000 afectados (Cortés-Ramos et al. 2020).

Considerando las inundaciones por marea de tormenta, estas no han sido tan intensas como las que ocurren en otras regiones del país, sin embargo, ante un potencial aumento en intensidad debido al cambio climático, se tendrá mayor probabilidad de ocurrencia. En este sentido, Romero y Romero (2016)

pronosticaron a partir de modelos matemáticos mareas de tormenta de hasta 2 m ante eventos ciclónicos extremos para la bahía de La Paz y Los Cabos registraron una marea de tormenta de 1.2 m durante el paso del huracán Odile (Muría, 2015).

Además de estos dos eventos significativos, varias tormentas tropicales y huracanes de menor intensidad han provocado precipitaciones importantes en la región. Por lo tanto es muy importante considerar en el Atlas de Riesgo el impacto de los huracanes a la luz de los escenarios del cambio climático.

El agua, seguridad de abastecimiento y acceso

El cambio climático afecta al agua del planeta de formas complejas. Desde patrones de precipitación impredecibles hasta la reducción de las capas de hielo, pasando por el aumento del nivel del mar, inundaciones y sequías: la mayor parte de los impactos del cambio climático se relacionan con el agua (IPCC, 2021).

El aumento del nivel del mar sería uno de los efectos más evidentes del cambio climático. A causa de esto, el fenómeno de la intrusión salina en acuíferos costeros, consecuencia del cambio climático y particularmente del aumento del nivel del mar, sería uno de los mayores riesgos para las personas que

viven y trabajan en zonas costeras, por lo que ha recibido especial atención de la comunidad científica en los últimos años.

Baja California Sur no cuenta con ríos o corrientes de agua superficial permanentes, sus arroyos son corrientes intermitentes que conducen agua exclusivamente en épocas de lluvia o invernales. Por esto su única fuente confiable de agua es la subterránea, caracterizada por acuíferos que han sido severamente sobreexplotados en la región y que son proveedores del recurso hídrico en periodo de sequías (Z. Flores, 1998). Dada la enorme importancia que tiene el agua para los ciclos funcionales de animales y vegetación en una región tan árida como lo es Baja California Sur, es conveniente pensar en la lluvia como un agente determinante al momento de plantear posibles modificaciones a los usos del suelo en la región de estudio (Z. Flores et al. 2015).

Existe déficit en la disponibilidad de agua en 21 de los 39 acuíferos y que 83% de las extracciones cubren al sector agrícola y únicamente 14% el uso público urbano (CONAGUA, 2021). Bien es cierto que las prioridades en la distribución del agua no favorecen el consumo doméstico y que los



Figura 16. Comunidad de Cabo Pulmo midiendo el nivel de agua en el pozo comunitario (Cortesía de Miguel Angel Imaz y Erandi Paneda)

volúmenes concesionados a otras actividades condicionan los derechos humanos a agua y saneamiento (DHAS) en la población sudcaliforniana, asimismo, no se tiene claridad sobre el volumen de uso, debido a la falta de medición por lo que la toma de decisiones en con base en agua virtual.

Por su configuración geográfica, Baja California Sur se encuentra bordeada por las

aguas del Golfo de California al oriente y el Océano Pacífico al occidente, lo que hace a sus acuíferos vulnerables a presentar intrusión salina. De acuerdo a datos de CONAGUA (2021), en el Estado se tienen cuatro acuíferos que presentan esta problemática: Valle de Santo Domingo, La Paz, Los Planes y Mulegé, aunque investigaciones realizadas por académicos sugieren que el acuífero Vizcaíno, Punta Eugenia, San Juan Londó y Todos Santos pudieran estar presentando este fenómeno (Imaz-Lamadrid, 2021).

La situación actual en la que se encuentran las cuencas y acuíferos sudcalifornianos se puede complicar aún más en el contexto del cambio climático. De acuerdo a diversos autores, se espera que las precipitaciones invernales se reduzcan hasta un 20% en la Entidad y que la temporada de estiaje se alargue (Ivanova-Boncheva y Gámez-Vázquez, 2012), durante el verano se espera que la frecuencia e intensidad de los ciclones tropicales aumente (Romero y Romero, 2016) y está pronosticado un aumento del nivel del mar (Ivanova-Boncheva y Gámez-Vázquez, 2012) que complicaría la situación de la intrusión salina.

De esta forma, Baja California Sur es una región que muestra un escenario

complejo y un futuro incierto sobre la disponibilidad de agua por su aridez, insularidad y los impactos esperados del cambio climático. Además, el modelo de crecimiento no considera las capacidades actuales ni futuras de la zona. Adicionalmente, la afectación del suministro eléctrico por eventos extremos también afecta la posibilidad de bombeo de agua subterránea como se menciona en la siguiente sección.

Energía y electricidad.

La energía en diferentes formas es necesaria para todas las actividades humanas (por ejemplo, obtención, tratamiento y distribución de agua, refrigeración de alimentos, seguridad, operación de sistemas financieros, entre muchas otras) y se necesita infraestructura y equipamiento para su producción, distribución y uso. El cambio climático afectará tanto los patrones de uso de energía como los de producción y puede también tener impactos serios en la infraestructura de distribución de energéticos de todo tipo (ECLAC 2013; ISDB 2018). En relación con infraestructura eléctrica, los impactos más notables del cambio climático y su severidad se resumen de manera general en la tabla 6.

En Baja California Sur, eventos como el paso del huracán Odile en 2014 han dejado

evidencia de las fuertes interrupciones que el sector energético puede sufrir debido a fenómenos hidrometeorológicos. Se reportó que 95% de los usuarios de la Entidad se quedaron sin servicio de energía eléctrica, se dañaron 534 torres de transmisión, 108 circuitos eléctricos y 7971 postes de distribución, así como 1353 transformadores. Los daños fueron de tal magnitud que ocasionaron la interrupción del suministro de energía eléctrica total o parcial por varios días en diversas regiones de Baja California Sur (Muría, 2015: 56). Eventos de este tipo podrían incrementar su frecuencia y/o severidad.

El incluir consideraciones climáticas en la planeación y construcción de nueva infraestructura energética la hará menos vulnerable y contribuirá a disminuir costos de pérdidas, reparaciones y seguros de la infraestructura además de los costos económicos y de otros tipos ocasionados a los usuarios finales por la interrupción del suministro de energía.

Tabla 6. Relación entre impacto del cambio climático y uso de energía.

Tecnología	Temp. del aire	Temp. del agua	Disponibilidad de agua	Velocidad del viento	Nivel del mar	Inundaciones	Olas de calor	Tormentas
Petróleo y derivados	1	2	1-3	-	-	3	1	1
Gas natural	1	2	1-3	-	-	3	1	1
Eólica	-	-	-	1-3	3 ^a	1	-	1-3
Fotovoltaica	1	-	-	1	-	1	1	1
Geotérmica	-	1-	-	-	-	1	-	-
Redes TyD	3	-	-	1	3 ^a	1-2	1	2-3
Usos finales	2	-	-	-	-	-	3	-

1: Impacto limitado; 2: Impacto medio; 3: Impacto severo; a - Mayor severidad en regiones bajas o costeras; TyD:

Transmisión y distribución. Adaptada de (ADB 2012).



Figura 17. Campo eólico en el municipio de La Paz. (Cortesía Alfredo S. Bermúdez Contreras)

Desertificación y sequías

La explotación del agua, la deforestación, la agricultura y ganadería, son actividades antropogénicas que ocasionan la degradación de la tierra. A esta degradación se le conoce como “desertificación” (CENAPRED, 2020). Por otro lado, al déficit de agua en los escurrimientos superficiales y subterráneos con respecto al promedio mensual o anual que se haya registrado en la zona se le conoce como sequía (García-Jiménez *et al.*, 2014).

La desertificación y el cambio climático están relacionados debido a los efectos indirectos entre la precipitación y la degradación del suelo, ya que estos aceleran la desertificación a través de las lluvias, radiación solar, vientos y la alteración de la distribución espacial y temporal de la temperatura. De la misma manera, las sequías están relacionadas con el cambio climático, ya que el periodo y severidad de estas se han prolongado, y el calentamiento ocasionado por las temperaturas ha provocado la disminución de precipitación y el deshielo (González-Estrella *et al.*, 2013).

Baja California Sur es una entidad en la cual las lluvias son muy escasas e irregulares, por lo tanto, es árido

(Agricultura Baja California Sur, 2018). Su período de sequía comprende los meses de mayo a julio, mientras que de agosto a septiembre ocurren lluvias ocasionadas por los ciclones tropicales que se presentan en la entidad año con año (Agricultura Baja California Sur, 2018). Debido a lo anterior, la mayor parte de la Entidad se considera vulnerable a la desertificación, tanto por factores naturales como antropogénicos, por ejemplo: sequías, escasa cobertura vegetal, expansión de la zona urbana, contaminación de suelos y sobreexplotación de los mantos acuíferos (Ivanova *et al.*, 2013). La expansión de la zona urbana y las prácticas agrícolas en la Entidad, han ocasionado la contaminación de suelos y sobreexplotación de los acuíferos, mientras que el sobrepastoreo ha provocado una disminución de la cobertura vegetal, ocasionando el aceleramiento de los procesos erosivos que dan origen a la desertificación (Ivanova *et al.*, 2012).

Sectores económicos vulnerables (turismo, agricultura, pesca, comercio)

Las consecuencias del cambio climático, como el aumento de la temperatura media global, la reducción de la precipitación, y la incidencia de eventos climáticos extremos, reduce la productividad económica y sus ingresos, conllevando a la reducción en la

oferta de alimentos y al aumento de precios (Van der Borgh *et al.*, 2023).

De acuerdo con SETUE (2023), las actividades económicas en Baja California Sur se dividen en actividades primarias (4.3%), secundarias (27.1%) y terciarias (68.6%). Lo anterior implica que, las actividades de mayor impacto en la Entidad, son las de servicios, resaltando el comercio (22.6%), la construcción (17.3%), los servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos (15.6%), las actividades inmobiliarias y de alquiler (6.1%), el transporte, correos y almacenamiento (6.0%), y la generación de energía eléctrica, agua y gas (4.4%).

El sector turístico, correspondiente a las actividades económicas terciarias, genera una derrama económica de 24,397 millones de pesos anuales a nivel Estatal, de los cuales el 55.3% representa a visitantes extranjeros que se concentran en Los Cabos, mientras que los visitantes nacionales se concentran en La Paz y Loreto (SETUE, 2023).

Uno de los efectos del cambio climático en el sector turístico, es que se ve comprometida la sustentabilidad del turismo, por desarrollarse principalmente en playas y la zona costera. Una clara

evidencia de los efectos climáticos, es el aumento del nivel del mar y su consecuente pérdida de línea costera, así como el aumento de temperaturas y el incremento de los impactos por ciclones tropicales (Amador-Castro, 2013). En este sentido, los impactos del cambio climático, comprometen más de 68% de la economía del Estado.

Por otra parte, los sectores primarios, como el sector ganadero, agrícola, acuícola y pesquero, se ven afectados por el incremento de temperaturas que ocasionan la pérdida de recursos, la destrucción de las siembras, el incremento de enfermedades y la proliferación de plagas, por mencionar algunas afectaciones del cambio climático (SADER, 2015).

En el año 2021, la pesca en la E alcanzó 66,084 toneladas de producción, resaltando los municipios pesqueros con mayor producción, que son Mulegé y Comondú, siendo referente a nivel Nacional en producción de especies de moluscos (SETUE, 2023). En el sector pesquero, el impacto del cambio climático ha dado lugar al incremento irregular de la temperatura superficial del nivel del mar que ocasiona la reducción de los nutrientes para el alimento de muchas especies. Además, esto ocasiona el desplazamiento de especies que necesitan temperaturas específicas para sobrevivir, como, por ejemplo, especies de

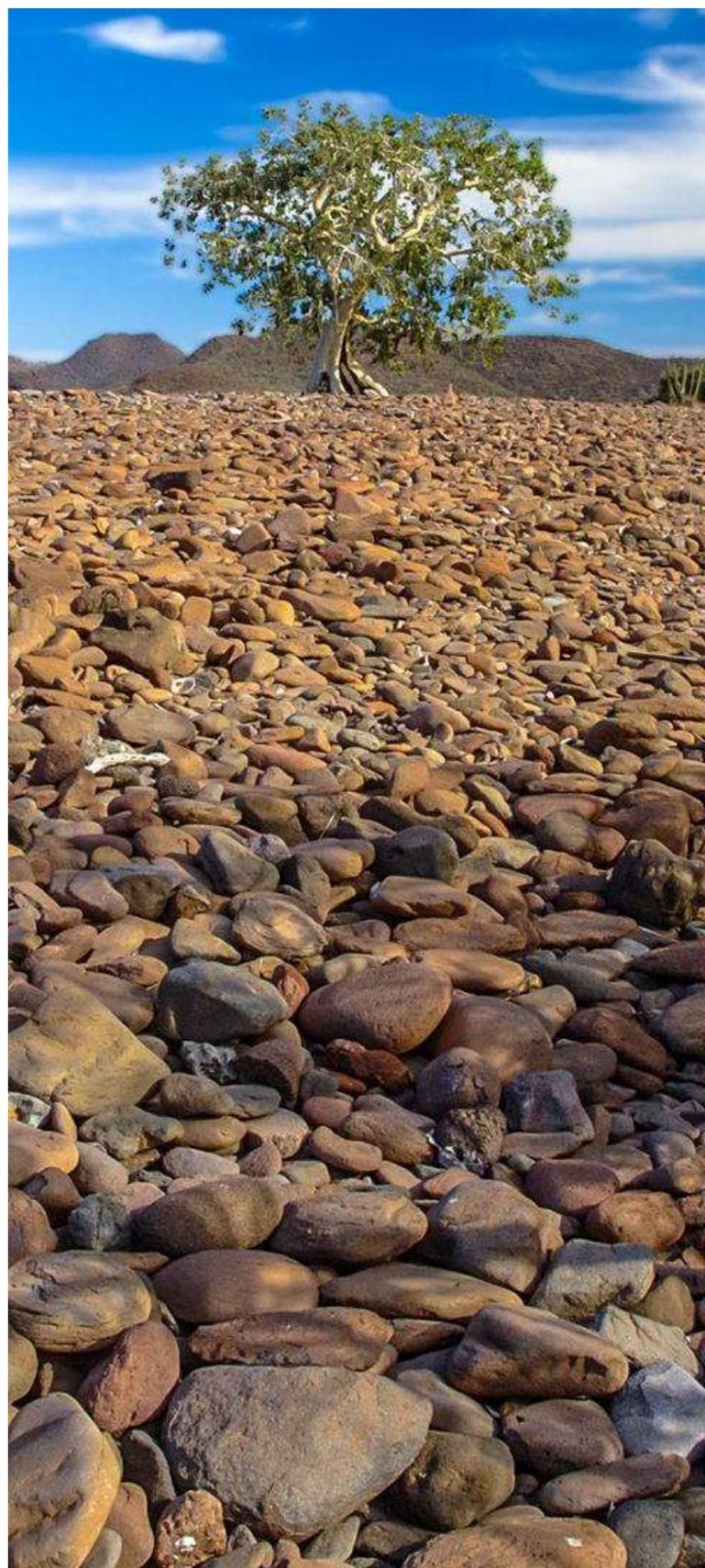
peces, moluscos y crustáceos de importancia Comercial (Ivanova *et al.*, 2012).

Por otro lado, el sector comercial es una parte fundamental para la economía de la Entidad, donde las ventas y compras internacionales juegan un papel importante para el desarrollo económico (Data México, 2023). Las afectaciones climáticas pueden repercutir en el comercio internacional, afectando los costos comerciales, alterando las ventajas comparativas y perturbando las cadenas de suministro.

Como citar este capítulo:

Ivanova-Boncheva, A., Bermúdez-Contreras, A. S., Estrada-Contreras, I., Rubio-Sanvicente, C., Talamantes-Geraldo, J., Tejas-Álvarez, Z. (2024). Perspectivas del cambio climático en Baja California Sur. En: Gobierno del Estado de Baja California Sur. (2024). Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 210p.

Figura 18. Paisaje árido en Baja California Sur. (Cortesía Alfredo S. Bermúdez C.)



V. CARTOGRAFIA DE FENÓMENOS PERTURBADORES

La Cartografía base constituye un elemento esencial en la creación del Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur. Una cartografía Base se define como el conjunto de datos geográficos detallados que sirven como plataforma para la construcción de mapas y la implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG). Su importancia radica en proporcionar una representación visual precisa de la ubicación, características del medio natural e infraestructura, donde se incorpora la información sobre peligro, exposición, vulnerabilidad y riesgo, facilitando así el análisis y la toma de decisiones para la gestión integral del riesgo (CENAPRED 2006; CENAPRED 2021).

Para desarrollar la cartografía base del Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur, se implementó una metodología que involucra la recopilación de datos de diversas fuentes dando prioridad las provenientes de dependencias gubernamentales como INEGI, CONABIO, Subsecretaría de Protección Civil entre otras (Tabla 7).

Los datos fueron trabajados en formato Shapefile e ingresados en un Sistema de Información Geográfica con un sistema de coordenadas geográficas con datum WGS84. El mapa base se complementa con imágenes satelitales y datos de dominio público (open layers). El mapa base se presenta anexa y en el geovisor.

Tabla 7. Fuentes de información utilizadas para la construcción del mapa base.

Infraestructura/ Cartografía	Fuente
Límite municipal	CONABIO
Hidrología	INEGI
Caminos	INEGI
Carreteras	INEGI
Calles	INEGI / AGEB / DENUE
Hospitales	INEGI
Cruz roja	INEGI
Bomberos	INEGI
Escuelas	INEGI
Puentes	INEGI
Termoeléctricas	Datos abiertos/CRE
Puertos	INEGI
Seguridad pública	INEGI
Fuerzas armadas	INEGI
Refugios temporales	Subsecretaría de Protección Civil BCS
Gasolineras, gaseras,	INEGI / CRE
Curvas de nivel	INEGI/ SGN
Accidentes	SSP / Subsecretaría de Protección Civil BCS



NASA (2024)

Fenómenos hidrometeorológicos



Variables Atmosféricas

Variables atmosféricas

En esta apartado se encuentran aquellos fenómenos directamente relacionados con variaciones atmosféricas que pueden representar un peligro para la población. En este sentido son tres los principales fenómenos atmosféricos que se pueden presentar en el territorio: ondas de calor, heladas y temperaturas extremas. Otros más complejos como los ciclones tropicales y las sequías se presentan como capítulos individuales subsecuentes.

Ondas de calor

La Organización Meteorológica Mundial (OMM), define a una onda de calor como un período de tiempo inusualmente cálido, con condiciones de temperatura por encima de ciertos umbrales (Sharma et al., 2022), que persiste durante al menos tres días consecutivos en una región. Esta definición aplica únicamente al periodo de verano (o de temperaturas cálidas), y excluye aquellos meses que lo anteceden o lo preceden. También menciona que se debe colocar atención a las temperaturas mínimas con el fin de caracterizar mejor el ciclo de vida de una onda de calor, el cual repercute en el desenvolvimiento diario de los seres

vivos. En ondas de calor intensas, las temperaturas mínimas pueden alcanzar un valor por encima de lo normal que se incrementan durante el día.

Las ondas de calor en Baja California Sur son eventos climáticos significativos que deben ser cuidadosamente gestionados debido a sus impactos potencialmente devastadores en una región ya caracterizada por su clima árido. Estas ondas de calor, que se manifiestan con temperaturas extremadamente elevadas durante períodos prolongados, pueden tener efectos adversos en la salud humana, la agricultura, la biodiversidad y la infraestructura (Trovo-Diéguez, 2008).

Las zonas más cálidas de la región se ubican en La Paz, el Valle de Santo Domingo, El Vizcaíno y Mulegé.

Uno de los efectos más preocupantes de las ondas de calor es su impacto en la salud pública. Las altas temperaturas pueden causar golpes de calor, deshidratación, insolación y otros problemas de salud relacionados con el calor, especialmente entre los grupos más vulnerables, como los niños, los ancianos y las personas con enfermedades crónicas. Además, las altas temperaturas pueden empeorar la calidad del aire y aumentar el riesgo de enfermedades respiratorias, especialmente

en áreas urbanas densamente pobladas como La Paz y Cabo San Lucas.

En el sector agrícola, las ondas de calor pueden causar estrés térmico en los cultivos, lo que reduce su rendimiento y calidad. La falta de agua y la evaporación rápida del suelo pueden provocar sequías y pérdidas significativas en la producción agrícola, afectando la seguridad alimentaria y la economía local. Además, las altas temperaturas pueden aumentar la demanda de agua para el riego de cultivos, lo que ejerce presión adicional sobre los recursos hídricos ya escasos en la región.

Además, las ondas de calor pueden afectar la infraestructura y los servicios públicos, especialmente en áreas urbanas como La Paz, San José del Cabo y Cabo San Lucas donde las altas temperaturas pueden sobrecargar el suministro eléctrico, provocando cortes de energía eléctrica por el alto consumo energético de aparatos de enfriamiento como aires acondicionados, los cuales se utilizan simultáneamente por una gran cantidad de población.

En este sentido y a partir del análisis de las temperaturas máximas registradas en las estaciones meteorológicas

operadas por el Servicio Meteorológico Nacional, se determina que la mayor parte del territorio sudcaliforniano presenta un muy alto peligro a las ondas de calor. Zonas en Comondú e inmediaciones de la Sierra de La Laguna y Vizcaíno presentan alto peligro y zonas menores en Punta Eugenia y la porción más alta de la Sierra de la Laguna presentan un peligro menor.

Heladas

Las temperaturas mínimas se relacionan a la presencia de heladas, las cuales pueden tener efectos significativos en diferentes aspectos de la vida. Aunque Baja California Sur es conocida por su clima cálido y árido, ciertas áreas pueden experimentar temperaturas mínimas bajas durante los meses de invierno, especialmente en las zonas montañosas y en las áreas más elevadas, como la Sierra La Laguna al sur de la entidad.

Estos eventos pueden tener impactos importantes en la agricultura, la flora y fauna local, así como en la infraestructura y en la vida cotidiana de las comunidades. Las heladas pueden dañar los cultivos sensibles al frío, como los cultivos de hortalizas, frutas y plantas ornamentales, lo que puede resultar en pérdidas económicas significativas para los agricultores locales.

Si bien las heladas son menos frecuentes en Baja California Sur en comparación con otras entidades mexicanas, existen ciertos sitios que son más propensos a experimentar estas condiciones climáticas extremas. Las áreas montañosas y las localidades ubicadas en valles profundos suelen ser más vulnerables a las heladas debido a la acumulación de aire frío y a la falta de circulación de aire. En particular, localidades serranas pueden experimentar temperaturas mínimas más bajas durante los meses de invierno.

Es importante tener en cuenta que las heladas pueden tener efectos variados y a menudo impredecibles en diferentes regiones de Baja California Sur, dependiendo de factores como la altitud, la topografía y la proximidad al océano. Por lo tanto, es fundamental que los agricultores, autoridades locales y comunidades estén preparados para enfrentar este tipo de eventos climáticos extremos y tomen medidas para mitigar sus impactos. Esto puede incluir el uso de técnicas de protección de cultivos, la diversificación de cultivos resistentes al frío, y la implementación de prácticas de manejo del agua y del suelo que ayuden a minimizar los efectos adversos de las

heladas en la agricultura y en el medio ambiente local.

En este contexto las zonas de mayor peligrosidad por heladas son las partes altas en las zonas serranas (Sierra de San Francisco, Sierra de la Giganta, Sierra de la Laguna), así como planicies del municipio de Comondú y las inmediaciones de Guerrero Negro al norte del Estado.

Precipitaciones extremas

Las lluvias extremas son fenómenos meteorológicos que impactan en muchas partes del mundo, con implicaciones significativas para comunidades, infraestructuras y ecosistemas, impactando el medio ambiente, la sociedad y la economía de manera importante. Se caracterizan como eventos de lluvia intensa y concentrada en un corto período de tiempo, lo que puede desencadenar inundaciones repentinas, deslizamientos de tierra y otros desastres naturales. El aumento de la temperatura superficial del mar, la evaporación y la capacidad de retención de agua en la atmósfera son factores clave que contribuyen a la aparición de precipitaciones extremas. El aumento del patrón de lluvias intensas se ha atribuido en gran parte al cambio climático.

A nivel mundial, las precipitaciones extremas están aumentando, con eventos más

intensos y frecuentes en muchas regiones en las últimas décadas, indicando una influencia del cambio climático. Por ejemplo el ciclón tropical Vamco impactó las Filipinas del 9 al 13 de noviembre de 2020 con vientos sostenidos de 118 a 220 km/h y 356 mm de lluvia durante todo el día del 12 de noviembre. Más de 5 millones de personas de varias regiones fueron afectada (hubo 101 muertos, 85 heridos y 10 desaparecidos), y un total de 209,170 viviendas resultaron dañadas. El tifón dejó 213 áreas inundadas, causó 51 deslizamientos de tierra, 2 incidentes marítimos, entre otros (Santos, 2021).

Como es bien conocido, Baja California Sur es un territorio predominantemente árido con precipitaciones anuales considerablemente bajas en comparación con otros estados de la República Mexicana. Sin embargo, bajo condiciones meteorológicas particulares como son los ciclones tropicales, tormentas convectivas y el monzón mexicano, regiones de la Entidad pueden experimentar en un par de horas o días, precipitaciones iguales o superiores a la media anual. El caso más claro de esta situación ocurrió en 1976 ante el impacto del huracán Liza, el cual dejó más de 400mm de precipitación en la zona serrana de la cuenca de La Paz,

provocando escurrimientos que rompieron un bordo de contención. De acuerdo a datos de diversos autores, las cifras de este evento son: 600 fallecidos y 20,000 damnificados (Romero-Vadillo y Romero-Vadillo, 2016). Recientemente, la tormenta tropical Lidia dejó en 2017 precipitaciones acumuladas de hasta 450 mm, provocando escurrimientos que derribaron dos edificios habitacionales, un impacto sin cuantificar en asentamientos irregulares y la afectación a negocios e infraestructura. Además de los daños materiales en infraestructuras y viviendas, lluvias intensas han provocado deslizamientos de tierra, contaminación del



Figura 19. Impacto de precipitaciones extremas en Santa Rosalía (arriba) y La Paz (abajo), derivado del impacto de los Huracanes Hillary y Norma respectivamente.

agua, pérdida de cultivos y la interrupción de servicios básicos como el suministro de agua potable y la energía eléctrica.

Si bien es cierto, el comportamiento de cada tormenta es muy particular, el cálculo de tiempos de retorno resulta una herramienta estadística de gran ayuda para comprender la magnitud de los eventos a esperar. En este sentido y considerando datos de 120 estaciones meteorológicas operadas por el Servicio Meteorológico Nacional los cuáles fueron filtrados y validados con el

software RCLimindex, se calculó el tiempo de retorno de 100 años considerando el método de Gumbel. Cabe mencionar que se utilizaron aquellas estaciones con al menos 47 años de observación, salvo la localizada en Sierra La Laguna con 17 años de observaciones. La precipitación máxima en 24 horas registrada en el territorio es de 500 mm, mientras que la media es de 269 mm. La máxima precipitación resultante para el tiempo de retorno de 100 años es de 557mm/día. Este valor pudiera aumentar considerando los escenarios de cambio climático que sugieren aumentos entre 4.8 y 13% para el escenario RCP 8.5 y diferentes

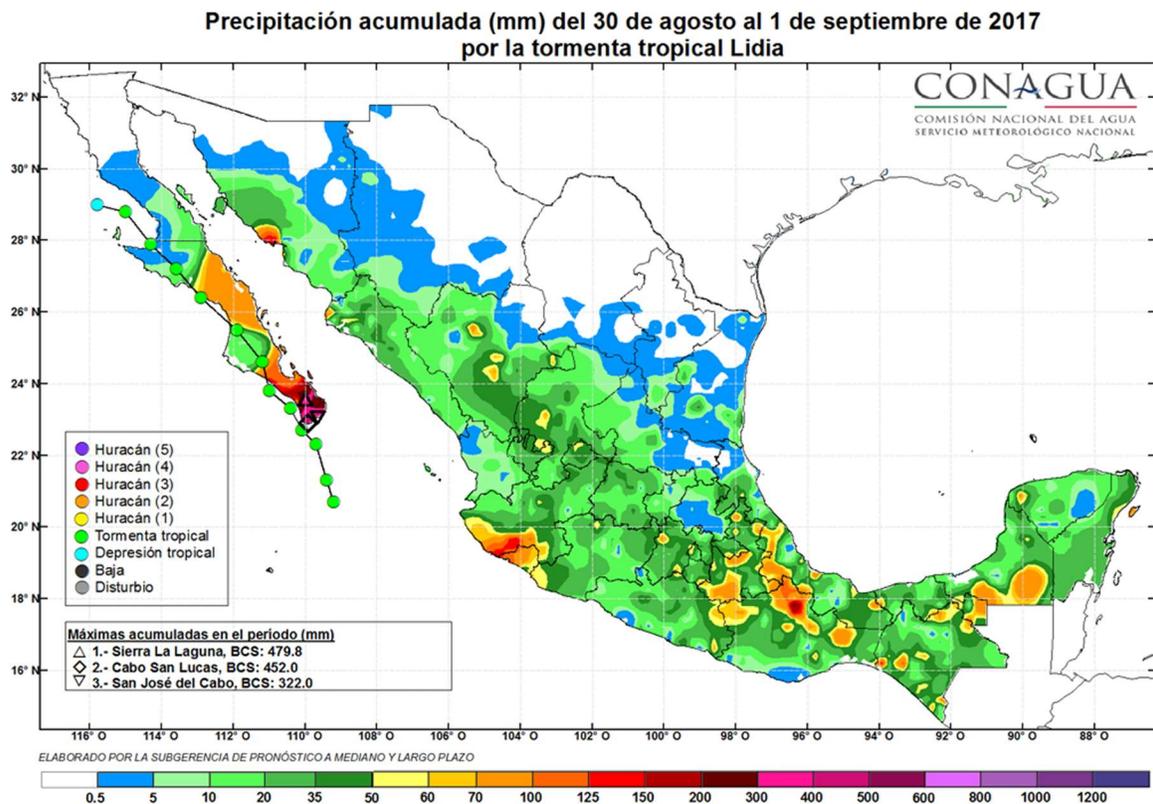


Figura 20. Precipitación acumulada por el impacto de la Tormenta Tropical Lidia en 2017 (Tomado de SMN, 2023)

escenarios de aumento de temperatura (IPCC, 2024). En este sentido, las precipitaciones extremas se pudieran presentar en el orden de 583 a 629 mm/día. De forma general, las precipitaciones extremas se pueden presentar con un 28% adicional a los máximos registrados al presente. En este sentido la máxima peligrosidad se da en las zonas serranas y como alta peligrosidad los valles y planicies

aluviales.

Como citar este capítulo:

Wurl, J., Z-Flores, M., Imaz-Lamadrid, M.A. (2024). Fenómenos Hidrometeorológicos: Variables atmosféricas En: Gobierno del Estado de Baja California Sur. (2024). Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 210p.



Figura 21. Colapso de un edificio de condominio en la colonia Chulavista en Cabo San Lucas, tras el paso de la tormenta tropical Lidia en 2017.



Alfredo Sergio Bermúdez Contreras

Sequías

Sequías

Baja California Sur, caracterizado por su clima semiárido y su escasa precipitación pluvial, enfrenta desafíos constantes en cuanto al abastecimiento de agua para usos agrícolas, industriales y domésticos. Aun cuando se tienen precipitaciones intensas durante el verano, el resto del año las precipitaciones son nulas (especialmente de marzo a mayo/junio) o de baja intensidad (de diciembre a febrero). En la Entidad se carece de ríos o corrientes de agua superficial permanentes, sus arroyos son corrientes intermitentes que conducen agua exclusivamente en épocas de lluvia o invernales. Por esto su única fuente confiable de agua es la subterránea, caracterizada por acuíferos que han sido severamente sobreexplotados en la región y que son proveedores del recurso hídrico en periodo de sequías (Z. Flores, 1998). Dada la enorme importancia que tiene el agua para los ciclos funcionales de animales y vegetación en una región tan árida como lo es Baja California Sur, es conveniente pensar en el régimen de la precipitación como una variable determinante al momento de plantear posibles modificaciones a los usos del suelo en la región de estudio (Z. Flores et al. 2015).

Troyo-Diequez et al. (2013) determinaron que en la mayor parte del Estado (excepto en la parte sur), se tienen condiciones de sequía hidroambiental durante todo el año, mientras que González-Baheza et al. (2013) definen que gran parte de los municipios de Comondú, Mulegé, Loreto y algunas zonas de los municipios de La Paz y Los Cabos son altamente vulnerables a las sequías. Llanes-Cárdenas et al. (2015) determinan que en los municipios de La Paz, Comondú y Loreto se tiene una tendencia de incremento en la aridez.

La sequía prolongada puede llevar a la disminución de los caudales de los arroyos, el agotamiento de los recursos hídricos subterráneos y la desertificación de tierras fértiles, lo que afecta la producción de



Figura 22. Afectación de la sequía en actividades agropecuarias de la región. (Cortesía María Z-Flores)

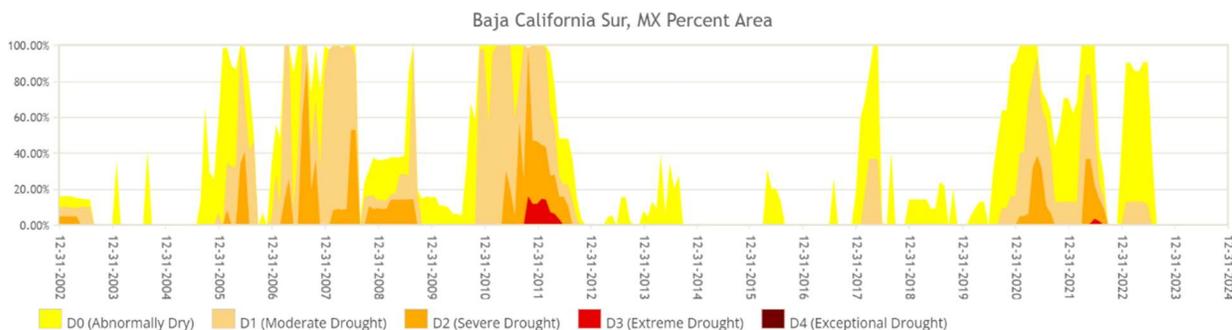


Figura 23. Evolución de la sequía en Baja California Sur para el periodo 2002-2024 (El North American Drought Monitor es un producto de la colaboración entre el National Drought Mitigation Center de University of Nebraska-Lincoln, el United States Department of Agriculture y el National Oceanic and Atmospheric Administration. (Cortesía de NDMC-UNL.1).

alimentos y el sustento de las comunidades. En la Entidad la agricultura de temporal es inexistente, la única forma de obtener cosechas es mediante la agricultura de riego; por ello el tema de la sequía es crucial pues afecta a mediano y largo plazo al sector agrícola. En años recientes, específicamente en el 2011 y del 2020 al 2022 se han registrado periodos de sequía prolongados en la región que han afectado las actividades productivas y la disponibilidad de agua.

Es fundamental contar con un monitoreo preciso de los periodos de sequía para anticipar y mitigar sus impactos. Esto implica implementar medidas de conservación del agua, promover prácticas agrícolas sostenibles, mejorar la infraestructura de almacenamiento y distribución de agua, y fomentar la diversificación de la economía hacia

sectores menos dependientes del recurso hídrico.

Además, es necesario desarrollar sistemas de alerta temprana y planes de contingencia para enfrentar los efectos adversos de la sequía, como la escasez de alimentos, la pérdida de empleos y la migración forzada de poblaciones rurales.

La colaboración entre el gobierno, el sector privado, la sociedad civil y las comunidades locales es esencial para implementar soluciones integrales y sostenibles ante este desafío.

Como citar este capítulo:

Z-Flores, M. y Wurl, J. (2024). Fenómenos Hidrometeorológicos: Sequías. En: Gobierno del Estado de Baja California Sur. (2024). Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 210p.



Alfredo Bermúdez
Cortesía: Alfredo Sergio Bermúdez Contreras.



Tormentas eléctricas

Tormentas eléctricas

A nivel global, las descargas eléctricas pueden provocar daños a la infraestructura; en particular, a las comunicaciones terrestres, marítimas y aéreas. También, ocasionan incendios forestales y pueden afectar a seres vivos, causar heridas, o muertes en la población. Estas tormentas, caracterizadas por la presencia de relámpagos, truenos y descargas eléctricas, pueden ocurrir de manera repentina y sin previo aviso, lo que las convierte en una amenaza potencial para la seguridad de las personas que se encuentran al aire libre.

Los relámpagos representan una descarga eléctrica de gran intensidad que puede alcanzar temperaturas superiores a los 30,000 grados Celsius y producir corrientes eléctricas de hasta 200,000 amperes, estas descargas pueden ser letales si alcanzan a una persona o a un objeto cercano.

Baja California Sur se encuentra en una región activa con respecto a sistemas convectivos que además de favorecer con lluvia de utilidad a la agricultura y ganadería, pueden desarrollar eventos y condiciones de peligro para la población. Una de estas condiciones son las

tormentas eléctricas que además de estar asociadas a daños materiales pueden causar lesiones o hasta la muerte.

Las densidades de tormentas eléctricas en Baja California Sur son relativamente inferiores respecto al noroeste mexicano (2–4) lo cual se asocia a la menor frecuencia, escala, intensidad y duración de los sistemas convectivos, así como a un ambiente atmosférico más hostil con menor



Figura 23. Tormenta eléctrica en el municipio de La Paz

contenido de humedad (Farfán et al. 2023) que disminuye abruptamente hacia el Océano Pacífico.

Sin embargo, la Entidad tiene una zona de actividad eléctrica al sur de su territorio, donde se concentra 31% de la población estatal, lo cual no necesariamente se ha visto reflejado en las defunciones por tormentas eléctricas que registran mayores casos hacia el municipio de La Paz y Comondú, pero que representan un panorama de peligro sobre todo para las personas que desarrollan actividades al aire libre.

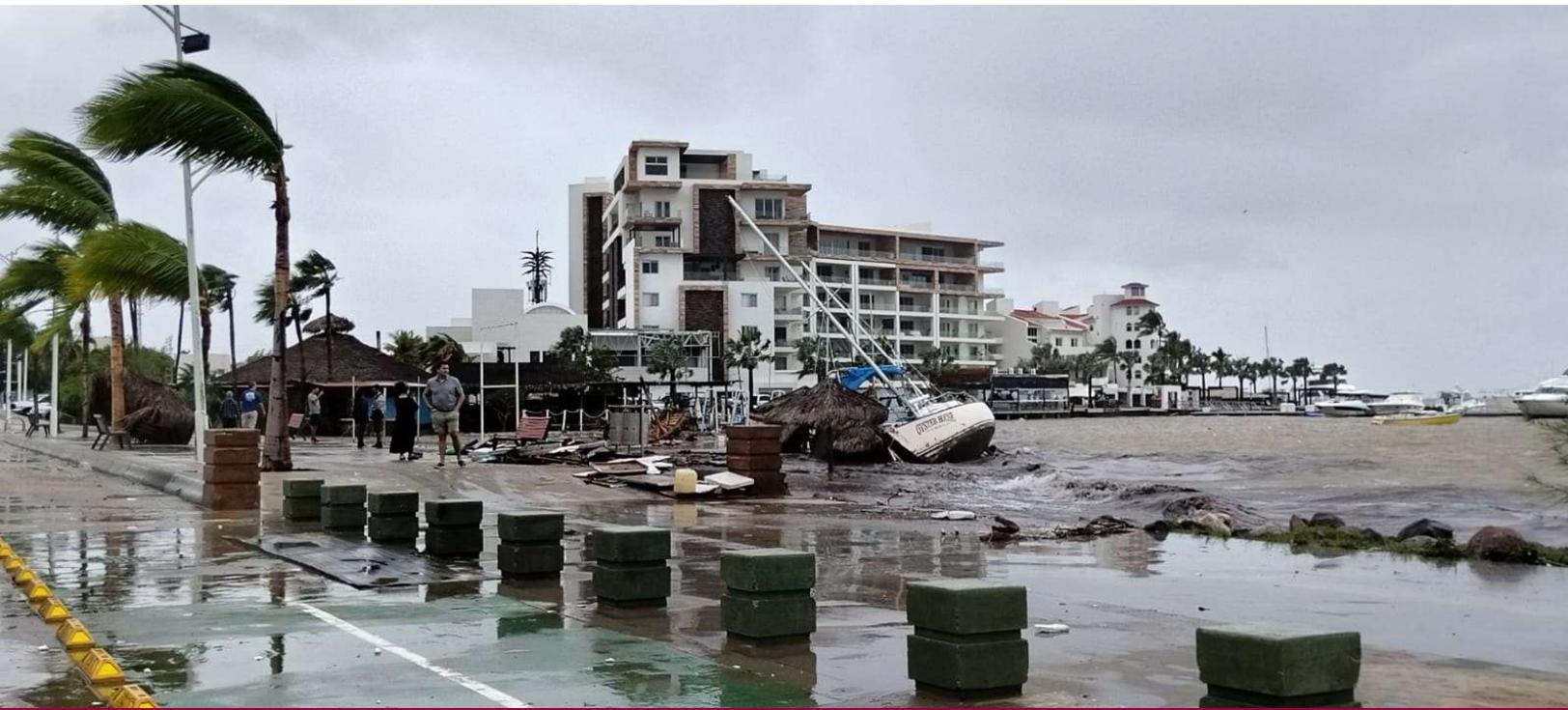
Es necesario divulgar este conocimiento a la comunidad para que se encuentre mejor preparada al momento de presenciar escenarios asociados a sistemas convectivos, lo cual protege la seguridad de la población y previene defunciones durante eventos meteorológicos extremos.

Como citar este capítulo:

Z-Flores, M. (2024). Fenómenos Hidrometeorológicos: Tormentas eléctricas. En: Gobierno del Estado de Baja California Sur. (2024). Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 210p.



Figura 23. Tormenta eléctrica en la ciudad de La Paz (Cortesía de Alfredo S. Bermúdez C.)



Ciclones Tropicales

Ciclones Tropicales

Los huracanes son los fenómenos meteorológicos más severos de los conocidos como ciclones tropicales, los cuales son sistemas de baja presión formados generalmente en los trópicos con actividad lluviosa y eléctrica, cuyos vientos rotan en el hemisferio norte en dirección anti horaria, es decir, opuesta a las manecillas del reloj y, en el hemisferio sur giran en el sentido contrario. Con base en la velocidad del viento, los ciclones tropicales se clasifican como: *depresión tropical* si el viento es entre 45 y 62 km/h, si los vientos alcanzan velocidades entre 63 y 117 km/h se conoce como *tormenta tropical* y, al exceder los 118 km/h la tormenta tropical se convierte en *huracán* (SEMARNAT, 2018).

Los huracanes para su formación requieren de baja presión, calor (por lo menos 27°C) y humedad en la superficie de los océanos, es decir, se desarrollan en aguas muy cálidas que liberan vapor en zonas donde el aire ejerce muy poca presión sobre la tierra. La combinación de estos elementos genera movimiento de las masas de aire caliente hacia la atmósfera que forma corrientes ascendentes de viento, que a medida que va subiendo, el aire circundante gira

para tomar su lugar. Cuando el aire cálido y húmedo se eleva y se enfría, el agua en el aire forma nubes. Tanto el sistema de nubes y como de aire gira y crece, alimentado por el calor del océano y el agua que se evapora de la superficie. Al girar el sistema de tormenta cada vez más rápido, se forma un ojo en el centro el cual es tranquilo y claro, con una presión de aire muy baja. El aire de presión alta superior baja hacia el interior del ojo (Figura 24) (SEMAR, 2001; NOAA, 2019).

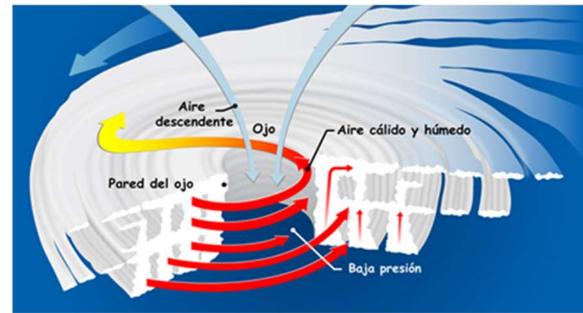


Figura 24. Estructura de un huracán. Las flechas rojas pequeñas muestran el aire cálido y húmedo que sube desde la superficie del océano y forma bandas de nubes alrededor del ojo. Las flechas azules muestran el aire frío y seco que baja hacia el ojo. Las flechas rojas grandes muestran la rotación de las bandas de nubes que se elevan. Tomado de: NOAA (2019).

Generalmente los huracanes son asociados con impactos negativos, sin embargo, ayudan a mantener el calor atmosférico y el balance de humedad entre las áreas tropicales y no tropicales. Además, son una fuente importante de agua dulce para los continentes gracias a las lluvias que los acompañan (INECOL,

2023). La escala Saffir-Simpson es utilizada para categorizar los huracanes tomando en cuenta únicamente la máxima velocidad sostenida del viento, lo que, desde luego, provoca daños a diferentes escalas (NOAA, 2021):

i. Categoría 1: 119 – 153 km/h. Las casas pueden sufrir daños en el techo, tejas y canaletas. Es probable que haya daños importantes a las líneas y postes eléctricos que provoquen cortes de energía con duración de unos pocos a varios días.

ii. Categoría 2: 154 – 177 km/h. Las casas podrían sufrir daños importantes en el techo y el revestimiento. Muchos árboles con raíces superficiales se romperán y bloquearán caminos. Se espera una pérdida de energía casi total con cortes que podrían durar desde varios días hasta semanas.

iii. Categoría 3: 178 – 208 km/h. Las casas pueden sufrir daños importantes o la eliminación de la plataforma del techo. Muchos árboles serán arrancados de raíz bloqueando las carreteras. La electricidad y el

agua no estarán disponibles durante varios días o semanas después de que pase la tormenta.

iv. Categoría 4: 209 – 251 km/h. Las casas pueden sufrir daños graves con la pérdida de la mayor parte de la estructura del techo y/o algunas paredes exteriores. La mayoría de los árboles serán arrancados de raíz y los postes eléctricos derribados, por lo que los pobladores quedarán aislados. Los cortes de energía durarán semanas o posiblemente meses. La mayor parte del área quedará inhabitable durante semanas o meses.

v. Categoría 5: 252 km/h o más. Un alto porcentaje de casas con armazones quedarán destruidas, con falla total del techo y colapso de las paredes. Los árboles caídos y los postes eléctricos aislarán a los pobladores. Los cortes de energía durarán semanas o posiblemente meses. La mayor parte del área quedará inhabitable durante semanas o meses.

Los huracanes que afectan la Península de Baja California se forman en aguas tropicales de la cuenca oriental del Pacífico Norte, área donde la generación de huracanes es mayor que en la cuenca

occidental del Atlántico Norte; la temporada tiene una duración de 28 semanas, del 15 de mayo al 30 de noviembre. Desafortunadamente Baja California Sur es una región sumamente vulnerable a estos fenómenos dado el clima subtropical y que se encuentra en la trayectoria de los huracanes del Pacífico. Lo anterior implica mayor peligro para la población ya que la mayoría habita a lo largo de las costas del territorio, de modo que los posibles impactos avisados son una preocupación real (Martínez Gutiérrez y Mayer, 2004; NOAA, 2024).

Desde 1793 existen vestigios de información sobre los embates de los huracanes en la península que dan cuenta de las afectaciones sufridas por los habitantes (Carbajal Figueroa, 2020). El 14 de septiembre de 1939 un huracán impactó el municipio de Los Cabos provocando una de las mayores inundaciones registradas en el área donde estaba asentado Cabo San Lucas, conocido como “Pueblo Viejo”. Los habitantes se vieron obligados a moverse 1.6 km tierra adentro (Carbajal Figueroa, 2020).

Recientemente se discute sobre el efecto del incremento en la temperatura de los océanos en la intensificación de los huracanes, basta recordar el huracán

“Odile” el cual fue el fenómeno natural de mayor impacto negativo en la región en los últimos 50 años. El 14 de septiembre del 2014 tocó tierra a 10 km al este de Cabo San Lucas como categoría 3 con vientos máximos sostenidos de 205 km/h y rachas de 250 km/h (CONAGUA, 2014). Odile dejó al 95% de los usuarios sin energía eléctrica y sin agua; dados los daños, los Aeropuertos Internacionales de La Paz y Los Cabos, así como el Aeródromo Internacional de Cabo San Lucas interrumpieron los servicios por semanas; más de 10 mil viviendas se dañaron; se evacuó a más de 38 mil turistas y se dio albergue a más de 11 mil personas. El impacto económico se estima en más de \$24 mil millones de pesos (Muriá Vila et al., 2015).

Tres años después cuando apenas se había restablecido el municipio de Los Cabos, la tormenta tropical Lidia impactó en la península con vientos máximos de 100 km/h y lluvias intensas de aproximadamente 400 mm, rebasando ampliamente el registro promedio anual del Estado de 180.8 mm (CONAGUA, 2017; Montiel López, 2023). Las afectaciones más graves fueron para el municipio de Los Cabos, La Paz y Loreto; los principales daños se reportaron en viviendas deterioradas asentadas en zonas consideradas de riesgo por los atlas estatales de riesgo, evacuaciones urgentes, deslaves y graves daños a la red de

carreteras e incluso personas fallecidas (Montaño Armendáriz, 2021).

El año 2023 se caracterizó por presentar temperaturas en la superficie del océano Pacífico oriental por arriba de lo normal y como se explicó, la intensidad de los huracanes incrementa con la temperatura. El 17 de agosto el huracán Hilary pasó de categoría 1 a 3 en seis horas alertando a la población de Baja California Sur, para la madrugada ya era categoría 4 con bandas nubosas que cubrían los estados del noroeste, occidente e incluso centro del país. El valor máximo de lluvia acumulada por este huracán fue de 326 mm en el municipio de Mulegá, casi el doble del promedio anual para la Entidad (Montiel López, 2023). Para el mes de octubre del mismo año, el huracán Norma ingresó a tierra por el poblado de Todos Santos en el municipio de La Paz, por suerte se degradó a categoría 1 (CONAGUA, 2023).

Con el tiempo se han desarrollado medidas de mitigación y adaptación para evitar el menor número de impactos negativos por fenómenos meteorológicos en la infraestructura y la población sudcaliforniana. Sin duda alguna, aún quedan esfuerzos por realizar y dado el evidente calentamiento global, los riesgos son cada vez más

significativos para el bienestar de las poblaciones y la gestión de los recursos de los cuales dependemos.



Figura 25. Impacto del huracán Odile en el municipio de Los Cabos. Zona urbana (arriba), terminal del Aeropuerto Internacional de Los Cabos (inferior). (Cortesía de EPA y Reuters)

Tabla 7. Huracanes de mayor impacto en Baja California Sur (A partir de datos de Farfán et al. 2013, Romero-Vadillo y Romero-Vadillo 2016 y datos periodísticos).

Nombre	Año	Intensidad	Fallecidos	Damnificados
Liza	1976	H4	600	276,400
Paul	1982	H2	225	50,000
Juliette	2001	H1	2	11,000
Marty	2003	H2	12	4,000
Henriette	2007	H1	1	2,200
Norbert	2008	H2	s/d	4,000
Jimena	2009	H2	4	72,000
Odile	2014	H3	6	30,000
Lidia	2017	TT	4	2,500
Hillary	2023	H2	1	1,725
Kay	2023	H1	s/d	30,000

Peligrosidad por el impacto de ciclones tropicales.

Los ciclones tropicales pueden impactar la sociedad a partir de fenómenos directos e indirectos. Dentro de los directos se consideran los vientos ciclónicos, precipitaciones extremas (inundaciones) y mareas de tormenta. Cuanto interactúan estos fenómenos con la población y la infraestructura se producen impactos secundarios como son:

- a) Interrupción de las comunicaciones.
- b) Interrupción del sistema eléctrico.
- c) Interrupción del abastecimiento de agua.
- d) Interrupción del tránsito en calles y carreteras.
- e) Desbordamiento de aguas negras.
- f) Actos de rapiña, vandalismo.
- g) Daños a la infraestructura.
- h) Entre otros.

De acuerdo a la clasificación de CENAPRED y al contenido mínimo que deben tener los Atlas de Riesgo, la peligrosidad por precipitaciones extremas, inundaciones y mareas de tormenta se analiza de forma separada

en capítulos subsecuentes. De esta forma, en el presente capítulo se discute el peligro derivado de los vientos ciclónicos.

En este sentido, los vientos más intensos registrados en la entidad en las últimas décadas fueron los producidos por el huracán Odile, con vientos sostenidos de 205 km/h y rachas de hasta 250 km/h (CONAGUA, 2014). Esto derivó en un impacto sin precedentes en la Entidad. De acuerdo a Muria-Ávila (2015), los impactos que se presentaron derivados de los vientos ciclónicos son:

En el sistema eléctrico:

95% de los usuarios se quedaron sin servicio por el daño de cientos de torres y postes de transmisión, miles de postes de distribución y cientos de transformadores.

En el sistema de distribución de agua:

La distribución fue interrumpida durante el paso del meteoro y días después debido a la falta de energía eléctrica para reactivación de los equipos de bombeo.

Comunicación terrestre y aérea:

Los aeropuertos de San José del Cabo y Cabo San Lucas sufrieron daños considerables.

Viviendas e infraestructura educativa:

10,978 viviendas y 923 escuelas fueron dañadas. En el caso de las viviendas un 54% eran de construcción informal y localizada en zonas irregulares. Los daños totales alcanzaron 1800 casos.

Infraestructura hotelera:

Daños severos en la infraestructura hotelera en elementos no estructurales y contenidos, lo que propició la evacuación de 38,000 turistas y la protección en albergues de 11,000 personas.

De acuerdo con los pronósticos de cambio climático, (ver capítulo IV), en el futuro cercano los ciclones tropicales serán más intensos y pudieran ser más frecuentes en la Entidad, por lo que escenarios como el que se presentó por el huracán Odile pudieran presentarse de forma más continua.

Ejemplo de ello son los huracanes Hillary y Norma que impactaron Baja California Sur y el huracán Otis que impactó las costas de Guerrero, todos ellos ocurridos en 2023.

El día 19 de agosto, el huracán Hilary se encontraba a aproximadamente 400 km

al oeste de las costas del municipio de Los Cabos como categoría 4 con vientos sostenidos de 208 km/h. De haber ocurrido un acercamiento a la costa, el impacto hubiera sido considerable. Afortunadamente siguió con dirección al norte degradándose a categoría 1. Aun así, los vientos, las precipitaciones y las mareas de tormenta generaron daños considerables en el municipio de Mulegé.

Días después el 21 de octubre de 2023 por la mañana, el huracán Norma se localizaba a escasos 160 km al sur de Cabo San Lucas como Categoría 3 con pronóstico de cambio de dirección hacia el este noroeste evitando el impacto a la Península y dirigiéndose a Sinaloa. Para la noche del mismo día el huracán ya degradado como categoría 1 se encontraba al oeste de Cabo San Lucas, posteriormente impactando al municipio de La Paz durante la madrugada. El cambio de trayectoria real respecto al pronóstico oficial evitó que la población se preparara con antelación. En un reporte emitido por la NOAA, se reconoce la magnitud del error entre la trayectoria pronosticada y la real (NOAA, 2023).

Finalmente y tan solo un par de días después, el 24 de octubre en la madrugada el huracán Otis se encontraba aproximadamente 370 km al suroeste de Acapulco, Guerrero como categoría 1 con

pronóstico de impactar con esta categoría. El mismo día por la noche, Otis ya se encontraba como huracán categoría 5 impactado las costas de Guerrero y generando una destrucción sin precedentes en la costa del pacífico Mexicano. De acuerdo al reporte oficial de la NOAA (2023) el pronóstico se subestimó por aproximadamente 100 nudos (185 km/h).

Lo ocurrido en 2023 refleja que en Baja California Sur, la peligrosidad por impacto de ciclones tropicales es y será siendo muy alta; por ende se deben considerar modificaciones a las leyes, normas y protocolos de manera que la

sociedad sudcaliforniana esté lo más preparada posible para un aumento en cantidad e intensidad de ciclones tropicales.

Como citar este capítulo:

Imaz-Lamadrid, M.A., Alonso-Lozano, L., Wurl, J., Z-Flores, M. (2024). Fenómenos Hidrometeorológicos: Ciclones tropicales. En: Gobierno del Estado de Baja California Sur. (2024). Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 210p.



Marea de tormenta

Marea de tormenta

Las mareas de tormenta son un aumento anómalo del nivel del mar durante el paso de una tormenta y se miden a partir de la máxima elevación de la marea astronómica. Este oleaje es causado principalmente por los vientos generados por las tormentas que empujan el agua tierra adentro. La amplitud de la marea de tormenta en un determinado sitio depende de las características propias de la tormenta: orientación de la línea de costa respecto a su trayectoria, intensidad, tamaño y velocidad, así como la batimetría del fondo marino (Singh et al. 2021; NOAA, 2023). El impacto en tierra de la marea de tormenta dependerá en gran medida de la intensidad de la misma, de la topografía, vegetación y grado de urbanización de la zona costera (Sheng et al. 2012; Elis et al. 2015; Knutson 2015; Imaz-Lamadrid et al. 2023).

El poder destructivo del oleaje puede aumentar los daños a los edificios directamente a lo largo de la costa. El agua pesa aproximadamente 1000 kilogramos por metro cúbico, por lo que el embate de las olas puede llegar a demoler cualquier estructura que no esté diseñada específicamente para soportar

tales fuerzas. Los dos elementos trabajan juntos para aumentar el impacto en la tierra porque el oleaje hace posible que las olas se extiendan tierra adentro. Además, las corrientes creadas por las mareas se combinan con las olas para erosionar gravemente las playas y las carreteras costeras. Los edificios que sobreviven a los vientos huracanados pueden sufrir daños si sus cimientos se ven socavados y debilitados por la erosión.

A nivel mundial se han registrado 702 eventos de marea de tormenta desde 1880, la mayoría de ellos en las costas de los océanos Atlántico e Índico, así como en Oceanía, algunos de estos se han caracterizado por un alto grado de impacto, ya sea en el número de fallecidos y damnificados, como por el impacto económico (SURGEDAT, 2023). Tal es el caso del impacto del huracán Bhola en las costas de Bangladesh en del año 1970, considerado como el mayor desastre derivado de una marea de tormenta, provocó el fallecimiento de 300,000 personas, la destrucción de un aproximado de 400,000 casas y de 3,500 escuelas. En este evento, la marea de tormenta se registró en 10.6 m (Hossain y Rahman-Mullick, 2020).

Por su parte, en 2005 el huracán Katrina impactó como categoría 3 las costas del estado de Louisiana en los Estados Unidos,

generando una marea de tormenta de 5.3 m que rebasaron y/o provocaron el fallo de diques de contención provocando el fallecimiento de 1503 personas, 400,000 desplazados y pérdidas económicas entre 75 y 150 billones de dólares (Seed et al. 2008). Un par de años después, en 2008, el huracán Nargis impactó como categoría 4 en las costas de Myanmar, provocando el fallecimiento de 138,000 personas. En este caso, la marea de tormenta alcanzó los 6.0 m de elevación (Fritz et al. 2009). Siendo estos solo algunos de los ejemplos del efecto devastador que las mareas de tormenta pueden llegar a tener cuando se presenta una serie de condiciones óptimas para su formación, propagación y alcance del impacto.

Impacto de las mareas de tormenta en Baja California Sur

A nivel nacional, las principales entidades donde se han presentado mareas de tormenta importantes son los estados de Quintana Roo (4 eventos), Tamaulipas (2 eventos) y Nayarit (1 evento), el rango de elevación del nivel del mar en estos fenómenos fue de entre 3 y 5.4 m.

En particular, para Baja California Sur, se tienen escasos trabajos enfocados

en el análisis del impacto de mareas de tormenta, así como de estimación de riesgo de incidencia de las mismas. Por su parte, Romero-Vadillo (2003), realizó una modelación matemática y análisis estadístico para estimar la frecuencia de impacto de ciclones tropicales y la variación del nivel del mar para la parte sur del territorio. De acuerdo a sus resultados, se pueden esperar mareas de tormenta de entre 0.3 y 2 m para la bahía de La Paz y región de Los Cabos. Por otro lado, Muriá-Vila (2015) reporta que el valor máximo de marea de tormenta registrado por una estación mareográfica instalada en Cabo San Lucas durante el huracán Odile en 2014 fue de 1.2 metros, aunque mencione que el valor fue probablemente superior al valor reportado ya que se considera que el equipo se dañó debido a la intensidad del meteoro.

Baheza-Ramírez et al. (2018), calculan los tiempos de retorno asociados a la altura de las mareas a partir del análisis de 68 años de datos mareográficos resultando que para el municipio de La Paz se esperarían mareas máximas entre 3.9 y 5.7 m para tiempos de retorno de 2 y 500 años respectivamente, mientras que para el municipio de Los Cabos serían entre 3.8 y 7.4 m igualmente para tiempos de retorno de 2 y 500 años.

En agosto de 2023, el huracán Hillary impacto con categoría 1 en la región Pacífico

Norte, generando una marea de tormenta estimada en 3m de acuerdo a las observaciones realizadas en campo por académicos de la UABCS. La intensidad de la marejada impactó infraestructura ecoturística así como campos deportivos.

Para el cálculo de la peligrosidad por marea de tormenta, se utilizó un modelo digital de elevación de 5 m de resolución y considerando los escenarios presentados en Imaz-Lamadrid et al. (2021).

Adicionalmente se consideró un escenario extremo equivalente a 7.5 m, mismo que sería resultado de la suma de tres factores: una marea de tormenta de 5 m (huracán categoría 5), marea astronómica extraordinaria de 2 m y un aumento de nivel por cambio climático de 0.5 m.

Se definieron zonas de peligrosidad de acuerdo al aumento del mar esperado y a su probabilidad de ocurrencia (Tabla 8).

Los resultados obtenidos de la cartografía de peligrosidad fueron calibrados con observaciones registradas por el impacto de



Figura 26. Impacto de la marea de tormenta generada por huracán Hillary en comunidades de la Pacífico Norte.

la marea de tormenta generada por el huracán Hillary en 2023 en el municipio de Mulegé.

Como citar este capítulo:

Imaz-Lamadrid, M.A. (2024). Fenómenos Hidrometeorológicos: Mareas de tormenta. En: Gobierno del Estado de Baja California Sur. (2024). Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 210p.

Tabla 8. Definición de la peligrosidad por marea de tormenta considerando el aumento del nivel del mar y la probabilidad de ocurrencia

Escenario	Probabilidad de ocurrencia	Aumento del nivel del mar	Peligrosidad
Tormenta Tropical	0.40	< 1.0m	Muy alta
Huracán 1	0.27	1.0 - 2.9 m	Alta
Huracán 2	0.18	3.0 - 3.9 m	Moderada
Huracán 3	0.09	4.0 - 4.9 m	Baja
Huracán 4 y 5	0.045	5.0 - 7.8 m	Muy Baja





Inundaciones

Inundaciones

Tal y como se ha manifestado en otros capítulos de este Atlas, en Baja California Sur, la precipitación anual tiende a ser baja comparada con otras entidades, sin embargo, la mayor parte de estas precipita en los meses de agosto y septiembre produciendo avenidas en los arroyos que propician el corte de caminos y carreteras, encharcamientos e inundaciones.

Desde un punto de vista teórico, una inundación es el resultado de un cuerpo de agua que invade una porción de tierra que normalmente no la tiene (se encuentra seca). En este sentido existen diversos fenómenos que eventualmente recaen bajo esta definición, por ejemplo: mareas de tormenta, oleaje anómalo, mar de fondo, inundaciones fluviales, inundaciones pluviales, tsunamis, deshielos, lahares, solo por citar algunos. Aunque todos estos fenómenos claramente encajan en la definición de “inundación”, sus mecanismos de generación, características y potencial destructivo son diferentes y por ende responden a una serie de variables complejas que requieren su estudio de forma individual.

Derivado de lo anterior el estudio de la intensidad, frecuencia y potencial de peligrosidad de cada fenómeno se realiza de forma independiente y considerando metodologías específicas.

En el caso particular de los ciclones tropicales y particularmente en las zonas costeras, se las inundaciones se pueden producir por inundaciones fluviales, pluviales, por alto oleaje y mareas de tormenta. Cada uno de estos tipos de inundación responde a variables distintas y por ende se caracteriza mediante metodologías particulares, sin embargo, tienen su origen a partir de un mismo fenómeno y pueden ocurrir en el mismo tiempo espacio temporal. Esta situación es analizada por Imaz-Lamadrid et al. (2021) concluyendo que es posible y apropiado representar en un mismo mapa de peligrosidad las inundaciones fluviales, pluviales y por marea de tormenta, en aquellas zonas impactadas por ciclones tropicales.

Más allá de esta discusión metodológica, CENAPRED (2021), proporciona las guías metodológicas para caracterizar y representar cada fenómeno por separado, derivado de lo cual, en este apartado se presenta el análisis de la peligrosidad por inundaciones pluviales y fluviales.

Impacto de las inundaciones

De acuerdo a la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastre (UNDRR), las inundaciones son el tipo de desastre más frecuente a nivel mundial, alcanzando 3254 eventos para el periodo 2000-2019 lo que representa un 44% (considerando desastres no tecnológicos). Esta cifra es prácticamente el doble de lo observado en el periodo 1980-1999 (UNDDR, 2019). En términos de damnificados ocupa el primer lugar alcanzando 1.65 mil millones de personas (2000-2019) y el cuarto lugar en cuanto al número de fallecidos, por debajo de los sismos, ciclones tropicales y temperaturas extremas (104,614 para el mismo periodo) (UNISDR, 2019).

De acuerdo a CENAPRED (2018), en México se han registrado 16 eventos de inundación de gran magnitud (11 relacionados a ciclones tropicales) entre 1980 y 2017. El evento con mayor cantidad de decesos registrados fueron las inundaciones de Puebla en 1999 con 263 fallecidos, mientras que el evento más costoso fueron las inundaciones de Tabasco en 2007 alcanzando 2918.6 millones dólares.

En Baja California Sur, los eventos de inundación están directamente relacionados a precipitaciones relacionadas al monzón Mexicano y a la aproximación e impacto de ciclones tropicales. En este sentido la tabla 9 muestra algunas de las inundaciones de mayor impacto que han ocurrido en el territorio.

Tabla 9. Mayores inundaciones registradas en Baja California Sur.

Sitio	Año	Ciclón tropical
Cabo San Lucas	2017	Tormenta tropical Lidia
BCS	2014	Huracán Odile
La Paz	2001	Huracán Juliete
La Paz	1976	Huracán Liza
Heroica Mulegé	2021	Huracán Kay
Santa Rosalía	2023	Huracán Hillary
La Poza Grande	2006	Huracán John
La Purisima	2009	Huracán Jimena
Las Cuevas	s/f	s/d
Cd. Insurgentes	2009	Huracán Jimena
Cd. Insurgentes	2019	Huracán Ivo

No se tiene claridad en cuanto al impacto de las inundaciones en la Entidad, sin embargo en el trabajo de Romero-Vadillo y Romero-Vadillo (2016) se define un aproximado de 674 fallecidos, 54,000 damnificados y 39,295 viviendas destruidas o afectadas entre 1967 y 2014 derivado de 13 ciclones tropicales. Cabe mencionar que en estas cifras se incluye aquellas afectaciones

originadas por los vientos ciclónicos y mareas de tormenta.

Las cifras pudieran ser mayores si se consideran los fallecidos, damnificados y las pérdidas ocurridas en los asentamientos irregulares, de los cuales no se tiene información particular.



Figura 27. Ruinas del antiguo poblado de la Poza Grande, municipio de Comondú.

Comportamiento de las inundaciones en Baja California Sur.

Las inundaciones de mayor impacto en la Entidad, están relacionadas a los escurrimientos generados por intensas precipitaciones derivadas de la aproximación e impacto de ciclones tropicales. Los ciclones tropicales, como fenómenos hidrometeorológicos, aportan la precipitación como elemento fundamental en el desarrollo de las inundaciones. Por su misma naturaleza, estas precipitaciones tienden a ser intensas y de corta duración, lo que genera comúnmente que en un par de días (inclusive horas) puede precipitar un volumen igual o superior a la precipitación media anual. El agua se acumula dentro de las cuencas hidrográficas y empieza a escurrir una vez que el suelo se satura; esto es, que los poros o espacios huecos dentro los suelos y las rocas se rellenan de agua. Adicionalmente a este proceso, se tiene la pérdida de agua debido a fenómenos como la evaporación, la transpiración y la infiltración; está última de gran importancia para la recarga de acuíferos. Dependiendo de los usos de suelo y condiciones naturales del terreno, a partir de una misma precipitación se

puede generar mayor o menor escurrimiento (Figura 28). Por ejemplo, en zonas altamente urbanizadas como lo es la zona centro de la ciudad de La Paz, la infiltración es casi nula, mientras que en zonas menos urbanizadas como pudiera ser San Juan de los Planes, la infiltración sería mayor.

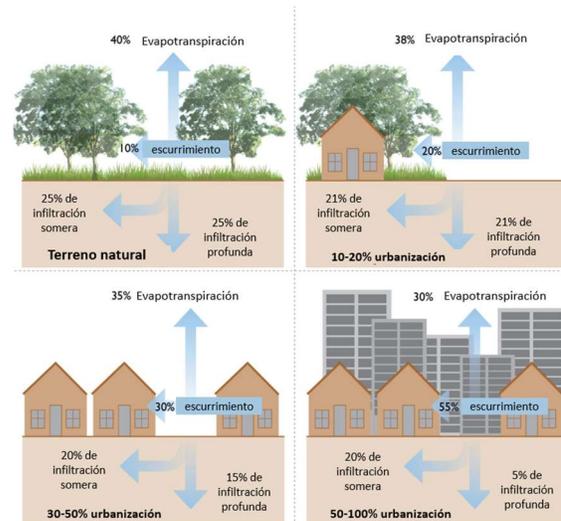


Figura 28. Ciclo del agua simplificado para zonas urbanas, rurales y en estado natural (Adaptado de FISRWG)

Adicionalmente hay que considerar el tamaño y forma de las cuencas hidrográficas. Una cuenca de mayor tamaño podrá acumular mayor cantidad de precipitación y por ende generar mayores escurrimientos. La forma de la cuenca modifica el comportamiento de los escurrimientos. En las cuencas alargadas los escurrimientos tendrán mayor intensidad que en las cuencas con forma achatada. Adicionalmente esta forma de cuencas puede generar un fenómeno llamado “Flash floods” o “Flujos repentinos” en el cual una

corriente de agua inunda (y en ocasiones desborda) ríos y arroyos aun cuando en la zona de impacto no se tiene precipitaciones o inclusive mal clima. Este fenómeno se ha observado en diversas cuencas como por ejemplo la cuenca del arroyo Buenos Aires, municipio de La Paz y a un costado de la comunidad de Los Barriles y en otras cuencas localizadas principalmente en la vertiente occidental del territorio donde tienden a ser alargadas y de área considerable.

a) En zonas urbanas.

La mayor parte de las zonas urbanas de la Entidad se localizan dentro de planicies aluviales (p.e. La Paz, Los Planes, Loreto, Todos Santos, Cabo San Lucas, entre otras), dentro de cañadas invadiendo y modificando los cauces naturales (p.e. Santa Rosalía, San Ignacio) o a un costado de arroyos y/o manantiales (p.e. Heróica Mulegé, San José del Cabo, San Bartolo). En mayor o menor medida, las planicies aluviales, cañadas, arroyos, ríos y manantiales representan zonas de mayor peligrosidad por inundaciones. En el caso de las poblaciones localizadas en planicies aluviales, los antiguos cauces han sido transformados en calles y avenidas, por lo cual y ante la ausencia

de un drenaje fluvial (p.e. el drenaje en Cd de México), frecuentemente son afectadas por escurrimientos. Si adicionalmente se tiene un bajo topográfico o una barrera artificial (muro, casa, infraestructura) el efecto se puede amplificar. Algunos casos bien conocidos son la calle 16 de septiembre en la zona centro de la ciudad de La Paz o la intersección de las calles Coronado y Miguel Hidalgo en la zona centro de San José del Cabo. Cabe mencionar que durante eventos de alta precipitación, el sistema de drenaje (aguas residuales), tiende a colapsar generando un caudal adicional a los escurrimientos que además (por su propia naturaleza de agua negra) representa un factor de riesgo biológico infeccioso.



Figura 29. Ejemplo de obras hidráulicas en la Entidad. Presa La Higuerrilla (arriba), canalización en Cabo San Lucas (abajo).

En las zonas distales de los centros urbanos se tienen canalizaciones con el fin de dirigir eficientemente el flujo de los escurrimientos. Algunos de ellos fueron construidos de material pétreo (arroyo el Piojillo en La Paz, arroyo San Telmo en Loreto entre otros), que han demostrado gran efectividad en la redirección de los flujos, a su vez permitiendo una pérdida de escurrimiento por infiltración (al mantener el suelo en estado natural). Otras canalizaciones se han construido con concreto (tanto en los flancos como en el suelo) y han demostrado efectividad en la dirección de los flujos, sin embargo, su nula permeabilidad impide la infiltración y por ende la reducción del caudal lo que impacta las zonas bajas aledañas. Algunos ejemplos son el canal arroyo Los Bledales en la ciudad de La Paz y el canal del arroyo el Sauzal, a un costado de la zona hotelera en Cabo San Lucas. Canalizaciones híbridas se ha observado que presentan alta resistencia en los flancos reforzados con concreto, dejando el lecho del arroyo en estado natural (p.e. arroyo el Cajoncito a un costado de la colonia Villas del Encanto en la ciudad de La Paz).

En algunas zonas urbanas, se han realizado canalizaciones de concreto que operan como avenidas y teniendo

accesos a casas dentro de su estructura. En estas zonas es frecuente que se presente la destrucción de vehículos y/o fallecidos. Ejemplos son la avenida Manuel F. Montoya en Santa Rosalía, la prolongación norte de la avenida Francisco King en La Paz.

Independientemente de las obras hidráulicas, la comunicación entre diversos sectores de las zonas urbanas se ve frecuentemente afectada debido a la presencia de escurrimientos lo cual interrumpe la actividad económica, y genera daños económicos a la población y en ciertas circunstancias el deceso de personas, particularmente al cruzar vados o calles con corriente de agua. Esta situación última situación en gran medida es derivada de la escasez de puentes y de la incorrecta planeación de los mismos, los cuales no cumplen con su función esencial. En este sentido destaca el puente de acceso al aeropuerto internacional de La Paz el cual queda inutilizable ya que la rampa de acceso inicia en la desembocadura del arroyo La Palma.

b) En zonas rurales y remotas

En zonas rurales y remotas de Baja California Sur, ha sido una práctica común que los ranchos y asentamientos humanos se localicen en cañadas, al costado de arroyos, manantiales y/o fuentes constantes

de agua. Esta situación responde a la necesidad de contar con agua para consumo y para las actividades que se realizan; sin embargo, y desde la perspectiva del riesgo por inundaciones, la peligrosidad es alta. Si bien es cierto, la experiencia y la construcción de la resiliencia en estos asentamientos es elevada, bajo escenarios de precipitación y escurrimientos extremos se pueden convertir en zonas altamente vulnerables.

Se destacan los eventos en la población de la Poza Grande que durante décadas se asentó al costado de un arroyo siendo en 2009 y ante el impacto del huracán John que la población fue totalmente destruida teniendo que migrar hacia el este en una terraza aluvial con menor grado de peligrosidad.

Otro ejemplo son las inundaciones recurrentes en la localidad de La Purísima y las cuales son ampliamente analizadas en el trabajo de Wurl et al. (2015) o la inundación del año 2009 derivado del huracán Jimena en la población de Cd. Insurgentes (Chávez-López y Avilés-Cannet, 2017).

Sin bien es cierto, la cantidad de investigaciones a detalle sobre el impacto de los ciclones tropicales en

zonas rurales es muy bajo, es bien sabido que ante tormentas de moderada a alta intensidad (independientemente de si son originadas por ciclones tropicales o no), los cortes de comunicación en carreteras y terracerías son comunes lo que imposibilita la vida cotidiana, además del acceso de los cuerpos de emergencia a atender a la población. En casos extremos, el restablecimiento de la comunicación puede tardar varios días ya que se requiere de maquinaria pesada para la reparación de esas vías de comunicación.

c) En asentamientos irregulares

La existencia de asentamientos irregulares es un problema que se presenta en Baja California Sur, particularmente en el municipio de Los Cabos, aunque también se han identificado en las ciudades de La Paz, Loreto y Santa Rosalía. El origen de estos asentamientos es altamente complejo ya que son diversas variables económicas, políticas, sociales y culturales que han derivado en su creación, existencia y crecimiento.

Usualmente, la población que se asienta de forma irregular, tiende a hacerlo en zonas de alta peligrosidad anteponiendo su seguridad a la necesidad de contar con un espacio para habitar.

Sin duda, las zonas más preocupantes se localizan en las poblaciones de San José del Cabo y Cabo San Lucas, donde se tiene población viviendo en el lecho de los arroyos (p.e. Arroyo El Sauzal en Cabo San Lucas), en zonas inundables al costado de estos arroyos, o en cauces de tributarios. En los tributarios de menor tamaño, la población ha buscado protegerse de las corrientes elevando los muros de sus casas o construyendo barricadas con escombros, basura y llantas. En otras zonas, el poder erosivo de las corrientes es lo suficientemente alto para exponer los sistemas de drenaje hasta 2m por encima del terreno, obligando a la población que proteger sus viviendas y reforzar los cimientos con llantas y escombros. En otras zonas, simplemente construyen sus viviendas sin ninguna protección.

Resultado de las investigaciones realizadas no se encontraron estadísticas sobre el número de fallecidos, damnificados o desaparecidos en asentamientos irregulares derivado de inundaciones, sin embargo, cabe pensar que las cifras deberían ser altas, considerando que durante el impacto de la tormenta tropical Lidia en 2017, alrededor de 34 hectáreas con viviendas en asentamientos irregulares fueron

destruidas por el escurrimiento del arroyo Sauzal.

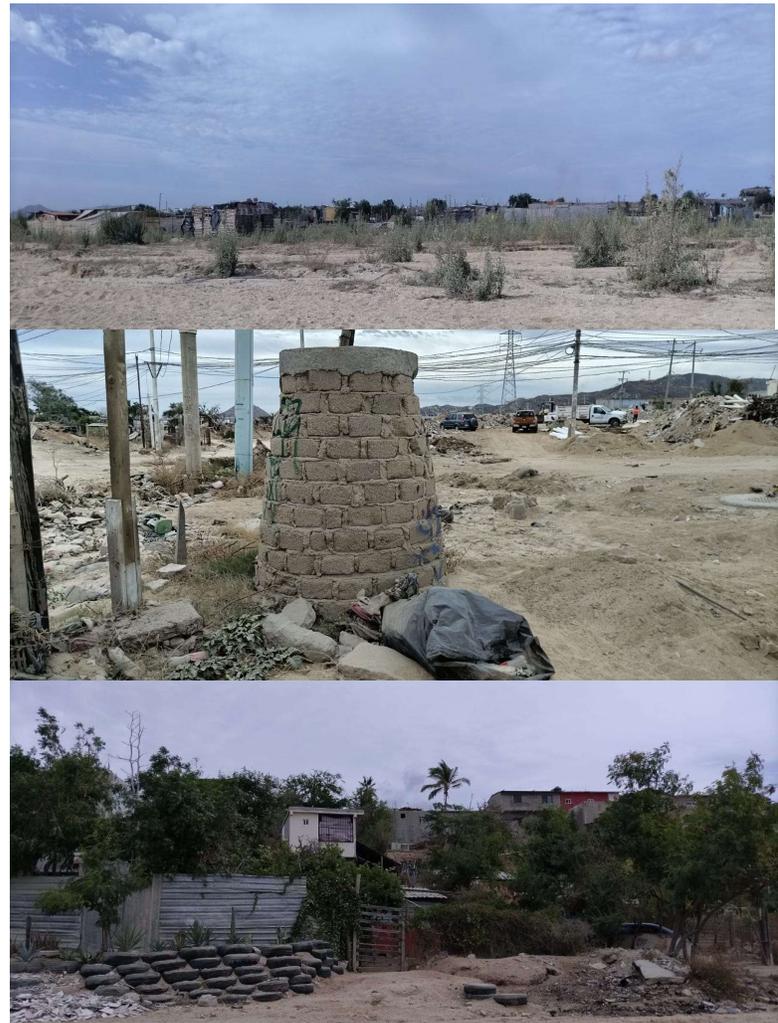


Figura 30. Viviendas del asentamiento Caribe Bajo en Cabo San Lucas, localizadas en el lecho del arroyo Sauzal (arriba). Coladera y sistema de drenaje expuesto en el asentamiento Lagunitas de la población de Cabo San Lucas, por erosión derivada de los escurrimientos (medio). Vivienda con protección artesanal de escombros y llantas

d) *Otras obras hidráulicas*

Relacionado con las canalizaciones y en algunas otras zonas del territorio (particularmente en las carreteras y zonas urbanas) se tienen alcantarillas diseñadas para permitir que un escurrimiento desfogue fuera de una zona urbana o para proteger alguna infraestructura. En toda la extensión del territorio se ha observado que las alcantarillas urbanas tienden a tener un tamaño reducido respecto al caudal que deben soportar, además de que frecuentemente se encuentran llenos de escombros y basura que reduce aún más su funcionamiento. Como resultado de estas variables, es común que aguas arriba de estas se generen inundaciones.

Finalmente en la Entidad se tienen 6 presas de alta capacidad, las cuales funcionan como control de avenidas, además de que permiten la recarga de agua en los acuíferos y su aprovechamiento. Adicionalmente se tiene un aproximado de 1200 presas de menor tamaño, la mayoría artesanales que igual coadyuvan a la reducción de escurrimiento aunque con un menor impacto.

Construcción y características del mapa de peligrosidad por inundación.

La construcción del mapa de peligrosidad por inundación se realizó a partir de una adaptación de la metodología propuesta por CENAPRED (2021) en conjunto con el análisis geomorfológico y fisiográficas del terreno, estudios de percepción remota, modelos de inundación ya existentes, datos de campo obtenidos de las distintas visitas realizadas a lo largo y ancho del territorio y la delimitación existente de zonas de riesgo del Gobierno del Estado de Baja California Sur y los gobiernos municipales. La base topográfica fueron los modelos digitales de INEGI de alta resolución en conjunto con el modelo digital de elevación ALOS Palsar, operado por la NASA. En este sentido se analizaron las principales ciudades y poblaciones delimitando un polígono que no solo abarcara las manchas urbanas sino se extendiera a las zonas de crecimiento. En cada una de estas áreas de estudio se realizó el análisis de la peligrosidad por inundaciones de forma individual.

La peligrosidad de un flujo está dado por la severidad del mismo que es una relación entre la profundidad y la velocidad del escurrimiento. En este sentido y de acuerdo a los estudios de Martínez-Gomariz et al. (2016) y Martínez-Gomariz et al. (2019), se

requieren solo 10 cm de tirante a una velocidad de 2 m/s para derribar a una persona y aproximadamente 30 cm a la misma velocidad para movilizar un vehículo compacto.

Otro factor a tener en cuenta es la recurrencia de los fenómenos o su tiempo de retorno; a menor tiempo de retorno mayor probabilidad de ocurrencia y viceversa.

Considerando lo anterior se definieron 5 categorías de peligrosidad las cuales se presentan en la tabla 10.

Salvo en situaciones particulares que deberán determinar los gobiernos locales (p.e. lechos de arroyos) la regionalización del peligro por inundación presentado en el mapa anexo no debe ser limitativo del desarrollo, pero si un instrumento preventivo que obligue a ejercer la aplicación de medidas de mitigación que aseguren que el desarrollo y/o construcción sea acorde al nivel de peligrosidad y que además no aumente las mismas en zonas aledañas.

Como citar este capítulo:

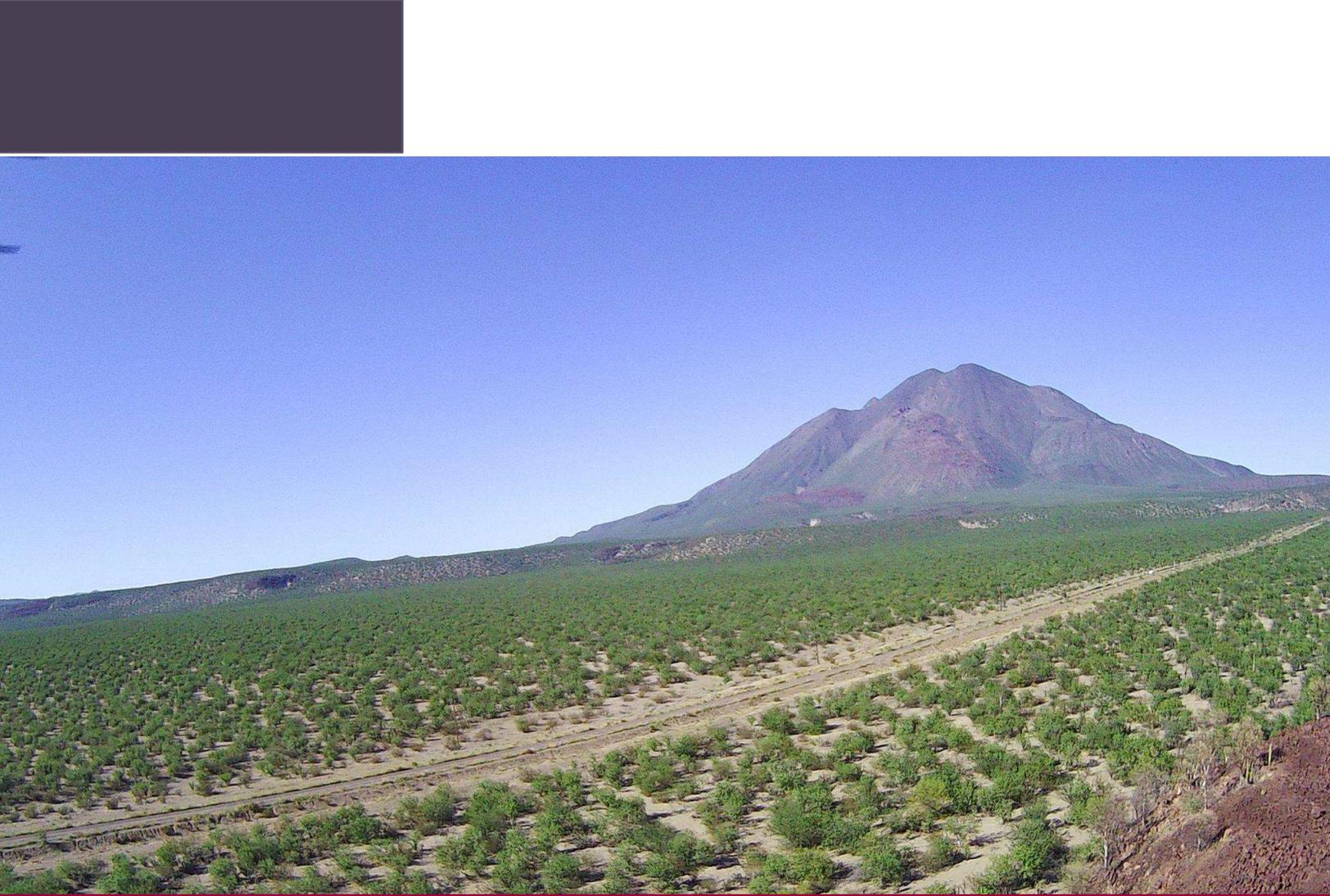
Imaz-Lamadrid, M.A. (2024). Fenómenos Hidrometeorológicos: Inundaciones. En: Gobierno del Estado de Baja California Sur. (2024). Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 210p.

Tabla 10. Estimación de la peligrosidad por inundación en Baja California Sur

Frecuencia	Equivalencia en tiempos de retorno	Ambientes hidrológicos (Tipos)	Peligrosidad
Muy frecuente	2 años	A.-Cauces de arroyos principales, cauces de arroyos tributarios, intersección entre cauces, bajos topográficos, desembocaduras	Muy alta
Altamente frecuente	10 años	B.-Planicies de inundación, cauces tributarios de menor caudal. conjunto de tributarios subparalelos, zonas aledañas a la regionalización de muy alta peligrosidad	Alta
Moderadamente frecuente	50 años	C.-Planicies de inundación, zonas ubicadas al costado de los tipos B	Moderada
Poco frecuente	100 años	D.-Planicies de inundación, zonas altas, bordes de cerros aledaños a arroyos	Baja
Muy poco frecuente	1000 años	E.-Planicies de inundación, zonas altas, bordes de cerros aledaños a arroyos	Muy baja



Fenómenos Geológicos



Vulcanismo

Vulcanismo

Baja California Sur ha experimentado diversos periodos de intensa actividad volcánica esto derivado de la evolución tectónica que se ha registrado en los últimos millones de años. Así, en Baja California Sur se distinguen dos zonas volcánicas terrestres principales: Complejo Volcánico La Purísima-Comondú y Complejo Volcánico Tres Vírgenes y diversos volcanes aislados como son: Isla Tortuga, Isla Coronados, Cerro Mecenares. La tabla 11 muestra las principales características de estas estructuras volcánicas.

El Complejo Volcánico 3 Vírgenes (CVTV), localizado en el municipio de Mulegé y 30 km al noroeste de Santa Rosalía, representa el único sistema volcánico terrestre activo en el territorio. El CVTV consiste de tres estratovolcanes del Pleistoceno Tardío y alineados noreste-suroeste. Sus nombres son El Viejo, El Azufre y La Virgen. Al este se tiene las calderas Reforma y Aguajito. El CVTV representa el sistema volcánico más joven (<0.3 Ma) de los sistemas volcánicos de la región (Ramón-Avellán, 2017).

Actualmente en esta región se tienen manifestaciones hidrotermales y

fumarolas, las cuales han sido reportadas como intensas debido a la alteración argílica presentada en las rocas y por la emanación de compuestos de azufre. Estas manifestaciones son: Agua Agría y Cañón El Azufre (Garduño-Monroy et al. 1993). A diferencia de otras estructuras volcánicas en



Figura 31. Derrames del volcán La Virgen, B.C.S. (Cortesía Miguel A. Imaz-Lamadrid)

la Entidad, el CVTV presenta intensa sismicidad que ha sido reportada por diversos autores (Wong y Munguía, 2006; Lorenzo-Pulido y Soto-Peredo, 2013).

En el trabajo de Wong y Munguía (2005), se observan clusters sísmicos con epicentros ubicados en las estructuras volcánicas de La Virgen, El Azufre y caldera El Aguajito y alineados con fallas relacionadas al sistema se encuentran entre los 3 y 8 km de profundidad.

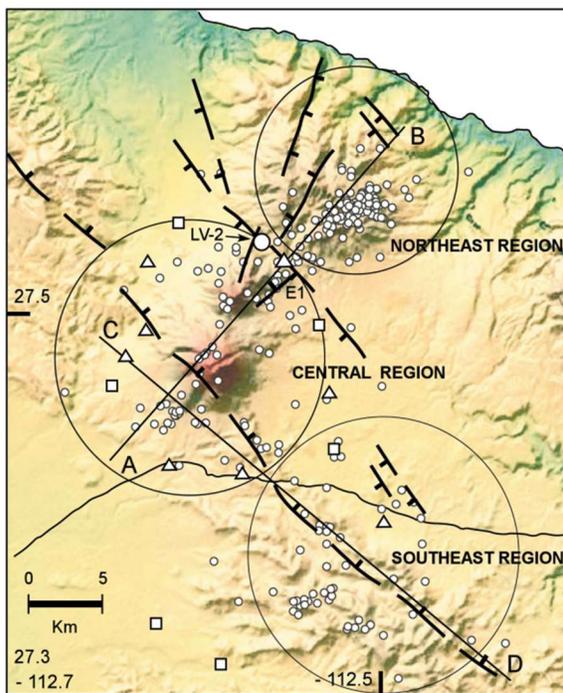


Figura 32. Actividad sísmica en el CVTV Tomado de Wong y Munguía (2005)

Las evidencias anteriormente descritas sugieren que el CVTV es un sistema volcánico activo y joven. Se debe tener

en consideración que a diferencia de la escala de tiempo que percibimos como sociedad, en la escala del tiempo geológico de 300,000 a 60,000 años es un lapso temporal extremadamente corto, lo que abre la posibilidad de que en un futuro próximo se presente una erupción volcánica, la cual y de acuerdo a Lorenzo-Pulido y Soto-Peredo (2013), pudiera ser del tipo pliniana. (Alta explosividad); sin embargo, este evento se pudiera presentar dentro los próximos cientos a miles de años por lo que al momento no representaría un peligro para la población sudcaliforniana.

Cabe mencionar que actualmente, la Comisión Federal de Electricidad aprovecha el calor generado en el CVTV para la generación de electricidad.

Por otra parte y en el contexto marino, el Golfo de California corresponde a un límite activo entre dos placas tectónicas, que han mantenido un movimiento divergente (expansión) y transformante (lateral) durante los últimos millones de años. De esta forma, la península se separa del macizo continental a una velocidad aproximada de entre 3 y 5 cm al año.

Los sistemas tectónicos divergentes se caracterizan por ser zonas donde el manto se encuentra en contacto con la superficie de la corteza terrestre. Al salir el magma a

partir de una estructura fisural, se generan esfuerzos que impulsan la separación de las placas y que al enfriarse provocan una expansión del piso oceánico. Cuando estos sistemas se originan a grandes presiones generan un tipo de vulcanismo particular que se manifiesta en forma de volcanes almohadillados, fisuras laminares y emisiones hidrotermales (black smokers).

Estudios recientes realizados por Clague et al. (2018) y Portner et al. (2021), indican la existencia de volcanes y fisuras activas en la dorsal Alarcón la cual se ubica 80km en dirección este-noreste desde Cabo Pulmo, B.C.S. La dorsal se ubica a una profundidad media de 2000 m. Portner et al. (2021) describe evidencias de erupciones volcánicas de composición riolítica, por ende de alta explosividad. Portner et al. (2022) estima la edad de las erupciones entre 23,000 y 45,000 años. Debido a la profundidad a la que se encuentran estos volcanes, al momento no se tienen evidencias de que sus productos volcánicos hayan alcanzado el territorio sudcaliforniano, sin embargo, y en caso de una erupción explosiva, existe la posibilidad de que se generen alteraciones en el océano que se expresan como aumentos súbitos del

nivel del mar en la costa (tsunamis de origen volcánico).

Basándose en lo anterior, el único sistema volcánico terrestre del cual se pudiera esperar una erupción sería el Complejo Volcánico 3 Vírgenes, por lo cual se definieron radios de exclusión a 5 y 10km en los cuales se esperaría la caída de tephra y flujos piroclásticos en caso de una erupción pliniana. Dentro de esta poligonal de 10km se encontraría también la mayor probabilidad de ocurrencia de derrames de lava. Adicionalmente se cartografiaron los edificios volcánicos aún visibles de la zona de San Ignacio, del Complejo Volcánico La Purísima-Comondú así como edificios volcánicos del municipio de Loreto. Finalmente, cabe mencionar que el Golfo de California continúa siendo un ambiente tectónico activo por lo cual se pudiera presentar no solo la erupción de algún volcán existente además del CVTV sino la formación de un nuevo edificio volcánico. Al momento no hay evidencias de que esto esté ocurriendo.

Como citar este capítulo:

Imaz-Lamadrid, M.A. (2024). Fenómenos Geológicos: Vulcanismo. En: Gobierno del Estado de Baja California Sur. (2024). Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 210p.

Tabla 11. Características de los principales volcanes en Baja California Sur.

Nombre	Municipio	Tipo	Estatus	Última erupción	Peligrosidad
CVPC	Comondú	Campo volcánico, vulcanismo monogenético	Inactivo	1.2 m.a.	Muy baja
Isla Tortuga	Mulegé	Volcán en escudo	Inactivo	desconocida	Muy baja
El Aguajito	Mulegé	Caldera	Latente	760,000 - 60,000 años	Muy baja
Cerro Mecnarens	Loreto	Estratovolcán	Inactivo	Pleistoceno	Muy baja
Reforma	Mulegé	Caldera	Latente	1.6 - 1.4 m.a.	Muy baja
La Virgen	Mulegé	Estratovolcán	Activo	34,000 años	Moderada
Isla Coronado	Loreto	Estratovolcán	Inactivo	Desconocido	Muy baja
Dorsal Alarcón	Mar de Cortés	Fisuras, volcanes almohadillados	Activo	23,000 a 45,000 años	Moderada

Datos de: Garduño-Monroy et al. (1993); Bellon et al. (2005); Global Volcanism Program (2023); Clague et al. (2018); Portner et al. (2020); Portner et al. (2022).

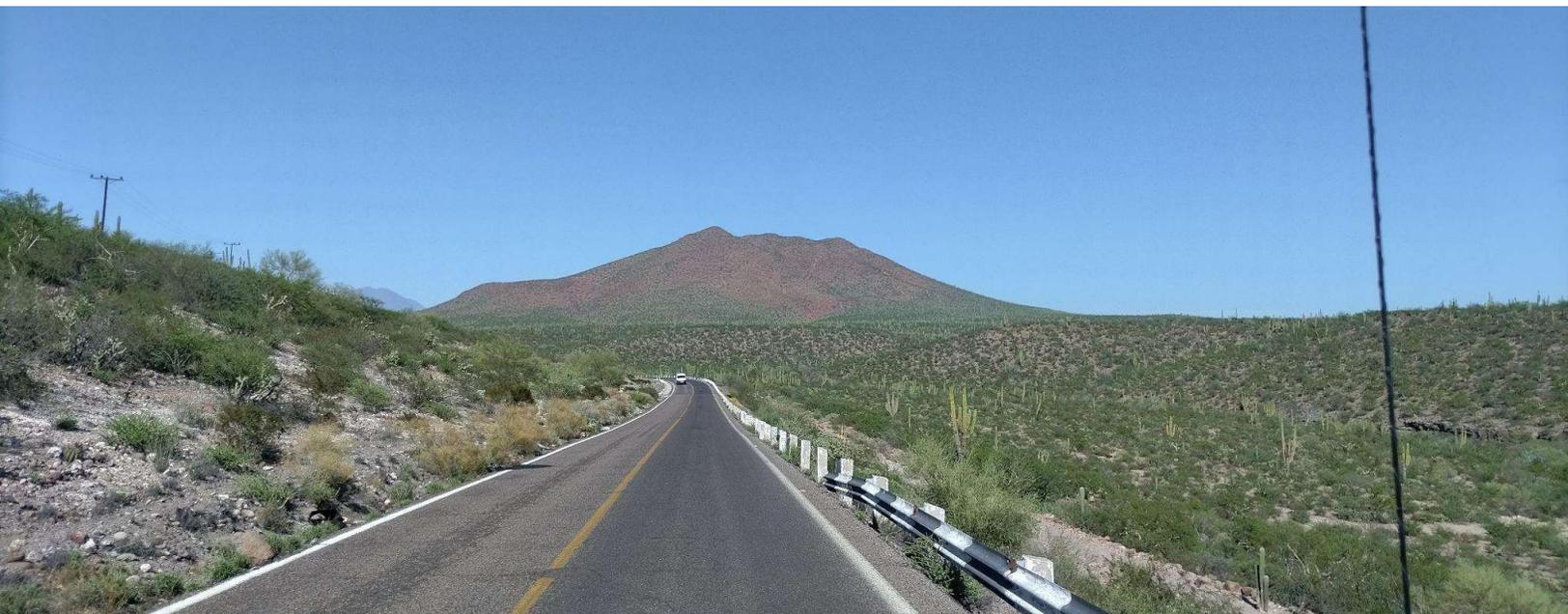


Figura 32. Panorámica de un edificio volcánico en el municipio de Mulegé, B.C.S. (Cortesía Miguel A. Imaz-Lamadrid)



Tsunamis

Tsunamis

Los tsunamis son uno más de los fenómenos naturales que han estado presentes desde mucho antes de que la especie humana diera sus primeros pasos por el planeta. Los tsunamis destructivos son tan poco frecuentes que pueden pasar decenas y hasta centenas de años sin que se repitan en un mismo lugar, dando tiempo suficiente para tomar medidas preventivas o, en el peor de los casos,

dando tiempo para que los desastres escapen de nuestra memoria y percepción. (Ortiz y Ortiz, 2021).

A lo largo de los últimos siglos se han registrado tsunamis en diversas partes del mundo y que han generado un alto número de fallecidos y de pérdidas materiales y económicas (Tabla 12).

Tabla 12. Cantidad de fallecidos como resultado del impacto de tsunamis a nivel mundial.

Fallecidos	Año	Localización	Causa
227,899	2004	Sumatra, Indonesia	Terremoto
50,000	1755	Lisboa, Portugal	Terremoto
34,417	1883	Krakatoa, Indonesia	Volcán
27,122	1896	Enshunadam, Japón	Terremoto
25,000	1868	Chile	Terremoto
18,453	2011	Honshu, Japón	Terremoto
14,524	1792	Bahía Shimabara, Japón	Volcán
13,486	1771	Ryukyu, Japon	Terremoto
8,000	1586	Bahía Ise, Japón	Terremoto

Características y formación de los tsunamis.

De acuerdo al Instituto Americano de Geociencias (AGI), un tsunami es una serie de olas formadas en un cuerpo de agua por el desplazamiento repentino de toda la columna de agua. La mayoría de los grandes tsunamis son causados por terremotos submarinos, aunque también pueden causarlos deslizamientos de tierra, erupciones volcánicas, explosiones e incluso impactos de meteoritos.

Desde la zona donde se origina el tsunami, las olas viajan hacia afuera en todas direcciones. Una vez que la ola se acerca a la orilla, aumenta en altura. La topografía de la costa y el fondo oceánico influyen en el tamaño de la ola. Puede haber más de una ola y la siguiente puede ser más grande que la anterior. Es por eso que un pequeño tsunami en una playa puede ser una ola gigante a unas pocas millas de distancia.

Tsunamis originados por terremotos.

La mayoría de los tsunamis destructivos han sido causados por terremotos de empuje a lo largo de zonas de subducción, como las que existen alrededor de la

cuenca del Pacífico y el arco de la Sonda, al sur y al oeste de Indonesia. Entre los ejemplos recientes más notables figuran los tsunamis del Pacífico de 1960 (Chile), 1964 (Alaska), 2011 (Japón) y el tsunami del Océano Índico de 2004 (norte de Sumatra). Otro mecanismo de fuente tectónica común es el del terremoto de elevación exterior caracterizado por fallas normales y posterior hundimiento a gran escala; los tsunamis de Sanriku de 1933 y Samoa (Pacífico Sur) de 2009 son ejemplos de este tipo de mecanismo de generación. Los tsunamis también han sido causados por fallas de deslizamiento en las que un lado de la falla se desplaza lateralmente con respecto al otro y hay muy poca deformación vertical del fondo marino. Sin embargo, estos tipos de tsunami también pueden estar asociados con mecanismos fuente adicionales, como hundimientos submarinos o deslizamientos de tierra, que contribuyen a la fuerza general del tsunami y su impacto.

Tsunamis generados por deslizamientos.

Los tsunamis también pueden ser generados por deslizamientos de tierra, hundimientos, o flujos de escombros. Las fallas de taludes tsunamigénicas pueden ocurrir tanto por encima como por debajo del agua (es decir, “subaéreas” o

“submarinas”). La tsunamigénesis por falla de taludes es un área activa y en curso de investigación científica. Los parámetros clave que controlan la altura de la ola inicial son la pendiente del fondo marino, la cantidad de material desplazado, el espesor del deslizamiento, la profundidad a la que se produce el deslizamiento, la velocidad a la que falla y la distancia sobre la que se produce el deslizamiento. (Bardet et al. 2003).

Quizás el ejemplo más famoso y extremo de un tsunami generado por un deslizamiento de tierra es el que ocurrió en la bahía de Lituya, en el sureste de Alaska, el 9 de julio de 1958. En este evento, un terremoto en tierra a lo largo de la falla de Fairweather indujo un deslizamiento de tierra subaéreo que generó una ola de 524 m sobre el nivel del mar cerca del deslizamiento de tierra. La altura de las olas disminuyó a ~10 m en la desembocadura de la bahía (Miller, 1960). Se cree que un deslizamiento de tierra submarino fue la causa principal del tsunami de Papúa Nueva Guinea de 1998, que mató a más de 2.100 personas (Synolakis et al. 2002).

Tsunamis de origen volcánico y otros mecanismos

Los tsunamis pueden ocurrir como resultado de una erupción volcánica por el colapso de la caldera y/o el colapso de un flanco del edificio volcánico provocando el desplazamiento de un gran volumen de agua.

La erupción del volcán Krakatoa en 1883 en el estrecho de Sunda, entre las islas de Sumatra y Java, es el ejemplo contemporáneo más significativo de este fenómeno (Winchester, 2005). Un último mecanismo de generación de tsunamis es causado por el impacto de un asteroide sobre una cuenca oceánica. Si bien no se sabe que haya ocurrido tal evento en la historia de la humanidad, se han hecho intentos de cuantificar la incertidumbre de tal ocurrencia (Chapman y Morrison, 2000) y el tamaño de las olas que podría generar (Ward y Asphaug, 2000).

Impacto de tsunamis en México y Baja California Sur

La documentación histórica de sismos y tsunamis en la costa occidental de México es muy abundante y data de la época prehispánica. Desde 1900, se han registrado sismos locales de gran intensidad que han producido tsunamis en

las costas mexicanas, destacando 10 de ellos originados en las costas de Jalisco, Michoacán, Chiapas y uno en las costas de Baja California Sur (Figura 33 y tabla 13).



Figura 33. Localización de los sismos fuertes y moderados que han producido tsunamis en la costa occidental de México. Los rectángulos indican la proyección superficial de las áreas de ruptura o planos de falla de cada uno de los sismos. (Tomado de Ortiz y Ortiz, 2021)

Tabla 13. Tsunamis originados en México y el impacto registrado en Baja California Sur.

Evento	Origen	Rango de altura del evento	Impacto en Baja California Sur
Jalisco-Colima 1995	Sismo (M 8.0)	2.9 a 10.9 m	0.7m (CSL)
Jalisco-Colima 1932	Sismo (M 7.9)	5.0 m	Sin datos
Michoacán 1985	Sismo (M 8.1)	3.0m	Sin datos
Oaxaca 1878	Sismo	8.0 m	Sin datos
Oaxaca-Chiapas 2017	Sismo (M 8.2)	1.0 a 2.7m	Sin datos
Loreto 1810*	Deslizamiento submarino	Loreto 5 m Ensenada Blanca 20 m San Evaristo 15 m San Juan de la Costa 13 m La Paz 22 m	Costa entre Loreto y La Paz
La Paz*	Sin definir	2.0m	2.0m

*Determinado a partir de modelación matemática publicado en Ramírez-Herrera et al. (2019)

**Basado en el trabajo de McCloskey et al. (2015)

Por otra parte y debido a la propiedad de propagación de las ondas, existe la posibilidad de que tsunamis originados en otras regiones del mundo alcancen las costas mexicanas. En este sentido Sánchez-Devora y Farreras Sans (1993) y Ortiz y Ortiz (2021), realizan un análisis de los tsunamis lejanos que han generado anomalías en el nivel del mar en México (Tabla 14).

De acuerdo a CENAPRED, Baja California Sur se encuentra expuesta a peligrosidad por arribo de tsunamis originados en las costas del Pacífico Mexicano, particularmente en los estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Michoacán,

Jalisco y de origen lejano originados en Alaska, Asia, Sudamérica; sin embargo, los trabajos de McCloskey et al (2015) y Ramírez-Herrera et al. (2019), abren la posibilidad de que el Golfo de California sea una zona de generación de tsunamis.

Considerando todas las fuentes analizadas, se puede inferir que los tsunamis en el Estado se han presentado entre 0.5 y 2.47 m para la costa del Pacífico y entre 0.1 y 22 m para la vertiente del Mar de Cortés.

Tabla 14. Impacto en Baja California Sur de tsunamis generados fuera de México.

Evento	Origen	Altura máxima otras estaciones	Altura máxima BCS
Kamchatka 1952	Sismo	1.22 m (Oax)	0.49 m (Lap)
Islas Aleutianas 1957	Simo	1.04 m (Ens)	0.18 m (Lap)
Chile 1960	Sismo	2.47 m (Ens)	1.46 m (Lap)
Islas Kuriles 1963	Sismo	0.49 m (Guer)	<0.10 m (Lap)
Alaska 1964	Sismo	2.38 m (Ens)	0.55 m (Lap)
Japón 1968	Sismo	0.30 m (Ens)	<0.10 m (Lap)
Hawaii 1975	Sismo	0.46 m (Ens)	0.27m (CSL)
Kermadec 2021	Sismo	0.2 m (COL)	0.1 m (CSL)
Japon 2011	Sismo	1.0m (Ens)	0.8m (CSL)
Tonga 2019	Sismo	0.5m (Ens)	<0.10 m (Lap)
1100 a.c.*	Sin definir	sin datos	3.6 m (Lap)

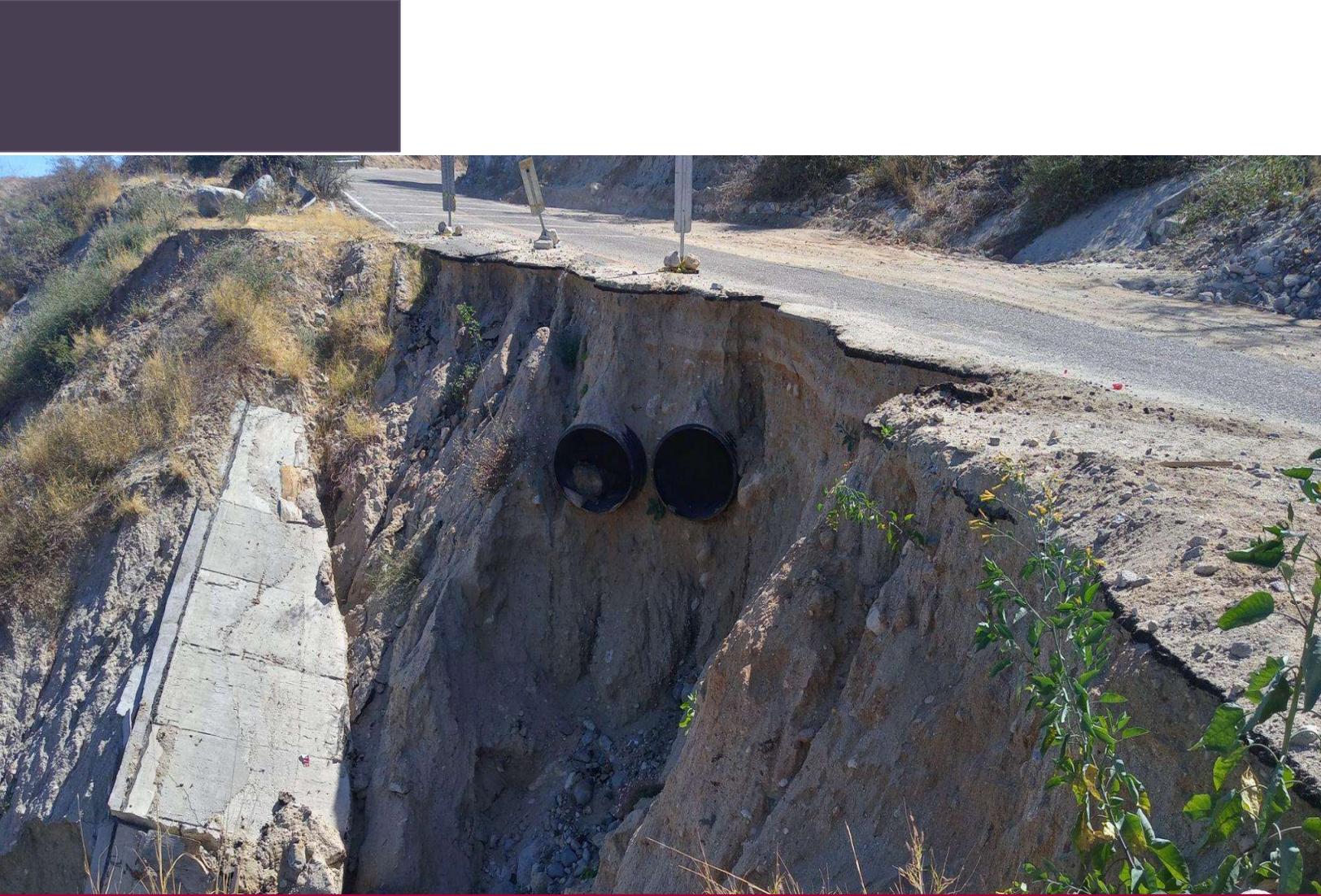
Considerando los datos anteriores se calculó la probabilidad de ocurrencia para eventos de tsunamis en las costas de Baja California Sur mediante los métodos de Gumbel y SQRT-Etmax para definir la peligrosidad correspondiente (Tabla 15).

Tabla 15. Peligrosidad por tsunamis en las costas de Baja California Sur.

TR (años)	Gumbel	SQRT-ETMax	Promedio	Peligrosidad
2	0.5 m	0 m	0.25 m	Muy alta
10	0.81 m	2.02 m	1.82 m	Alta
100	1.75 m	6.71 m	4.2 m	Moderada
1000	2.68 m	13.31 m	7.9 m	Baja
Extraordinario			22.0 m	Muy Baja

Como citar este capítulo:

Imaz-Lamadrid, M.A. (2024). Fenómenos geológicos: Tsunamis. En: Gobierno del Estado de Baja California Sur. (2024). Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 210p.



Susceptibilidad de laderas

Susceptibilidad de laderas

La susceptibilidad de laderas son aquellas características que tiene el terreno para señalar si las condiciones de una ladera son adecuadas o no para la estabilidad del suelo y las rocas (CENAPRED, 2019). Se conocen como laderas a todas aquellas pendientes que se encuentran en el costado de los cerros, montañas o volcanes.

La inestabilidad de las laderas depende de dos factores: naturales y antrópicos (Vázquez-Conde, 2002). Los factores naturales como bien su nombre lo dice, son todos aquellos que son ocasionados por la misma naturaleza, mientras que, los factores antrópicos, también conocidos como antropogénicos, son todos aquellos ocasionados por la actividad humana. Estos factores provocan que las laderas pierdan su estabilidad y ocasionen desprendimientos, deslizamientos y flujos (Alcántara et al. 2008; Cuanalo-Campos et al. 2011; CENAPRED 2014).

A nivel nacional, los principales tipos de susceptibilidad de laderas son los caídos, deslizamientos y flujos. En México, los deslizamientos son los más frecuentes y su condicionante son las precipitaciones. Aunque a su vez, también pueden suceder durante los sismos y erupciones volcánicas (Gob-México, s.f.).

Los estados donde es más frecuentes este tipo de fenómeno perturbador son en Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla y Veracruz. Esto se debe a sus características geológicas, geomorfológicas, climáticas, antropogénicas e incluso por su ubicación geográfica, ya que estos estados se encuentran expuestos al impacto de frentes fríos y ciclones tropicales del Golfo de México y del Pacífico (León-Escobedo y Domínguez-Morales, 2021).

Un caso conocido ocurrió el 09 de octubre de 1997 en Acapulco, Guerrero a consecuencia de las precipitaciones que ocasionó el huracán Paulina. Este evento dejó 147 fallecidos y miles de damnificados (Domínguez-Morales y León-Escobedo, 2021).

Uno de los factores que más potencian la incidencia de desprendimientos o deslizamientos en la Entidad son las intensas precipitaciones, muchas de ellas originadas por el impacto de ciclones tropicales. Esta situación ya ha sido documentada por Torres-Ruíz y Frausto-Martínez, (2019) para el municipio de Los Cabos y es mencionado en los Atlas Municipales de Riesgo existentes. Antinao y Farfán (2013), identificaron al menos 419 deslizamientos ocurridos en Sierra la Laguna durante el impacto del huracán Juliette en 2001. Además mencionan que estos derrumbes fueron someros y de extensión reducida.

Adicionalmente se tiene reportes de desprendimientos que afectan año con año diversos puntos de la red de carreteras estatales, especialmente localidades donde las pendientes son amplias y abruptas y/o en zonas serranas (p.e. Sierra de la Gigante, Sierra de La Laguna).

El mapa estatal de susceptibilidad de laderas fue realizado a partir de una modificación de la metodología definida por CENAPRED en la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos (2021), la cual y de acuerdo a Talamantes-Geraldo, (2023) considera

como variables la elevación, la pendiente, las carreteras, fallas y fracturas, unidades geológicas y uso de suelos y vegetación. Los insumos para determinar cada una de estas variables se obtuvieron de fuentes oficiales como INEGI, CONABIO, Servicio Geológico Mexicano y de fuentes bibliográficas diversas. Así mismo se realizaron visitas de campo para recolección de datos.

A partir del análisis espacial se definen los grados de peligrosidad que se presentan en la siguiente tabla.



Figura 34. Zona alta peligro por deslizamiento en Santa Rosalía, municipio de Mulegé.

Tabla 16. Relación entre los valores obtenidos y la determinación de la peligrosidad susceptibilidad de laderas.

Susceptibilidad	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
Valor	≤ 0.90	0.90 - 1.30	1.30 - 1.60	1.60 - 1.95	> 1.95



Figura 35. Peligro de deslave en asentamientos irregulares en Cabo San Lucas, municipio de Los Cabos, BCS (Cortesía Miguel A. Imaz-Lamadrid)

Como citar este capítulo:

Talamantes-Geraldo, J., Imaz-Lamadrid, M.A. (2024). Fenómenos geológicos: Susceptibilidad de laderas. En: Gobierno del Estado de Baja California Sur. (2024). Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 210p.



Sismicidad y fallamiento

Sismos

La República Mexicana se encuentra localizada, desde el punto de vista geológico, en una región con alta inestabilidad tectónica, asociada principalmente a la interacción de varias placas tectónicas. A grandes rasgos, destaca la presencia de la placa Norteamericana, que comprende la mayor parte de nuestro país y que tiene fronteras con otras placas en sus bordes. Hacia el sureste y sur, tiene fronteras con las placas del Caribe y de Cocos, mientras

que hacia el oeste y noroeste sus fronteras son con las placas Rivera y del Pacífico (Figura 36).

La interacción continua entre estas placas tectónicas hace que México sea una región con alta frecuencia de actividad sísmica, por ejemplo en el año 2023 se registraron 24 186 eventos (SSN, s.f.), de los cuales la gran mayoría corresponden a magnitudes entre 3 y 4 grados. Geográficamente, existe una alta concentración de actividad sísmica en el extremo sur de nuestro país, originada por la interacción de las placas del Caribe,

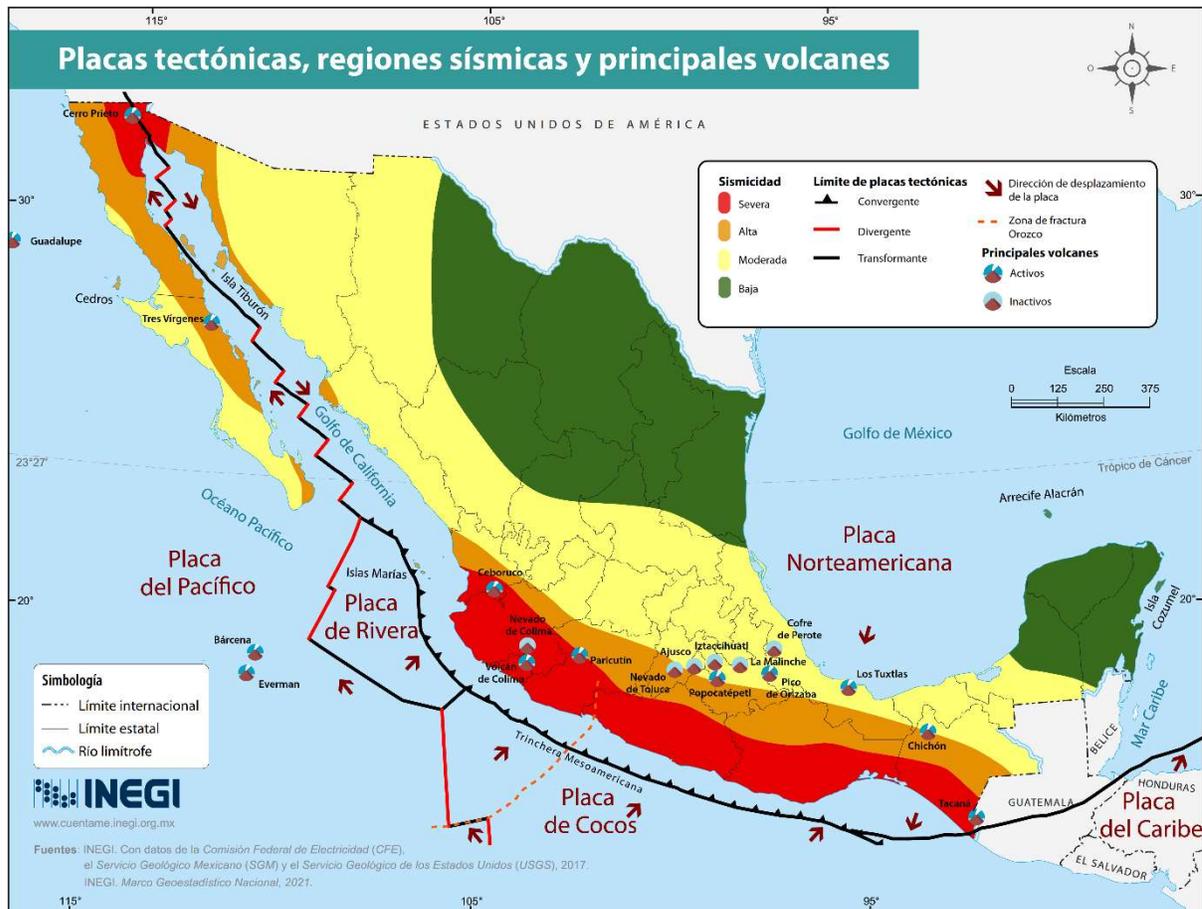


Figura 36. Placas tectónicas de la República Mexicana. Tomado de INEGI, (2001).

Cocos y Rivera con la placa Norteamericana. Otra región con actividad sísmica importante es la zona del golfo de California y el extremo norte de la península de Baja California (Figura 36), donde la sismicidad está relacionada a la interacción de la placa del Pacífico, que contiene a la península de Baja California, con la placa Norteamericana. Aunque la mayoría de los eventos sísmicos son de intensidad media, existen sismos extraordinarios de mayor intensidad, como se puede observar en los registros de actividad sísmica en la República Mexicana, los cuales son amplios y cubren varios períodos históricos, desde la época prehispánica hasta la actualidad (SSN, s.f.a.). Los registros de la sismicidad histórica, en sus primeros períodos fueron realizados con base en los archivos de daños ocasionados, posteriormente se ha sistematizado y se incluye mayor información científica de los eventos, lo que ha permitido hacer análisis de su comportamiento en el tiempo. Entre los eventos fuertes registrados destaca el sismo de Michoacán del 19 de septiembre de 1995, de magnitud 8.1 grados, y que afectó el sur de México, y causó daños a la ciudad de México y sus alrededores, con una cifra oficial de 10 000 personas sin vida (INEGI y UNAM, 1985). Posteriormente, se ha registrado una cantidad significativa de eventos fuertes,

con magnitudes entre 6 y 8.2 grados, generando daños en la infraestructura y, ocasionalmente pérdida de vidas humanas. Estos eventos están geográficamente localizados en el sur de México, aunque existen algunos eventos mayores a 6 grados localizados en el golfo de California.

En el noroeste de México, la sismicidad está relacionada a los efectos del desplazamiento de la península de Baja California, con respecto al macizo continental mexicano, con dirección NW y a una tasa de ~4.8 cm/año (DeMets *et al.*, 2010; Bennett y Oskin, 2014). Este desplazamiento ocurre a través de un sistema de dorsales cortas, conectadas por fallas transformes que se localiza bajo el golfo de California que, a su vez, se une al sistema de falla San Andrés, en los Estados Unidos de América, a través de las fallas Cerro Prieto e Imperial, (Cruz Castillo, 2002; Suárez Vidal *et al.*, 2008). El sistema del golfo comparte desplazamiento con el sistema de falla San Benito–Tosco– Abreojos (Spencer y Normark, 1979), localizado de manera paralela a la margen del Océano Pacífico de la península de Baja California. Este es un sistema estructural más antiguo y que se encuentra gradualmente en extinción, aunque todavía existen evidencias de actividad tectónica reciente (Michaud *et*

al., 2005). Como se observa, el desplazamiento de la península de Baja California produce un ambiente tectónico muy dinámico, generando actividad sísmica en sus bordes. La actividad sísmica ocurre con mucha mayor frecuencia en el golfo de California, ya que forma la principal frontera entre las placas, aunque una minoría de la sismicidad ocurre en la margen del Océano Pacífico y sobre la península misma, relacionada esta última a fallas más locales.

Los registros de la actividad sísmica en la región de Baja California Sur muestran que ésta es principalmente del orden de los 3 a 4 grados, con algunas excepciones de sismos de mayor intensidad. Uno de los sismos más importantes ha sido el ocurrido el 30 de junio de 1995, al norte de la ciudad de La Paz, de magnitud 6.2, con múltiples réplicas, la mayor de ella con magnitud 5.8 (Munguía Orozco, 1995). Este evento provocó alarma en la población de la ciudad de La Paz, aunque no se reportaron daños ni víctimas. Algunos otros sismos de magnitud cercana a 6 han ocurrido en la zona del golfo de California, el más reciente es del 18 de junio de 2023, con epicentro al este de San José del Cabo. Estos sismos son producidos por fallas laterales relacionadas a la frontera de placas, que controla el desplazamiento de la península

de Baja California. En la margen del Océano Pacífico la sismicidad es mucho menos frecuente y ocurre esporádicamente y en enjambres, como los ocurridos en bahía Magdalena, en los períodos de marzo-abril de 1989, octubre del 2000 a junio del 2001 y del 5 al 15 de febrero del 2004 (Munguía et al., 2016). Además de otros períodos como en bahía Asunción en 1997, donde se registraron alrededor de 256 sismos de diferentes magnitudes, entre noviembre de 2006 y enero de 2007 (Munguía et al., 2015).

Para elaborar el mapa realizó una compilación de registros de sismos históricos que han ocurrido en la región que comprende Baja California Sur. Esta compilación fue realizada en las bases de datos del Servicios Sismológico Nacional (SSN, s.f.b.) y en la del Servicio Geológico de las Estados Unidos (USGS, s.f.). Además, se compiló información adicional, procedente de diferentes publicaciones, relacionada con eventos de sismicidad más local, principalmente enjambres sísmicos (Munguía Orozco et al., 1992; Munguía Orozco, 1995; Munguía Orozco et al., 1997; Cruz Falcón et al., 1998; Munguía et al., 2015; Munguía et al., 2016). En las bases de datos principales se encuentran registros de sismos mayores a 2.5 grados y se hizo una compilación histórica, discriminando entre

ellas a través de la fecha y tiempo de ocurrencia del evento sísmico, para evitar la repetición de registros. Los registros de enjambre sísmicos, en su mayoría contienen eventos de magnitudes inferiores a 2.5, que solo se registraron localmente, por lo que son complementarios a la base de datos principal y aportan información de zonas específicas. Con toda la información de sismicidad se construyó una base de datos única, la cual se incluyó en el sistema de información geográfica QGIS para lograr una mejor visualización de ellos.

El análisis de la información muestra que, en Baja California Sur, la mayor cantidad de sismos ocurren el golfo de California, relacionados a la frontera entre la placa Norteamericana y la del Océano Pacífico. Las magnitudes que más se observan están en el intervalo entre 3 y 4 grados, con una minoría entre 5 y 6. La profundidad a la que ocurren estos eventos sísmicos es menor a los 15 kilómetros, por lo que se pueden considerar someros, y coincidentes con una corteza oceánica delgada y joven del golfo de California. El origen de estos sismos se puede relacionar con la actividad de fallas normales y laterales que conforman la zona de extensión cortical en la frontera de placas. Además, se observa sismicidad localizada en la zona costera

de la península, relacionada con movimiento de fallas normales, que se relaciona con el proceso de apertura del golfo de California y el desplazamiento de la península hacia el noroeste. Este tipo de comportamiento en la sismicidad se restringe a una franja estrecha y paralela a la costa del golfo (dominio estructural del golfo), la cual se comporta muy homogénea hasta la zona norte de la bahía de La Paz. Desde esta zona, y hasta el extremo sur de la península, se encuentra que la sismicidad está distribuida a todo lo ancho de la península, asociada al dominio estructural del bloque Los Cabos. Esta zona comprende todo el extremo sur de la península de Baja California, parte del municipio de La Paz y todo el municipio de Los Cabos. La sismicidad registrada en esta zona se distribuye ampliamente, relacionada a las fallas normales transpeninsulares segmentadas por fallas laterales. Los eventos reportados para esta región son del orden los 3 a 4 grados en su mayoría, con excepciones ocasionales de eventos cercanos a los 5. En esta zona se conocen períodos de enjambres de microsismicidad muy localizada, como por ejemplo el registrado de febrero a abril de 2004, donde se registraron 27 eventos con magnitudes entre 1.2 y 3.3 grados (González et al., 2005). Estos enjambres de microsismos están relacionados a la

reactivación temporal de segmentos de las fallas transpeninsulares que controlan el extremo sur de la península, como la falla El Carrizal, en el caso mencionado por González y colaboradores (2005). En la costa del Océano Pacífico también se registra actividad sísmica, aunque es mucho menos frecuente que en el golfo, y es principalmente submarina. Principalmente se ha encontrado que esta actividad está concentrada en la península de Vizcaíno y en la región de bahía Magdalena, y se interpreta que está relacionada con la falla Tosco-Abrejos y sus sistemas subsidiarios (Michaud *et al.*, 2005). Esta región se caracteriza porque la actividad se reactiva temporalmente en segmentos, por ejemplo, en bahía Magdalena en 1989 y el 2004 (Munguía *et al.*, 2016), así como en bahía Asunción entre el 2006 y 2007 (Munguía *et al.*, 2015). La información sísmica compilada permite mencionar que la región más expuesta a peligros sísmicos es la que bordea al golfo de California, como se menciona en Ortega y colaboradores (2015), para el norte del Estado, seguida de la región sur de la península y el borde costero del Océano Pacífico.

Como citar este capítulo:

Ramos-Velázquez E y Jiménez-López, M. E. (2024). Fenómenos geológicos: Sismicidad y fallamiento. En: Gobierno del Estado de Baja California Sur. (2024). Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 210p.



Fenómenos Químico-tecnológicos

Fenómenos químicos-tecnológicos

Dentro de la Ley General de Protección Civil (2023) se define a los fenómenos químicos-tecnológicos como los que son “provocados por agentes perturbadores que se generan por la acción violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacción molecular o nuclear”.

En esta categoría se analizaron e identificaron los sitios de la entidad que por la actividad que en ellos se realiza son asociados a posibles eventos de incendio, explosión, fugas o derrames de sustancias tóxicas y radiación, que por la naturaleza de la fuente, así como por la cercanía pueden derivar en un alto impacto a grupos poblacionales. Otro factor importante, que hace necesario la identificación de estos sitios es su frecuente cercanía a los centros poblacionales, misma que, si bien representa ventajas para la ciudadanía y las empresas pues comúnmente son sitios de abastecimiento o que proporcionan un servicio público, aumenta la vulnerabilidad de las comunidades por la carencia de infraestructura adecuada para reaccionar de inmediato a los fenómenos asociados.

En este contexto, se consideran como sitios de riesgo por fenómenos químicos-tecnológicos aquellos en los que se almacena/maneja o deposita altos volúmenes de sustancias que pueden derivar en los eventos antes mencionados como son: gasolineras, puertos marítimos, aeropuertos, gaseras, centrales de producción eléctrica, generadores de residuos de manejo especial y los sitios de disposición de residuos municipales.

Almacenamiento de sustancias peligrosas

En este rubro se analizan situaciones que representan un grado de riesgo, identificando los sitios principales de almacenamiento de sustancias que pudieran tener una posible afectación en el territorio de Baja California Sur y resultar en pérdidas humanas, afectación a la infraestructura y detrimento en la salud de los ecosistemas que abastecen a la población de recursos naturales y que se ven comprometidos de forma permanente.

Los peligros vinculados a la industria de la generación de energía eléctrica derivan del almacenamiento y manejo de altas densidades de combustibles fósiles, mismos que tienen características químicas consideradas del tipo Corrosivo, Explosivo, Reactivo, Tóxico e Inflamable (CRETI), según el criterio estipulado por la NOM-052-

SEMARNAT-2005, en donde se establecen los códigos de peligrosidad de los residuos peligrosos. Por lo que un mal manejo de la gestión operativa o administrativa dentro de este sector es sinónimo de escenarios de peligro para la población cercana y para los ecosistemas, como lo son: incendios, explosiones y liberación de sustancias tóxicas en estado gaseoso, líquido y/o sólido.

El sistema eléctrico estatal requiere de dos sistemas aislados, uno en la parte norte y otro en la zona sureña, dando como total a 9 centrales de energía eléctrica manejadas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) (Tabla 17). Las principales problemáticas son que no existe flexibilidad al operar únicamente con el combustóleo y diésel; la falta de mantenimiento en algunas estaciones y la demanda energética continuamente en aumento, sobrepasando el índice de generación (CFE, 2019). En los últimos años nacieron proyectos de energías renovables, sobre todo del tipo geotérmica, eólica y fotovoltaica; sin embargo, en perspectiva de generación eléctrica, no logran compararse con el principal tipo de energía en el país (INEGI, 2017).

Tabla 17. Plantas generadoras en Baja California Sur.

Planta	Municipio	Tipo de combustible	Capacidad neta (MW)
Central Termoeléctrica Punta Prieta	La Paz	Termoeléctrica-Combustóleo + Diésel	104
Central Turbogás Los Cabos	Los Cabos	Turbogás -diésel	84
Los Cabos Unidad Móvil de Emergencia	Los Cabos	Turbogás -diésel	74
Central Turbogás La Paz	La Paz	Turbogás -diésel	25
Central Turbogás Constitución	Comondú	Turbogás -diésel	28
Central de Combustión Interna BCSI	La Paz	Combustión interna-Combustóleo + Diésel	188
Central de Combustión Intern San Carlos	Comondú	Combustión interna-Combustóleo + Diésel	93
BCS -Unidad Móvil de Emergencia	Mulegé	Turbogás -diésel	26
Central Turbogás Los Cabos Unidad Móvil de Emergencia	Los Cabos	Turbogás -diésel	17
Total			638

En el caso de las estaciones de servicio de expendio de gasolina y diésel, los riesgos asociados a la cantidad de sustancia combustible almacenada van desde fugas o derrames, hasta incendios y/o explosiones, principalmente provocados por manejo inadecuado y falta de mantenimiento en los tanques, magnificando su impacto por la cercanía en la que se encuentran con la población (Castillo, 2018). Este tipo de riesgo asociado al almacenamiento de

sustancias combustibles también se presenta en las centrales termoeléctricas, puertos marítimos y aeropuertos, con la particularidad de que en muchos casos este tipo de infraestructura proviene de los centros de alta densidad poblacional pero cerca de entornos naturales. Para mitigar el peligro asociado a estos espacios es necesario vigilar el cumplimiento de la normativa específica existente relativa al el suministro, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas; siendo un proceso inspeccionado y que debe realizarse en instalaciones adecuadas para su posterior recolección en caso de fuga o derrame. De acuerdo a la Ley de Protección Civil del Estado de Baja California Sur (2023), este tipo de actividades requieren condiciones de seguridad de forma preventiva en todas las instalaciones asociadas, equipo de seguridad contra incendios y capacitación a los operadores en materia de protección civil para una respuesta rápida ante una emergencia.

En Baja California Sur, se ubican 183 estaciones de servicio de gasolina y diésel, 5 estaciones y 12 plantas de distribución de gas LP, lo que responde a una necesidad de suministro creciente en cuanto a combustible, pues contamos

con una de las más alta tasas de monitorización, aunque eso podría estar ligado a la baja densidad poblacional y a la cercanía con la frontera México - Estados Unidos, colocando vehículos de importación en el mercado.

En cuanto a aeropuertos existen 4 internacionales ubicados en las localidades de La Paz, Cabo San Lucas, San José del Cabo y Loreto y nacionales situadas Guerrero Negro, Ciudad. Constitución entre otros. Estos son indispensables para la llegada y salida de insumos aprovechables para la comunidad sudcaliforniana además de permitir la visita de miles de turistas al año de todo el mundo En este sentido, el sector turístico es el de mayor crecimiento en la Entidad, por ejemplo el Aeropuerto Internacional de San José del Cabo tuvo 4 643 operaciones en el año 2023, mientras que se prevé un total de 6 306 de operaciones en 2024 (AFAC, 2023). Si bien este aumento de la afluencia de turistas en la entidad permite un incremento de la actividad económica de la región, desde la gestión de riesgos es necesario establecer medidas y planes de acción para prevenir situaciones riesgosas asociadas al aumento de operaciones que de otra manera puede sobrepasar a las medidas preventivas establecidas en años precedentes.

Disposición de residuos sólidos urbanos

Los sitios de disposición final (SDF) de residuos, como son los rellenos sanitarios, tiraderos a cielo abierto y tiraderos clandestinos, representan diversas fuentes de riesgo para las poblaciones humanas y los ecosistemas, mismos que están relacionados con problemas por contaminación del suelo, aire y de cuerpos de agua, propagación de vectores y de enfermedades, y alta frecuencia de incendios.

Actualmente, todas las actividades productivas desarrolladas en los asentamientos humanos de la entidad tienen como resultado la generación de desechos sólidos, líquidos y gaseosos. Por otro lado, una gran cantidad de los residuos generados en las poblaciones derivan de las actividades domésticas y por su composición, son categorizados como residuos sólidos urbanos (LGPGIR, 2023).

En la actualidad, la alternativa con mayor aplicación a nivel nacional para evitar el vertedero de estos residuos en depresiones naturales son los rellenos sanitarios municipales. Las ventajas de esta forma de disposición son importantes, permitiendo la reducción de costos de operación y mantenimiento

facilitando la supervisión sanitaria; y si se realiza de forma correcta disminuyen la contaminación del suelo, aire y agua en contacto con los residuos y la reducción de fauna nociva relacionada (Ullica, 2006) (Ministerio de Salud, 1997). Sin embargo, si no se toman en cuenta las directrices normativas dispuestas por la NOM-083-ECOL-1996, pueden presentar un impacto ambiental negativo y riesgos sanitarios para la población en general, como contaminantes que se infiltran al suelo y en fuentes de agua cercanas, generación de biogás, propensión a incendios y la proliferación de vectores ambientales que pueden transmitir enfermedades (Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México, 2002). En algunas localidades del país se tiene la mínima, o inexistente, infraestructura requerida en los sitios de disposición de residuos, dificultando la supervisión y multiplicando los orígenes, tipos y volumen de la materia dispuesta (Rodríguez, 2003). En Baja California Sur, la infraestructura que se tiene en los SDF es deficiente, sin embargo, ese dato concuerda con las necesidades que afronta todo el país en materia de gestión, aunque existe un rezago respecto a la información del resto de entidades. Puede destacarse que para el año 2019 se contaba con 33 SDF en el Estado, de estos, 20 no contaban con la infraestructura básica para protección al ambiente; es decir, 60.61% (véase: Tabla 1),

lo que indica una necesidad alarmante para las agendas municipales y estatales.

Para este estudio, se contabilizaron 4 sitios controlados y 31 sitios no controlados (Anexo 1); identificados a través de revisión de imágenes satelitales de 2022 y 2023, revisión de bases de datos de la literatura, así como de visitas de campo. Con la información obtenida se establece que 88.57% de los SDF son sitios no poseen

infraestructura, para control de lixiviados y biogás, lo que resulta en una alta probabilidad de impactos en la salud humana y ambiental.

Otro factor que agrava la problemática en materia de residuos en la entidad es la práctica de quema de los mismos tanto provocada como accidental observada en la mayoría de los sitios de disposición inventariados. En el caso de la quema provocada, esta se realiza ya sea para aprovechamiento de algún material



Figura 37. Quema de basura en el sitio de disposición de residuos de Ciudad Constitución, municipio de Comondú.

específico o como forma de reducir el volumen acumulado, algunos ejemplos de la observación de esta práctica fueron documentados por las visitas de campo a SDF de distintos municipios.

Otro antecedente importante al respecto es el suceso ocurrido el 13 de febrero de 2022 en el relleno sanitario de La Paz, ciudad capital de Baja California Sur, donde a las 16:30 horas se originó un incendio que se extendió al lunes 14 y hasta las primeras horas del martes 15, extendiéndose a lo largo de tres hectáreas. Este evento provocó la propagación de material particulado PM2.5 y PM10, que ocasionó registro de padecimientos respiratorios y sumió a la ciudad en una contingencia ambiental, minando así la salud socio-ambiental de la ciudad. Debe considerarse que el SDF de la capital es uno de los que cuentan con mayor infraestructura, por lo que el resto de sitios tienen menos probabilidades de superar un evento como este (Peninsular digital, 2022) (Imagen 2). Este incidente no es un evento aislado, llegando a ocurrir varias veces por año. En 2024, a la fecha de presentación de este documento, se reportó un incendio el día primero de abril, mismo que se controló dentro de las primeras veinticuatro horas (El sudcaliforniano, 2024). El riesgo a la

salud de las poblaciones humanas que implican estos eventos es preocupante pues la pluma de contaminantes puede extenderse kilómetros y lograr dispersar por toda la ciudad compuestos que representan un riesgo para la salud respiratoria, como lo es el material particulado, óxido nitroso, dióxido de carbono y dioxinas. Otras consecuencias negativas son: el daño al suelo de forma irreparable, modificando su fertilidad y capacidad de respuesta de infiltración y la generación de altos volúmenes de gases de efecto invernadero, mismos que contribuyen a la aceleración del cambio climático (Rosero y Osorio, 2023).

En cuanto a la localización, todos los SDF de la entidad se encuentran fuera de las zonas urbanas, pero en promedio a 5 km del área urbana. Lo anterior para facilitar el transporte de los residuos por los prestadores de este servicio, así como por los particulares, sin embargo, es importante recalcar que existen 4 sitios que se encuentran a menos de 1 km de la zona marina: La Lobera, San Juanico, Santa Rosalía y Puerto San Carlos; por lo que las implicaciones de impacto ambiental pueden afectar la flora y fauna marina. Además, se identificó que la mayoría de los sitios de disposición final se encuentran en zonas con suelo de permeabilidad alta y media alta; así como 13 sitios que se encuentran a menos de 1 km de distancia de cuencas hidrológicas de

temporada. Por lo tanto, se puede aseverar que en Baja California Sur existe contaminación de aire, agua y suelo como resultado de la falta de infraestructura en los SDF y la predilección de la quema sobre otras formas de tratamiento de residuos; no obstante, es necesaria investigación focalizada y actual para una perspectiva profunda que plantee la mejora de políticas y acciones para prevención y mitigación de los efectos.

Generadores de Residuos de Manejo Especial

Los residuos de manejo especial (RME) son descritos en la NOM-161-SEMARNAT-2011 como los provenientes del aprovechamiento de actividades industriales que no poseen los requisitos para ser considerados sólidos urbanos o peligrosos, pero que requieren un tipo de manejo para su valorización o que son producidos por un gran generador y el volumen generado es igual o mayor a las 10 toneladas al año (SEMARNAT, 2011). El artículo 19 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) define las categorías de RME en las siguientes:

- Residuos de las rocas o los productos de su descomposición.
- Almacenamiento de sustancias de residuos combustibles.

- Residuos de servicios de salud.
- Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas y ganaderas.
- Residuos de los servicios de transporte.
- Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales.
- Residuos de tiendas departamentales.
- Residuos de la construcción.
- Residuos tecnológicos.

**(LGPGIR, 2003)*

Algunos residuos están sujetos a un plan de manejo por lo que los gobiernos estatales requieren de un inventario de los principales generadores, así como de las empresas prestadoras de servicios que pueden proveer transporte o almacenamiento de estos. Es importante señalar que el incumplimiento de la normatividad representa un riesgo para los trabajadores cercanos al RME y la población si logran dispersarse, pues muchos de los componentes de los residuos pueden ser nocivos para la salud ambiental, por ejemplo las pilas de ion litio, litio con polímero, alcalinas y de carbón - zinc que pueden contaminar fuentes de agua al desprender lixiviados con cantidades de metales pesados al contacto con líquidos o ruptura de su empaque; o el riesgo asociado al deficiente almacenamiento de lodos usados en plantas de tratamiento de aguas residuales, pues al contener un alto grado de

microorganismos patógenos y un volumen de carga orgánica considerable representan un fuente de contaminación para agua y suelo (SEMARNAT, 2018) (Vásquez y Vargas, 2018).

El Plan Estatal de Desarrollo de Baja California Sur (2021-2027) estipula como meta el registro de grandes generadores de RME a cargo de la Secretaría de Economía y Turismo. Este inventario actualizado en 2021 aunado a la georreferenciación proporcionó los siguientes datos: en el Estado se tiene el registro de 88 empresas clasificadas en gran generador, de estas, 50% de residuos son de tipo orgánico y provenientes de tiendas departamentales; además existen 14 establecimientos que proporcionan transporte y recolección de RME, 42% recolectan residuos de tipo orgánico; 3 centros de acopio registrados, todos ubicados en La Paz y 1 planta de procesamiento, junto con 5 sitios de reciclaje registrados (SETUES, 2021).

Por otro lado, el tema de generación es proximal ya que no se toman en cuenta distintas fuentes establecidas por las normativas y no ha sido actualizado, sin embargo puede destacarse que el residuo de biomasa agrícola se calculó en 104,733.65 toneladas en 2012, el cual es inflamable y muchas veces se dispone con incineración (SEMARNAT, 2020). Al respecto puede mencionarse que existen investigaciones sobre las

consecuencias de agentes contaminantes resultado de la actividad minera, que aunque no es una actividad primordial en el Estado, su presencia es antigua y se remonta a la segunda mitad del siglo XIX (González y Rivas, 2018). Por lo que los residuos han logrado infiltrarse al agua y encontrarse eventualmente en fuentes de agua potable, en consecuencia, en un estudio realizado en la zona de El Carrizal-San Juan de Los Planes en La Paz, se eligió una muestra de residentes cercanos a la zonas mineras deshabilitadas y el resultado fue que 33% resultó por encima de los rangos biológicos aceptables de arsénico en la orina (Colín-Torres, et al, 2014). Otro estudio demostró una contaminación severa de plata y de menor grado de cobre y níquel; en la superficie de zonas de El Triunfo, sitio en donde también se practicó la minería en el pasado (Sánchez-Martínez, et al., 2011).

Debe destacarse que para atender la problemática de RME, es indispensable determinar políticas severas de prevención, mitigación y remediación, con el fin de salvaguardar la integridad de los suelos y fuentes hídricas.

Materiales ionizantes

La radiación es necesaria para los seres vivos y en pequeñas cantidades, como las que recibimos cotidianamente, no representa ningún peligro. A esta radiación le llamamos radiación de fondo y no daña ni a los seres vivos ni al ambiente. Existen

algunos materiales radiactivos que han sido capaces de salvar millones de vidas, como ocurre en el caso de la medicina nuclear. Otras aplicaciones se dan en la agricultura, la industria y la investigación de las que derivan múltiples beneficios. Después de ser utilizados, estos materiales se convierten en los llamados desechos radiactivos.

Los materiales utilizados en la medicina nuclear emiten dosis pequeñas de radiación. Esto garantiza que no dañen a los pacientes y que sus desechos decaigan en poco tiempo. El 70% de los desechos radiactivos originados en actividades no energéticas en México provienen del área médica y, el resto, se origina en aplicaciones industriales y de investigación.

Como parte de la atención oncológica, más de 50% de los pacientes con cáncer requieren radioterapia, que se utiliza con frecuencia para tratar los tipos más comunes de cáncer, como el cáncer de mama, cérvico uterino, colorrectal y de pulmón (OMS, 2021). La radiocirugía actúa de la misma forma que otros tipos de radiología terapéutica: deforma o destruye el ADN de las células tumorales, lo que les impide la reproducción y el crecimiento. El tumor se reducirá con el transcurso del tiempo.

Entre los equipos de radioterapia se incluyen las máquinas de radioterapia de

haz externo (tanto las bombas de ^{60}Co como los aceleradores lineales), los dispositivos de braquiterapia que aplican fuentes de radiación directamente a tumores y los dispositivos complementarios de obtención de imágenes, como los simuladores de tomografía convencional o computarizada (TC).

En función del tipo de máquina de radioterapia, se requieren profesionales especializados y de infraestructura, la garantía de la calidad y el mantenimiento también pueden variar dependiendo del equipo. La seguridad en la operación de estos equipos también se trata ampliamente. Existen normas internacionales y nacionales sobre la planificación de búnkeres para albergar equipos de radioterapia, blindaje de paredes, suelos y techos y botones de emergencia para las salas de tratamiento y control. Además, el personal se debe capacitar para garantizar la funcionalidad de los equipos a fin de que alcancen una vida útil óptima, un periodo que suele ser de 10 a 15 años.

La organización mundial de la salud (WHO, 2021) especifica los lineamientos sobre el equipo de seguridad y protección requeridos para la operación de dichos equipos. Periódicamente se debe monitorear el nivel de radiación por medio de un equipo portátil detector de radiación ionizante en instalaciones de teleterapia LINAC o cobalto-60.

Se requiere un medidor de neutrones para LINAC para realizar mediciones periódicas de dosis de neutrones en las instalaciones, de los pacientes y personal durante la entrada y salida de la sala de tratamiento. Se debe monitorear la radiación del personal de radioterapia preferentemente por medio de dosímetros personales como anillos o gafetes de detección pasiva de radiación, estos son pequeños dispositivos personales que por medio de luminiscencia óptica pueden detectar radiación beta, gamma y rayos X los cuales deben cambiarse de uno a tres meses.

En México la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) ha elaborado el Reglamento de Seguridad Radiológica (RSR) que incluye diversas normas para regular el uso del material radiactivo en las aplicaciones de la medicina e investigación, con el propósito de reducir los riesgos a los trabajadores ocupacionalmente expuestos al ambiente. El RSR establece los requerimientos técnicos para el hospital, su responsabilidad y las funciones que debe cumplir en lo referente a protección radiológica, además de los criterios para el diseño, construcción y operación de las instalaciones, sistemas y equipos de las instalaciones radiactivas, los procedimientos para el uso seguro de las fuentes de radiación, incluyendo el entrenamiento del personal y para la

actuación en casos de emergencia (Muñoz-Hernández, 2009).

En México, todas las organizaciones que utilizan fuentes radiactivas, en cualquiera de sus aplicaciones, están reguladas por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS), incluyendo al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ). Sus principales atribuciones son establecer y vigilar la aplicación de normas y reglamentos de seguridad nuclear, radiológica, física y las salvaguardas para el funcionamiento de instalaciones nucleares y radiactivas, así como el uso, manejo, transporte y posesión de material nuclear y radiactivo

Los principales generadores por aplicaciones médicas y hospitalarias en México, comprenden fuentes selladas gastadas y fuentes abiertas utilizadas en diagnóstico y radioterapia. Estos desechos son generados por hospitales públicos como: el Instituto Mexicano del Seguro Social, la Secretaría de Salud o los institutos nacionales de Cancerología, Nutrición, Epidemiológicas, de Salud Pública, Mexicano de Psiquiatría, de Enfermedades Respiratorias, entre otros, así como por instituciones privadas.

En menor medida también se generan desechos radiactivos por industrias públicas y privadas, son en general fuentes selladas gastadas, utilizadas para controlar un proceso productivo o el control de calidad de un producto por ejemplo: en medición de

espesores, densidad de fluidos, humedad, gramaje, medición de nivel en recipientes, medición de densidad de fluidos que pasan por una tubería, inspección de tuberías y otras actividades.

Estos materiales, al final de su ciclo de vida, requieren ser gestionados de una forma segura, de manera que no se conviertan en un problema de salud o seguridad para las personas y el ambiente. Una de las capacidades tecnológicas del ININ es gestionar los desechos radiactivos de baja y media intensidad de origen no energético y para eso cuenta con la Planta de Tratamiento de Desechos Radiactivos (PATRADER). Por medio de la gestión de los desechos radiactivos, el ININ contribuye en dos tareas fundamentales: la salvaguarda de la salud de las personas y la preservación del ambiente. La PATRADER se encuentra ubicada en el Centro Nuclear "Nabor Carrillo Flores", en el Estado de México. Esta planta fue instalada en el año de 1968.

Derivadas de actividades en medicina y otras mencionadas anteriormente, el ININ recibe anualmente un promedio de 15 metros cúbicos de desechos sólidos y 4.5 metros cúbicos de desechos líquidos de diversas composiciones químicas. En la PATRADER los desechos radiactivos reciben el tratamiento adecuado según su naturaleza: los sólidos son compactados

y embalados en bidones de acero de 200 litros de capacidad; los líquidos son acondicionados por evaporación o precipitación y cementados en bidones; y los biológicos son tratados para desactivarlos biológicamente, compactarlos y embalarlos en bidones.

La PATRADER trata los desechos radiactivos sólidos por dos técnicas: compactación y deshidratación; los desechos radiactivos líquidos acuosos por precipitación y decaimiento radiactivo. En el caso de las fuentes selladas, por inmovilización.

La PATRADER clasifica los desechos que recibe en: líquidos, sólidos y fuentes gastadas; posteriormente trata todos los desechos radiactivos que recibe conforme a las recomendaciones y estándares que el Organismo Internacional de Energía Atómica ha recomendado a sus estados miembros. En este contexto, se trata los desechos radiactivos sólidos por dos técnicas: compactación y decaimiento; los desechos radiactivos líquidos acuosos por precipitación y decaimiento radiactivo. En el caso de las fuentes selladas, por inmovilización.

Si bien es cierto, en México se tienen protocolos para el uso, transporte y disposición de material ionizante proveniente de equipo médico y científico, en el territorio nacional se han presentado casos donde a partir del robo de unidades de transporte de materiales ionizantes, las

bombas de cobalto y otros materiales radiactivos terminan tirados en zonas remotas o dispuestos como chatarra y/o tirados o abandonados en zonas urbanas. Aunque esta situación no ha sido analizada ni observada en Baja California Sur, si representa un potencial peligro.

Incendios

Urbanos

De acuerdo a información obtenida de la Comisión Nacional de Seguros y Finanzas (2022), en Baja California Sur se han registrado al menos 1566 incendios urbanos. De 2017 a 2022 los incidentes han fluctuado entre 157 y 216 casos anuales. Dentro de los fenómenos que más incendios generan están: rayos, impacto de vehículos, incendios por lluvias, falta de mantenimiento, explosión, cortocircuitos, actos de personas mal intencionadas, acción del agua. De acuerdo a la misma fuente, el monto derivado de los siniestros asciende a 485 millones de pesos. No se encontraron estadísticas sobre el número de fallecidos o damnificados.

A partir del análisis bibliográfico, fuentes noticiosas y resultados de este Atlas, se observa que los incendios urbanos suelen ocurrir en casas deterioradas y/o antiguas, especialmente aquellas que

cuentan con elementos contruidos de madera, lotes baldíos, y asentamientos irregulares.

Usualmente los incendios son focalizados, sin embargo en zonas muy particulares es una situación recurrente la presencia de incendios de mayor magnitud.

Santa Rosalía es un caso de alto peligro, ya que la zona centro de la ciudad está construida en su mayoría por madera con un estilo tradicional y cuyas instalaciones eléctricas tienden a ser obsoletas. Estos factores han generado incendios que se han extendido a otras viviendas y/o comercios.

Por ejemplo en 2022 se registró un siniestro que consumió 6 viviendas, dejando 15 damnificados (Figura 38).



Figura 38. Incendio urbano en Santa Rosalía en el año 2022.

Otras regiones del municipio de Mulegé son susceptibles a incendios urbanos ya que al

igual que Santa Rosalía, comparten una arquitectura similar. En este sentido se consideran de alta peligrosidad las poblaciones de La Bocana, Bahía Asunción, Bahía Tortugas y Punta Abreojos.

Los rellenos municipales, tiraderos de basura y depósitos (tiraderos) de llantas, son sitios urbanos (o en las periferias) que frecuentemente se incendian tal y como fue el caso del evento del año 2022 en la Paz donde se produjeron afectaciones respiratorias en la población.

Igualmente preocupante es la situación de los asentamientos irregulares ya que en ellos, predominan las viviendas construidas con material reciclado y muchas veces flamable o combustible (telas, plásticas, madera, entre otros), lo que en conjunto con instalaciones eléctricas artesanales (no reguladas), instalaciones defectuosas de gas, uso de leña para la cocina entre otros, incrementa el peligro por incendios. En este contexto se consideran los asentamientos irregulares localizados en las ciudades de Cabo San Lucas, San José del Cabo, La Paz, Loreto y Santa Rosalía. Siendo los casos del municipio de Los Cabos los más graves considerando la extensión de estos asentamientos (Figura 39).

Considerando la flora circundante, hay asentamientos con campos de Palmar a sus costados o inclusive separando zonas urbanizadas. Los incendios que ahí se generan se consideran de transición (entre urbano y forestal) pudiendo generar un impacto a la sociedad principalmente por la emanación de humo y gases tóxicos. Este tipo de incendios se describe a mayor detalle en la siguiente sección.



Figura 39. Instalaciones eléctricas artesanales en asentamientos irregulares en Baja California Sur (arriba), incendio en un asentamiento irregular en San José del Cabo (abajo).

Otras fuentes de peligrosidad son aquellas instalaciones que almacenan y/o venden sustancias combustibles como son las gasolineras, gaseras, puertos, marinas, aeropuertos, plantas generadoras entre otros. En estos casos, aunque el manejo de estas sustancias representa una peligrosidad, históricamente la incidencia de incendios es baja derivado de las regulaciones existentes en la materia.

Forestales

Los incendios forestales son eventos que se generan por la intervención de una serie de fenómenos tanto antrópicos como naturales, pueden ser causados esporádicamente de forma natural como un proceso de regeneración para los bosques. Sin embargo, la mayoría de éstos se deben a la intervención de factores como la tala inmoderada, el turismo no ecológico, la cercanía de terrenos de cultivo a los bosques, cambio de uso de suelo y la cercanía a caminos.

Los incendios forestales ocurren de manera natural en muchos ecosistemas boscosos de México y el mundo; forman parte importante de su dinámica natural de regeneración. Bajo condiciones

naturales, los bosques son capaces de amortiguar los impactos del fuego y, después de un tiempo, regresar a un estado similar al que se encontraban antes del incendio.

Aunque en muchos casos el origen de los incendios es natural, un número importante de ellos se asocia a actividades humanas, entre las que destacan el uso del fuego en las prácticas agropecuarias para la habilitación de terrenos cultivables o de pastoreo y las fogatas no controladas.

Uno de los ecosistemas más afectados por incendios forestales en Baja California Sur, son los palmares, ampliamente relacionados a oasis, manantiales y esteros. En estos sistemas se tiene una vegetación muy variada, donde podemos encontrar palmas *Washingtonia robusta* y *Phoenix dactylifera* las que mayor importancia tienen estructural y fisonómicamente. *Phragmites communis*, *Typha domingensis*, *Panicum purpurascens* y *Baccharis glutinosa* son otras de las especies más importantes en el estrato arbustivo. La planta *mesófila Salix sitchensis* tiene altos valores de importancia. Durante la temporada de estiaje, las hojas secas y materia orgánica muerta caen al suelo, donde se concentra como material combustible.

De acuerdo a datos de CONAFOR, desde la década de los 70's se han registrado en Baja

California Sur 350 incendios forestales abarcando 30,782 ha. Recientemente se registraron 6 incendios cubriendo 72 Ha. (2023). Uno de los años más intensos en cuanto a este fenómeno fue 2013, con un total de 31 incendios y 18,741 ha quemadas. Si bien es cierto, los incendios forestales son necesarios en términos ecológicos, también suponen un peligro derivado del humo y potencial expansión a zonas urbanas colindantes. La peligrosidad se determinó de acuerdo al componente de combustible, potencial impacto del humo y una zonificación basada en la metodología utilizada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Flores et al. 2016), resultando la siguiente clasificación: Zona de palmar y perímetro a 500m= Muy alto peligro, perímetro de 500 a 1000 desde el palmar=peligro alto, de 1000 a 1500 m= peligro moderado y de 1500 a 2000 m peligro bajo.



Figura 39. Cuerpos de emergencia atendiendo un incendio en el palmar del Estero San José del Cabo, municipio de Los Cabos.



Figura 40. Cuerpos de emergencia atendiendo un incendio en el palmar del Estero San José del Cabo, municipio de Los Cabos.

Como citar este capítulo:

Peredo-Mancilla, D. J., Fernández-Escamilla, D. C., Rodríguez-Trejo, M., Carballo-Castillo, P. A., Zumaya-López, P. E., Imaz-Lamadrid, M.A. (2024). Fenómenos Químico-Tecnológicos: Residuos, Manejo de Sustancias, Incendios, Material Ionizante. En: Gobierno del Estado de Baja California Sur. (2024). Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 210p.



Fenómenos Sanitario-ecológicos

Fenómenos sanitarios - ecológicos

Los fenómenos sanitarios-ecológicos serán aquellos provocados por agentes con características patógenas que impactan en la población, animales y siembras; incluso llevando a la pérdida de la vida o a afectaciones graves a su salud. Propiciando el surgimiento de epidemias y plagas, las cuales son riesgosas en distintos ámbitos. Este término incluye a la contaminación del suelo, aire y agua (Ley General de Protección Civil, 2023).

Epidemias y plagas

Las epidemias y plagas de fauna están dentro de las prioridades de prevención y atención del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), compartiendo responsabilidad con el sector sanitario con el fin de coordinar acciones con las instituciones de salud del país (Secretaría de Seguridad y Protección Civil, 2021). La prevención de estos fenómenos es indispensable para evitar la vulnerabilidad de las poblaciones en materia de salud y de detrimento de las actividades laborales, que producen un impacto negativo en la calidad de las personas y de su economía. De acuerdo al Boletín

Epidemiológico del año 2023 (SSA-BCS, 2023) las 10 principales causas sujetas a vigilancia epidemiológica fueron:

1. Enfermedad por VIH
2. COVID-19
3. Tuberculosis
4. Golpe de calor
5. Deshidratación
6. Dengue
7. Meningitis tuberculosa
8. Neumonía por influenza
9. Rickettsiosis
10. Hipotermia

En el caso de incidencias por temperaturas extremas, se presentaron de 32 a 37 casos en Loreto, La Paz y Los Cabos: 10 en Comondú y 8 Mulegé.

Para el caso de los virus respiratorios se registraron 38 defunciones por COVID-19 en la Entidad. En el contexto de otros virus, se reportaron 17 casos para el municipio de La Paz y 11 para el municipio de Los Cabos.

Se contabilizaron 291 casos de tuberculosis y 21 defunciones. Los municipios más impactados son Los Cabos, seguido de La Paz, Comondú y Mulegé. No se tiene registro para el municipio de Loreto.

El dengue es una enfermedad transmitida por vectores con mayor incidencia en la Entidad. Los Cabos es el municipio más impactado con 686 casos, seguido de La

Paz con 93, Comondú con 54, Mulegé 8 y Loreto 2.

Se puede observar que los municipios con mayor densidad poblacional tienden a tener una mayor incidencia epidemiológica. No se encontraron estudios que profundicen en este tema, a manera de hipótesis se sugiere que en zonas de mayor densidad, la probabilidad de contagio y la reproducción de vectores es mayor.

Contaminación del Agua

La contaminación y disponibilidad de agua ha sido ampliamente estudiado en Baja California Sur. En 2022, la Universidad Autónoma de Baja California Sur en coordinación con la Comisión Nacional del Agua y académicos de diversas instituciones realizaron un diagnóstico sobre cantidad y calidad del agua subterránea y superficial para el Plan Hídrico Regional Península de Baja California (2021-2024) (CONAGUA, 2022) el cual se resume a continuación.

De acuerdo a datos de CONAGUA (2022), el Estado se encuentra dividido en 43 cuencas de las cuales 42 tienen disponibilidad y solo la cuenca Todos Santos presenta un déficit de -2.7 Hm^3 . De acuerdo a datos del REPDA

(REPDA-CONAGUA, 2021), se tienen 1236 concesiones de agua superficial que amparan un volumen de extracción 43.6 hm^3 .

Considerando el agua subterránea, el Estado se encuentra dividido en 39 unidades de manejo (denominadas acuíferos). En promedio a nivel estatal se tiene un déficit de -61 Hm^3 . De acuerdo a datos del REPDA (REPDA-CONAGUA, 2021), se tienen 3253 concesiones que amparan un volumen de extracción de 388.8 Hm^3 . Los acuíferos en estado de sobreexplotación de acuerdo a CONAGUA (2021) son La Paz, Los Planes, Coyote, Santo Domingo, San Marcos-Palo Verde, San Bruno, Cabo San Lucas y Santo Domingo.

Intrusión salina

En cuanto a la calidad del agua, un problema que enfrentan los principales acuíferos de la entidad es la salinidad que en muchos casos es originada por el fenómeno de la intrusión salina. Por su configuración geográfica, Baja California Sur se encuentra bordeada por las aguas del Mar de Cortés al oriente y el Océano Pacífico al occidente, lo que hace a sus acuíferos vulnerables a presentar intrusión salina. De acuerdo a datos de CONAGUA (2021), en la Entidad se tienen cuatro acuíferos que presentan esta problemática: Valle de Santo Domingo, La Paz, Los Planes y Mulegé, aunque

investigaciones realizadas por académicos sugieren que el acuífero Vizcaíno, Punta Eugenia, San Juan Londó y Todos Santos pudieran estar presentando este fenómeno (Lesser et al. 2007; González-Abraham, 2012; Brito-Castillo et al. 2010; Mahlknecht et al. 2018; Imaz-Lamadrid et al. 2020; Imaz-Lamadrid, 2021).

Descarga y tratamiento de aguas residuales

En México la Ley de Aguas Nacionales, en el artículo 44, establece que los municipios son responsables de la distribución de agua potable, sistema de alcantarillado, drenaje y tratamiento; para el último punto el objetivo principal es remover del agua de residuos que estén por encima de los límites establecidos por la NOM-001-SEMARNAT-2021, en donde consideran los sólidos suspendidos, demanda química de oxígeno, relación carbono-nitrógeno, fósforo total, carbono orgánico total, nitrógeno total, presencia de huevos de helminto y enterococos fecales, con el objetivo de disminuir su persistencia en los cuerpos de agua que reciben las aguas tratadas (INEEC, 2018).

El volumen de generación de aguas residuales en el país ha aumentado

asociado al crecimiento poblacional por lo que es indispensable que el proceso de tratamiento sea eficaz y con la capacidad necesaria, disminuyendo las probabilidades de que las aguas sean vertidas en fuentes de agua naturales sin tratamiento, impactando negativamente en el medio ambiente y en la salud de la población. Las herramientas para lograr este objetivo son programas federales y los sitios donde se llevan a cabo los procesos físicos, químicos y biológicos necesarios, es decir, las Plantas de Tratamiento (PTAR) Municipales las cuales son indispensables dentro del sistema de drenaje pues capturan las aguas residuales de las zonas urbanas y reducen la presencia de contaminantes y aumentando la calidad del agua (CONAGUA, 2015). Sin embargo el manejo inadecuado de las PTAR puede tener riesgos fitosanitarios con un alto índice en ciudades costeras que pueden descargar aguas residuales directamente en las bahías y terminan modificando la calidad del agua que es medio productivo a través de la pesca por la presencia de metales pesados y nutrientes como el nitrógeno (N) o aditivos como el Cloro (Cl), e incluso fármacos disueltos. El agua residual también es un medio de dispersión de bacterias, virus intestinales que tienen relación a enfermedades pandémicas como *Escherichia coli*, enterococos intestinales y *Campylobacter* (Malavé, et al, 2016).

De acuerdo a datos de CONAGUA (2019), en Baja California Sur se tiene un total de 32 plantas para tratamiento de aguas residuales (PTAR), las cuales tienen un capacidad de tratamiento de 2,071 l/s y que actualmente procesan 1,636 l/s. De las 32 plantas, 9 se encuentran en el municipio de Comondú, 5 en La Paz, 3 en Loreto, 5 en Mulegé y 10 en Los Cabos. La planta de La Paz es la que más caudal trata alcanzando los 700 l/s. Sin embargo, en Baja California Sur se tienen 260 títulos para descarga de aguas residuales representando un volumen de 1,303,852,244 m³/año equivalente a 4134 l/s. La actividad que mayor descarga concesionada es la industrial, seguida de actividades múltiples y acuacultura.

Es indispensable acciones de prevención, ya que existen antecedentes de derrame de aguas tratadas por las PTAR, como es el caso persistente de San José del Cabo, en donde se lidia con malos olores y el riesgo fitosanitario de dispersión de enfermedades, al encontrarse en zona céntrica en donde existen fuentes de alimentos y una escuela a poca distancia; inclusive siendo una fuente de contaminación para el estero local que se encuentra cercano a la planta de tratamiento (Ramírez, 2024).

Calidad del agua superficial y subterránea

A lo largo del territorio estatal, se han realizado análisis de calidad de agua en cuerpos superficiales, en algunos de los cuales se han encontrado diversas problemáticas. En la poza Todos Santos se

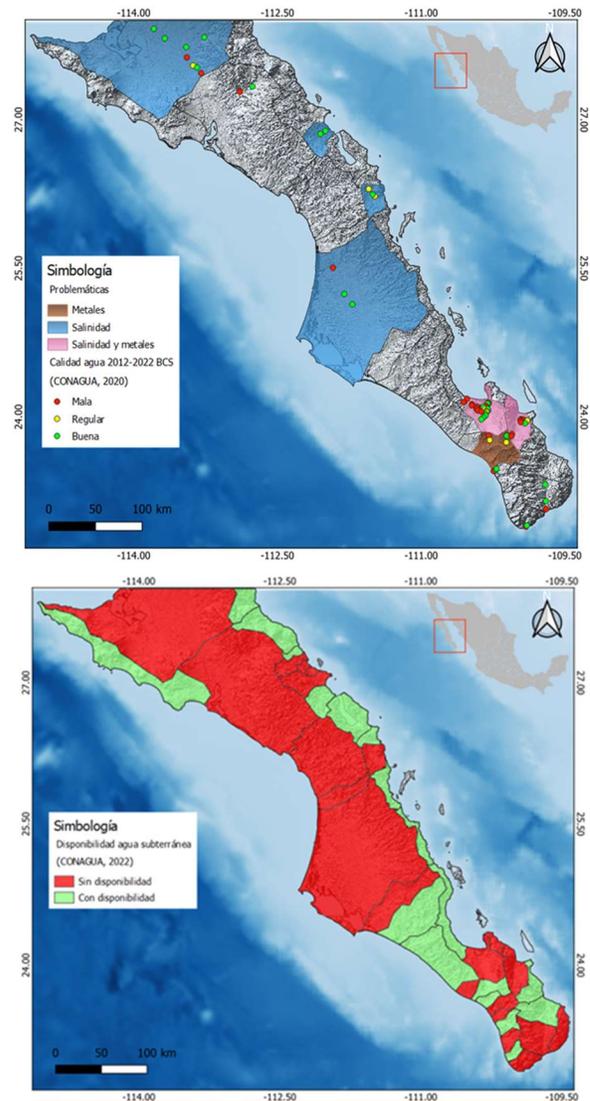


Figura 41. Mapa de calidad y contaminantes del agua subterránea (CONAGUA, 2022) (arriba) y disponibilidad media anual de agua subterránea del 2022 (CONAGUA, 2022) (abajo)

han registrado altos valores de salinidad (Mahlknecht et al. 2018; Imaz-Lamadrid et al. 2020; Imaz-Lamadrid, 2021). En el estero San José se han observado cambios de salinidad (Imaz-Lamadrid, 2021) y contaminación por metales pesados y coliformes (Saval, 2013). En diversos manantiales y corrientes superficiales en el sur del Estado se han identificado valores altos de parámetros fisicoquímicos y metales pesados (Hernández-Morales y Wurl, 2017; Wurl et al. 2017).

La contaminación del agua subterránea ha ido en aumento, ejemplo de ello son las altas concentraciones en sólidos disueltos totales (SDT) que presentan los acuíferos: El Carrizal, Los Planes, Cañada Honda, La Paz, Cabo San Lucas, Santo Domingo y Vizcaíno, entre otros. Además, se han identificado concentraciones elementales por encima de la normatividad (NOM-127-SSA1-1994) en metales y metaloides potencialmente tóxicos como As, Cd, Cr, U (Alvarado-Zambrano y Green-Ruiz, 2019; Brito-Castillo et al. 2010; Cruz-Falcón et al., 2017; Tamez-Meléndez et al., 2016; Velázquez-Pedroza et al., 2017; Wurl et al. 2017) que vulneran la calidad del agua potable existente, incrementando la problemática de la disponibilidad de fuentes de agua limpia.

Contaminación del suelo

El suelo es el principal recurso contaminado por la disposición de residuos, estos pueden ocasionar filtraciones a distintas capas por los lixiviados generados de la degradación de residuos, lo que ocasiona una pérdida de las características principales como pueden ser el pH, capacidad de absorción y productividad, además de la disminución de la microfauna (lombrices, hongos, bacterias, musgos); así como la saturación de ciertos nutrientes (fosfatos, nitratos, amonio, sulfatos, cloruros) y detrimento de otros e inclusive llevar a la contaminación por metales pesados como Cadmio, Cobre, Plomo, Estaño y Zinc. Lo que conlleva suelos contaminados y desertificación, además, la constante presencia de residuos reduce la posibilidad de regeneración del suelo, por lo que el suelo usado para disposición final puede considerarse suelo perdido (Solano, 2008).

Contaminación del aire

La contaminación del aire impacta negativamente en la salud de los humanos y de los ecosistemas, lamentablemente la gestión de residuos está relacionada con la liberación de agentes nocivos a la

atmósfera, sobre todo cuando se opta por la quema para disminuir el volumen y la disposición final a cielo abierto. Se han estudiado compuestos como benceno, tolueno, etilbenceno, xilenos, polifluoalquilos e hidrocarburos aromáticos que están presentes en la degradación de residuos, estos son altamente tóxicos y están relacionados con cáncer, eurotoxicidad y hematotoxicidad (Dávila-Samano, et al, 2021).

De los cinco municipios que constituyen Baja California Sur, La Paz es el que posee los porcentajes de emisiones de contaminantes atmosféricos más altos, de acuerdo con el inventario presentado en el Programa para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Baja California Sur (ProAire). En la ciudad la generación de electricidad representa la actividad con mayor contribución del dióxido de azufre (SO₂) con 97.9%; los automóviles (autos, taxis, camionetas y pick up) emiten en total 71% de óxidos de nitrógeno (NO_x) y 91% de monóxido de carbón (CO). Por su parte, los caminos no pavimentados son los responsables de 50.2% y 17.8% de partículas PM₁₀ y PM_{2.5}, respectivamente (SEMARNAT, 2018).

Los porcentajes más altos de emisiones en la ciudad de La Paz provienen de las



Figura 42. Plumas de contaminación atmosférica emitidas por: (arriba) Central Termoeléctrica Punta Prieta (Tomada por: Bermúdez Contreras). (Abajo) Central de Combustión Interna Baja California Sur en La Paz, BCS.

fuentes fijas y las móviles. Respecto a las primeras, en La Paz se encuentran las dos centrales de generación eléctrica más grandes del Sistema Interconectado Baja California Sur, las cuales funcionan a base de combustóleo caracterizado por un alto contenido en azufre, níquel y vanadio; diésel y también combustible intermedio 15 (una mezcla de 15% diésel y 85% combustóleo) (Bermúdez et al., 2016). Por otra parte, el elevado número de automóviles que caracteriza al Estado contribuye de forma importante con la contaminación del aire por fuentes móviles en el municipio. El Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS; 2014), calculó la estimación de la

relación entre número de autos en circulación por persona era de 1.27.

Actualmente hay un proyecto de investigación que analiza la composición de las partículas suspendidas en el aire en La Paz. En este han encontrado presencia de metales pesados en las partículas y se concluye que éstas son emitidas tanto por las centrales de generación de electricidad como por los vehículos. Hasta el momento no se ha desarrollado una evaluación de impacto en la salud por exposición a metales pesados en los habitantes de La Paz, sin embargo, la exposición a metales pesados como el níquel está asociado a enfermedades respiratorias y tiene efectos renales; el vanadio tiene los mismos efectos y, además, se asocia con mortalidad por cáncer, neumonía y bronconeumonía; el plomo se ha asociado por años con efectos agudos en el sistema nervioso central, así como retraso del desarrollo mental e intelectual de los niños (Nordberg, 1998; Rodríguez-Mercado y Altamirano-Lozano, 2006; Zubero Oleagoitia et al., 2008; Londoño-Franco et al., 2016).

Cabe mencionar que esta misma investigación indica que para un periodo de doce años de estudio las concentraciones promedio anuales de las partículas PM10 y PM2.5,

sobrepasan los límites indicados en la Norma Oficial Mexicana, NOM-025-SSA-2021 y los límites que recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS), en la mayoría de los años. Esto desde luego vulnera la salud de la población de la ciudad de La Paz, las partículas están asociadas a diversas enfermedades respiratorias y cardio-respiratorias, cáncer de bronquios y pulmón, incremento de visitas al área de urgencias, entre otras afectaciones (Dockery y Pope, 1994; Pope y Dockery, 2006; INSP, 2016.). De acuerdo con la Evaluación de Impacto en Salud presentada en el ProAire, por exposición a largo plazo al contaminante PM2.5, se podrían evitar 74, 58 y 4 casos de muerte por las enfermedades cardiovasculares, cardiopulmonares y cáncer de pulmón, respectivamente, entre los habitantes de La Paz.



Figura 43. Incendios del 13 de febrero del 2022. (Sup-izq) Incendio en la unidad de la central de CFE. Tomada de: El Sudcaliforniano (2022a); (Sup-der e Inf-lzq) Incendio en el basurero municipal de La Paz. Tomada de: Diario Humano (2022); (Inf-lzq) Incendio de neumáticos.

Baja California Sur se caracteriza por tener un gran número de asociaciones civiles sin fines de lucro dentro de las que, algunas se centran en la problemática de la contaminación del aire como el Centro de Energía Renovable y Calidad Ambiental (CERCA). CERCA cuenta con una red de monitoreo con diez sensores para partículas PM2.5 y PM10 en la ciudad de La Paz. El reporte trimestral de julio a septiembre de 2023 indica que dos de las estaciones superaron los valores límite de la NOM y siete las recomendaciones de la OMS para dichos contaminantes (CERCA, 2023).

Aunado a las dos principales fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos, los incendios son otra fuente que afecta constantemente la calidad del aire y preocupa el impacto a la salud de la población paceña. El domingo 13 de febrero del 2022 la Secretaría de Salud alertó a la ciudadanía y declaró contingencia ambiental por altos niveles de contaminantes dados los tres incendios ocurridos ese mismo día: vertedero de Loma Bonita; incendio en el área de máquinas de la nave industrial número 5 de la central de Combustión Interna Baja California Sur de la Comisión Federal de Electricidad (CFE); incendio en el basurero municipal en el

que se quemaron más de cuatro hectáreas. En septiembre de ese mismo año se registró un fuerte incendio en un tiradero clandestino de neumáticos ubicado en la colonia Agua Escondida, la quema de este tipo de material libera una gran cantidad de metales pesados y compuestos orgánicos volátiles. Es evidente que la calidad del aire es un tema que afecta a Baja California Sur, especialmente al municipio de La Paz, que en los últimos 20 años ha presentado un rápido crecimiento poblacional y un crecimiento urbano sin correcto ordenamiento ni planificación urbana. Lo cual sin duda ha provocado cambios en el ambiente regional como la contaminación atmosférica, que como se mencionó, La Paz es el principal emisor de contaminantes de la Entidad.

Situación residuos peligrosos-biológico infecciosos en Baja California Sur

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, los residuos considerados peligrosos biológico infecciosos (RPBI) son aquellos que contienen sangre, cultivos, tejidos o cepas de agentes biológicos-infecciosos o material con contacto, así como objetos punzocortantes; por su potencial peligrosidad es necesario que se cumpla con un procedimiento para recolección, transporte, almacenamiento y tratamiento

(SEMARNAT-2002). Es dictaminado por el artículo 101 de la LGPGIR la necesidad de un registro de los generadores de este tipo de residuos con el fin de ser inspeccionados y vigilados por la autoridad sanitaria competente, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Los generadores se clasifican en tres niveles, determinado por el tipo de establecimiento y el volumen de residuos generados por día. Estos lugares pueden ser hospitales, laboratorios clínicos, bancos de sangre, consultorios dentales, rastros y establecimientos de servicios funerarios (LGPGIR, 2003). En el país se generaron 164, 975 de toneladas de RPBI en el periodo 2004- 2016 y aunque no hay datos en periodos recientes, debido a la pandemia de COVID-19 se contempla un aumento en este tipo de residuos y un desborde de los sistemas de contención de riesgos (Carmona, 2023). En 2009, Baja California Sur tenía registrados como generadores de residuos peligrosos a 577 micro generadores, 299 pequeños generadores y 16 grandes generadores con un promedio anual de 1,249.89 toneladas, en contraste con el dato de 2022 en donde se tienen registro de 1,198 microgeneradores, 656 como pequeños generadores y 36 registros de

grandes generadores y una estimación de volumen de 12,782.13 toneladas al año, lo que es un aumento de 10.22 veces más en 13 años (SEMARNAT, 2023). Estos datos son generales y no hay volumen de la generación de RPBI exclusivamente. Sin embargo, en cuanto a transporte y tratamiento, se tiene una empresa registrada como centro de acopio y con capacidad de tratamiento de 600 toneladas, según un dato de 2020 (SEMARNAT, 2020). La información es insuficiente para entender el origen y disposición final de los residuos, ya que no existen fuentes recientes que tengan base cualitativa sobre su manejo.

Se presentan como antecedentes irregularidades en cuanto a disposición en el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos de 2011 con la mención del hallazgo de incineración de residuos hospitalarios sin regulación en Guerrero Negro. (Dirección de Planeación Urbana y Ecología, 2011), lo que coincide con la presencia de bolsas de RPBI en el basurero municipal de Guerrero Negro, en fecha de visita de 24 de enero de 2024. Así como el incidente ocurrido en la carretera El Cardonal, ciudad de La Paz, el día 23 de marzo de 2024, en donde se localizaron jeringas, botes rojos con material biológico, guantes y tubos de muestra desechados en el costado de la carretera transpeninsular. Las autoridades de la Fiscalía General de la

República fijó el volumen de RPBI encontrados en 400 kg (BCS noticias, 2024) (Figura 44). Los ejemplos recientes muestran que existe una problemática que abordar a partir de la aplicación de las normativas, para evitar la dispersión de agentes contaminantes y prevenir enfermedades en la población general. No solo durante la generación, sino durante el transporte y tratamiento, pues en el Estado no se tiene un sitio de tratamiento final (SEMARNAT, 2020), por lo que los RPBI producidos deben ser transportados a otras entidades, lo que amplía los costos y riesgos de dispersión, así como la negativa de los generadores a invertir en el manejo adecuado de RPBI. Como es el caso reportado en febrero de 2024 en el rastro de Comondú en donde los residentes cercanos observaron el derrame de residuos líquidos que contenían agua, sangre y otros materiales biológicos, presentando un riesgo como foco de infección y atracción de fauna nociva (Rondero, 2024).

Por lo que es necesario intensificar la inspección de las autoridades competentes. Sin embargo, esta problemática es lejana a ser aislada, pues en México el incumplimiento de la normatividad es generalizado (Carmona, 2023).

Es indispensable ampliar la investigación, dado que el siguiente análisis incluye a los principales generadores donde se recopiló la información de georeferencia de 34 hospitales, 7 centros de salud, 2 crematorios, 9 laboratorios y 11 rastros municipales, lo cual es un dato inferior comparado con la estadística presentada por SEMARNAT.



Figura 44. Imágenes de la disposición ilegal de desechos biológico-infecciosos en el año 2024 en las inmediaciones del Cardonal, Baja California Sur.

Como citar este capítulo:

Fernández-Escamilla, D. C., Peredo-Mancilla, D. J., Bermúdez-Contreras, A., Alonso-Lozano, L., Imaz-Lamadrid, M.A. (2024). Fenómenos Ecológico-Sanitarios. En: Gobierno del Estado de Baja California Sur. (2024). Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 210p.



Subsecretaría de
Protección Civil
Gobierno de Baja California Sur



Fenómenos Socio-organizativos

Fenómenos socio - organizativos

Se define de acuerdo a la normatividad en protección civil, como los fenómenos provocados por agentes perturbadores producto del error humano o acciones colectivas planeadas, por lo que se sitúan grandes concentraciones o movilidad de personas en puntos específicos; en donde se incluyen escenarios de protesta, terrorismo, vandalismo, sabotaje, accidentes aéreos, marítimos o terrestres o que interfieran con los servicios de abastecimiento público o con la infraestructura estratégica de la ciudad (Ley General de Protección Civil, 2023).

Por lo que es indispensable identificar la ubicación de los sitios de aglomeraciones puntuales donde estos fenómenos pueden suceder, por lo que a continuación se describen los sitios de aglomeraciones y vialidades de alto conflicto que son principales en cuanto a vulnerabilidad en Baja California Sur.

Aglomeraciones pacíficas y manifestaciones civiles violentas

En el caso de situaciones en donde hay un volumen considerable de personas, la protección civil se centra en acciones de

prevención a través de implementar operativos capacitados dependiendo del grado de vulnerabilidad, en situaciones de índole deportivo, religioso, inconformidad social y otros temas que reúnen a cientos o miles de personas.

En Baja California Sur las aglomeraciones tienden a ser mayormente pasivas aunque se han llegado a presentar algunos eventos donde ha imperado la violencia o las actividades delictivas.

Probablemente el caso más notable de los últimos tiempos sea la descomposición de la estructura social y rapiña ocurrida en el municipio de Los Cabos y derivado del impacto del huracán Odile.

Otros eventos con violencia (aunque de menor gravedad) es el acontecido en el mes de diciembre de 2013 durante una manifestación en contra de las reformas eléctricas en el Congreso del Estado y donde hubo personas con lesiones por enfrentamiento de los grupos de protesta (Excélsior, 2013). Un dato más reciente, es una marcha debido al movimiento feminista estatal, en donde se protestaba sobre la impunidad de crímenes en contra de mujeres en la entidad, el día 25 de noviembre de 2023 en la ciudad de La Paz específicamente en la zona del malecón, donde hubo un altercado entre ciudadanos y la fuerza pública tuvo que intervenir debido a

la ignición de una palapa (BCS noticias, 2023).

Aun con estos lamentables sucesos, en Baja California Sur las manifestaciones civiles por lo general no son violentas.

En el caso de las aglomeraciones, estas se pueden dividir en dos categorías principales: por eventos especiales o en espacios de uso público cotidiano.

En el caso de los eventos especiales y considerando el amplio componente cultural y turístico existente, año con año se presentan a lo largo y ancho del Estado:

- Ferias y festivales
- Conciertos
- Carnavales
- Fiestas de fundación
- Eventos deportivos

En el caso de los espacios públicos estos varían dependiendo de la ciudad, pero en general son:

- Plazas cívicas
- Tiendas departamentales
- Supermercados
- Plazas o centros comerciales
- Marinas
- Aeropuertos
- Malecones
- Escuelas (de todos los niveles)

- Edificios de gobierno

Es a través de la identificación georreferenciada que se recabó la siguiente información para identificar zonas que pueden verse afectadas por la aglomeración como escuelas, plazas, malecones y sitios de protesta focalizada. Las zonas consideradas de alta peligrosidad se presentan en el mapa anexo

Peligrosidad por alta frecuencia de accidentes carreteros

Dentro de los sistemas carreteros pueden encontrarse puntos focalizados con mayor número de incidencias vehiculares, cuyo origen es multifactorial como: el error humano, fallas de manufactura en los vehículos, acciones de pasajeros o peatones, la infraestructura de los caminos y agentes naturales (lluvia, deslaves, hundimientos), se toma en cuenta también la intensidad de los accidentes como el número de lesionados y pérdidas humanas, así como el daño material o estructural (Jasso, et al, 2002).

Baja California Sur tiene una extensión de 73,909.4 km² y una disposición geográfica pronunciadamente alargada con zonas montañosas extensas (INEGI, 2020). En consecuencia, la disposición del sistema de carreteras está centrada en una carretera principal que atraviesa todas las poblaciones

principales llamada transpeninsular y de carreteras más pequeñas de conexión a poblaciones pequeñas. En la Entidad las carreteras suponen un medio de comunicación que contribuye a la accesibilidad de insumos y la actividad económica.

El sistema cuenta con 5,495.72 kilómetros de extensión, 1,191.96 km son carreteras federales, 930.35 km corresponden al corredor carretero, mientras que 133.27 km funcionan como la red básica de transporte y una red secundaria 128.34 km (SEGOB-BCS, 2021).

Salvo en los tramos La Paz - Cabo San Lucas, Ciudad Insurgentes - Ciudad Constitución y una reducida porción del trayecto La Paz - Ciudad Constitución, la carretera transpeninsular es estrecha y de dos carriles (uno por sentido) lo que aunado a la presencia de ganado y zonas con presencia de curvas cerradas favorece la ocurrencia de accidentes. Hay que mencionar también como factores de gran importancia la imprudencia de los conductores, el exceso de velocidad, consumo de alcohol y mal estado de las unidades.

Los trayectos con mayor peligrosidad son:

- Autopista Cabo San Lucas-San José del Cabo.
- Trayecto La Paz - Cd. Constitución.
- Trayecto El Rosario - San Bartolo
- Trayecto Santa Rosalía - San Ignacio
- Trayecto La Paz- El Centenario.
- Trayecto Vizcaíno - Guerrero Negro
- Trayecto La Paz - San Pedro
- Entre otros.

Peligrosidad por alta frecuencia de accidentes en zonas urbanas.

En México los accidentes de tránsito representan una de las principales causas de muerte, llegando a posicionarse dentro de las 10 causas más importantes en el primer semestre de 2023. En Baja California Sur representan la 4ta causa de defunción, según INEGI (2024) teniendo mayor incidencia en hombres que en mujeres.

Se destaca que del total de accidentes viales en el Estado para 2020, la mayoría corresponden a zonas urbanas o suburbanas con un total de 2,633 siniestros. En consecuencia, en primer lugar por causa de imprudencias del conductor y en segundo lugar por imprudencias de peatones. Además de una mayor incidencia en el municipio de La Paz (61%) y Los Cabos (20%) para el mismo año del dato anterior pero que puede confirmarse también por datos obtenidos de la Procuraduría General de Justicia del Estado del año 2023, pues

ambos municipios continúan siendo los más afectados por siniestros viales. (Figura 45) (PGJEBCS, 2024).

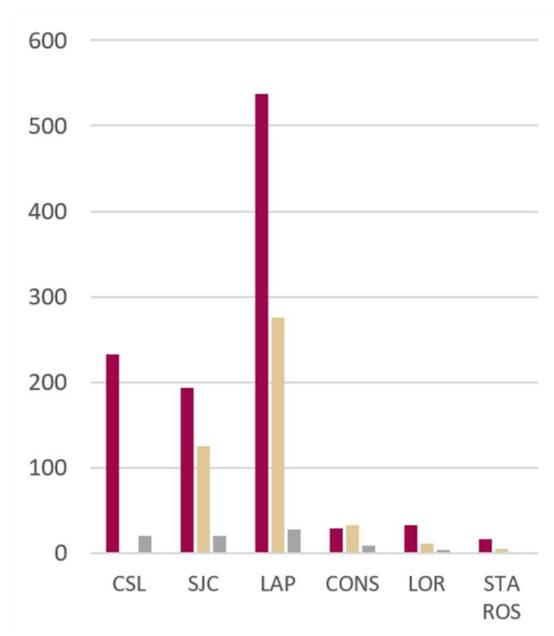


Figura 45. Incidencias de daños por accidente vehicular (guinda), homicidio culposo (gris) y lesiones culposas (dorado). Elaborado con datos de PGJE-BCS (2024)

Actividades delictivas

México se encuentra en una crisis de seguridad, debido al aumento de actividades delictivas en las últimas décadas. El análisis conjunto de la violencia y el territorio debe ser vinculado forzosamente puesto que en el país existen regiones favorecidas y otras que no cuentan con las dimensiones socio-geográficas para desarrollo, acceso a educación y servicios de salud, así como a fuentes de empleo. Lamentablemente

asociado a esto, el grado de criminalidad suele verse a la alza (Mendieta, 2019).

En el caso particular de Baja California Sur, se ha mantenido una situación favorable en el ámbito de seguridad, en comparación con otros estados, y desde 2015 se posiciona dentro de los primeros lugares en cuanto a índice de desarrollo humano (PNUD, 2015). Incluso llegando a ser el Estado con la tasa más baja de percepción de inseguridad según el dato de INEGI (2023). Sin embargo, a pesar de estos datos esperanzadores, se tiene un registro de antecedentes delictivos que han hecho a la población y a las autoridades alarmarse. Teniendo una incidencia de 11, 417 de incidentes de enero a junio de 2023 (COPLADE, 2023).

Este aumento se ha percibido sobre todo en delitos de origen sexual, teniendo un total de 1,086 casos a lo largo del 2023; durante 2022, el total fue de 1,016; en 2021, se registraron 798 casos y en el 2020, se registraron 723 instancias de este tipo de delitos. En cuanto a los delitos contra el patrimonio, la cifra también ha aumentado, teniendo los siguientes registros: en 2023 se contabilizaron 10,282 incidentes; 9,558 incidentes en 2022; 8,389 en 2021 8,720 en 2020 (Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, 2024). Aunque no son cifras comparadas con el resto de estados, si es relevante el alza delictiva; que pone al descubierto la necesidad de implementar

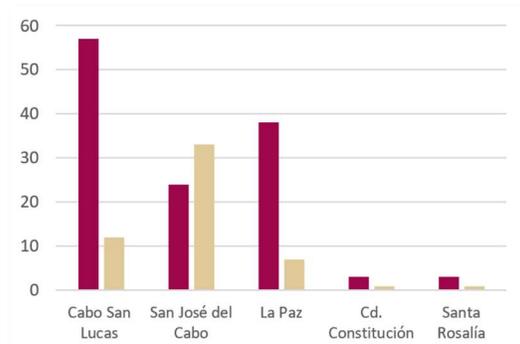


Figura 46. Robo a transeúnte en vía pública (guinda) y en espacios abiertos al público (dorado).

mejores estrategias de seguridad, con las que se pueda conservar la seguridad de los sudcalifornianos. Entre las estrategias usadas por la Procuraduría del Estado, está la georreferencia de delitos, en 2023, fueron georreferenciados 162 sitios vinculados a robo a transeúntes, que es el delito más común, esto con el fin de localizar puntos de importancia para la actividad delictiva.

Como citar este capítulo:

Peredo-Mancilla, D. J., Fernández-Escamilla, D. C., Imaz-Lamadrid, M.A. (2024). Fenómenos Socio-Organizativos: En: Gobierno del Estado de Baja California Sur. (2024). Atlas Estatal de Riesgo de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 210p.



VI. Mapa Estatal de Vulnerabilidad

Mapa Estatal de Vulnerabilidad

Tal y como lo describe el CENAPRED, el Riesgo está conformado por tres componentes primordiales que son el Peligro o Amenaza, la Vulnerabilidad y la Exposición. Todos ellos en conjunto permiten estimar el riesgo de un sistema ya sea ambiental o social.

En este sentido el Mapa Estatal de Vulnerabilidad (MEV), engloba un conjunto de variables que permiten identificar la susceptibilidad de un sistema (manzana o localidad en este caso) pueda verse afectado por un evento adverso y su capacidad de afrontarlo o lo que se denomina resiliencia. Con este preámbulo se presenta la metodología que se desarrolló para realizar el MEV, así como los resultados obtenidos.

Determinar la vulnerabilidad es una tarea de alta complejidad ya que involucra una gran cantidad de variables, que difícilmente se pueden tener a un nivel de detalle como lo es una manzana o una vivienda en el contexto de una cartografía estatal.

En este sentido se utilizó como base la metodología presentada en el tomo “Evaluación de la Vulnerabilidad Física y

Social” de la serie “Guía Básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos” publicado por CENAPRED (2021), para la estimación de la vulnerabilidad social. Se realizó una adaptación de manera tal que se pudieran utilizar los datos del Inventario Nacional de Viviendas (INV2020) del año 2020 realizado por INEGI. (INEGI, 2020).

Cabe señalar que el INV2020, tiene un alto nivel de detalle en las ciudades de mayor concentración poblacional (a nivel de manzana), mientras que la cartografía se encuentra a nivel local para las poblaciones con menor población. Por este motivo, los rangos resultantes en las zonas urbanas que se indican en la tabla 18, reflejan las zonas de mayor vulnerabilidad dentro de la misma localidad, mientras que el resto de las localidades los rangos resultantes reflejan las zonas más vulnerables en comparación con otras localidades de la Entidad. Cabe mencionar que entre manzanas y localidades se analizaron 17,204 polígonos. Considerando la metodología de CENAPRED (2021) y los datos del INEGI, 2020) se definieron los siguientes indicadores como los idóneos para la conformación del MEV.

Tabla 18. Poblaciones con detalle a nivel de manzana en el INV2020.

Municipio	Localidad	Nivel de detalle
Mulegé	Guerrero Negro	Manzana
Mulegé	Villa Alberto Andrés A. A.	Manzana
Mulegé	Santa Rosalía	Manzana
Mulegé	Heroica Mulegé	Manzana
Loreto	Loreto	Manzana
Comondú	Cd. Insurgentes	Manzana
Comondú	Cd. Constitución	Manzana
La Paz	La Paz	Manzana
La Paz	Todos Santos	Manzana
La Paz	Pescadero	Manzana
Los Cabos	Cabo San Lucas	Manzana
Los Cabos	San José del Cabo	Manzana

Distancia al Centro de Salud más cercano

Baja California Sur es un estado muy extenso y que cuenta con una red limitada de carreteras y autopistas, por lo que el acceso a un número importante de comunidades se debe de realizar por terracería (en ocasiones de difícil

acceso). Adicionalmente la distancia entre algunas localidades al centro de salud más cercano puede demorar varias horas. El acceso a los centros de salud es un derecho humano cuyo acceso puede ser complicado en condiciones normales y totalmente interrumpido durante el impacto de fenómenos perturbadores. Por ello se definió que aquellas poblaciones ubicadas en un radio mayor a 20km de un centro de salud se consideran más vulnerables en contraparte aquellas localidades ubicadas dentro de este radio se considerarán menos vulnerables.

Distancia al aeropuerto/pista de concreto o asfalto más cercana.

Es frecuente que durante la temporada de lluvias ciclónicas (mayo a noviembre), se generan escurrimientos, caídos de material, deslizamientos y/o invasión del mar, que cortan la circulación en la red de carreteras del Estado complicando el acceso de los cuerpos de atención a emergencias y por ende de la ayuda. En el caso de las terracerías el acceso se vuelve aún más complicado derivado del reblandecimiento del terreno. En este sentido, los puentes aéreos pueden representar el único medio de comunicación por días o inclusive semanas previo al restablecimiento de la circulación vía terrestre. Sin bien es cierto, la ayuda por vía aérea puede ser otorgada mediante vehículos de ala rotativa, el acceso por vehículos de ala fija puede acelerar el

proceso de ayuda. De esta forma, aquellas localidades localizadas a más de 20km de un aeropuerto o pista área de concreto o asfalto se consideran más vulnerables, en contraparte aquellas localizadas a menos de 20km se consideran menos vulnerables.

Cobertura de agua (red de abastecimiento)

El contar con agua suficiente en calidad y cantidad es un derecho humano que debe prevalecer. En zonas urbanas y principales localidades de Baja California Sur, un número importante de habitantes cuentan con distribución de agua mediante la red operada por los organismos reguladores, aunque tal y como es conocido la frecuencia puede ser desde dos hasta varios días y la calidad en muchos casos es baja (alta dureza, alta salinidad, metales pesados). Sin embargo, en algunas colonias, el agua debe ser recibida por pipas operadas por particulares. En la mayoría de los casos el agua proviene del subsuelo mediante bombeo por pozo y en menor medida por plantas desaladoras; independientemente del método, la energía eléctrica es requerida. En la zona rural, el abastecimiento se da a partir de pozos y/o norias, así como aprovechamiento

superficial de arroyos y manantiales (exclusivamente en la zona serrana)

Durante el impacto de fenómenos perturbadores, particularmente los ciclones tropicales, es frecuente que se interrumpa el servicio eléctrico lo cual imposibilita el suministro de agua. En las zonas urbanas el restablecimiento del servicio tiende a ser más rápido en aquellas zonas que cuenta con red de distribución y más tardado en donde no se tiene. Por este motivo se considera que una localidad es más vulnerable cuando no tiene una red de distribución de agua potable.

Red de drenaje

Un elemento que refleja el grado de urbanización de una localidad es sin duda el contar con una red de drenaje que permita el flujo de aguas negras y residuos fuera de los centros urbanos. La falta de ésta, supone un importante riesgo biológico-sanitario el cual se agudiza durante el impacto de fenómenos perturbadores. Resultado de las visitas realizadas a lo largo y ancho del Estado se ha observado que en muchos casos, los centros de población más rezagados expulsan aguas negras a grises a las vialidades o zonas aledañas. Es por ello, que se considera que una localidad sin red de drenaje presenta una mayor vulnerabilidad.

Telecomunicaciones

Las telecomunicaciones son de vital importancia durante la atención a emergencias. En las zonas menos vulnerables es común que se tenga acceso a telefonía fija, telefonía móvil, acceso a internet, acceso a señal de televisión. Aun cuando la cobertura de telecomunicaciones ha aumentado, existen localidades (especialmente las remotas) donde no todos estos servicios se encuentran disponibles y por ende son más vulnerables que otras localidades donde sí se tiene el servicio.

Calles pavimentadas

Se ha observado en general en el Estado, que aquellas zonas donde se tiene pavimentación usualmente tienden a contar con mayor resistencia al embate de fenómenos perturbadores que aquellas zonas donde las calles y avenidas son de tierra. Además de este punto, cabe mencionar que ante lluvias torrenciales o avance del nivel del mar, el tránsito por calles de terracería se vuelve muy complicado salvo para aquellos vehículos que cuentan doble tracción. Además, son más propensas a sufrir erosión y deterioro ante escurrimientos. Estos últimos factores complican el acceso de las brigadas de ayuda durante y posterior al impacto de

los fenómenos perturbadores. De aquí que las localidades donde se tiene una predominancia de calles de terracería se consideran más vulnerables.

Tipo de construcción predominante

Este indicador por sí solo resulta extremadamente complejo de determinar, debido a que las viviendas y estructuras deben ser construidas de acuerdo a los códigos y reglamentación en materia de ingeniería civil, sin embargo, en muchos casos esto no ocurre. Por otro lado hay que considerar que dependiendo del fenómeno perturbador será la respuesta de la vivienda o construcción. Desde el punto de vista de la sismicidad, al día de hoy no se tiene registro de un sismo cuya fuerza haya producido el daño o colapso de estructuras en el Estado, en cambio la actividad ciclónica ha generado pérdidas millonarias y ha afectado a un gran número de familias que han tenido que reparar o reconstruir sus viviendas. Este indicador, ha sido pensado especialmente para las zonas rurales, marginadas, asentamientos irregulares y ciertas zonas urbanas donde las construcciones tienden a ser de madera, de material reciclado o con techumbre tipo palapa. En este sentido aquellas localidades donde predominan viviendas e instalaciones con estas características se consideran más

vulnerables que aquellas construidas con mampostería y concreto.

Cabe señalar y notar, que en el impacto del huracán Odile en 2014 y el reciente impacto del huracán Otis en Acapulco, Guerrero en 2023, estructuras que se consideraban resistentes, resultaron ser altamente vulnerables ante los poderosos vientos de los meteoros. En este sentido, los daños principales ocurrieron en hoteles, condominios y edificios construidos con tabla roca así como tiendas, almacenes, aeropuertos con techos de lámina. Lamentablemente, no se tiene registro sobre aquellas zonas donde predominan estructuras construidas con este material, por ende este punto no fue considerado en el indicador; sin duda es necesario que en el futuro cercano se tenga un registro de edificios e instalaciones con este tipo de construcción.

A partir de los indicadores previamente mencionados se determinaron tres niveles de vulnerabilidad para cada manzana y localidad en el Estado. Aquellas zonas menos vulnerables se muestran en color verde, las zonas moderadamente vulnerables en color amarillo y las más vulnerables en color rojo. El Mapa Estatal de Vulnerabilidad se presenta como anexo.



VII. Mapa Estatal Exposición

Mapa Estatal de Exposición

En el contexto de la Gestión Integral de Riesgos y la Protección Civil y de acuerdo a CENAPRED, la exposición, como componente del riesgo, se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales, recursos económicos y sociales, o bienes culturales e infraestructura que, debido a su ubicación, pueden verse afectados por la manifestación de una amenaza. En este sentido, el impacto en materia de pérdidas humanas y damnificados dependerá en gran medida del número de personas expuestas.

La exposición también puede analizarse desde el punto de vista económico o de infraestructura, representando los bienes e inmuebles que pueden verse afectados por un evento perturbador.

Con este contexto, el mapa de exposición fue construido con un enfoque social por lo cual el valor de cada polígono representa la cantidad de personas que viven o radican en él. Estos datos se obtuvieron del Inventario Nacional de Viviendas del año 2020 (INV2020) y que al igual que en Mapa Estatal de Vulnerabilidad, considera un nivel de manzanas para las poblaciones de mayor tamaño y un nivel de localidad

para aquellas poblaciones de menor población (ver tabla 18)

Población fija

En Baja California Sur se tiene una población fija total de 798,447 habitantes de los cuales 351,111 radican en el municipio de Los Cabos, 292,241 en La Paz, 73,021 en Comondú, 64,022 en Loreto y 18,052 en Mulegé. Considerando la densidad poblacional, el municipio de Los Cabos presenta la más alta con 93.6 personas por km², seguido de La Paz con 19 personas por km² y entre 2 y personas por km² en los municipios de Loreto, Comondú y Mulegé.

Estos últimos datos, reflejan claramente que las poblaciones con mayor exposición son Cabo San Lucas, San José del Cabo y La Paz (Figura 47).

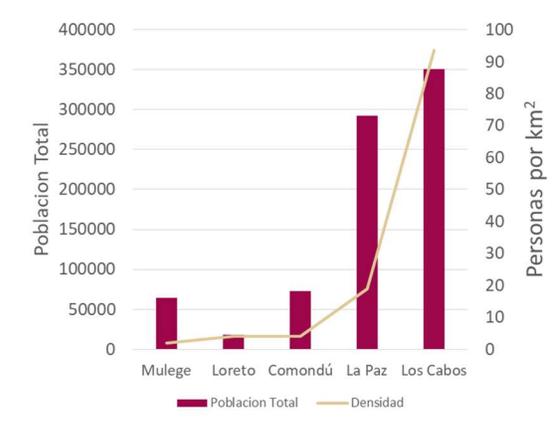


Figura 47. Población fija por municipio (Datos de SETUE, 2023)

Población flotante

El INV2020 está basado en la población fija y no considera la población flotante. Este punto es de gran importancia ya que el impacto de un fenómeno perturbador puede ocurrir en una zona donde se ubiquen inmuebles con este tipo de población, por ejemplo escuelas, centros comerciales, hoteles entre otros.

Durante el impacto del huracán Odile, en 2014, se tiene registro de que aproximadamente 30,000 turistas de los cuales 26,000 eran extranjeros se quedaron varados o se refugiaron en albergues ante la imposibilidad de poder regresar a su origen debido a la destrucción del aeropuerto internacional de San José del Cabo. Recientemente, en el impacto del huracán Otis en Acapulco, Guerrero, se estimaron entre 40 y 50 mil turistas varados.

La problemática de cuantificar la población flotante es que tal y como su nombre lo indica, las cantidades pueden variar dependiendo de la hora, la temporada u otros factores que difícilmente se pueden determinar. Ante esta situación, se calcula una media de ocupación en escuelas y hoteles considerando los datos de los Informes Estratégicos Municipales edición 2023

publicados por la Secretaria de Turismo y Economía, del Gobierno del Estado de Baja California Sur. Los datos reflejan que la mayor población flotante en el sector turístico se tiene en los municipios de Los Cabos y Loreto. En el caso del municipio de La Paz, el informe estratégico no cuenta con este dato, sin embargo y considerando el número de hoteles y habitaciones se considera una población flotante superior a Loreto.

En el contexto educativo, los municipios de La Paz y Loreto, son los que tienen mayor población estudiantil y plantilla docente, seguido de Comondú, Mulegé y finalmente Loreto (Figuras 48 y 49).

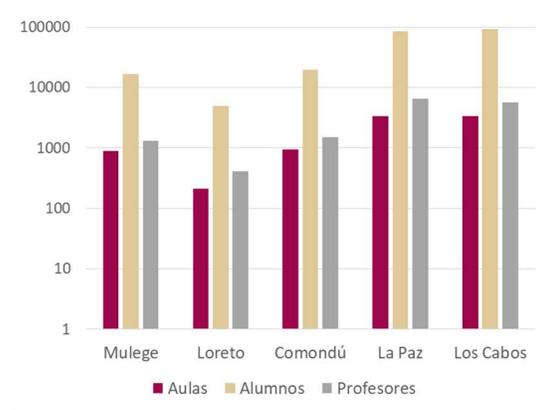


Figura 48. Número de alumnos, profesores y aulas por municipio (Datos de SETUE, 2023)

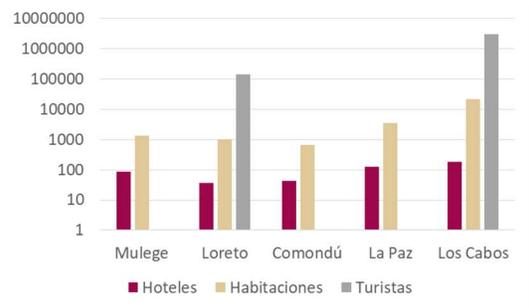


Figura 49. Número de hoteles, habitaciones y turistas por municipio. No se tiene dato de turistas para los municipios de Mulegé, Comondú y La Paz (Datos de SETUE, 2023).

Asentamientos irregulares

Se han detectado asentamientos irregulares a lo largo del Estado, los cuales frecuentemente se localizan en zonas de alto riesgo como son cauces de arroyos, cañadas y/o acantilados. La zona más crítica respecto a estas zonas se encuentra en las poblaciones de Cabo San Lucas y San José del Cabo, donde según datos de fuentes informativas se estima radican unas 6000 familias y un estimado de 15,000 habitantes. En el INV2020 algunas de estas zonas ya se encuentran cartografiadas, sin embargo y de acuerdo a imágenes de satélite y visitas de campo, ya se tienen nuevos asentamientos irregulares en las zonas aledañas al aeropuerto de Cabo San Lucas y en la parte alta y baja de los cauces que cruzan San José del Cabo, lo que indica el rápido crecimiento de este tipo de asentamientos. Estos

últimos se agregaron a la base de datos con un valor fijo de alta exposición. En los municipios de La Paz, Loreto y Mulegé se tiene igualmente asentamientos irregulares aunque no se conocen las cifras de las familias y habitantes que ahí radican.

Clasificación de la exposición.

A partir de los resultados y análisis presentados con anterioridad se definen los criterios y categorías para representar la exposición (Tabla 19).

Tabla 19. Criterios para la definición de la exposición.

Criterio	Nivel de exposición
Asentamientos irregulares, escuelas, hoteles, zonas de aglomeración	Muy alta
100 a 2500 habitantes fijos	Alta
42 a 100 habitantes fijos	Moderada
20 a 42 habitantes fijos	Baja
Menos de 20 habitantes fijos	Muy baja



La muy alta exposición no es la única problemática que afecta a los asentamientos irregulares. En las zonas más vulnerables, el acceso a electricidad se da por postes comunitarios los cuales se conectan a cada vivienda por cables rudimentarios (artesanales) que cuelgan en árboles, cactáceas, cercas y/o patios de otras viviendas. En el tema hídrico no están conectados a la red de distribución por lo que el abastecimiento es limitado, este se realiza por pipas o mediante compra de garrafones en las tiendas vecinales. Al no haber drenaje, las aguas negras y grises son descargadas en las avenidas, lotes baldíos o arroyos aledaños representando un peligro biológico sanitario. Ante las inundaciones, las viviendas son protegidas con escombros, llantas y cualquier otro material que pueda brindar soporte lo que en conjunto con el depósito de basura en las viviendas propicia condiciones de riesgo a la salud.



VIII. Análisis del Riesgo y Puntos Críticos

Concepto de riesgo

El riesgo es un concepto que se utiliza para comprender y enfrentar los peligros y la incertidumbre del día a día. Su definición puede variar dependiendo del contexto y la fuente. En la Ley General de Protección Civil publicada en 2012 y con reforma en 2020, indica que el riesgo son los daños o pérdidas probables sobre un agente afectable, resultado de la interacción entre su vulnerabilidad y la presencia de un agente perturbador. Una definición similar es propuesta por CENAPRED (2021), que la define como el grado de pérdidas o daños que sucederán cuando ocurre un fenómeno natural y las condiciones de vulnerabilidad de los elementos expuestos a ese fenómeno.

En este sentido, la cuantificación del riesgo requiere comprender el grado de peligrosidad, vulnerabilidad y exposición de los sistemas a estudiar; en este caso la sociedad.

En capítulos anteriores, se definieron y cuantificaron los elementos que componen el riesgo los cuales fueron analizados y conjugados para definir las zonas de mayor riesgo en Baja California Sur. De esta forma, los mapas de riesgo no son presentados a nivel estatal sino específicos de aquellas áreas donde se

considera un alto riesgo derivado de la exposición a eventos perturbadores. Así mismo en las tablas 20 y 21 se indica el nivel de riesgo por fenómeno perturbador para cada población del Estado.

Tabla 20. Riesgo cualitativo para fenómenos hidrometeorológicos y geológicos para cada población en Baja California Sur (CT=ciclón tropical, HE=Heladas, OC=Ondas de calor, SQ=Sequías, MT=Mareas de tormenta, IN=Inundaciones, SIS=Sismos, TS=Tsunamis, V=Vulcanismo, SL=Susceptibilidad de laderas, TE=Tormentas eléctricas) (Riesgo: Muy alto=rojo, alto=naranja, moderado=amarillo, bajo=verde, muy bajo=azul)

Población	Mun	CT	HE	OC	SQ	MT	IN	SIS	TS	V	SL	TE
Guerrero Negro	Mul	Alto	Muy alto	Alto	Muy alto	Alto	Muy bajo					
Benito Juárez	Mul	Muy bajo	Moderado	Moderado	Muy alto	Muy bajo						
Las Palomas	Mul	Muy bajo	Moderado	Moderado	Muy alto	Muy bajo						
Gustavo Díaz Ordaz	Mul	Muy bajo	Moderado	Moderado	Muy alto	Muy bajo	Muy alto	Muy bajo				
Unión y Progreso	Mul	Muy bajo	Moderado	Moderado	Muy alto	Muy bajo						
Nueva Esperanza	Mul	Muy bajo	Moderado	Moderado	Muy alto	Muy bajo						
Emiliano Zapata	Mul	Muy bajo	Moderado	Moderado	Muy alto	Muy bajo						
Villa Alberto Andrés Arámburo	Mul	Muy bajo	Moderado	Moderado	Muy alto	Muy bajo						
Bahía Tortugas	Mul	Moderado	Muy bajo	Moderado	Muy alto	Muy bajo						
Bahía Asunción	Mul	Moderado	Muy bajo	Muy bajo	Muy alto	Muy alto	Muy bajo					
La Bocana	Mul	Moderado	Muy bajo	Muy bajo	Muy alto	Muy alto	Muy bajo					
Punta Abreojos	Mul	Moderado	Muy bajo	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy bajo					
San Ignacio	Mul	Moderado	Muy bajo	Muy alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy alto	Muy bajo				

Población	Mun	CT	HE	OC	SQ	MT	IN	SIS	TS	V	SL	TE
Guamuchil-La Joya-San Lino	Mul	Orange	Yellow	Red	Blue	Blue	Red	Yellow	Blue	Blue	Green	Green
Santa Lucía	Mul	Orange	Yellow	Red	Red	Red	Green	Yellow	Blue	Yellow	Blue	Green
Santa Rosalía	Mul	Orange	Yellow	Red	Red	Orange	Red	Orange	Yellow	Yellow	Red	Green
Santa Águeda	Mul	Orange	Yellow	Red	Red	Red	Red	Orange	Green	Blue	Blue	Green
Ejido San Lucas	Mul	Orange	Yellow	Red	Red	Red	Green	Orange	Yellow	Blue	Blue	Green
San Bruno	Mul	Orange	Yellow	Red	Red	Red	Green	Orange	Yellow	Blue	Blue	Green
Heroica Mulegé	Mul	Orange	Yellow	Red	Blue	Red	Red	Orange	Yellow	Blue	Yellow	Green
El Datil	Mul	Orange	Yellow	Red	Red	Red	Green	Orange	Yellow	Blue	Blue	Green
Ejido Luis Echeverría	Mul	Orange	Yellow	Red	Red	Red	Green	Orange	Yellow	Blue	Blue	Green
San Marcos	Mul	Orange	Yellow	Red	Red	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Blue	Yellow	Green
Loreto	Lor	Orange	Green	Red	Red	Red	Yellow	Orange	Yellow	Blue	Blue	Green
San Javier	Lor	Orange	Orange	Red	Green	Blue	Yellow	Orange	Blue	Blue	Orange	Green
Ensenada blanca	Lor	Orange	Yellow	Red	Red	Red	Blue	Orange	Yellow	Blue	Blue	Green
Ligüí	Lor	Orange	Yellow	Red	Red	Red	Blue	Orange	Yellow	Blue	Blue	Green
Nopoló	Lor	Orange	Yellow	Red	Red	Red	Yellow	Orange	Yellow	Blue	Blue	Green
Ciudad Constitución	Com	Orange	Yellow	Red	Red	Blue	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green
Ciudad Insurgentes	Com	Orange	Yellow	Red	Red	Blue	Red	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green

Población	Mun	CT	HE	OC	SQ	MT	IN	SIS	TS	V	SL	TE
Puerto Alcatraz	Com	Orange	Yellow	Red	Red	Orange	Green	Yellow	Green	Blue	Blue	Green
María Auxiliadora	Com	Orange	Yellow	Red	Red	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green
San Miguel y San José de Comondú	Com	Orange	Yellow	Red	Blue	Blue	Orange	Yellow	Blue	Blue	Orange	Green
Villa Hidalgo	Com	Orange	Yellow	Red	Red	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green
Santa Rita	Com	Orange	Yellow	Red	Red	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green
Josefa Ortiz de Domínguez	Com	Orange	Yellow	Red	Red	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green
Puerto Chale	Com	Orange	Yellow	Red	Red	Orange	Green	Yellow	Green	Blue	Blue	Green
LFDA 5	Com	Orange	Yellow	Red	Red	Blue	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green
LFDA 2	Com	Orange	Yellow	Red	Red	Blue	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green
LFDA 4	Com	Orange	Yellow	Red	Red	Blue	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green
LFDA 1	Com	Orange	Yellow	Red	Red	Blue	Brown	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green
San Carlos	Com	Orange	Yellow	Red	Red	Red	Orange	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Green
La Purísima	Com	Orange	Yellow	Red	Blue	Blue	Orange	Yellow	Blue	Blue	Yellow	Green
San Isidro	Com	Orange	Yellow	Red	Red	Blue	Orange	Yellow	Blue	Blue	Yellow	Green
San Juanico	Com	Orange	Yellow	Red	Red	Orange	Green	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Green
Las Barracas	Com	Orange	Yellow	Red	Red	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green

Población	Mun	CT	HE	OC	SQ	MT	IN	SIS	TS	V	SL	TE
La Poza Grande	Com	Orange	Green	Red	Red	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green
Zaragoza	Com	Orange	Green	Red	Red	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green
Palo Bola	Com	Orange	Green	Red	Red	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green
Puerto Adolfo López Mateos	Com	Orange	Green	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Green	Blue	Blue	Green
Ramaditas	Com	Orange	Green	Red	Red	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green
Santo Domingo	Com	Orange	Green	Red	Red	Blue	Orange	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green
La Paz	Lpz	Red	Green	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Yellow	Blue	Green	Yellow
San Pedro	Lpz	Red	Green	Red	Red	Blue	Yellow	Orange	Blue	Blue	Blue	Yellow
El Centenario	Lpz	Red	Green	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Yellow	Blue	Blue	Yellow
Chametla	Lpz	Red	Green	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Yellow	Blue	Green	Yellow
Las Pocitas	Lpz	Red	Green	Red	Red	Blue	Yellow	Orange	Blue	Blue	Green	Yellow
Todos Santos	Lpz	Red	Green	Red	Blue	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Blue	Blue	Yellow
El Pescadero	Lpz	Red	Green	Red	Red	Red	Orange	Orange	Yellow	Blue	Yellow	Yellow
Buenos Aires	Lpz	Red	Green	Red	Red	Red	Yellow	Orange	Yellow	Blue	Yellow	Yellow
Los Barriles	Lpz	Red	Green	Red	Red	Red	Yellow	Orange	Yellow	Blue	Yellow	Yellow
La Ventana-El Sargento	Lpz	Red	Green	Red	Red	Red	Yellow	Orange	Yellow	Blue	Blue	Yellow
El Cardonal	Lpz	Red	Green	Red	Red	Red	Yellow	Orange	Yellow	Blue	Yellow	Yellow

Población	Mun	CT	HE	OC	SQ	MT	IN	SIS	TS	V	SL	TE
San Pedro México	Lpz	Red	Green	Red	Red	Blue	Orange	Orange	Blue	Blue	Blue	Yellow
Agua Amarga	Lpz	Red	Green	Red	Red	Blue	Orange	Orange	Blue	Blue	Blue	Yellow
San Bartolo	Lpz	Red	Yellow	Red	Blue	Blue	Orange	Orange	Blue	Blue	Orange	Yellow
El Carrizal	Lpz	Red	Green	Red	Red	Blue	Yellow	Orange	Blue	Blue	Blue	Yellow
San Juan de los Planes	Lpz	Red	Green	Red	Red	Blue	Yellow	Orange	Blue	Blue	Blue	Yellow
Juan Domínguez Cota	Lpz	Red	Green	Red	Red	Blue	Orange	Orange	Blue	Blue	Blue	Yellow
Melitón Albañez	Lpz	Red	Green	Red	Red	Blue	Yellow	Orange	Blue	Blue	Blue	Yellow
San Antonio	Lpz	Red	Yellow	Red	Green	Blue	Orange	Orange	Blue	Blue	Orange	Yellow
El Triunfo	Lpz	Red	Yellow	Red	Green	Blue	Orange	Orange	Blue	Blue	Orange	Yellow
LFAN 1	Lpz	Red	Green	Red	Red	Blue	Green	Orange	Blue	Blue	Blue	Yellow
LFAN 2	Lpz	Red	Green	Red	Red	Blue	Green	Orange	Blue	Blue	Blue	Yellow
La Trinidad	Lpz	Red	Green	Red	Red	Blue	Green	Orange	Blue	Blue	Blue	Yellow
Conquista Agraria	Lpz	Red	Green	Red	Red	Blue	Green	Orange	Blue	Blue	Blue	Yellow
Ampliación La Matanza	Lpz	Red	Green	Red	Red	Blue	Yellow	Orange	Blue	Blue	Blue	Yellow
San Juan de la Costa	Lpz	Red	Green	Red	Red	Blue	Green	Orange	Yellow	Blue	Yellow	Yellow
El Rosario	Lpz	Red	Yellow	Red	Red	Blue	Yellow	Orange	Blue	Blue	Blue	Yellow
Álvaro Obregón	Lpz	Red	Yellow	Red	Red	Blue	Yellow	Orange	Blue	Blue	Blue	Yellow

Población	Mun	CT	HE	OC	SQ	MT	IN	SIS	TS	V	SL	TE
Cabo San Lucas	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Blue	Yellow	Orange
San José del Cabo	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Red	Red	Orange	Yellow	Blue	Yellow	Orange
Santiago	Lcb	Red	Green	Red	Blue	Blue	Orange	Orange	Blue	Blue	Orange	Orange
Buenavista	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Blue	Green	Orange	Blue	Blue	Orange	Orange
Santa Cruz	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Blue	Green	Orange	Blue	Blue	Blue	Orange
El Campamento	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Blue	Green	Orange	Blue	Blue	Blue	Orange
Miraflores	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Blue	Yellow	Orange	Blue	Blue	Yellow	Orange
La Rivera	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Red	Orange	Orange	Yellow	Blue	Blue	Orange
Cabo Pulmo	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Red	Yellow	Orange	Yellow	Blue	Green	Orange
Ejido Plutarco Elías Calles	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Orange
Los Cerritos	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Orange
Migriño	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Blue	Yellow	Orange	Blue	Blue	Blue	Orange
Santa Cruz de Los Zacatitos	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Red	Green	Orange	Yellow	Blue	Blue	Orange
Playa Tortuga	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Red	Green	Orange	Yellow	Blue	Blue	Orange
Las Dos Ballenas	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Red	Green	Orange	Yellow	Blue	Blue	Orange
Boca de La Sierra	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Red	Yellow	Orange	Blue	Blue	Blue	Orange
Las Cuevas	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Blue	Orange	Orange	Blue	Blue	Blue	Orange

Población	Mun	CT	HE	OC	SQ	MT	IN	SIS	TS	V	SL	TE
Vinoramas Diamante	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Red	Green	Orange	Yellow	Blue	Blue	Orange
Castillo de arena	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Red	Green	Orange	Yellow	Blue	Blue	Orange
María Sánchez Viuda de González	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Blue	Orange	Orange	Blue	Blue	Blue	Orange
Agua Caliente	Lcb	Red	Green	Red	Blue	Blue	Yellow	Orange	Blue	Blue	Blue	Orange
Panamá	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Blue	Yellow	Orange	Blue	Blue	Blue	Orange
Caduaño	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Blue	Orange	Orange	Blue	Blue	Yellow	Orange
El Ranchito	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Blue	Yellow	Orange	Blue	Blue	Blue	Orange
Buenavista	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Red	Yellow	Orange	Yellow	Blue	Yellow	Orange
Buena Vista	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Red	Orange	Orange	Yellow	Blue	Yellow	Orange
Palo Blanco	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Red	Orange	Orange	Blue	Blue	Yellow	Orange
Buenos aires	Lcb	Red	Green	Red	Yellow	Red	Orange	Orange	Yellow	Blue	Yellow	Orange
Palo escopeta	Lcb	Red	Green	Red	Orange	Blue	Green	Orange	Blue	Blue	Yellow	Orange

Tabla 21. Tabla Riesgo cualitativo para fenómenos químico-tecnológicos, biológico-sanitarios, socio-organizativos para cada población en Baja California Sur (MSE=Manejo de Sustancias Especiales, DRU=Disposición de Residuos Urbanos, MMI=Manejo de Material Ionizante, INC=Incendios, EPI=Épidemias y plagas, CAG=Contaminación del agua, CAI=Contaminación del aire, MBI=Manejo de Material Biológico Infeccioso, AGM=Aglomeraciones, MCV=Manifestaciones Civiles Violentas, ACT=Accidentes de tráfico) (Riesgo: Muy alto=rojo, alto=naranja, moderado=amarillo, bajo=verde, muy bajo=azul)

Población	Mun	MSE	DRU	INC	MMI	EPI	CAG	CAI	MBI	AGM	MCV	ACT
Guerrero Negro	Mul	Blue	Orange	Blue	Yellow	Yellow	Green	Blue	Yellow	Blue	Blue	Blue
Benito Juárez	Mul	Blue	Green	Yellow	Blue	Green	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Las Palomas	Mul	Blue	Green	Yellow	Blue	Green	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Gustavo Díaz Ordaz	Mul	Blue	Green	Yellow	Blue	Green	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Unión y Progreso	Mul	Blue	Green	Yellow	Blue	Green	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Nueva Esperanza	Mul	Blue	Green	Yellow	Blue	Green	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Emiliano Zapata	Mul	Blue	Green	Yellow	Blue	Green	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Villa Alberto Andrés Arámburo	Mul	Orange	Orange	Yellow	Blue	Yellow	Yellow	Blue	Yellow	Blue	Blue	Green
Bahía Tortugas	Mul	Blue	Green	Orange	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Bahía Asunción	Mul	Blue	Green	Orange	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
La Bocana	Mul	Blue	Green	Orange	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Punta Abreojos	Mul	Blue	Green	Orange	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
San Ignacio	Mul	Blue	Green	Red	Blue	Yellow	Yellow	Blue	Yellow	Blue	Blue	Blue
Guamuchil-La Joya-San Lino	Mul	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Santa Lucía	Mul	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Santa Rosalía	Mul	Orange	Orange	Red	Orange	Orange	Blue	Blue	Yellow	Green	Green	Green
Santa Águeda	Mul	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue

Población	Mun	MSE	DRU	INC	MMI	EPI	CAG	CAI	MBI	AGM	MCV	ACT
Ejido San Lucas	Mul	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
San Bruno	Mul	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Heroica Mulegé	Mul	Yellow	Orange	Red	Blue	Orange	Green	Blue	Yellow	Blue	Blue	Green
El Datil	Mul	Blue	Orange	Blue	Blue	Light Green	Green	Blue	Yellow	Blue	Blue	Green
Ejido Luis Echeverría	Mul	Blue	Yellow	Blue	Blue	Light Green	Green	Blue	Orange	Blue	Blue	Blue
San Marcos	Mul	Orange	Yellow	Blue	Blue	Yellow	Green	Orange	Yellow	Blue	Blue	Blue
Loreto	Lor	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Blue	Yellow	Yellow	Blue	Yellow
San Javier	Lor	Blue	Green	Blue	Blue	Yellow	Blue	Blue	Blue	Yellow	Blue	Blue
Ensenada blanca	Lor	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Liguí	Lor	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Yellow	Green	Green
Nopoló	Lor	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Ciudad Constitución	Com	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue
Ciudad Insurgentes	Com	Blue	Orange	Yellow	Blue	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue
Puerto Alcatraz	Com	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
María Auxiliadora	Com	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue	Orange	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
San Miguel y San José de Comondú	Com	Blue	Green	Red	Blue	Green	Green	Blue	Blue	Yellow	Blue	Blue

Población	Mun	MSE	DRU	INC	MMI	EPI	CAG	CAI	MBI	AGM	MCV	ACT
Villa Hidalgo	Com	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Orange	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Santa Rita	Com	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Josefa Ortiz de Domínguez	Com	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Puerto Chale	Com	Blue	Green	Blue	Blue	Yellow	Green	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue
LFDA 5	Com	Blue	Green	Yellow	Blue	Green	Orange	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue
LFDA 2	Com	Blue	Green	Yellow	Blue	Green	Orange	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue
LFDA 4	Com	Blue	Green	Yellow	Blue	Green	Orange	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue
LFDA 1		Blue	Green	Yellow	Blue	Green	Orange	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue
San Carlos	Com	Blue	Green	Blue	Blue	Yellow	Blue	Blue	Green	Green	Blue	Green
La Purísima	Com	Blue	Green	Red	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Green	Blue	Blue
San Isidro	Com	Blue	Green	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
San Juanico	Com	Blue	Green	Blue	Blue	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Las Barracas	Com	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
La Poza Grande	Com	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Zaragoza	Com	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue	Orange	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Palo Bola	Com	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue	Orange	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue

Población	Mun	MSE	DRU	INC	MMI	EPI	CAG	CAI	MBI	AGM	MCV	ACT
Puerto Adolfo López Mateos	Com	Blue	Green	Blue	Blue	Yellow	Green	Blue	Blue	Yellow	Blue	Blue
Ramaditas	Com	Blue	Green	Yellow	Blue	Blue	Orange	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Santo Domingo	Com	Blue	Green	Yellow	Blue	Green	Orange	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
La Paz	Lpz	Red	Orange	Orange	Orange	Red	Orange	Orange	Yellow	Red	Orange	Red
El Centenario	Lpz	Blue	Green	Yellow	Blue	Orange	Red	Blue	Blue	Green	Blue	Red
Chametla	Lpz	Blue	Green	Yellow	Blue	Orange	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Las Pocitas	Lpz	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Yellow	Blue	Yellow
Todos Santos	Lpz	Blue	Green	Red	Yellow	Red	Yellow	Blue	Yellow	Blue	Blue	Yellow
El Pescadero	Lpz	Blue	Green	Yellow	Blue	Orange	Green	Blue	Yellow	Blue	Blue	Blue
Buenos Aires	Lpz	Blue	Green	Blue	Blue	Yellow	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Los Barriles	Lpz	Blue	Green	Blue	Green	Red	Green	Blue	Blue	Yellow	Blue	Blue
La Ventana-El Sargento	Lpz	Blue	Green	Blue	Blue	Red	Blue	Blue	Blue	Yellow	Blue	Blue
El Cardonal	Lpz	Blue	Green	Blue	Blue	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
San Pedro México	Lpz	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Orange	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Agua Amarga	Lpz	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Orange	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
San Bartolo	Lpz	Blue	Green	Orange	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
El Carrizal	Lpz	Blue	Green	Yellow	Blue	Green	Orange	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue

Población	Mun	MSE	DRU	INC	MMI	EPI	CAG	CAI	MBI	AGM	MCV	ACT
San Juan de los Planes	Lpz	Blue	Green	Yellow	Blue	Green	Orange	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Juan Domínguez Cota	Lpz	Blue	Green	Yellow	Blue	Green	Orange	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Melitón Albañez	Lpz	Yellow	Green	Blue	Blue	Green	Orange	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
San Antonio	Lpz	Blue	Yellow	Blue	Blue	Yellow	Red	Blue	Blue	Green	Blue	Yellow
El Triunfo	Lpz	Blue	Yellow	Blue	Blue	Orange	Red	Blue	Blue	Yellow	Blue	Yellow
LFAN 1	Lpz	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
LFAN 2	Lpz	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
La Trinidad	Lpz	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Conquista Agraria	Lpz	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Ampliación La Matanza	Lpz	Blue	Green	Yellow	Blue	Green	Orange	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
San Pedro	Lpz	Blue	Green	Yellow	Blue	Yellow	Orange	Blue	Blue	Blue	Blue	Yellow
San Juan de la Costa	Lpz	Red	Green	Blue	Blue	Yellow	Blue	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green
El Rosario	Lpz	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Orange	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Álvaro Obregón	Lpz	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Cabo San Lucas	Lcb	Red	Yellow	Orange	Orange	Red	Yellow	Orange	Yellow	Red	Red	Red
San José del Cabo	Lcb	Red	Yellow	Red	Orange	Red	Yellow	Orange	Yellow	Red	Red	Red
Santiago	Lcb	Blue	Green	Red	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Green	Blue	Blue

Población	Mun	MSE	DRU	INC	MMI	EPI	CAG	CAI	MBI	AGM	MCV	ACT
Santa Cruz	Lcb	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
El Campamento	Lcb	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Miraflores	Lcb	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
La Rivera	Lcb	Blue	Green	Yellow	Blue	Orange	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Yellow
Cabo Pulmo	Lcb	Blue	Green	Blue	Blue	Orange	Blue	Blue	Blue	Yellow	Blue	Blue
Ejido Plutarco Elías Calles	Lcb	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Los Cerritos	Lcb	Blue	Green	Blue	Blue	Orange	Blue	Blue	Blue	Green	Blue	Green
Migriño	Lcb	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Santa Cruz de Los Zacatitos	Lcb	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Playa Tortuga	Lcb	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Las Dos Ballenas	Lcb	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Boca de La Sierra	Lcb	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Las Cuevas		Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Vinoramas Diamante	Lcb	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Castillo de arena	Lcb	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
María Sánchez Viuda de González	Lcb	Blue	Green	Blue	Blue	Light Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue

Población	Mun	MSE	DRU	INC	MMI	EPI	CAG	CAI	MBI	AGM	MCV	ACT
Agua Caliente	Lcb	Blue	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Panamá	Lcb	Blue	Red	Blue	Blue	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Caduaño	Lcb	Blue	Red	Blue	Blue	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
El Ranchito	Lcb	Blue	Red	Blue	Blue	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Buenvista	Lcb	Blue	Red	Blue	Blue	Yellow	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Buena Vista	Lcb	Blue	Red	Blue	Red	Yellow	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Palo Blanco	Lcb	Blue	Red	Blue	Blue	Red	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Buenos aires	Lcb	Blue	Red	Blue	Blue	Yellow	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Palo Escopeta		Blue	Red	Blue	Blue	Yellow	Dark Blue	Dark Blue	Blue	Blue	Blue	Blue

Considerando una escala a nivel colonias en la tabla 22 se presentan aquellas con alto riesgo dependiendo del fenómeno perturbador.

Tabla 22. Colonias y zonas de alto riesgo en Baja California Sur.

Nombre	Ciudad y Municipio	Tipo de Riesgos (altos)
Guerrero Negro (zona oriente)	Guerrero Negro, Mulegé	Dispersión de basura por vientos
Col. Marcelo Rubio e INFONAVIT	Guerrero Negro, Mulegé	Inundaciones
Puerto San Carlos (todas las colonias)	Puerto San Carlos, Comondú	Muy alto riesgo por inundaciones, marea de tormenta y aumento del nivel del mar por cambio climático
Zona Centro Santa Rosalía	Santa Rosalía, Mulegé	Incendios e inundaciones
Colonias zona Mesa México	Santa Rosalía, Mulegé	y escurrimientos de alta velocidad.
Magisterial	Santa Rosalía, Mulegé	Deslaves, desprendimientos y escurrimientos en cañadas
Línea de costa	Santa Rosalía, Mulegé	Mareas de tormenta
Costa Azul, Hidalgo, Nueva Cachanilla	Santa Rosalía, Mulegé	Deslaves, desprendimientos y escurrimientos en cañadas
Nivel 50, Barrio Cañada	Santa Rosalía, Mulegé	Deslaves, desprendimientos y escurrimientos en cañadas
Asentamientos irregulares	Santa Rosalía, Mulegé	Deslaves, desprendimientos y escurrimientos en cañadas
Cauhtémoc y el Retiro	Santa Rosalía, Mulegé	Deslaves, desprendimientos y escurrimientos en cañadas
La Calera	Heroica, Mulegé	Inundaciones
Punta Agua	Heroica, Mulegé	Inundaciones
El Ranchito	Heroica, Mulegé	Inundaciones
Año Nuevo	Heroica, Mulegé	Inundaciones
La Tinaja	Heroica, Mulegé	Inundaciones
Camino al Rebaje	Heroica, Mulegé	Inundaciones
Camino al Fato	Heroica, Mulegé	Inundaciones
Casas en las márgenes del arroyo hasta la desembocadura	Heroica, Mulegé	Inundaciones
Viviendas aledañas al palmar	Heroica, Mulegé	Incendios
Cangrejos	Cabo San Lucas, Los Cabos	Inundaciones
Lagunitas I, II, Premier, Caribe bajo	Cabo San Lucas, Los Cabos	Inundaciones, incendios, sanitarios.

Asentamientos irregulares arroyo Salto Seco	Cabo San Lucas, Los Cabos	Inundaciones, deslizamientos
Tierra y Libertad, Ampliación progreso	Cabo San Lucas, Los Cabos	Inundaciones, deslizamientos
Chulavista (regularizado e irregular)	Cabo San Lucas, Los Cabos	Inundaciones, incendios, sanitarios
La Esperanza	Cabo San Lucas, Los Cabos	Inundaciones, incendios, sanitarios, deslizamientos
Los Venados, Ampliación Mariano Matamoros Miramar	Cabo San Lucas, Los Cabos	Inundaciones
Las Palmas	Cabo San Lucas, Los Cabos	Deslizamientos, sanitarios, incendios
El Tezal	Cabo San Lucas, Los Cabos	Inundación
La Choya	San José del Cabo, Los Cabos	Inundaciones,
El Tildillo	San José del Cabo, Los Cabos	Inundaciones
Asentamientos irregulares cañada los Perros	San José del Cabo, Los Cabos	Inundaciones, incendios, sanitarios, deslizamientos
Asentamientos irregulares arroyo Doña Chepa	San José del Cabo, Los Cabos	Inundaciones, incendios, sanitarios, deslizamientos
Colonia Centro	San José del Cabo, Los Cabos	Inundaciones
Asentamientos irregulares en el vado Santa Rosa	San José del Cabo, Los Cabos	Inundaciones, incendios, sanitarios, deslizamientos
Colonias Guaymitas y Rosarito	San José del Cabo, Los Cabos	Inundaciones
Colonia San Bernabé	San José del Cabo, Los Cabos	Inundaciones
Asentamientos Vado Arroyo Seco	San José del Cabo, Los Cabos	Inundaciones
Colonia Vista Hermosa (aledaña a las cañadas)	San José del Cabo, Los Cabos	Deslizamientos y colapsos
Colonia Vista Hermosa (Parque deportivo CECYT 04)	San José del Cabo, Los Cabos	Posible subsidencia del terreno, emanación de gases por descomposición de basura enterrada
Asentamiento irregular Puerto Nuevo	San José del Cabo, Los Cabos	Incendios y sanitarios
Asentamientos irregulares La Ballena	San José del Cabo, Los Cabos	Incendios y sanitarios
Vado La Ballena	San José del Cabo, Los Cabos	Inundaciones, incendios, sanitarios, deslizamientos
Santa Anita (parte sur)	San José del Cabo, Los Cabos	Inundaciones - deslizamientos
Carreteras escénica Cabo San Lucas – San José del	San José del Cabo, Los Cabos	Accidentes

Cabo y Libramiento aeropuerto		
Palmar del estero San José del Cabo	San José del Cabo, Los Cabos	Incendios
Zona donde se encuentra el internado	Miraflores	Inundaciones
Zona aledaña al arroyo Santiago	Las Cuevas, Los Cabos	Inundaciones
Palmar de Santiago	Santiago, Los Cabos	Incendios
El Zacatal II, Área del Zoológico, El Cantil	Santiago, Los Cabos	Inundaciones
Línea de costa	Cabo Pulmo, Los Cabos	Erosión costera
Palmar Todos Santos	Todos Santos, La Paz	Incendios
Asentamientos en las márgenes delos arroyos La Piedra Gorda y Buenos Aires	Los Barriles, La Paz	Inundaciones
Áreas colindantes al arroyo	Las Pocitas, La Paz	Inundación
Colonias Olachea, Ciudad del Cielo y Ladrillera Ampliación Álvaro obregón	La Paz, La Paz	Inundación, deslizamientos, colapsos
Asentamiento irregular bordo de protección Las Tablitas	La Paz, La Paz	Inundaciones, incendios, sanitarios, contaminación atmosférica
Colonia Márquez de León	La Paz, La Paz	Inundaciones, incendios, sanitarios, contaminación atmosférica
Colonia Agua Escondida	La Paz, La Paz	Inundaciones, incendios, sanitarios, contaminación atmosférica
Colonias Tabachines, Solidaridad, Calandrio, Miramar, La Fuente, Marina Sur, Los Cardones, INVI, La Pitahaya	La Paz, La Paz	Inundaciones
Col. Revolución, Balandra, las Garzas II, Civilizadores, Palo de Santa Rita, 3 de mayo, Fidepaz, Benito Juárez	La Paz, La Paz	Inundaciones
Chametla-El Centenario al costado de arroyos	La Paz, La Paz	Inundaciones. Marea de tormenta
Comitán	La Paz, La Paz	Marejadas, mareas de tormenta, aumento del nivel del mar.
Libramiento La Paz-Pichilingue y carretera La Paz - Tecolote	La Paz, La Paz	Accidentes.
Carretera Los Barriles – El Cardonal	Los Barriles-El Cardonal, La Paz	Susceptibilidad de laderas

Colonias 4 de marzo, Pueblo Nuevo, Ladrillera y Palo Bola	Ciudad Constitución	Inundaciones
Colonias Infonavit San Martín, Magisterial, Pioneros	Ciudad Constitución	Inundaciones
Infonavit Guaycura, Juan Domínguez Cota y Lienzo Charro	Ciudad Constitución	Inundaciones
Colonia centro	Ciudad Constitución	Inundaciones
Zonas habitadas anexas a la gasera del arroyo Las Bramonas Col. Longoria	Ciudad Constitución	Inundaciones
Colonias Guadalupe Victoria, La Cruz, La Lagunita, zona centro	Ciudad Insurgentes	Inundaciones
Zonas aledañas al arroyo	Ciudad Insurgentes	Inundaciones
San Miguel y San José de Comondú, La Purísima	Comondú	Inundaciones e Incendios
Ley Federal de Agua 1	Comondú	Inundaciones
Asentamientos irregulares en los bordes del arroyo Las Parras	Loreto, Loreto	Inundaciones, incendios, sanitarios
Porciones de las colonias Miramar y su ampliación (Asentamiento Humano dentro del cauce de la calle Sierra, Arroyo Marlín y Arroyo Los Cangrejos).	Loreto, Loreto	Inundaciones
Malecón (zona centro)	Loreto, Loreto	Inundaciones
Asentamientos irregulares en márgenes del Arroyo Potrerillos	Loreto, Loreto	Inundaciones, incendios, sanitarios
Parte oriente colonia el Jaral	Loreto, Loreto	Inundaciones
Zona aledaña al bordo de la colonia INFONAVIT	Loreto, Loreto	Inundaciones

Puntos Críticos

Como puntos críticos se consideran aquellas poblaciones, colonias, zonas, vías de comunicación que presentan un nivel muy alto de riesgo y que ante el impacto de uno o combinación de fenómenos perturbadores tengan el potencial de generar un alto número de fallecidos, damnificados y cuantiosas pérdidas económicas. Los puntos críticos se muestran en la tabla 23.

Tabla 23. Puntos Críticos detectados a nivel estatal.

Nombre	Municipio	Descripción	Impacto*
Asentamientos irregulares en Cabo San Lucas	Los Cabos	Las condiciones de alta vulnerabilidad y alta exposición en conjunto con el hecho de que un gran número de viviendas se localizan dentro del cauce de arroyos (principales y tributarios), a la orilla de cañadas con alto peligro por susceptibilidad de laderas, además de las condiciones insalubres, falta de servicios, inseguridad son sin duda un punto crítico más aún ante la presencia de lluvias extraordinarias o impacto de ciclones tropicales.	30,000 habitantes aproximadamente
Asentamientos irregulares en San José del Cabo	Los Cabos	Las condiciones de alta vulnerabilidad y alta exposición en conjunto con el hecho de que un gran número de viviendas se localizan dentro del cauce de arroyos (principales y tributarios), a la orilla de cañadas con alto peligro por susceptibilidad de laderas, además de las condiciones insalubres, falta de servicios, inseguridad son sin duda un punto crítico más aún ante la presencia de lluvias extraordinarias o impacto de ciclones tropicales.	10,000 habitantes aproximadamente
Municipios de La Paz y Los Cabos	La Paz y Los Cabos	Impacto por ciclones tropicales. Las investigaciones sugieren una intensificación y aumento de frecuencia de ciclones tropicales. En este sentido aumentará la probabilidad de que se presente un evento similar al impacto del huracán Odile en 2014 o inclusive de mayores consecuencias.	650,000 habitantes
Asentamientos irregulares en La Paz	La Paz	Las condiciones de alta vulnerabilidad y alta exposición en conjunto con el hecho de que un gran número de viviendas se localizan dentro del cauce de arroyos (principales y tributarios), a la orilla de cañadas con alto peligro	2000 viviendas aproximadamente. Considerando a dos personas por vivienda, se estiman 4000 personas.

por susceptibilidad de laderas, además de las condiciones insalubres, falta de servicios, inseguridad son sin duda un punto crítico más aún ante la presencia de lluvias extraordinarias o impacto de ciclones tropicales.

Calidad del aire en la ciudad de La Paz	La Paz	Se observa con mayor frecuencia una capa de humo sobrevolando o a nivel del suelo resultado de la generación de electricidad, incendios, exceso de vehículos automotores muchos de ellos en mal estado, sin o con catalizador dañado. En caso de no tomar acciones aumentaría el impacto a la sociedad paceña.	Aumento de enfermedades respiratorias en 292,241 habitantes
Asentamientos irregulares en Loreto	Loreto	Las condiciones de alta vulnerabilidad y alta exposición en conjunto con el hecho de que un gran número de viviendas se localizan dentro del cauce de arroyos (principales y tributarios), a la orilla de cañadas con alto peligro por susceptibilidad de laderas, además de las condiciones insalubres, falta de servicios, inseguridad son sin duda un punto crítico más aún ante la presencia de lluvias extraordinarias o impacto de ciclones tropicales.	Estimado de cientos de familias, se requiere censo
Asentamientos irregulares en Santa Rosalía	Mulegé	Las condiciones de alta vulnerabilidad y alta exposición en conjunto con el hecho de que un gran número de viviendas se localizan dentro del cauce de arroyos (principales y tributarios), a la orilla de cañadas con alto peligro por susceptibilidad de laderas, además de las condiciones insalubres, falta de servicios, inseguridad son sin duda un punto crítico más aún ante la presencia de lluvias extraordinarias o impacto de ciclones tropicales.	Estimado de cientos de familias, se requiere censo
Heroica Mulegé	Mulegé	La población de Heroica Mulegé se	3,384 habitantes

encuentra expuesta a diversos fenómenos perturbadores destacando inundaciones, mareas de tormenta, incendios en el palmar, disposición inadecuada de residuos urbanos, accidentes carreteros (en zonas aledañas), susceptibilidad de laderas.

Puerto San Carlos	Comondú	El aumento del nivel del mar por cambio climático en conjunto con una mayor probabilidad de impacto de mareas de tormenta (por ciclones tropicales) favorecerá mayores inundaciones. En algún punto los diques artificiales no serán suficientes para contener al mar.	5,742 habitantes
La Paz, Cabo San Lucas, Loreto, San José del Cabo, San Antonio, El Triunfo, Los Planes	Varios	Los acuíferos se encuentran sobreexplotados con valores negativos de disponibilidad y un deterioro constante de la calidad del agua. En conjunto con el crecimiento poblacional y cambio climático se prevé escases de agua.	650,000 habitantes aproximados
Oasis y esteros (San José del Cabo, Heroica Mulegé, San Ignacio, Todos Santos), relleno sanitario de La Paz	Varios	Incendios urbanos, forestales y en zona de transición que cada vez son más frecuentes y que impactan a la población poniéndola en ocasiones en riesgo por propagación del fuego y contaminación atmosférica.	300,000 habitantes aproximadamente
Santa Rosalía	Mulegé	Incendios urbanos en las viviendas y negocios de la zona centro donde predomina un estilo de arquitectura basado en madera	1,000 personas aproximadamente

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tal y como ha quedado expuesto a lo largo de este Atlas Estatal del Riesgo, Baja California Sur en sus cinco municipios afrontan el impacto de fenómenos perturbadores que con el crecimiento poblacional e industrial aumentarán la exposición y vulnerabilidad de sus habitantes. Cada población y/o asentamiento tiene sus particularidades y por ende también varía la exposición a fenómenos perturbadores.

En los capítulos que conforman este Atlas se ha detallado la situación particular en términos de riesgo para las poblaciones del Estado, así como para zonas ubicadas dentro de las manchas urbanas.

Existen fenómenos que particularmente afectan a todo el Estado de forma recurrente, resaltando los ciclones tropicales, las sequías, los incendios, la disponibilidad y calidad del agua y otros que afortunadamente no se presentan con tanta frecuencia como son los tsunamis. Así en este último apartado del Atlas Estatal del Riesgo, hacemos

mención de áreas de oportunidad que pueden ser exploradas a detalle en un futuro próximo que coadyuvarían a la construcción de resiliencia en nuestro Estado.

Estas propuestas surgen como parte de los resultados de 1er Foro Estatal de Protección Civil de Baja California Sur, evento coordinado por la Comisión Permanente del H. Congreso del Estado de Baja California Sur y la Universidad Autónoma de Baja California Sur en 2021, el Programa Hídrico Regional 2021-2024 Región Administrativa 1 Península de Baja California, documento elaborado por CONAGUA en colaboración con la Universidad Autónoma de Baja California Sur y otras instituciones estatales y del vecino estado de Baja California y resultados de este Atlas.

Tabla 24. Áreas de oportunidad en el ámbito de la protección civil para Baja California Sur.

Áreas de oportunidad	Objetivos	Riesgo que atiende
Concientización sobre la protección civil en la vida cotidiana en instituciones de los distintos niveles educativos.	Incorporar a la currícula de los diferentes niveles educativos temas de protección civil que fomenten la cultura de esta e incrementen las acciones preventivas en la sociedad desde temprana edad.	Transversal
Proyecto de inclusión de personas con discapacidad en las estrategias preventivas, durante y después de un siniestro.	Incorporar estrategias de acción de protección civil adecuadas para toda la población incluyendo personas con discapacidad, así poder garantizar una atención digna y responsable, incluyendo la participación activa de este grupo en la elaboración de las acciones a seguir.	Transversal
Profesionalización de las instituciones de protección civil. (Subsecretaría, direcciones, oficinas locales, voluntarios, bomberos, entre otros).	Fomentar la profesionalización del personal de protección civil apoyados de las academias de Bomberos, Cruz Roja, la UABCS a partir de la Ingeniería en Prevención de Desastres y Protección Civil, cursos abiertos del ENAPROC.	Transversal
Diagnóstico de la protección civil en Baja California Sur.	Es necesario identificar las fortalezas y debilidades de las acciones oficiales antes, durante y después de un siniestro en las distintas aplicaciones de la protección civil, para así generar acciones pertinentes y adecuadas a los municipios.	Transversal
Fortalecimiento de las instituciones de protección civil (Subsecretaría, direcciones, oficinas locales, voluntarios, bomberos, entre otros).	Mayor presupuesto para atender las necesidades de la sociedad a partir de la compra de vehículos, equipo y mejora de instalaciones.	Transversal

Actualización de la Ley Estatal de Protección Civil.	Identificar las áreas de oportunidad en la mejora de la normatividad que se adapte a las condiciones de BCS y enfatice las medidas preventivas.	Transversal
Ampliación del enfoque de la Protección Civil hacia domicilios, escuelas, pequeños negocios, etc.	Proponer programas que ayuden a ampliar la visión de la protección civil en la vida cotidiana, incluyendo las prácticas preventivas en domicilios, escuelas, establecimientos varios, etc.	Transversal
Programas de fomento de cultura de Protección Civil a través de redes sociales y medios de comunicación.	Divulgar por medio de redes sociales y medios de comunicación locales medidas que ayuden a orientar a la población en general sobre medidas preventivas que ayuden a salvaguardar su vida y bienes.	Transversal
Elaborar y Actualizar los Atlas de Riesgos Municipales.	Promover que todos los municipios cuenten con un Atlas Municipal de Riesgos Actualizado (no mayor a 5 años).	Transversal
Promover que los Atlas de Riesgo sean desarrollados por las universidades públicas de la Entidad.	Mejor manejo de la información al corto y largo plazo Investigadores con conocimiento local. La inversión permanece en la Entidad y contribuye al fortalecimiento de la generación de profesionistas e investigación en la materia.	Transversal
Aumentar la lista de terceros acreditados priorizando especialistas en protección civil.	Aumentar y renovar la lista de terceros acreditados, solicitando que los candidatos tengan una formación relacionada a la protección civil, además de los cursos y experiencia en el tema.	Transversal
Fortalecimiento de los programas coordinados entre la Subsecretaria y otras dependencias.	Promover programas coordinados y continuar fortaleciendo programas ya existentes como el Programa Hospital Seguro, Comité Estatal de Manejo del Fuego, entre otros.	Transversal

<p>Monitoreo y seguimiento a los asentamientos irregulares.</p>	<p>Por su dinamismo, se requiere censos constantes de los asentamientos irregulares a fin de contar con el número de habitantes y la evolución geográfica de los mismos para conocer de forma real, la población expuesta. A la par se deben instalar medidas para evitar la creación y crecimiento de estos asentamientos.</p>	<p>Transversal</p>
<p>Identificar y delimitar las zonas propensas a experimentar inundaciones y, estimar los niveles alcanzados por el agua para diferentes escenarios futuros.</p>	<p>Prevenir escenarios de riesgo en la población y mantener las infraestructuras sin daños ante un evento torrencial.</p>	<p>Fenómenos Hidrometeorológicos</p>
<p>Mantener operativo y funcional el radar hidrometeorológico de Cabo San Lucas.</p>	<p>Actualmente los radares meteorológicos juegan un papel muy importante en el campo de la meteorología. Estos aparatos mandan y reciben señales electromagnéticas que pueden proveer de información muy valiosa sobre la localización e intensidad de la precipitación en forma de gotas de lluvia o cristales de hielo.</p>	<p>Fenómenos Hidrometeorológicos</p>
<p>Actualización de los protocolos de instalación de albergues y de Sistema Comando de Incidentes ante ciclones tropicales.</p>	<p>Resultado de lo impredecible de los pronósticos de ciclones tropicales (específicamente Huracanes Norma y Otis) es necesario actualizar los protocolos para que los albergues y el SCI se instalen días antes del impacto, independientemente de la intensidad y/o el pronóstico dada una determinada distancia del meteoro a las costas estatales.</p>	<p>Fenómenos Hidrometeorológicos</p>
<p>Instalación de estaciones climatológicas e hidrométricas.</p>	<p>Aumentar la densidad espacial de las estaciones climatológicas del Estado, sobre todo en zonas cercanas a núcleos poblacionales preferentemente que sean</p>	<p>Riesgos Hidrometeorológicos</p>

	<p>automatizadas con medición en tiempo real y en intervalos temporales de al menos “horas”, idealmente “minutos” Instalar de forma inicial estaciones hidrométricas que monitoreen el aforo de los cauces principales.</p>	
Mejora de la red mareográfica.	<p>Contar con mayor instrumentación a lo largo de las costas del Estado para cuantificar con mayor detalle el impacto de mareas de tormenta y tsunamis.</p>	Riesgos Hidrometeorológicos
Actualización del Programa Estatal ante el Cambio Climático (PEACC).	<p>Iniciar con la actualización de este importante instrumento para el Estado.</p>	Riesgos Hidrometeorológicos
Incremento de puentes y alcantarillas, mejora y/o reparación de las mismas.	<p>El incremento de puentes y alcantarillas, mejora y/o reparación de las mismas, favorecerá un mejor manejo de las inundaciones a la par de que evitaría la interrupción de las comunicaciones terrestres.</p>	Riesgos Hidrometeorológicos
Censo sobre inmuebles e infraestructura construida sin criterios anti-huracanes.	<p>A fin de que no se repita lo acontecido con el huracán Odile y Otis es necesario censar aquellos edificios vulnerables y gestionar que los propietarios actualicen, mejores o adapten los inmuebles para soportar vientos de huracanes categoría 5. Esta acción debe ir respaldada con ajustes a las leyes y normatividad en materia de Gestión Integral del Riesgo y de construcción.</p>	Riesgos Hidrometeorológicos
Programa de actuación ante inundaciones derivadas del aumento del nivel del mar por Cambio Climático.	<p>Contar con un programa a corto y mediano plazo para proteger a las comunidades costeras o inclusive considerar migrarlas a zonas altas (caso de Puerto San Carlos).</p>	Riesgos Hidrometeorológicos

<p>Análisis del riesgo obligatorio para desarrollos de alto impacto.</p>	<p>Obligar a los desarrolladores que deseen implementar proyectos inmobiliarios, hoteleros, industriales a que presenten ante las autoridades de Protección Civil un análisis del riesgo por fenómenos Hidrometeorológicos, geológicos y antropogénicos para su proyecto y las inmediaciones al mismo de manera que tanto el proyecto y las zonas circundantes sean seguras ante el impacto de fenómenos Hidrometeorológicos.</p> <p>Las obras a implementar resultantes deberán extenderse a un radio determinado como acción de responsabilidad social.</p>	<p>Transversal</p>
<p>Análisis del riesgo obligatorio para desarrollos de bajo impacto cuando estén en zonas de alto y muy alto peligro.</p>	<p>Obligar a los desarrolladores de bajo impacto que de acuerdo al Atlas se localicen en zonas de peligro por inundaciones y/o susceptibilidad de laderas a que realicen un análisis del riesgo detallado para el proyecto en cuestión y que se presente ante las autoridades de protección civil a fin de proponer acciones que apoyen la mitigación de riesgos del mismo proyecto y en la intermediación.</p>	<p>Transversal</p>
<p>Campaña de divulgación sobre los peligros por fenómenos geológicos.</p>	<p>Concientizar a la población sobre el peligro por fenómenos geológicos en el Estado como una herramienta para fomentar una cultura de la Protección Civil.</p>	<p>Riesgos geológicos</p>
<p>Actualización de la normatividad en materia de Protección Civil (Riesgo por fenómenos Geológicos).</p>	<p>Proponer actualización y/o nuevas normas y leyes que coadyuven a reducir el riesgo debido a la ocurrencia de fenómenos geológicos en el Estado.</p>	<p>Riesgos geológicos</p>
<p>Programa de actuación preventivo ante tsunamis.</p>	<p>Aun cuando son fenómenos con baja probabilidad de ocurrencia en magnitudes que generen un impacto considerable a la población, es necesario contar con</p>	<p>Riesgos geológicos</p>

	protocolos de actuación y de evacuación en caso de que se presente. Debe incluir un subprograma de concientización a la población.	
Red Sísmica estatal.	Contar con una red sísmica estatal, con datos abiertos que permita analizar los enjambres sísmicos ocurridos en el Estado y que no son analizados por el Servicio Sismológico Nacional.	Riesgos geológicos
Programa de cultura ambiental sobre el tema, para informar a la población lo que respiran como consecuencias de incendios y quemas.	Sensibilizar a la información y dar a conocer las externalidades negativas de prácticas culturales históricamente arraigadas en algunas comunidades.	Riesgos antropogénicos
Diseño y ejecución de campañas permanentes de educación ambiental para la prevención que vayan acompañadas de recursos económicos y materiales para su ejecución.	Prevenir escenarios de riesgo en la población y mantener las infraestructuras sin daños ante un evento torrencial.	Riesgos antropogénicos
Programas infantiles para la clasificación de residuos.	Impulso a las vocaciones ambientales y de prevención a temprana edad.	Riesgos antropogénicos
Programas para la construcción y manejo de plantas recicladoras de vidrio, PET, cartón, papel.	Tener la capacidad instalada local para la correcta gestión de residuos.	Riesgos antropogénicos
Fortalecer la coordinación entre los sectores de atención a emergencias	Hacer uso eficiente de los recursos y los tiempos de respuesta entre los actores involucrados y competentes.	Riesgos antropogénicos

para la atención a la población en situaciones de desastres antropogénicos.		
Establecer mecanismos para transportar los residuos generados en las zonas afectadas de acuerdo con la disponibilidad de área en los Sitios de Disposición Final del Estado.	Evitar que los residuos movilizados por un fenómeno hidrometeorológico terminen en cuencas y obstaculizando arroyos, generando contaminación.	Riesgos antropogénicos
Instalación de estaciones de monitoreo de calidad ambiental.	Aumentar la densidad espacial de las estaciones climatológicas del Estado, sobre todo en zonas cercanas a núcleos poblacionales. Instalar de forma inicial estaciones hidrométricas que monitoreen el aforo de los cauces principales. Posteriormente instalar redes de sensores de bajo costo y de ser posible, monitores de calidad del aire, con el fin de identificar las áreas urbanas con mayores concentraciones de contaminantes atmosféricos y en caso de ser necesario, emitir comunicados de contingencia ambiental a través de una plataforma digital.	Riesgos antropogénicos
Programas para la construcción de plantas de tratamiento biológico (compostaje, vermicomposta, biodigestores, plantas de biogás) para el tratamiento de residuos orgánicos.	Facilitar el uso de los residuos como fuentes de energía o nuevos productos a partir de materiales reciclados.	Riesgos antropogénicos
Uso de energías renovables.	Considerando el alto potencial que tiene Baja California Sur para las energías renovables, el incremento en uso de	Riesgos antropogénicos

	estas tecnologías favorecería una mayor generación eléctrica sin aumentar la contaminación atmosférica.	
Centros de Atención a Emergencias.	Constituir Centros de Atención a Emergencias en los 5 municipios del Estado con una entidad general coordinadora.	Transversal
Centros de Capacitación Certificados.	Constituir Centros de Capacitación certificados para el personal que atiende emergencias de Baja California Sur.	Transversal
Presupuestos adecuados y suficientes.	Asignar presupuestos adecuados y suficientes para la atención a emergencias acorde a las necesidades de los 5 municipios.	Transversal
Protocolos de actuación.	Elaborar los protocolos de actuación y comunicación estandarizados para la atención de emergencias	Transversal
Programas de educación, comunicación y difusión.	Implementar programas permanentes de educación, comunicación y difusión para la población civil relativos a prevención de riesgos.	Transversal
Normatividad de los instrumentos de planeación del territorio y zona marítima en BCS.	Estandarizar la normatividad existente en los trámites para gestión y aprovechamiento del territorio y zona marítima de BCS.	Transversal
Armonización de los instrumentos de planeación urbana.	Elaboración y/o actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial y el Desarrollo Urbano, usando las escalas adecuadas, haciendo eficiente el aprovechamiento del territorio.	Transversal

Regulación de la demanda de uso de suelo en función de la vocación natural del territorio disponible.	Elaborar un atlas de riesgo estatal que vincule los instrumentos de vigilancia de organismos municipales y estatales, respetando los instrumentos de gestión del territorio (OET, PDU).	Transversal
Proyecto de vinculación de la UABCS y Gobierno del Estado de Baja California Sur.	Colaboración entre las instituciones de los diferentes órdenes de gobierno, la UABCS, y otras entidades académicas y de investigación en materia de riesgo, aprovechando los estudios y análisis que sobre el particular se han elaborado	Transversal
Construcción de obras hidráulicas para contención de escurrimientos y recarga de acuíferos.	Analizar la factibilidad y construir obras de almacenamiento a fin de reducir el caudal de los escurrimientos y que apoye al manejo integral de las cuencas y acuíferos.	Transversal
Servicio Hidrológico Estatal.	Operar un Servicio Hidrológico Estatal conformado por el Servicio Meteorológico Nacional, académicos y sociedad civil, en el cual se permitan pronósticos hidrológicos, de crecidas de arroyos y alertas tempranas a la población ante la ocurrencia de eventos extremos.	Transversal
Encauzamiento de arroyos.	Realizar el encauzamiento de arroyos ubicados en zonas urbanas o de alto riesgo, considerando ingeniería y tecnologías que favorezcan la infiltración al acuífero.	Transversal

Instalación de una red hidrométrica y mejora de la red de instrumentación climatológica.	Aumentar el número de estaciones climatológicas, estaciones automatizadas, mantenimiento de la operatividad del radar meteorológico de Los Cabos y generar plataformas digitales que permitan el fácil acceso a los datos.	Transversal
Red de monitoreo piezométrico en tiempo real y con datos abiertos.	Instalación de medidores de presión y de calidad del agua (data loggers) en pozos a seleccionados en los principales acuíferos para monitoreo de la evolución de los niveles y calidad del agua.	Riesgos a antropogénicos
Construcción y/o mejora de los sitios de disposición de residuos.	Construir nuevos o mejorar los sitios de disposición de residuos de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003.	Riesgos a antropogénicos
Protección a los sistemas hidroecológicos.	Reconocimiento de los sistemas hidroecológicos vulnerables y determinar un caudal ecológico mínimo para generar estrategias y acciones de protección. (Lagunas, oasis, llanos, esteros, manglares, riberas) y creación de un Comité Estatal de Humedales.	Transversal
Aplicación y vigilancia de la normatividad en materia de transporte y disposición de sustancias tóxicas.	Vigilar el cumplimiento irrestricto a la normatividad en materia de transporte terrestre o marítimo y disposición final de sustancias tóxicas (en cuerpos de aguas nacionales).	Transversal

<p>Establecer protocolos de actuación ante accidentes que involucren el derrame de sustancias tóxicas.</p>	<p>Capacitación del personal interinstitucional y primeros respondientes para la adecuada actuación ante accidentes que involucren derrame de sustancias tóxicas en el medio terrestre y marino.</p>	<p>Transversal</p>
<p>Promover acciones de remediación y restauración de zonas afectadas por derrames de sustancias tóxicas.</p>	<p>Colaboración entre las instituciones de los diferentes órdenes de gobierno, organizaciones y centros de investigación, para la evaluación del impacto ambiental producto del derrame de sustancias tóxicas en el ambiente terrestre y marino. Promover acciones de limpieza y remediación entre las instituciones.</p>	<p>Transversal</p>

AGRADECIMIENTO

Desde hace ya varias décadas, la Universidad Autónoma de Baja California Sur ha sido la máxima casa de estudios de Sudcalifornia, siendo un pilar en la generación de profesionistas y en materia de investigación. Tan solo en el periodo 2022-2023 se realizaron 175 publicaciones de investigación y 82 profesores tienen el reconocimiento del Sistema Nacional de Investigadores.

Así mismo, la Universidad ha sido anfitriona de importantes eventos y participe en documentos de gran importancia como ha sido el Programa de Acción el Cambio Climático (PEAC), Plan Regional Hídrico 2021-2024, 1er y 2do Foro Estatal de Protección Civil entre muchos otros. Además desde 2017 se oferta la Ingeniería en Prevención de Desastres y Protección Civil la cual fue recientemente acreditada por Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) como programa de calidad y que forma parte de la Red Nacional de Escuelas e Instituciones para la Capacitación, Certificación y Profesionalización en Protección Civil y Gestión Integral Del Riesgo de CENAPRED.

Fue hace un año cuando la Subsecretaria de Protección Civil y el Prof. Víctor Castro Cosiό, Gobernador Constitucional de Baja California Sur, otorgó su confianza para encabezar los trabajos de este importante y trascendental documento y acervo cartográfico basado en una amplia y sólida investigación del más alto nivel.

Después de 4000 kilómetros recorridos a lo largo y ancho del Estado, 1 terabyte de información procesada y un gran equipo de trabajo conformado por 40 investigadores expertos en su campo, técnicos, alumnos y personal de apoyo podemos decir **“Misión Cumplida”**.

Siendo el mes de Junio de 2024 entregamos al Gobierno del Estado de Baja California Sur este Atlas Estatal de Riesgo, creado **“por sudcalifornianos para sudcalifornianos”**. Deseamos que este instrumento coadyuve a la reducción de los riesgos y a la construcción de la resiliencia en nuestras comunidades.

Una vez más, la Universidad cumple con el pueblo sudcaliforniano y con su propósito consumado en su lema.

“Sabiduría como meta, patria como destino”



X. BIBLIOGRAFÍA

- ADB. Asian Development Bank (2012), Climate risk and adaptation in the power sector, Asian Development Bank.
- Agricultura Baja California Sur. (2018). La sequía en el estado de Baja California Sur. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/bajacaliforniasur/articulos/la-sequia-en-el-estado-de-baja-california-sur?idiom=es#:~:text=El%20periodo%20de%20sequ%C3%ADa%20en,la%20presencia%20de%20ciclones%20tropicales>. Consulta: 15-02-24.
- Alvarado-Zambrano, D., & Green-Ruiz, C. R. (2019). Assessment of the Pollution Status and Human Health Risk in Soils from an Agricultural Valley in Northwest Mexico. *Water, Air, & Soil Pollution*, 230(9). doi:10.1007/s11270-019-4246-2
- Alvarez, L.G., Suárez-Vidal, F., Mendoza-Borunda, R., González-Escobar, M. (2009). Bathymetry and active geological structures in the upper Gulf of California. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 61, 1 pp. 129-141
- Amador Castro, J. A. (2013). Cambio climático: Impactos ambientales y socioeconómicos. Recuperado de: <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Ecosistemas/8.pdf>. Consulta: 01-02-24.
- Antinao, J.L. y Farfán, L. M. 2013. Occurrence of landslides during the approach of tropical cyclone Juliette (2001) to Baja California Sur, Mexico. *Atmósfera* 26(2), 183-203
- Avellán, D.R., Macías, J.L., Arce, J.L., Saucedo-Girón, R., Garduño-Monroy, V.H. et al. 2017. Geology of the late Pleistocene Tres Vírgenes Volcanic Complex, Baja California Sur (México). *J. of Maps*, 15, 2019, <https://doi.org/10.1080/17445647.2019.1576552>.
- Bardet, J.-P., Synolakis, C.E., Davies, H.L., Imamura, F., and Okal, E. A. eds. 2003. *Landslide Tsunamis: Recent Findings and Research Directions, Pure and Applied Geophysics: Topical Volume*, ISBN: 978-3-7643-6033-7
- Bellon, H., Aguillón-Robles, A., Calmus, T., Maury, R.C., Bourgois, J., Cotten, J. 2006. La Purísima volcanic field, Baja California Sur (México): Miocene to Quaternary volcanism related to subduction and opening of an asthenospheric window. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 152, (3-4):253-272. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2005.10.005>
- Bermúdez, A., Ivanova, A., De la Peña, A., Bermúdez, A., Casillas, E., Pierrette, L., Pérez, Y., y Lucero, B. (2016). Inventario de emisiones para la ciudad de La Paz, Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur, 1–124 p.
- Bennett, S. E. K., y Oskin, M. E. (2014). Oblique rifting ruptures continents: example from the Gulf of California shear zone. *Geology*, 42, 215–218. <https://doi.org/10.1130/g34904.1>
- Brito-Castillo, L., Méndez-Rodríguez, L.C., Chávez-López, S., Acosta-Vargas, B. (2010). Groundwater differentiation of que aquifer in the Vizcaino Biosphere Reserve, Baja California Peninsula, Mexico. *Geofísica Internacional*. 49(4): 167-179.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 2021. Diagnósticos sobre la percepción local del riesgo de desastres. 41p.
- Centro de Energía Renovable y Calidad Ambiental (CERCA). (2023). Reporte de

- calidad del aire julio-septiembre. Departamento de Salud y Calidad Ambiental. Disponible en: https://cerca.org.mx/wp-content/uploads/2023/12/Reporte-trimestral-de-calidad-del-aire_julio-septiembre-2023.docx.pdf
- CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2020). Día Mundial de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/dia-mundial-de-lucha-contra-la-desertificacion-y-la-sequia-244962>. Consulta: 01-02-24.
- CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2021). Guía básica para la Elaboración de Atlas de Estatales y Municipales de peligros y riesgos. 453p. http://www.atlasmunicipalderiesgos.gob.mx/archivo/archivo/documentos/GB_Elaboracion_AE&M_Peligros_Riesgos_FEN_HIDRO.pdf
- Chapman, C.R. and Morrison, D., 1994. Impacts on the Earth by asteroids and comets: assessing the hazard. *Nature*, 367: 33-40.
- Clague, D. A., Caress, D. W., Dreyer, B. M., Lundsten, L., Paduan, J. B., Portner, R. A., et al. (2018). Geology of the Alarcon Rise, Southern Gulf of California. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 19, 807–837. <https://doi.org/10.1002/2017GC007348>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2019). Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación. 282p.
- Comisión Nacional de Seguros y Finanzas (2022). Estadísticas de siniestros por incendio (XLS). Tomado de https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.cnsf.gob.mx/Transparencia/DGDI/46%2520Informacion%2520estadistica%2520de%2520Incendio_%2520Siniestros.csv&ved=2ahUKEwjYX908SFAXUVLUQIHYESAwoQFnoECA4QAQ&usg=AOvVaw1SCZc3lxQeHOOjrTJSxqRW
- CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. (2021). Sistema Nacional de Información del Agua. Acceso: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/>
- CONAPO, 2019. Proyecciones de la población de México y las entidades federativas 2016-2050 Baja California Sur. Gobierno del Estado de Baja California Sur. 1ra ed. ISBN: 978-607-427-320-5
- Cortés-Ramos, J., Farfán, L. M., Herrera-Cervantes, H. (2020). Assessment of tropical damage on dry forest using multispectral remote sensing. The case of Baja California Sur, México. *J. of. Arid. Env.* 178(2020). 104171
- Cruz-Aguirre, R.U. (2018). A 42 años de Liza, el peor desastre natural ocurrido en La Paz, Baja California Sur. Todos@Cicese. Recuperado de: <https://todos.cicese.mx/sitio/noticia.php?n=1225>. Consulta 21-09-2021.
- Cruz-Falcón, A., Vázquez-González, R., Remírez-Hernández, J., Nava-Sánchez, E.H., Troyo-Dieguez, E., Rivera-Rosas, J., Vega-Mayagoitia, J.E. (2011). Precipitación y recarga en la cuenca de La Paz, B.C.S, México. *Universidad y Ciencia*, 27(3).
- Cruz Falcón, A., Mayer Geraldo, S., Munguía Orozco, L., Valdéz López, T. (1998). Red sísmica temporal de La Paz: Boletín de información sísmica (noviembre-diciembre de 1996). *GEOS, Unión Geofísica Mexicana*, v. 18, 1, p. 1-15.

- DeMets, C., Gordon, R. G., y Argus, D. F. (2010). Geologically current plate motions. *Geophysical Journal International*, 181, 1–80. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246x.2009.04491.x>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2020. Ley Nacional de Protección Civil. 127p.
- Diario Humano. (2022). Protégete: Se incendió basurero en La Paz y humo negro cubre las colonias. Disponible en: <https://diariohumano.com.mx/2022/02/13/protegete-se-incendio-basurero-en-la-paz-y-humo-negro-cubre-las-colonias/>
- Dockery, D.W., y Pope, A. (1994). Accurate respiratory effects of particulate air pollution. *Annu. Rev. Public. Health*. 15: 107-132.
- Data México. (2023). Baja California Sur Entidad Federativa. Gobierno de México. Recuperado de: <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/baja-california-sur-bs>. Consulta: 2-02-24.
- ECLAC. United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean (2013), *An assessment of the economic and social impacts of climate change on the energy sector in the Caribbean*.
- El Sudcaliforniano (2020). Sociedad civil paceña rechaza nueva termoeléctrica. Disponible en: <https://www.elsudcaliforniano.com.mx/local/sociedad-civil-pacena-rechaza-nueva-termoelectrica-4861648.html>
- (2022a). Registran incendio en planta de la CFE en La Paz. Disponible en: <https://www.elsudcaliforniano.com.mx/local/registran-incendio-en-planta-de-la-cfe-en-la-paz-7858563.html>
- (2022b). Se registra fuerte incendio de neumáticos en La Paz. Disponible en: <https://www.elsudcaliforniano.com.mx/politica/se-registra-fuerte-incendio-de-neumaticos-en-la-paz-8968224.html>
- Farfán, L.M.; Castillo-Bautista, B.N.; Vázquez-Aguirre, J.L. (2018). *Desastres Asociados a Ciclones Tropicales en la Costa Occidental de México: 2011–2015*; En Rodríguez-Esteves, J.M., Welsh-Rodríguez, C.M., Romo-Aguilar, M.L., Travieso-Bello, A.C., Eds.; Riesgo de desastres en México: Eventos hidrometeorológicos y climáticos; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua: Progreso, Mexico, 2018; pp. 83–104.
- Farfán, L. M., Brito-Castillo, L., Z. Flores-López, M., Cortés-Ramos, J. (2023). Deep convection, lightning activity and population impact over northwest Mexico: Coastal hotspots from 2009 to 2018. *International Journal of Climatology*, 1–20. [joc.8164](https://doi.org/10.1002/joc.8164).
- Flores G., J.G.; Benavides S., J.D.; Casillas D., U.D.; Hernández N., M.A.; Leal A. H.J.; 2016. Manual para la elaboración de mapas de riesgo de incendios forestales. Libro Técnico. Núm. 1. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, México. X p.
- Fritz, H.M., Blount, C.D., Thwin, S., Kyaw, M. et al. 2009. Cyclone Nargis Storm Surge in Myanmar. *Nature Geoscience*, 2(7):448-449.
- Guarduño-Monroy, V.H., Vargas-Ledezma, H., Campos-Enriquez, J.O. Preliminary geologic studies of Sierra El Aguajito (Baja California, Mexico): a resurgent-type caldera. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 59(1-2): 47-58 Global Volcanism Program, 2023. [Database] Volcanoes of the World (v. 5.1.3; 13 Oct 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. <https://doi.org/10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1>

- González-Abraham, A., Fagundo-Castillo, J.R., Carrillo-Rivera, J.J., Rodríguez-Estrella, R. (2012). Geoquímica de los sistemas de flujo de agua subterránea en rocas sedimentarias y rocas volcanogénicas de Loreto, B.C.S., México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 64(3):319-33
- González-Baheza, A., Arizpe-Covarrubias, O., García-Gastelum, A. 2013. Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía. Consejo de Cuenca Baja California Sur. PRONACOSE-BCS. 246p.
- González, E. M., Mayer, G.S. y Aguirre E. A. (2005). Reporte del enjambre sísmico de febrero-abril de 2004 , en la bahía de La Paz, B.C.S., México. *GEOS, Unión Geofísica Mexicana*, v. 24, 3, p. 451-456.
- González-Estrella, J.E., Dávila Cevallos, A.X. y Paredes Martínez, T.E. (2013). Ministerio del Ambiente. Recuperado de: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/06/aprendiendo3.pdf>. Consulta: 15-02-24.
- H. Congreso del Estado de BCS. Boletín No.356/2022. Recuperado de: <https://www.cbcs.gob.mx/index.php/boletines-2022-1/6369-recibe-comision-de-atencion-a-grupos-vulnerables-censo-de-personas-con-discapacidad-en-zonas-de-riesgo>. Consulta: 15-02-24.
- Hernández-Morales, P. y Wurl, J. (2017). Hydrogeochemical characterization of the thermal springs in northeastern Los Cabos Block, Baja California Sur, México. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 24: 13184-13202. DOI 10.1007/s11356-016-8087-x
- Hossain, I. y Rahman Mullick, A. 2020. Cyclone and Bangladesh: A Historical and Environmental Overview from 1582 to 2020. *International Medical Journal*, 25(6).
- INEGI y UNAM. (1985). El Sismo del 19 de septiembre de 1985, Informe y Evaluación Preliminar. México.
- Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). (2016). Estimación de impactos en salud por contaminación atmosférica en la región centro del país y alternativas de control. Generación de conocimiento para el desarrollo de políticas públicas. Disponible en: www.insp.mx
- Imaz-Lamadrid, M.A., Wurl, J., Ramos-Velázquez, E. 2019. Future of Coastal Lagoons in Arid Zones under Climate Change and Anthropogenic Pressure. A case study from San Jose Lagoon, Mexico. *Resources* 2019, 8(57): doi:10.3390/resources8010057.
- Imaz-Lamadrid, M.A., Wurl, J., Arizpe-Covarrubias, O., Romero-Vadillo, E. (2020). Deterioration of oases subject to climate change and coastal development: The case of Todos Santos Oasis, Baja California Sur. *Groundwater for Sustainable Development* 11(2020)100401 <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2020.100401>
- Imaz-Lamadrid, M.A. (2021). Determinación de un índice de vulnerabilidad por intrusión salina en sistemas hidrogeológicos costeros en zonas áridas considerando el cambio climático y factores antropogénicos. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur. 185p.
- Imaz-Lamadrid, M.A., Ramos-Velázquez, E., Cortés-Martínez, M. Y. 2021. Riesgos geológicos. En (eds) Torres-Ochoa, E. 2021. Prevención, Experiencias y resultados del 1er Foro Estatal de Protección Civil en Baja California Sur. Editorial UABCS. ISBN 978-607-8925-05-06. 120p.
- Imaz-Lamadrid, M.A., Wurl, J., Ramos-Velázquez, E., Rodríguez-Trasviña, J. 2022. Integrated Runoff-Storm Surge

- Flood Hazard Mapping Associated with Tropical Cyclones in the Suburbs of La Paz, Baja California Sur, México. *GeoHazards*, 3(1), 1-15. <https://doi.org/10.3390/geohazards3010001>
- INEGI. 2021. Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México: INEGI, c2021 625 p.
- INEGI 2017. Anuario estadístico y geográfico de Baja California Sur 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México: INEGI, c2017. 412 p.
- INEGI 2021. Aspectos Geográficos Baja California Sur. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México: INEGI, c2021. 41 p.
- INEGI, 2007. Carta de Uso Actual del Suelo y Vegetación, Serie IV, escala 1: 250 000 (Conjunto Nacional), México, 2007.
- INEGI, 2001. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica Escala 1:1 000 000, serie I
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2021). "Climate Change 2021: The Physical Science Basis". Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Ivanova, A., Eritrea Gámez, A., Geiger, A., Trasviña, A., Muhlia, A., Breceda, A., Lluch Belda, D., De la Toba, D., Romero, E., Reyes, H., Wurl, J., Micheline Cariño., Arizpe, O., Lluch S., Díaz, S., Zenteno, T. (2013). Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para Baja California Sur. Recuperado de: <https://cambioclimatico.gob.mx/wp-content/uploads/2018/11/Documento-1-Plan-Estatal-de-Acci%C3%B3n-Baja-California-Sur-2012.pdf>. Consulta: 07-02-24.
- Ivanova, A. y J. Wurl (2019). El futuro del agua a la luz del cambio climático: algunas perspectivas a macro y micronivel. En: (Graizbord, B. y J. Arroyo Alexandre, ed.). *Agua, el futuro ineludible*. U de G, COLMEX & UCLA, México.
- Knutson, T.R., Sirutis, J.J., Zhao, M., Tuleya, R.E., Bender, M., Vecchi, G.A., Villarini, G., Chavas, D. 2015. Global Predictions of Intense Tropical Cyclones Activity for the late Twenty-First Century from Dynamical Downscaling of CMIp5/RCP4.5 Scenarios. *American Meteorological Society*, 28(18), <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0129.1>
- Lesser, J.M, Meza-Trejo, J.L, Castañón-Arcos, V.M., González-Posadas, D. (2007). Funcionamiento
- Ley General de Cambio Climático. (última reforma DOF 15-11-2023). Recuperado de: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>.
- Londoño-Franco, L.F., P.T. Londoño-Muñoz y F.G. Muñoz-García. (2016). Los riesgos de los Metales pesados en la salud humana y animal. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 14(2): 145-153 p.
- Lorenzo-Pulido, C. y Peredo, J.S. 2013. Sismicidad en el complejo volcánico de Las Tres Vírgenes, B.C.S. *Geotermia*, 26, 1.
- Llanes-Cárdenas, O., Norzagaray-Campos, M., Muñoz-Sevilla, N.P., Ruiz-Guerrero, R., Troyo-Dieguez, E., Álvarez-Ruiz, P. 2014. Hydroclimatic Trends in Areas with High Agricultural Productivity in Northern Mexico. *Pol. J. Environ. Stud*, 24,3(2015): 1165-1180.
- Mahlknecht, J., Sanford, W., Fichera, M., Mora, A. (2018). Freshwater-seawater transition in coastal Todos Santos aquifer, Baja California Sur. *Energy Procedia* 153

- (2018), 191–195.
<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.10.059>.
- Martínez, G., y Mayer, L., (2004). Huracanes en Baja California, México, y sus implicaciones en la sedimentación en el Golfo de California, *GEOS* 24, 1: 57-64.
- Martínez-Gomariz, E. Gómez, M., Russo, B. 2016. Estabilidad de personas en flujos de agua. *Ingeniería del agua*. 20.1. doi:10.4995/ia.2016.4231
- Martínez-Gomariz, E. Gómez, M., Russo, B. 2019. Estabilidad de vehículos frente a inundaciones: estudio numerico experimental. Ribagua. <https://doi.org/10.1080/23863781.2019.1685921>
- McCloskey, T. A., Blanchette, T.A., Kambiu, L. 2015. Geological and Sedimentological Evidence of a Large Tsunami Occurring 110 Year BP from a Small Coastal Lake along the Bay of La Paz in Baja California Sur, México. *J. Mar. Sci. Eng.* 2015, 3, 1544-1567; doi:10.3390/jmse3041544
- Michaud F.M., Calmus, T., Sosson, M., Royer, J.I., Bourgois F., Chabert, A., Bigot-Cormier, F., Bandy, B., Mortera Gutierrez, C. y Dymont, J. (2005). La zona de falla Tosco-Abreojos: un sistema lateral derecho activo entre la placa Pacífico y la península de Baja California. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, Volumen Conmemorativo del Centenario, Grandes Fronteras Tectónicas de México, Tomo LVII, Número 1, páginas 53-63.
- Miller, D.J., 1960. Giant Waves in Lituya Bay Alaska. U.S. Geological Survey Professional Paper 354-c.
- Munguía Orozco, L. (1995). El temblor de La Paz del 30 de junio de 1995. Informe técnico, CICESE.
- Munguía Orozco, L., Valdéz López, T., Navarro Sánchez, M., Cruz Falcón, A. y Mayer Geraldo, S. (1997). Red sísmica temporal de La Paz, B.C.S. *Boletín de Información Sísmica* (Septiembre- Octubre de 1996). *GEOS*, Época II, v. 17, 1, p. 23-28.
- Munguía, L., González M., Mayer, S. y Aguirre, A. (2006). Seismicity and state of stress in the La Paz-Los Cabos region, Baja California Sur, México, *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 96, p. 624-636.
- Munguía Orozco, L., Gaitán, J., Wong Ortega, V. M. y Mayer Geraldo, S. (1992). Microsismicidad en la zona norte de la falla La Paz, Baja California Sur, México. *Geofísica Internacional*. V. 31, n. 3, p 279-287.
- Muriá-Vila, D. 2015. El huracán Odile y sus efectos en la infraestructura del sur de la península de Baja California. *Investigación y Desarrollo*. UNAM. ISBN 978-607-02-7411-4. 134p.
- National Drought Mitigation Center, University of Nebraska-Lincoln. "Statistics." North American Drought Monitor website. <https://droughtmonitor.unl.edu/NADM/Statistics.aspx>. Retrieved 4-5-2024.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2023. Storm Surge Overview. <https://www.nhc.noaa.gov/surge/>
- National Geophysical Data Center / World Data Service: NCEI/WDS Global Historical Tsunami Database. NOAA National Centers for Environmental Information. doi:10.7289/V5PN93H7
- NOAA. (2023). Hurricane Norma (ep172023). Tomado de [EP172023_Norma.pdf](https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/EP172023_Norma.pdf) (noaa.gov)
- NOAA. (2023b). Hurricane Otis (ep182023). Tomado de https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/EP182023_Otis.pdf
- Nordberg, G. (1998). Capítulo 63. Metales: Propiedades Químicas y Toxicidad. En: Finklea, J., G. Coppée, V. Hunt, R. Kraus, W. Luring, J. Messite, S. Sauter, J. Spiegel, C. Soskolne, B. Terracini y M. Myers. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Editorial

- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Subdirección General de Publicaciones 63.1-63.75 p.
- Oppenheimer, M, Glavovic, BC, Hinkel, J, Wal, R van de, Magnan, AK, Abd-Elgawad, A, Cai, R, Cifuentes-Jara, M, DeConto, RM, Ghosh, T, Hay, J, Isla, F, Marzeion, B, Meyssignac, B & Sebesvari, Z (2019), 'Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities', in *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)], IPCC, pp. 321–446. Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para Baja California Sur. (PEACC - BCS). (2013). Recuperado de: <https://cambioclimatico.gob.mx/wp-content/uploads/2018/11/Documento-1-Plan-Estatal-de-Acci%C3%B3n-Baja-California-Sur-2012.pdf>. Consulta: 07-02-24.
- Ortega R., Carciumaru, D., Quintanar, L. y Rubio R. (2015). Estimación del peligro sísmico en el centro de Baja California: Un modelo consistente entre las regiones del Golfo de California y la Peninsular. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. V. 67, 1, p. 87-102.
- Ortiz, L. G., y Ortiz, M. 2021. Tsunamis en la Costa Occidental de México y en el Mar de Cortés. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada Baja California. 1era Edición, Versión Electrónica. ISBN: 978-607-8811-21-2. 114p.
- PDUCP-La Paz. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de La Paz, B.C.S. (2018). Recuperado de: <https://www.lapaz.gob.mx/images/marconormativo/PDUCP-La-Paz-2018.pdf>
- PECC. Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018. (2014). Recuperado de: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342492&fecha=28/04/2014#gsc.tab=0. Consulta: 14-02-24.
- Plan Integral Movilidad Urbana Sustentable de la Ciudad de La Paz, B.C.S. (PIMUS). (2014). Diagnóstico de la movilidad urbana. Disponible en: http://comovamoslapaz.org/wp-content/uploads/2015/06/18348-05.20-02-04_DIAGN%C3%93STICO-DE-MOVILIDAD_imp.pdf
- Pope A. y D. W. Dockery. (2006). Health effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. *Journal of Air & Waste Management Association*, 6(56): 709-742.
- Portner. R.A., Dreyer, B. M., Clague, D.A. 2021. Mid-ocean-ridge rhyolite (MORR) eruptions in the East Pacific Rise lack the fizz to pop. *Geology*. 49(4): 977-981. <https://doi.org/10.1130/G47820.1>
- Portner. R.A., Dreyer, B. M., Clague, D.A., Daczko, N.R., Castillo, P.R. 2022. Oceanic Zircon Records Extreme Fractional Crystallization of MORB to Rhyolite on the Alarcon Rise Mid-Ocean Ridge. *J. Petrology*, 63(6). <https://doi.org/10.1093/petrology/egac040>
- Ramirez-Herrera, M.T., Corona, N., Castillo-Aja, R. 2019. Revealing the source of the 27 August 1810 Loreto, Baja California, Tsunami from Historical Evidence and Numerical Modelling. *Pure and Applied Geophysics*, 2019. 17p. <https://doi.org/10.1007/s00024-019-02161-z>

- Rodríguez-Mercado, J. J. y Altamirano-Lozano, M. A. (2006). Vanadio: contaminación, metabolismo y genotoxicidad. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 22(4): 1473-189.
- Romero-Vadillo, E. 2003. Modelación numérica de ondas de tormenta en la bahía de La Paz y Cabo San Lucas, Baja California Sur. Tesis doctoral. CICIMAR. 192p.
- Romero N, E., y Romero, I. (2016). Estimación del riesgo en las Viviendas de Baja California Sur ante el impacto de ciclones tropicales. *Teoría y Praxis*, 2016, pp. 50-73
- Ryan Portner, Brian M Dreyer, David A Clague, Nathan R Daczko, Paterno R Castillo, Oceanic Zircon Records Extreme Fractional Crystallization of MORB to Rhyolite on the Alarcon Rise Mid-Ocean Ridge, *Journal of Petrology*, Volume 63, Issue 6, June 2022, ega040, <https://doi.org/10.1093/petrology/egac040>
- Ryan A. Portner, Brian M. Dreyer, David A. Clague; Mid-ocean-ridge rhyolite (MORR) eruptions on the East Pacific Rise lack the fizz to pop. *Geology* 2020;; 49 (4): 377–381. doi: <https://doi.org/10.1130/G47820.1>
- SADER. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015). El cambio climático afecta el campo ¿cómo afrontarlo? Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/el-cambio-climatico-afecta-al-campo-como-enfrentarlo>. Consulta: 07-02-24.
- Saval, S. (2013). Estudio de evaluación para la recarga artificial del acuífero de San José del Cabo.
- Secretaría de Bienestar. (2022). Dirección General de Planeación y Análisis (DGPA), con información de 1. Censo de Población y Vivienda 2020, Principales resultados por localidad (ITER), elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2. Índice de Marginación por entidad federativa y municipios 2020, elaborado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO). 3. Índice de Rezago Social a nivel estatal y municipal 2020, elaborado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). 4. Decreto por el que se formula la Declaratoria de las Zonas de Atención Prioritaria para 2022, Diario Oficial de la Federación. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5636711&fecha=29/11/2021 5. Medición Multidimensional de la Pobreza 2020 de CONEVAL, con información de INEGI 2020. Nota: 6. La población en situación de pobreza comprende la sumatoria de pobreza extrema más pobreza moderada.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2022). *¿Qué es el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático o ANVCC?* México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. URL: <https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx>
- SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2018). Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Baja California Sur 2018-2027. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/310362/25_ProAire_Baja_California
- SEPADA. Secretaria de Pesca, Acuicultura y Desarrollo Agropecuario. (2019). Destaca BCS como tercer lugar nacional en producción pesquera: ACU. Recuperado de: <https://sepada.bcs.gob.mx/destaca-bcs->

- como-tercer-lugar-nacional-en-produccion-pesquera-acu/. Consulta: 01-02-24.
- SETUE. Secretaría de Turismo y Economía. (2023). Baja California Sur, información estratégica 2023. Recuperado de: https://biblioteca.setuesbcs.gob.mx/administrador/biblioteca/publicaciones/pdf/Estrategico_2023_BCS.pdf. Consulta: 01-02-24.
- Seed, R.B., Bea, R.G., Abdelmalak, R.I., Athanasopoulos-Zekkos, A., Boutwell, G.P. et al. 2008. New Orleans and Hurricane Katrina. 1: Introduction, Overview and the East Flank. *J. of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 134(5):701-717. Doi: 10.1061/ASCE1090-02412008134:5701
- Servicio Sismológico Nacional, (s.f.a.). Mapas de sismicidad anual. Recuperado el 20 de abril, 2024, de: <http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/mapas-de-sismicidad-anual/>
- Servicio Sismológico Nacional, (s.f.b.). Catálogo de sismos históricos de México. Recuperado el 20 de abril, 2024, de <http://www.sismohistoricos.org/>
- Sharma, A (2007), Assessing, predicting and managing current and future climate variability and extreme events, and implications for sustainable development. *Background paper*, United Nations Framework Convention on Climate Change.
- Sheng, Y.P. y Gangfeng-Ma, A. L. 2012. The reduction of storm surge by vegetation canopies: Three dimensional simulations. *Geophysical Research Letters*, 39, L20601, doi:10.1029/2012GL0535771
- Spencer, J. E. y Norwark, W. (1979). Tosco-Abrejos fault zone: A Neogene transform plate boundary within the Pacific margin of southern Baja California, Mexico, *Geology*, 7, 554-557.
- SSA-BCS. (2023). Boletín epidemiológico estatal de Baja California Sur Semanas 01 a 52, 2023. Tomado de: <https://ssbcs.gob.mx/pdf/2023/vigilancia/mensuales/BOLETIN%20EPIDEMIOLOGICO%20BCS%20SE%2052%202023.pdf>
- Stock, J.M., Hodges, K.V. (1989), Pre-Pliocene extension around the Gulf of California and the transfer of Baja California to the Pacific plate: *Tectonics*, 8 (1), 99–115.
- Súarez Vidal, F., Mendoza Borunda. R., Nafarrete Zamarripa, L.M., Ramírez, J., Glowacka, E. (2008). Shape and dimensions of the Cerro Prieto pull-apart basin, Mexicali, Baja California, based on the regional seismic record and Surface structures. *International Geology Review*, v. 50, 636-649.
- SURGEDAT: The world storm surge Data Center. 2023. Global Peak Surge Map. <https://surge.climate.lsu.edu/index.html>
- Synolakis, C.E., and Okal, E.A., 2005. 1992-2002: Perspective on a decade of post-tsunami surveys, in Satake, K. (ed.) *Tsunamis: Case studies and recent developments*, *Advances in Natural and Technological Hazards Research*, 23: 1-30.
- Tamez-Meléndez, C., Hernández-Antonio, A., Gaona-Zanella, P. C., Ornelas-Soto, N., & Mahlknecht, J. (2016). Isotope signatures and hydrochemistry as tools in assessing groundwater occurrence and dynamics in a coastal arid aquifer. *Environmental Earth Sciences*, 75(9), 830.
- Troyo-Diequez, E., Mercado-Mancera, G., Cruz-Falcón, A., Nieto-Garibay, A., Valdéz-Cepeda, R., García-Hernandez, J.L., Murillo-Amador, B. 2013. Análisis de la sequía y desertificación mediante índices de aridez y estimación de la brecha hídrica en Baja California Sur, Noroeste de México. *Investigaciones Geográficas, UNAM*, 85(2014), pp. 66-81. doi: 10.14350/rig.32404

- UNDP (2023), *Climate change's impact on coastal flooding to increase five times over this century*, United Nations Development Programme, Human Development Reports. Recuperado <<https://hdr.undp.org/content/climate-changes-impact-coastal-flooding-increase-five-times-over-century>>.
- UNDRR. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2019). Human Cost of Disasters, An overview of the last 20 years 2000-2019. 17p.
- United States Geological Survey, (s.f.). Search earthquake catalog. Recuperado el 20 de abril, 2024, de: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/?extent=15.36895,-140.97656&extent=55.87531,-49.04297>
- Van der Borght R. y (2023). "Los efectos del cambio climático en la actividad económica de América Latina y el Caribe: una perspectiva empírica", Documentos de Proyectos (LC/TS.2023/83), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 55pp.
- Velázquez-Pedroza, K., Murillo-Jiménez, J. M., Marmolejo-Rodríguez, A. J., Nava-Sánchez, E. H., Morales-Puente, P. A., Wurl, J., & Hernández-Pérez, E. (2019). Caracterización hidrogeoquímica en la cuenca hidrológica el carrizal, Baja California Sur, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 35(1), 47-64.
- Ward, S.N. and Asphaug, E., 2000. Asteroid Impact Tsunami: A Probabilistic Hazard Assessment. *Icarus*, 145: 64-78.
- Winchester, S., 2005. *Krakatoa: The Day the World Exploded: August 27, 1883*. New York, Harper Collins.
- Wong V. y Munguía, L. 2006. Seismicity, focal mechanisms and stress distribution in the Tres Vírgenes volcanic and geothermal region, Baja California Sur, México. *Geofis. Intl.*,45(1).
- Wurl, J., Imaz-Lamadrid, M.A., Méndez-Rodríguez, L., Acosta-Vargas, B. (2017). Arsenic concentration in the surface water of a former mining area. The La Junta Creek, Baja California Sur, México. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2018, 15(437). doi:10.3390/ijerph15030437
- Zubero Oleagoitia, M.B., J.J. Aurrekoetxea Agirre, J.M. Ibarluzea Mauroagoitia, M.J.Arenaza Amezaga, M. Basterretxea Irurzun, C. Rodríguez Andrés y J.R. Sáenz Domínguez. (2008). Metales pesados (Pb, Cd, Cr y Hg) en población general adulta próxima a una planta de tratamiento de residuos urbanos de Bizkaia. *Revista Española de Salud Pública*, 82: 481-492 p.
- Z. Flores, E., 1998. *Geosudcalifornia. Geografía, agua y ciclones*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 277 pp.
- Z. Flores M., Torrent J., López L. 2015. Ordenación y gestión integrada de cuencas hidrográficas con altos índices erosivos en el ámbito árido sudcaliforniano. Caso particular Cuenca de La Paz en Baja California Sur, México. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, Cuaderno No. 41. Publicación de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, ISSN: 1575-2410