

Río	Cuenca hidrológica inundable	Zona afectada		Causa de la inundación	Daños ocasionados
		Localidad	Municipio		
Arroyo San José con aportaciones del Arroyo El Aguajito	San José del Cabo	San José del Cabo	Los Cabos	Acumulación de sedimentos, desvió de los escurrimientos a la mancha urbana. Asentamientos humanos ubicados en la margen derecha. Desbordamiento y socavación. Azolves que aumentaron el ancho del cauce. Erosión y arrastre de vegetación.	Afectaciones en el denominado " Paseo El Centenario", así como en áreas de cultivos y la zona centro de San José del Cabo.
Arroyo El Zacatal (afluente del Arroyo San José)	San José del Cabo	San José del Cabo	Los Cabos	Invasiones del cauce y zona federal. Modificación hidráulica del cauce debido a construcciones. Actualmente existen concesiones para la construcción de comercios en esa zona.	Afectación a la zona urbana.
Arroyo Don Guillermo (afluente del Arroyo San José)	San José del Cabo	San José del Cabo	Los Cabos	Crecimiento urbano desordenado.	Afectación principal a la colonia Pablo L. Martínez.
Arroyo EL Aguajito	San José del Cabo	San José del Cabo	Los Cabos	Modificación de las características hidráulicas del cauce original. Invasión de zona federal	Asentamientos humanos afectados.
Arroyo El Saltito	San José del Cabo	San José del Cabo	Los Cabos	Invasión del cauce y zona federal modificando las características del cauce.	Asentamientos humanos afectados.
Cañada Doña Chepa	San José del Cabo	San José del Cabo	Los Cabos	Zona federan no delimitada.	Afectaciones a las familias colindantes.
Arroyo San Lucas	San Lucas	Cabo San Lucas	Los Cabos	Formación de un abanico aluvial. Invasión conocida como Caribe Bajo y ampliación Caribe	Mancha urbana de Cabo San Lucas, lagunitas 1 y lagunitas premier.

Río	Cuenca hidrológica inundable	Zona afectada		Causa de la inundación	Daños ocasionados
		Localidad	Municipio		
Arroyo Salto Seco	San Lucas	Cabo San Lucas	Los Cabos	Invasión de ambas márgenes y en algunos tramos edificación de la sección hidráulica. Existen actualmente concesiones para la ocupación del cauce y zona federal	Afectación a la zona urbana.
Arroyo Salto Seco	San Lucas	San José del Cabo	Los Cabos	Crecimiento urbano desordenado.	Afectación a la zona urbana.
Arroyo El Salto o San Lucas	San Lucas	San José del Cabo	Los Cabos	Crecimiento urbano desordenado.	Afectación a la zona urbana.
Arroyo Las Parras o San Telmo	Loreto	Loreto	Loreto	Invasiones dentro del cauce.	Afectación a la zona urbana.
Los Potrerillos	Loreto	Loreto	Loreto	Invasiones dentro del cauce.	Afectación a la zona urbana.
Arroyo Miramar	Loreto	Loreto	Loreto	Invasiones dentro del cauce.	Afectación a la zona urbana.

Fuente: Elaborada con información del Compendio del OCPBC, CONAGUA (2011).

### 3.6 Obras de protección contra inundaciones y acciones no estructurales existentes

Con base en lo reportado en el Inventario Nacional de Obras de Protección contra inundaciones en cauces naturales (SEMARNAT, 2008), la RHA PBC tiene un total de 87 obras de protección contra inundaciones,

distribuidas como se muestra en la Tabla 3.25 y Figura 3.24. El inventario tiene registradas obras que se reportaron construidas desde 1802 y hasta 2008. A continuación se presentan descripciones generales de las obras por Estado y municipio.

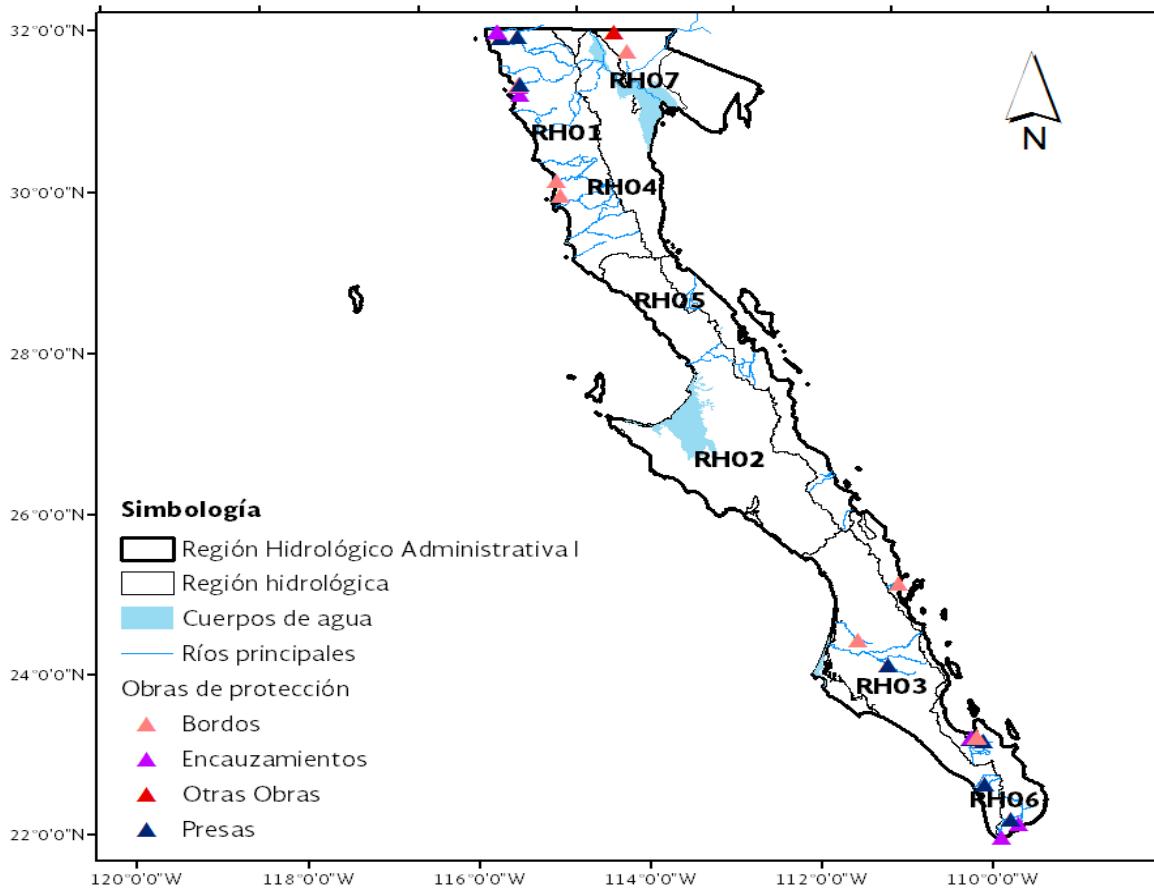


Figura 3.24 Obras de protección en la RHA I.

Fuente: SEMARNAT (2008).

Tabla 3.25 Número de obras de protección contra inundaciones en la RHA I.

Tipo de obra	Número de obras
Presas de control de avenidas	26
Bordos	49
Encauzamientos	11
Otras	1
<b>Total</b>	<b>87</b>

Fuente: SEMARNAT (2008).

## Estado de Baja California

### Municipio de Ensenada

Bordos de protección y encauzamientos						
Descripción	Obra 1	Obra 2	Obra 3	Obra 4	Obra 5	Obra 6
<b>Nombre de la Obra</b>	Bordo Arroyo Nueva York, BC	Bordo Arroyo Santo Domingo en Valle de San Quintín, BC	Bordos de protección del Arroyo San Carlos, Ensenada BC.	Encauzamiento del Arroyo Ensenada, BC	Encauzamiento y bordo de protección en el Arroyo Aguajito, Ensenada BC.	Canalización y bordos en el Arroyo Petra en Ensenada, Baja California
<b>Tipo de Obra</b>	Bordos de protección	Bordos de protección	Encauzamiento	Encauzamiento	Bordos de protección	Bordos de protección
<b>Ubicación</b>	Pasa por el centro del poblado Cd. de San Quintín.	Col. Vicente Guerrero, Valle de San Quintín. Ubicada en el municipio de Ensenada, entre los poblados de Los Olivos y Vicente Guerrero.	Al sur de la Cd. de Ensenada, 2 km cruza la autopista Rosálfa-Ensenada	Dentro de la Cd. de Ensenada Baja California, donde está el muelle donde llegan los cruceros. Zona donde se planea un lugar turístico.	Sin Dato	En la parte Norte de Ensenada y recorre hasta desfogar en el Arroyo Ensenada en la parte central de la Cd. de Ensenada, aguas abajo de la presa Emilio López Zamora
<b>Latitud</b>	30.5552	30.7414	31.7584	31.8611	31.8721	31.8822
<b>Longitud</b>	115.9373	115.9950	116.5872	116.6184	116.6084	116.6164
<b>Río/ Corriente</b>	Arroyo Nueva York	Arroyo Santo Domingo	Arroyo San Carlos	Arroyo Ensenada	Arroyo Aguajito	Arroyo Doña Preta
<b>Objetivo</b>	Protege a la Cd. de San Quintín de inundaciones por desbordamiento del Arroyo Nueva York.	Protege en el Valle de San Quintín el poblado Vicente Guerrero.	Encauzar el Arroyo hacia su desfogue en el Mar, protegiendo áreas agrícolas de inundaciones por desbordamiento	Proteger de inundaciones por desbordamiento del Arroyo Ensenada a la Cd. de Ensenada.	Proteger de inundaciones por el desborde del Arroyo Aguajito la parte Central y Sur de la Cd. de Ensenada	Proteger de inundaciones la parte Norte de la Cd. de Ensenada por desbordamiento del arroyo y ser parte de la infraestructura recreativa de la carretera panorámica sobre la sierra Norte de la Cd. de Ensenada

Presas	
Nombre de la presa	Emilio López Zamora
Municipio	Ensenada
Latitud	31°53'45"
Longitud	116°35'49"
Río / Corriente	Arroyo Ensenada
Propósito	Control de avenidas
Fecha construcción	1973-1976
Fecha operación	1978
Costo de la presa \$	No se cuenta con esta información.
Área de la cuenca km <sup>2</sup>	150
Escurrecimientos anual en millones de m <sup>3</sup>	Máximo: 55.78 Medio: 17.8
Av. Máximas registradas en m <sup>3</sup> /s	400.0
Almacenamiento máximo en millones de m <sup>3</sup>	8.85
Gasto máx. derramado en m <sup>3</sup> /s	122
Extracción media anual en millones de m <sup>3</sup>	
Capacidad del vaso en millones de m <sup>3</sup>	Azolves: 0.2 Útil: 3.13 Superalmacenamiento: 3.72
Altura cortina en m	34
Ancho cortina en m	4
Largo cortina en m	260

*Municipio de Mexicali*

Otras Obras		
Descripción	Obra 1	Obra 2
Nombre de la Obra	Bordos de defensa del Rio Colorado	Embovedamiento del Dren Río Nuevo, Mexicali, Baja California
Tipo de Obra	Espigones	Otras
Ubicación	Valle de Mexicali	Inicia en la Laguna de Xochimilco aguas arriba y desemboca en la línea fronteriza hacia el norte
Latitud	32.4123	32.6393
Longitud	115.2936	115.4820
Río/Corriente	Rio Colorado	Río Nuevo
Objetivo	Protección de 207,000 ha, con derecho de Riego del DR014 Rio Colorado.	Proteger de inundaciones a la Ciudad de Mexicali

Municipio de Tijuana

Canalización y encauzamiento		
Descripción	Obra 1	Obra 2
<b>Nombre de la Obra</b>	Canalización Río Tijuana	Encauzamiento y rectificación del Arroyo Alamar, Tijuana, BC.
<b>Tipo de Obra</b>	Canalización	Encauzamiento
<b>Ubicación</b>	Municipio de Tijuana, Baja California	Sin Dato
<b>Latitud</b>	32.5037	32.5150
<b>Longitud</b>	116.9539	116.9703
<b>Río/Corriente</b>	Río Tijuana	Río Tijuana
<b>Objetivo</b>	Protección a Centro de Población (Cd. de Tijuana)	Proteger contra desbordamientos del Arroyo Alamar a colonias de la Cd. de Tijuana, BC.

Presas		
Descripción	Presa 1	Presa 2
<b>Nombre de la presa</b>	Abelardo L. Rodríguez	El Carrizo
<b>Latitud</b>	32°31'00"	32°28'45.49"
<b>Longitud</b>	117°02'00"	116°41'46.32"
<b>Río / Corriente</b>	Río Tijuana	Río Tijuana
<b>Propósito</b>	Control de avenidas	Su almacenamiento se utiliza para regular el servicio de agua potable de la ciudad de Tijuana y captar eventualmente los escurrimientos de su cuenca propia.
<b>Fecha construcción</b>	1928-1937	1976-1978
<b>Fecha operación</b>	1938	1982
<b>Costo de la presa en \$</b>	12,164,297.73	70,200,000.00
<b>Área de la cuenca</b>	2430 km <sup>2</sup>	Cuenca del río Tijuana 113 km <sup>2</sup>
<b>Escurrecimientos anual en millones de m<sup>3</sup></b>		Eventual
<b>Av. Máximas registradas en m<sup>3</sup>/s</b>	330	
<b>Almacenamiento máximo en millones de m<sup>3</sup></b>	6.85	43.5
<b>Gasto máx. derramado en m<sup>3</sup>/s</b>	518	125.9
<b>Extracción media anual en millones de m<sup>3</sup></b>		
<b>Capacidad del vaso en millones de m<sup>3</sup></b>	Azolves: 2.0 Útil: 135	Azolve:5.2 Útil:34.5 Superalmacenamiento: 3.8
<b>Altura cortina en m</b>	72	55.8

Presas		
Descripción	Presa 1	Presa 2
Ancho cortina en m	6	8
Largo cortina en m	579	305.5

## Estado de Baja California Sur

Municipio de Comondú

Bordos de protección	
Descripción	Obra 1
Nombre de la Obra	Bordo de protección Arroyo Insurgentes
Tipo de Obra	Bordos de protección
Ubicación	En Cd. Insurgentes por el puente las Bramonas, sobre la carretera a Cd. Constitución
Latitud	25.2664
Longitud	111.7732
Río/Corriente	Arroyo Insurgentes
Objetivo	Proteger contra inundaciones a algunas localidades de Cd. Insurgentes

Presas	
Descripción	Presa 1
Nombre de la presa	El Ihuagil
Latitud	24°58'28.92"
Longitud	111°23'26.52"
Río / corriente	Arroyo Ihuagil
Propósito	Control de avenidas, recarga al acuífero, protección de áreas productivas y centro de población Cd. Constitución.
Fecha construcción	
Fecha operación	
Costo de la presa \$	
Área de la cuenca, km <sup>2</sup>	
Escurrecimientos anual en millones de m <sup>3</sup>	
Av. Máximas registradas en m <sup>3</sup> /s	
Almacenamiento máximo en millones de m <sup>3</sup>	14
Gasto máx. derramado en m <sup>3</sup> /s	
Extracción media anual en millones de m <sup>3</sup>	
Capacidad del vaso en millones de m <sup>3</sup>	Capacidad para el control de avenidas: 5
Altura cortina en m	13

Presas	
Descripción	Presas 1
Ancho cortina en m	
Largo cortina en m	1200

Municipio de La Paz

Bordos de protección y encauzamientos			
Descripción	Obra 1	Obra 2	Obra 3
<b>Nombre de la Obra</b>	Encauzamiento y canalización del Arroyo Francisco King, La Paz, BCS.	BPM El Piojillo, MD y MI, La Paz	BPM El Cajoncito, MD y MI, La Paz
<b>Tipo de Obra</b>	Canalización	Bordos de protección	Bordos de protección
<b>Ubicación</b>	Sin Dato	Cd. de La Paz, BCS	Cd. de La Paz, BCS
<b>Latitud</b>	24.12223	24.1299	24.1491
<b>Longitud</b>	110.3366	110.2725	110.2739
<b>Río/Corriente</b>	Arroyo Francisco King	Sin Dato	Arroyo El Cajoncito
<b>Objetivo</b>	Proteger contra inundaciones a una zona de la Cd. de La Paz	Proteger de inundaciones la Cd. de La Paz. Forma parte del sistema de protección de la ciudad formado por la Presa La Buena Mujer y el Bordo (BPM) El Cajoncito. Las tres obras están documentadas en el Inventario.	Proteger de inundaciones la Cd. de La Paz. Forma parte del sistema de protección de la ciudad formado por la Presa La Buena Mujer y el Bordo (BPM) El Piojillo. Las tres obras están documentadas en el Inventario.

Presas			
Descripción	Presas 1	Presas 2	Presas 3
<b>Nombre de la presa</b>	Buena Mujer	San Lázaro	Las Bramonas (Los Cerritos)
<b>Latitud</b>	24° 5'14.64"	23° 7'51.96"	25° 11'00"
<b>Longitud</b>	110°11'24.72"	109°48'37.80"	111°24'30"
<b>Río / Corriente</b>	Arroyo Cajoncitos	Arroyo San Lázaro	Arroyo Las Bramonas
<b>Propósito</b>	Control de avenidas del arroyo Cajoncitos y Protección de inundaciones	Regular las avenidas provocadas por eventos ciclónicos y proteger a los habitantes de San José del Cabo	Control de avenidas y recarga al Acuífero Santo Domingo.
<b>Fecha construcción</b>	1983-1987	Iniciada en 1985 y suspendida en dos ocasiones, la primera en 1986 y la segunda en 1992. Se reinició nuevamente el 1 de octubre de 1993 y se terminó el 31 de julio de 1994	



Presas			
Descripción	Presa 1	Presa 2	Presa 3
Fecha operación	1988	1996	1973
Costo de la presa \$	9,960,000,000.00	22,700,000.00	
Área de la cuenca en km <sup>2</sup>	43		
Escurrecimientos anual en millones de m <sup>3</sup>	Máximo 19.72 Medio 3.04	Medio 13	
Av. Máximas registradas en m <sup>3</sup> /s	470	3600	
Almacenamiento máximo en millones de m <sup>3</sup>	14.4	10.7	
Gasto máx. derramado en m <sup>3</sup> /s	1,117.0		
Extracción media anual en millones de m <sup>3</sup>			
Capacidad del vaso en millones de m <sup>3</sup>	Azolves 3.0 Útil 7.0 Superalmacenamiento 4.0	Azolves 3.0 Útil 2.0 Superalmacenamiento 5.70	
Altura cortina en m	47	37.20	6
Ancho cortina en m	4	5	
Largo cortina en m	215	167	1800

*Municipio de Loreto*

Bordos de protección	
Descripción	Obra 1
Nombre de la Obra	Bordo de protección en el Arroyo Las Parras, Loreto, BCS
Tipo de Obra	Bordos de protección
Estado	Baja California Sur
Ubicación	Cd. Loreto, BCS
Latitud	26.0048
Longitud	111.3399
Río/Corriente	Arroyo Las Parras
Objetivo	Proteger de inundaciones a la Ciudad de Loreto, BCS

*Municipio de Los Cabos*

Encauzamientos		
Descripción	Obra 1	Obra 2
Nombre de la Obra	Encauzamiento y canalización Arroyo Salto Seco, Cabo San Lucas, BCS	Encauzamiento Arroyo Don Guillermo, San José del Cabo
Tipo de Obra	Encauzamiento	Encauzamiento
Ubicación	En la Cd. de Cabo San Lucas, desemboca en la planicie costera	Una de las colonias en San José de los Cabos

Encauzamientos		
Descripción	Obra 1	Obra 2
Latitud	22.8930	23.0746
Longitud	109.9086	109.7167
Río/Corriente	Arroyo Salto Seco	Arroyo Don Guillermo
Objetivo	Proteger a la Cd. de Cabo San Lucas	Encauzar el arroyo Don Guillermo para prevenir desbordamientos e inundaciones en colonias de San José del Cabo y el poblado Santa Rosa.

Presas	
Descripción	Presas 1
Nombre de la presa	San Lázaro
Latitud	23° 7'51.96"
Longitud	109°48'37.80"
Río / Corriente	Arroyo San Lázaro
Propósito	Regular las avenidas provocadas por eventos ciclónicos y proteger a los habitantes de San José del Cabo
Fecha construcción	Iniciada en 1985 y suspendida en dos ocasiones, la primera en 1986 y la segunda en 1992. Se reinició nuevamente el 1 de octubre de 1993 y se terminó el 31 de julio de 1994
Fecha de operación	1996
Costo de la presa \$	22,700,000.00
Área de la cuenca en km <sup>2</sup>	
Escurrecimientos anual en millones de m <sup>3</sup>	Medio: 13
Av. Máximas registradas en m <sup>3</sup> /s	3600
Almacenamiento máximo en millones de m <sup>3</sup>	10.7
Gasto máx. derramado en m <sup>3</sup> /s	
Extracción media anual en millones de m <sup>3</sup>	
Capacidad del vaso en millones de m <sup>3</sup>	Azolves 3.0 Útil 2.0 Superalmacenamiento 5.70
Altura cortina en m	37.20
Ancho cortina en m	5
Largo cortina en m	167

Con respecto a las acciones no estructurales, solamente se cuenta con el Sistema de Alerta Temprana del municipio de Tijuana, sin embargo su funcionamiento no es el adecuado como se señala en el apartado 4.2.

### **3.7 Identificación de actividades productivas actuales en las planicies de inundación**

Debido a las condiciones climáticas en la región la permanencia del agua en las llanuras de inundación es relativamente corta, lo que limita su uso en actividades productivas, sin embargo el agua almacenada se infiltra y podría alcanzar los mantos acuíferos.



## 4. Diagnóstico de las zonas inundables

Las principales causas que originan las inundaciones en la Región son lluvias de invierno y lluvias provocadas por los ciclones en verano.

Los fuertes impactos ocasionados por inundaciones se presentan principalmente en comunidades invadiendo las zonas de inundación, asentadas a los márgenes de los ríos y ubicadas en sitios costeros, así como en áreas productivas, principalmente.

La problemática identificada, la cual se agrupa considerando la responsabilidad tanto del gobierno como de la sociedad que tienen injerencia en el problema, es la siguiente:

Instituciones gubernamentales:

- No existe o no es efectivo el ordenamiento territorial, para preservar las áreas inundables que aún no han sido urbanizadas y para plantear opciones de desalojo en áreas inundables actualmente ocupadas.
- Supervisión y mantenimiento de la infraestructura para el control de avenidas (limpieza y desazolve de cauces, etc.)
- No existe la delimitación física de zonas federales en cauces y cuerpos de agua.
- Zonas de riesgo no delimitadas/demarcadas.
- Falta la publicación en el DOF de las demarcaciones de zonas federales y zonas sujetas a riesgos de inundación.
- No hay vigilancia en las zonas restringidas.
- Falta aplicación estricta de la normatividad vigente relacionada con el ordenamiento territorial, ocupación de zonas federales y áreas de inundación.
- Faltan mecanismos y capacidad para sancionar incumplimiento a las leyes, normas y reglamentos.

- No hay coordinación entre instituciones (federales, estatales y municipales) en trabajos relacionados con la planeación de desarrollos urbanos y áreas productivas.
- No están claramente definidos los ámbitos de competencia entre instituciones para lograr la gestión integrada de crecidas.
- Falta personal capacitado tanto en áreas de operación como técnicas para la prevención de crecidas.
- Faltan sistemas de alerta temprana en zonas de alto riesgo.
- Falta informar a la población de los riesgos de habitar zonas inundables.
- No hay mecanismos de comunicación entre gobierno y sociedad para alertar a la población de posibles eventos de inundación. Es decir, no existen protocolos de alerta a la población.
- Falta supervisión en la extracción de materiales en los cauces por la sociedad (física o moral).
- Falta proporcionar información de fácil comprensión a los tomadores de decisiones.

Sociedad:

- Falta conocimiento en la sociedad relacionada con el riesgo de habitar zonas inundables.
- Negligencia de la población ante los riesgos que enfrentan por la ocurrencia de avenidas.
- Intervención de cauces (desvío, extracción de materiales, etc.) y cuencas de captación (deforestación) que alteran los patrones de drenaje y consecuentemente los escurrimientos naturales.
- Ignorancia a las leyes y reglamentos.

- Extracción de materiales en forma desordenada provocando alteración en la morfología de los cauces.
- Respuesta deficiente de la población en caso de una contingencia.

Disponer de una red de monitoreo adecuada, obras estructurales operando en buenas condiciones, modelos hidrológicos-hidráulicos, sistemas de alerta temprana, personal capacitado, herramientas o mecanismos para transferir información a los diferentes actores involucrados en la gestión de crecidas, identificar los ámbitos de injerencia, atribuciones, así como las acciones que lleven a cabo las instituciones frente a las inundaciones, resolvería en gran medida la problemática descrita anteriormente, al proporcionar a los tomadores de decisión información precisa y contundente.

A continuación se presenta y se describe la situación actual que guarda la Región en los términos mencionados anteriormente.

### **Causas principales que originan inundaciones y los efectos ocasionados**

En la subregión de Baja California suelen presentarse sistemas de baja presión llamadas tormentas de invierno, mientras que en la de Baja California Sur penetran los ciclones que en muchos casos alcanzan la categoría de huracán, y provocan grandes pérdidas materiales y humanas. Ambos fenómenos, dan lugar a las inundaciones debido a la acumulación excesiva de agua que sobrepasa la capacidad del drenaje, así como la infiltración del terreno. Además, se presentan inundaciones por rompimiento de bordos de defensa o en ocasiones por la operación deficiente de la infraestructura hidráulica.

Un problema grave en la Región es la invasión de los cauces de ríos y arroyos. Esta red de drenaje permanece seca durante la mayor

parte del año y aparentemente no representan peligro para los asentamientos humanos, pero cuando ocurren las lluvias torrenciales típicas de la Región, éstos se convierten en grandes avenidas para el drenaje del agua de las cuencas, que desembocan al Golfo de California o al Océano Pacífico, arrastrando a su paso todo lo que encuentran en su camino, provocando inundaciones y un medio insalubre para la población.

En la subregión Baja California, se presentan lluvias de invierno y las precipitaciones mayores ocurren en los meses de diciembre a marzo, siendo la máxima de 38 mm en enero y marzo. Las menores precipitaciones ocurren en los meses de mayo a octubre, siendo la mínima de un milímetro en los meses de junio y Julio. Por otro lado, en la Subregión Baja California Sur, se presentan lluvias en verano de tipo ciclónico y las mayores precipitaciones ocurren en los meses de agosto y septiembre, siendo la máxima de 55 mm en septiembre. Las menores precipitaciones ocurren en los meses de febrero a junio, siendo la menor de un milímetro en los meses de abril, mayo y junio. Los principales arroyos y ríos que incrementan su caudal durante los períodos de lluvia ocasionando inundaciones considerables son Laureles, Tijuana, Ensenada, Huatamote, San José, El Sauzal y Huahuatay, entre otros.

En el Estado de Baja California Sur la incidencia de ciclones producen precipitaciones en exceso y consecuentemente los ríos se vuelven altamente peligrosos, principalmente los que cruzan centros de población como el arroyo Piojillo, Cajoncito, San Ramón, El Zacatal, Salto Seco, Los Cajones, Insurgentes, Las Parras, Mulegé y Providencia, entre otros.

En la toda la Región PBC se estima una población en riesgo de alrededor de 90,000 habitantes, así como 23,200 casas, Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Población y casas en riesgo.

Municipio	Población en riesgo	Casas en riesgo
Ensenada	13,182	3,195
Mexicali	32,576	8,144
Tecate	1,425	525
Tijuana	16,044	4,038
Playas de Rosarito	1,948	487
<b>Total Baja California</b>	<b>65,175</b>	<b>16,389</b>
Comondú	8,698	2,137
Mulegé	4,781	1,037
La Paz	7,090	1,553
Los Cabos	3,751	1,993
Loreto	525	156
<b>Total Baja California Sur</b>	<b>24,845</b>	<b>6,876</b>
<b>Total Regional</b>	<b>90,020</b>	<b>23,265</b>

Fuente: Elaborada con información del Compendio del OCPBC, CONAGUA (2011).

Analizando la problemática, anteriormente mencionada, en la región Baja California se identifican 10 cuencas con problemas de inundación recurrente y 9 en Baja California Sur, Figura 4.1, debido principalmente a la

invasión tanto de zonas federales como del cauce principal, a la modificación hidráulica del cauce y al crecimiento urbano desordenado.

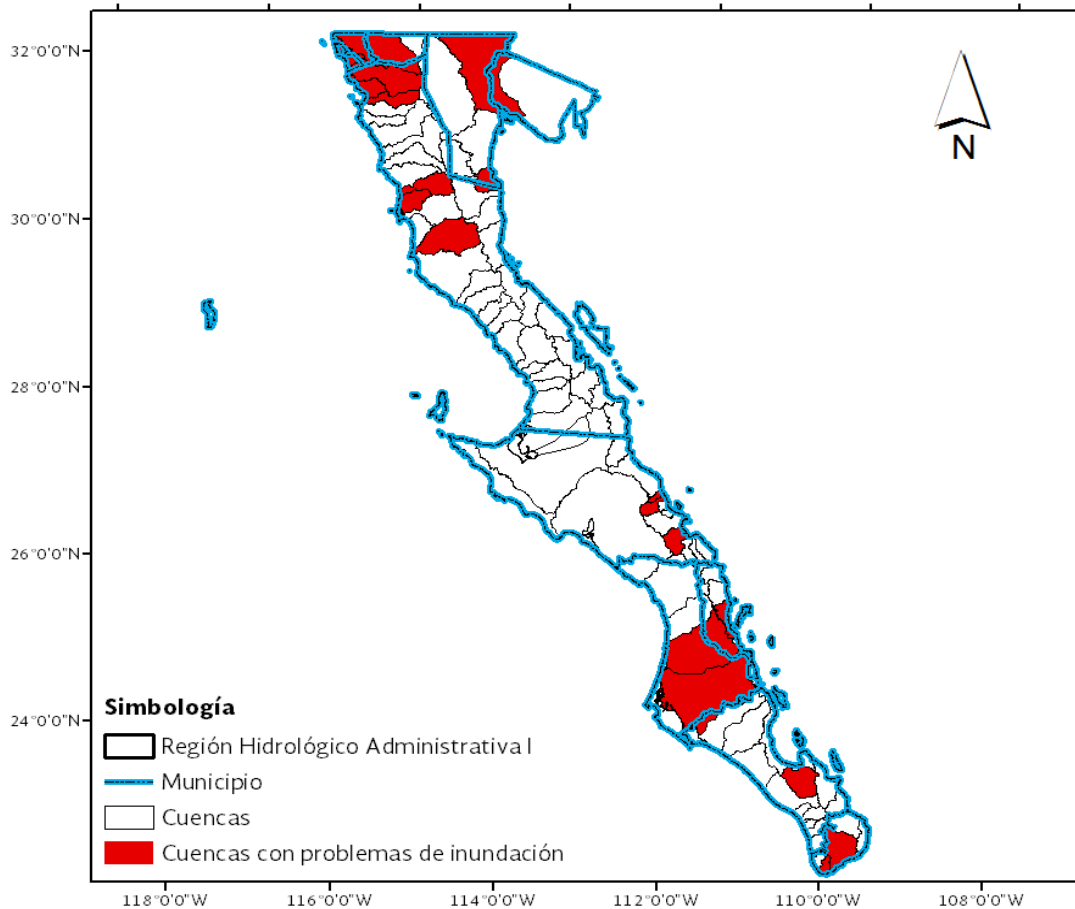


Figura 4.1 Cuencas hidrológicas con problemas recurrentes de inundaciones.

Fuente: Elaborada con información de CONAGUA y Compendio del OCPBC, CONAGUA (2011).

## 4.1 Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas

### Red de monitoreo

En toda la región opera un total de 265 estaciones meteorológicas y 3 hidrométricas. Del total de estaciones meteorológicas 19 pertenecen a otras instituciones y 24 son operadas por el Servicio Meteorológico Nacional, el resto las opera el OCPBC, Tabla 4.2.

En la Tabla 4.3 y Tabla 4.4, se presenta la cantidad de estaciones tanto climatológicas

como hidrométricas dentro de las cuencas hidrológicas con problemas de inundación.

La evaluación de la red meteorológica en las cuencas con problemas de inundación, en cuanto al número de estaciones, se lleva a cabo considerando las recomendaciones de la OMM. Para esta región el criterio adoptado es el que considera el tamaño de la cuenca, el promedio de días con precipitación por año y el volumen escurrido medio anual.

Tabla 4.2 Red de monitoreo operando en la Región.

Entidad Federativa	Meteorológicas					Hidrométricas
	CONAGUA OCPBC	INIFAP	SEMARINA	SMN-EMAS	SMN-ESIMES	
Baja California	93	0	2	8	3	3
Baja California Sur	127	12	3	8	4	0
Sonora	3	2	0	1	0	0
<b>Total</b>	<b>223</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>3</b>

Fuente: CLICOM y Red integrada a nivel nacional de la GASIR (2011).

Tabla 4.3 Red de monitoreo en las cuencas con problemas de inundación en Baja California.

Cuenca hidrológica	Meteorológicas			C	Hidrométricas
	Convencionales <sup>A</sup>	EMAS <sup>B</sup> -SMN	ESIME <sup>B</sup> -SMN		
Ensenada-El Gallo	0	1	0	0	0
San Carlos	2	0	0	0	1
Guadalupe	6	1	0	0	0
Río Colorado	15	2	2	2	0
San Quintín	2	1	0	0	0
El Rosario	1	0	0	0	0
Bahía San Felipe	2	0	1	1	0
Tijuana	12	2	0	0	0
Descanso-Los Médanos	1	0	0	0	0
Santo Domingo	3	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

A Operadas por la CONAGUA regional. B Operadas por la CONAGUA federal. C Otras instituciones (INIFAP, SEMARINA y ESIME-SMN) y se desconoce el tipo de estación.



Tabla 4.4 Red de monitoreo en las cuencas con problemas de inundación en Baja California Sur.

Cuenca hidrológica	Meteorológicas			C	Hidrométricas
	Convencionales <sup>A</sup>	EMAS <sup>B</sup> -SMN	ESIME <sup>B</sup> -SMN		
La Purísima	19	1	1	3	0
Bramonas	9	0	0	1	0
Santa Águeda	3	1	1	0	0
Santa Rosalía	0	0	0	0	0
Mulegé	1	0	0	1	0
La Paz	6	0	1	2	0
San José del Cabo	7	0	0	1	0
San Lucas	2	1	1	0	0
Loreto	1	1	1	0	0
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>0</b>

A Operadas por la CONAGUA estatal. B Operadas por la CONAGUA federal. C Otras instituciones (INIFAP, SEMARINA) y se desconoce el tipo de estación.

La evaluación, considerando la red operada por la CONAGUA, para la región Baja California indica que de las 10 cuencas con problemas recurrentes de inundaciones, nueve cumplen con la recomendación de la OMM, excepto la cuenca El Rosario en donde se necesitan cuatro estaciones meteorológicas como mínimo, Tabla 4.5. Mientras que en el caso de la red hidrométrica, ocho cuencas no superan la cantidad mínima de estaciones, a diferencia de las cuencas San Carlos y Santo Domingo que sí cumplen las recomendacio-

nes. Por su parte, en la región Baja California Sur, la evaluación indica que de las nueve cuencas problemáticas, al analizar la red meteorológica, en la cuenca Santa Rosalía se requiere incrementar la red con una estación como mínimo, mientras que en el resto de las cuencas se supera la mínima cantidad de estaciones recomendadas. Por otro lado, analizando de manera espacial la red hidrométrica, se observa que ninguna cuenca cumple con las estaciones mínimas recomendadas, Tabla 4.6 .

Tabla 4.5 Evaluación de la red de monitoreo en las cuencas problemáticas<sup>1</sup> de la región Baja California.

Cuenca hidrológica	Área, km <sup>2</sup>	Adecuada red meteorológica	Adecuada red hidrológica
Ensenada-El Gallo	753.84	✓	Falta 1
San Carlos	895.97	✓	✓
Guadalupe	2,434.77	✓	Falta 1
Río Colorado	6,243.84	✓	Faltan 3
San Quintín	930.06	✓	Falta 1
El Rosario	2,735.49	Faltan 4	Faltan 2
Bahía San Felipe	782.24	✓	Falta 1
Tijuana	3,264.87	✓	Falta 2
Descanso-Los Medáños	664.45	✓	Falta 1
Santo Domingo	1,268.13	✓	✓

1 Recomendación de la OMM en función del área, escurrimiento y número de días de lluvia por año en la cuenca.

Tabla 4.6 Evaluación de la red de monitoreo en las cuencas problemáticas<sup>1</sup> de la región Baja California Sur.

Cuenca hidrológica	Área, km <sup>2</sup>	Adecuada red meteorológica	Adecuada red hidrológica
La Purísima	7,245.10	✓	Faltan 4
Bramonas	4,715.66	✓	Faltan 3
Santa Águeda	429.54	✓	Falta 1
Santa Rosalía	149.24	Falta 1	Falta 1
Mulegé	759.15	✓	Falta 1
La Paz	1,410.28	✓	Falta 1
San José del Cabo	1,582.59	✓	Falta 1
San Lucas	271.21	✓	Falta 1
Loreto	584.26	✓	Falta 1

1 Recomendación de la OMM en función del área, escurrimiento y número de días de lluvia por año en la cuenca.

### Vigilancia de variables hidrometeorológicas

En la Región se monitorea de manera permanente la presencia de eventos hidrometeorológicos con base en la información nacional emitida por el Servicio Meteorológico Nacional. A partir de ella el OCPBC elabora diariamente un boletín climatológico que presenta la situación actual del evento (ubicación, desplazamiento, viento y presión) así como el pronóstico de las próximas 72 horas

y algunas recomendaciones. Dichos boletines son enviados a diferentes instituciones como Protección Civil, municipios, universidades y empresas privadas, entre otras.

En Baja California se monitorean 15 estaciones meteorológicas y 3 presas, en Baja California Sur 14 estaciones meteorológicas y 4 presas, las variables meteorológicas son precipitación y temperatura diaria, y de las presas elevación y almacenamiento diario, Tabla 4.7.

Tabla 4.7 Vigilancia de variables hidrometeorológicas.

Entidad Federativa	Descripción	Acciones locales
Baja California	<p><b>Monitoreo:</b> Se monitorea la precipitación en 15 estaciones meteorológicas, y en 3 presas (Abelardo L. Rodríguez, Emilio López Zamora y El Carrizo) elevación y almacenamiento.</p> <p><b>Plataforma:</b> Hoja en Excel con registros diarios y procesamiento de información.</p>	<p><b>Umbrales de precipitación:</b></p> <p><b>Umbrales de niveles en las presas:</b> se considera el nivel y capacidad al NAME.</p> <p><b>Acciones:</b></p>
Baja California Sur	<p><b>Monitoreo:</b> Se monitorea la precipitación en alrededor de 14 estaciones meteorológicas, 3 presas.</p> <p><b>Plataforma:</b> Hoja en Excel con registros diarios y procesamiento de información.</p>	<p><b>Umbrales de precipitación:</b></p> <p><b>Umbrales de niveles en las presas:</b> se considera el nivel y capacidad al NAME.</p> <p><b>Acciones:</b></p>

## 4.2 Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana

La existencia de Sistemas de Alerta Temprana (SAT) y modelos de pronóstico de avenidas se resume en la Tabla 4.8.

Se cuenta con un protocolo de alertamiento para condiciones meteorológicas y/o hidrológicas severas, que consiste en los pasos mostrados a continuación (las instituciones encargadas del desarrollo de cada actividad se presentan entre paréntesis):

Tabla 4.8 Situación actual del uso de modelos de pronóstico y SAT.

Entidad Federativa	Modelos de pronóstico de avenidas	Sistemas de Alerta Temprana
Baja California	No se dispone de modelos.	Existe un Sistema de Alerta Temprana en Tijuana, sin embargo al transferir la CONAGUA la red de monitoreo al municipio disminuyó su eficacia por falta de recursos económicos para su operación y mantenimiento.
Baja California Sur	No se dispone de modelos.	No hay Sistema de Alerta Temprana.

1. Revisar y preparar actividades requeridas para la temporada de lluvias en el año en curso (SMN).
2. Validar y/o actualizar el Protocolo de Tiempo Severo (GASIR, CONAGUA, GPIAE).
3. Coordinar las actividades requeridas para implantar y supervisar el protocolo establecido (Centro Nacional de Previsión del Tiempo).
4. Analizar los modelos matemáticos MM5, WRF, GFS, NAM, generando datos sinópticos (cada 3 h), imágenes de Radar Ecos (cada 10 min) y precipitaciones (a las 06:00, 10:00 y 20:00 h) (SMN, GASIR).
5. Realizar un análisis (diagnóstico) de la atmósfera en ese instante (SMN, GASIR).
6. Formular un pronóstico meteorológico (GASIR, CONAGUA, SMN).
7. Identificar si el pronóstico está por encima de los umbrales que causa daño al país (SMN, GASIR).
8. Si se cumple lo anterior, se activa la FASE UNO y se elabora un boletín especial o extraordinario (SMN, GASIR). En caso de no ser así, se regresa al paso 4.
9. Se analiza la información emitida dando seguimiento al evento severo en las próximas horas, determinando la operación normal del CNPT (Centro Nacional de Previsión del Tiempo) o en su caso se activa la FASE DOS (CNPT).
10. Se activa la FASE DOS, de no ser así se regresa al paso 4 (CNPT).
11. Se coordina la emisión del aviso de FASE DOS por el sistema de INTRANET del SMN.
12. El SMN aplica en sus diferentes áreas los planes de contingencia para FASE DOS (CONAGUA).
13. Se elabora el texto para el comunicado oficial en apoyo a los documentos oficiales que debe elaborar la institución, y se envía a la subgerencia de Comunicación y Desarrollo Institucional del SMN (CNPT).
14. Elaboración de los oficios y comunicados oficiales (CONAGUA, OC y DL).
15. Coordinación de la logística de prensa y comunicación oficial durante todo el tiempo que dure el evento (CONAGUA).
16. Se revisa si después de 24 hr continúan las condiciones de tiempo significativo/severo para seguir aplicando los planes de contingencia de FASE DOS. Si se sigue aplicando la FASE DOS se regresa al paso 12, en caso contrario se continúa en el siguiente paso (CNPT).

17. En base al análisis se determina si se activa FASE UNO (paso tres) o si se regresa a la Operación Normal (paso 4) (CNPT).
18. Se integran las estadísticas de los eventos severos en México durante el año en curso (CNPT).
19. Se elabora y emite el pronóstico hidrológico (SMN, GASIR, OC y DL).
20. Se activa la vigilancia hidrológica (SMN, GASIR, CONAGUA, OC y DL).
21. Se detecta un registro o tendencia de la evolución de los ríos en la región que pudiera superar el umbral de elevación de la superficie libre del agua que causa inundaciones y/o daños. O en su defecto que el llenado de una presa alcance el 90% o se encuentre a un metro del nivel en el cual se debe iniciar la operación de la obra de excedencias (SMN, GASIR, CONAGUA, GPIAE, Municipios, OC y DL).
22. Se supera el UMBRAL de desbordamiento o se inicia la operación de la obra de excedencias conforme a política autorizada o a las decisiones que se resuelvan en el seno del CTOOH (SMN, GASIR, CONAGUA, GPIAE, Municipios, OC y DL).
23. Se realiza pronóstico hidrológico para el caso, estimando la duración de la inundación y los niveles que se podrán alcanzar en el río, embalse o zona inundable de que se trate, informando a los tomadores de decisiones y al Sistema Nacional de Protección Civil (SMN, GASIR, OC y DL).
24. Se informa el comportamiento de la inundación y/o operación de la presa y registro de afectaciones (SMN, GASIR,

CONAGUA, GPIAE, Municipios, OC y DL).

### 4.3 Funcionalidad de las acciones estructurales y no estructurales

En la Región las principales acciones para controlar las inundaciones son de tipo estructural. En la Figura 4.2 se observa que todas las cuencas con problemas de inundaciones tienen por lo menos una obra de control, principalmente bordos y encauzamientos que protegen principalmente zonas urbanas. Es importante señalar, que en general, las obras de protección carecen de programas de mantenimiento y rehabilitación lo que limita su buen funcionamiento durante las avenidas.

En la Tabla 4.9 y Tabla 4.10 se presentan las obras de protección ubicadas en los principales arroyos de Baja California Sur y Baja California, respectivamente.

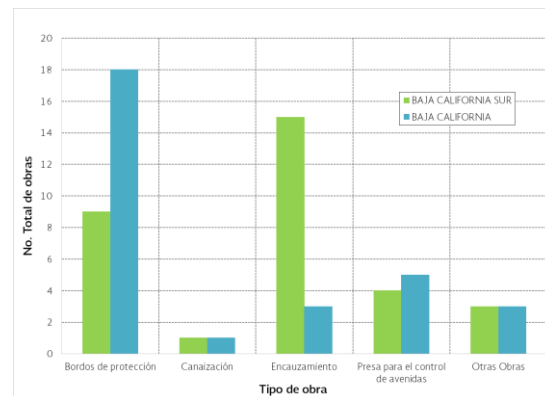


Figura 4.2 Obras para el control de inundaciones en la RHA PBC.

Fuente: CONAGUA, 2008 y CONAGUA (2011).

Tabla 4.9 Obras para el control de avenidas en los principales arroyos del Estado Baja California Sur.

Arroyo	Tipo de obra	Nombre	Objetivo	Municipio	Ubicación específica	Condición actual
Arroyo El Ihuagil	Presa para el control de avenidas	El Ihuagil	Control de avenidas, recarga al acuífero, protección de áreas productivas y centro de población Cd. Constitución	Comondú	Aguas arriba de Cd. Constitución	
Arroyo Las Bramonas. Afluente Los Cerritos	Presa para el control de avenidas	Las Bramonas	Proteger contra inundaciones a una parte la de Cd. Insurgentes	Comondú	Aguas arriba de Cd. Insurgentes	Modernización necesaria
Arroyo Insurgentes	Bordo de protección	Bordo de Protección Arroyo Insurgentes	Proteger contra inundaciones a una parte de la Cd. Insurgentes	Comondú	En Cd. Insurgentes, por el puente las Bramonas, sobre la carretera a Cd. Constitución	
Los Cajones	Bordos			Comondú		Mantenimiento necesario
Arroyo Don Guillermo	Encauzamiento	Encauzamiento Arroyo Don Guillermo, San José del Cabo	Encauzar el Arroyo Don Guillermo para prevenir desbordamientos e inundaciones en Colonias de San José del Cabo y el poblado Santa Rosa	Los Cabos	En la zona urbana	Mantenimiento necesario
Arroyo San Felipe	Presa para el control de avenidas	San Lázaro	Regular las avenidas provocadas por eventos ciclónicos y proteger a los habitantes de San José del Cabo	Los Cabos	Sobre el Arroyo San Lázaro	
San José	Bordos y encauzamientos			Los Cabos		Modernización necesaria
El Saltito	Encauzamiento			Los Cabos		
Doña Chepa	Encauzamiento y canal de control			Los Cabos		En buen estado
El Zacatal	Bordos y encauzamientos			Los Cabos		
Arroyo Salto Seco	Encauzamiento	Encauzamiento y canalización Arroyo Salto Seco, Cabo San Lucas	Proteger a la ciudad de Cabo San Lucas	Los Cabos	En la zona urbana	Modernización necesaria

Arroyo	Tipo de obra	Nombre	Objetivo	Municipio	Ubicación específica	Condición actual
Los Tejones	Bordos y encauzamientos			Los Cabos		Mantenimiento necesario
San Lucas	Encauzamiento			Los Cabos		Modernización necesaria
La Providencia	Muro y encauzamiento			Mulegé		Modernización necesaria
A. Mulegé	Bordos y encauzamientos			Mulegé		Modernización necesaria
Arroyo El Cajoncito	Bordos de protección	BPM El Cajoncito, MD y MI La Paz	Proteger de inundaciones la Ciudad de La Paz. Forma parte del sistema de protección de la ciudad formado por la Presa La Buena Mujer y el Bordo (BPM) el Piojillo	La Paz	En la zona urbana de la Cd. de La Paz	Mantenimiento necesario
Piojillo	Bordos	BPM El Piojillo, MD y MI, La Paz	Proteger de inundaciones la Ciudad de La Paz	La Paz	En la zona urbana de la Cd. de La Paz	Mantenimiento necesario
A. Francisco King	Canalización	Encauzamiento y canalización del Arroyo Francisco King,	Proteger contra inundaciones a una zona de la Cd. de La Paz	La Paz	Al oeste de la Cd. de La Paz	
El Calandrio	Encauzamiento			La Paz		Modernización necesaria
La Huerta	Encauzamiento			La Paz		Modernización necesaria
El Quemado	Bordos y encauzamientos			La Paz		Modernización necesaria
San Ramón	Bordos y encauzamientos			La Paz		Mantenimiento necesario
Afluente Arroyo La Huerta	Bordos y encauzamientos			La Paz		Modernización necesaria
Centenario	Bordo de contención			La Paz		Modernización necesaria
Centenario	Bordo de contención y represo para control			La Paz		Modernización necesaria

Arroyo	Tipo de obra	Nombre	Objetivo	Municipio	Ubicación específica	Condición actual
Arroyo El Cajoncito	Presa para el control de avenidas	Buena Mujer	Control de avenidas del arroyo Cajoncitos y Protección de inundaciones	La Paz		
Arroyo Las Parras	Bordos de protección	Bordo de protección en el Arroyo Las Parras	Proteger de inundaciones a la Ciudad de Loreto	Loreto	Cd. de Loreto	Mantenimiento necesario
El Potrerillo	Bordos de protección		Proteger de inundaciones a la Ciudad de Loreto	Loreto	Cd. de Loreto	Mantenimiento necesario

Fuente: CONAGUA (2008) y CONAGUA (2011).

Tabla 4.10 Obras para el control de avenidas en los principales arroyos del Estado Baja California.

Arroyo	Tipo de obra	Nombre	Objetivo	Municipio	Ubicación específica	Condición actual
A. Ensenada	Presa de control de avenidas	Emilio López Zamora	Control de avenidas	Ensenada	Aguas arriba de la ciudad de Ensenada	Buena
Arroyo Doña Petra	Bordos de protección	Canalización y bordos en el Arroyo Petra en Ensenada, Baja California	Proteger de inundaciones la parte Norte de la Ciudad de Ensenada por desbordamiento del arroyo	Ensenada	Dentro de la zona urbana	
Arroyo Aguajito	Bordos de protección	Encauzamiento y Bordo de protección en el Arroyo Aguajito, Ensenada, BC	Proteger de inundaciones por el desborde del Arroyo Aguajito la parte Central y Sur de la Ciudad de Ensenada	Ensenada	Dentro de la zona urbana	
Arroyo Ensenada	Encauzamiento	Encauzamiento del Arroyo Ensenada, BC	Proteger de inundaciones por desbordamiento del Arroyo Ensenada a la Ciudad de Ensenada	Ensenada		Buena
Arroyo El Gallo	Muros y bordos			Ensenada		Regular
A. San Carlos	Encauzamiento	Bordos de protección del Arroyo San Carlos, Ensenada BC	Encauzar el Arroyo hacia su desfogue en el mar, protegiendo áreas agrícolas de inundaciones por desborda-	Ensenada		

Arroyo	Tipo de obra	Nombre	Objetivo	Municipio	Ubicación específica	Condición actual
			mientamiento			
Arroyo Santo Domingo	Bordos de protección	Bordo Arroyo Santo Domingo en Valle de San Quintín, BC	Protege en el Valle de San Quintín el poblado Vicente Guerrero	Ensenada	Dentro de la zona urbana	Malo
Arroyo Nueva York	Bordos de protección	Bordo Arroyo Nueva York, BC	Protege a la Ciudad de San Quintín de inundaciones por desbordamiento del Arroyo Nueva York	Ensenada	Dentro de la zona urbana	Malo
Río Nuevo	Otras Obras	Embovedamiento del Dren Río Nuevo, Mexicali, BC	Proteger de inundaciones a la Ciudad de Mexicali	Mexicali	Dentro de la zona urbana	
Río Nuevo	Muros y Bordos			Mexicali		Bueno
Río Tijuana	Presa de control de avenidas	Abelardo L. Rodríguez	Control de avenidas	Tijuana	Aguas arriba de la Ciudad de Tijuana	Bueno
Río Tijuana	Presa de control de avenidas	El Carrizo	Control de avenidas	Tijuana	Aguas arriba de la Ciudad de Tijuana	Bueno
Río Tijuana	Canalización	Canalización Río Tijuana	Protección a centro de población (Cd. de Tijuana)	Tijuana	Dentro de la zona urbana	
Río Tijuana	Encauzamiento	Encauzamiento y rectificación del Arroyo Alamar. Tijuana, BC	Proteger contra desbordamientos del Arroyo Alamar a colonias de la Cd. de Tijuana, BC	Tijuana	Dentro de la zona urbana	
Río Tecate	Muros y bordos			Tecate		Regular
Arroyo Valle de las Palmas	Muros y bordos			Tecate		Malo
Arroyo Pasteje-Aviación	Muros y bordos			Tijuana		Bueno



Arroyo	Tipo de obra	Nombre	Objetivo	Municipio	Ubicación específica	Condición actual
Arroyo Matamoros	Muros y bordos			Tijuana		Bueno
Arroyo El Florido	Muros y bordos			Tijuana		Bueno
Arroyo Carrizo-Florido Viejo	Muros y bordos			Tijuana		Bueno
Arroyo México Lindo	Muros y bordos			Tijuana		Bueno
Arroyo Aguaje de la Tuna	Muros y bordos			Tijuana		Bueno
Arroyo Camino Verde	Muros y bordos			Tijuana		Bueno
Arroyo Gato Bronco	Muros y bordos			Tijuana		Bueno
Arroyo Presidentes	Muros y bordos			Tijuana		Bueno
Arroyo Guahuatay	Muros y bordos			Playas de Rosarito		Malo

Fuente: CONAGUA (2008) y CONAGUA (2011).

#### 4.4 Identificación de actores sociales involucrados en la gestión de crecidas

Tabla 4.11 Actores sociales involucrados en la gestión de crecidas.

Entidad Federativa		
Baja California	Baja California Sur	Sonora
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consejo de Cuenca Baja California</li> <li>• Comisión de Cuenca del Río Colorado</li> <li>• Asociación de usuarios de riego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consejo de Cuenca Baja California Sur</li> <li>• Asociación de usuarios de riego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consejo de Cuenca Alto Noroeste</li> <li>• Asociación de usuarios de riego</li> </ul>

#### 4.5 Identificación de la vulnerabilidad a las inundaciones

La vulnerabilidad se puede agrupar en física, socioeconómica, territorial e institucional. La socioeconómica considera, las condiciones sociales y económicas caracterizadas por la pobreza, la falta de acceso a la educación, un bajo conocimiento sobre los peligros que les podrían afectar, baja capacidad de reducir los riesgos, y baja o nula capacidad para resistir, protegerse a sí mismos y a sus medios de vida del impacto de los peligros, y para recuperarse luego de los impactos.

Para conocer, la vulnerabilidad de la Región ante las inundaciones se determina, de manera preliminar, un índice de vulnerabilidad socioeconómica por municipio y se sobrepone al índice de peligro municipal que CENAPRED (IP\_Cenapred) presenta en el Atlas Nacional de Riesgos.

El cálculo del índice de vulnerabilidad se basa en la conceptualización de Saavedra, 2010, que presenta las variables que se deben considerar para asignar niveles de la vulnerabilidad de la población que reside en las áreas susceptibles de inundaciones y en las áreas con inestabilidad de laderas en las cuencas hidrológicas, mostradas en la Tabla 4.12.

Seleccionando la información de la base de datos ITER (Información Territorial) del INEGI (2010), que representa variables similares a las presentadas en la tabla anterior, se determina un índice de vulnerabilidad ( $I_{VUL}$ ) que resulta de sumar el índice de cada una de las variables consideradas, de la siguiente manera:

$$I_{VUL} = \frac{I_{POBTOT}_i}{9} + \frac{I_{PEI}_i}{9} + \frac{I_{VPH\_S\_SERV}_i}{9} + \frac{I_{VPH\_PISOTI}_i}{9} + \frac{I_{P\_0A4\_60YMA}_i}{9} + \frac{I_{GRAPRNOES}_i}{9} + \frac{I_{PSINDER}_i}{9} + \frac{I_{VPH\_SINBIEN}_i}{9} + \frac{I_{PCON\_LIM}_i}{9}$$

Nota: El índice de cada variable se divide entre nueve por ser este el número de variables consideradas y para asignarles el mismo peso a cada una. Los índices oscilan en un rango de 0 a 1. En el Anexo C se describe ampliamente la metodología aplicada.

En la Tabla 4.13 se resumen las variables que intervienen en la estimación del índice de vulnerabilidad, y en la Figura 4.3 y Figura 4.4 se muestran los resultados del  $I_{VUL}$  agrupados en tres categorías: Baja (< 0.3), Media (0.3-0.4) y Alta (> 0.4).

Tabla 4.12 Variables consideradas para construir el índice de vulnerabilidad.

Dimensión	Indicador	Parámetro (variable)	Escala	Enfoque
Económica	Ingresos	<b>Ingreso per cápita:</b> población que recibe hasta un salario mínimo; y población que recibe de 1 a 3 salarios mínimos mensuales.	Localidad	Fragilidad
Social	Composición sociodemográfica	<b>Cantidad de población expuesta.</b>	Localidad	Exposición
		Dependencia <b>infancia y vejez</b> (población menor de 6 años y mayor a 70 años).	Localidad	Exposición Resiliencia
	Nivel de escolaridad	<b>Nivel de escolaridad:</b> población sin primaria y población analfabeta	Localidad	Fragilidad Resiliencia
	Acceso a salud	<b>Población derechohabiente.</b>	Localidad	Resiliencia
Conectividad	Comunicaciones	<b>Medios existentes en la vivienda:</b> Televisión, radio, teléfono.	Localidad	Resiliencia
Físicas	Condiciones materiales de la vivienda	<b>Materiales predominantes en la vivienda:</b> piso, muros.	Localidad	Exposición
		<b>Conexión a servicios públicos:</b> agua, drenaje.	Localidad	Exposición

Fuente: Saavedra (2010).

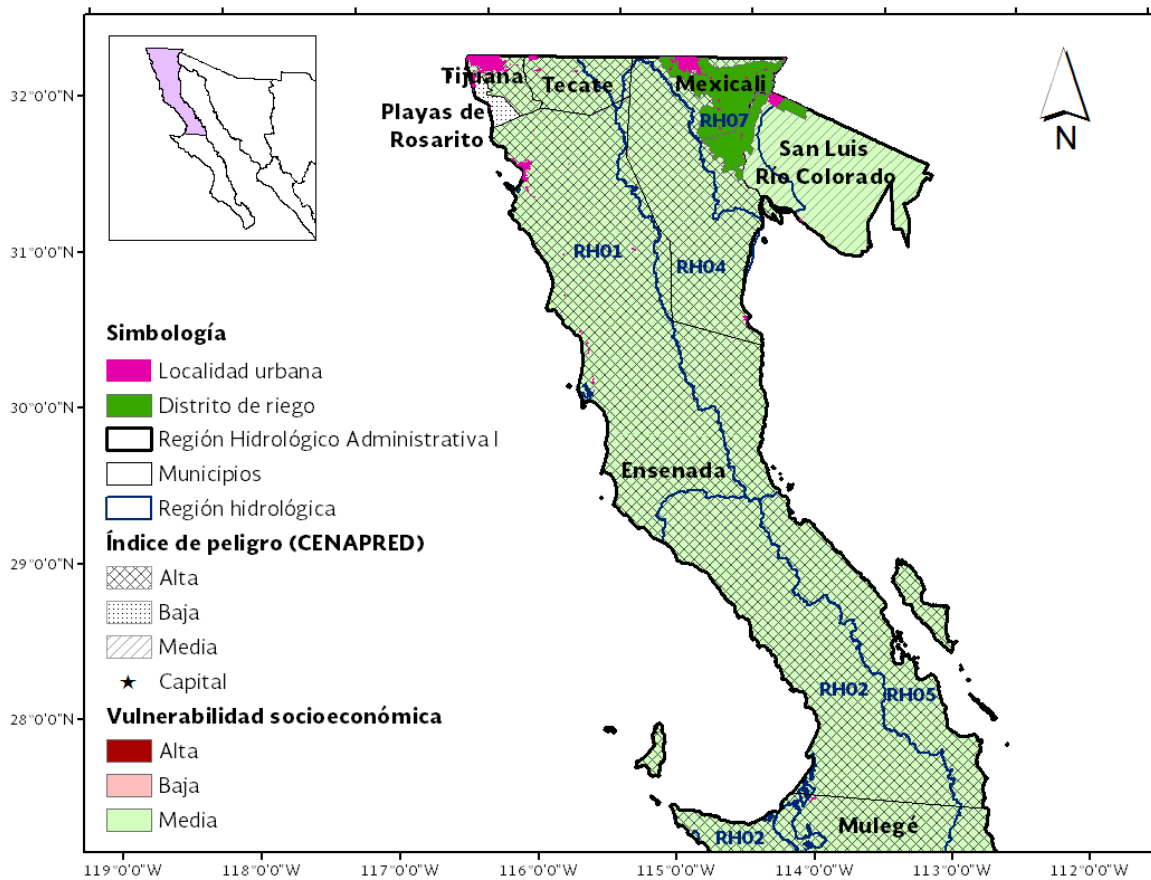


Figura 4.3 Índice de peligro y vulnerabilidad socioeconómica en Baja California.

Tabla 4.13 Variables utilizadas en la estimación del índice de vulnerabilidad en la Región.

Variable		Estimación
Clave	Nombre	
I_POBTOT	Población total	$I_{POBTOT}_i = \frac{POBTOT_i - POBTOT_{\min}}{POBTOT_{\max} - POBTOT_{\min}}$ POBTOT: Población total (Este dato en la fuente original representa a la población expuesta a las inundaciones).
I_PEI	Población económicamente inactiva	$I_{PEI}_i = 1 - \frac{PEA_i}{POBTOT_i}$ PEA: Población Económicamente Activa
I_VPH_S_SERV	Viviendas particulares habitadas que no tienen luz eléctrica, agua entubada dentro o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno, así como drenaje.	$I_{VPH\_S\_SERV}_i = 1 - \frac{VPH\_C\_SERV_i}{VPH_i}$ VPH_C_SERV: Viviendas particulares habitadas que tienen luz eléctrica, agua entubada dentro o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno, así como drenaje. VPH: Viviendas particulares habitadas.
I_VPH_PISOTI	Viviendas particulares habitadas con piso de tierra.	$I_{VPH\_PISOTI}_i = \frac{VPH\_PISOTI_i}{VPH_i}$
I_P_OA4_60YMAS	Población menor a 5 años y mayor a 60 años.	$I_{P\_OA4\_60YMAS}_i = \frac{P\_OA4\_60YMAS_i}{POBTOT_i}$
I_GRAPRONOES	Grado promedio de no escolaridad en un rango de 0 a 1.	$I_{GRAPRONOES} = 1 - \frac{GRAPROES_i - GRAPROES_{\min}}{GRAPROES_{\max} - GRAPROES_{\min}}$ GRAPROES: Grado promedio de escolaridad. Resultado de dividir el monto de grados escolares aprobados por las personas de 15 a 130 años de edad entre las personas del mismo grupo de edad.
I_PSINDER	Población sin derecho a servicios de salud.	$I_{PSINDER}_i = \frac{PSINDER_i}{POBTOT_i}$
I_VPH_SINBIEN	Viviendas particulares habitadas que no disponen de radio, televisión, refrigerador, lavadora, automóvil, computadora, teléfono fijo, celular ni internet.	$I_{VPH\_SINBIEN}_i = \frac{VPH\_SINBIEN_i}{VPH_i}$
I_VPH_PCON_LIM	Personas que tienen dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana.	$I_{PCON\_LIM}_i = \frac{PCON\_LIM_i}{POBTOT_i}$

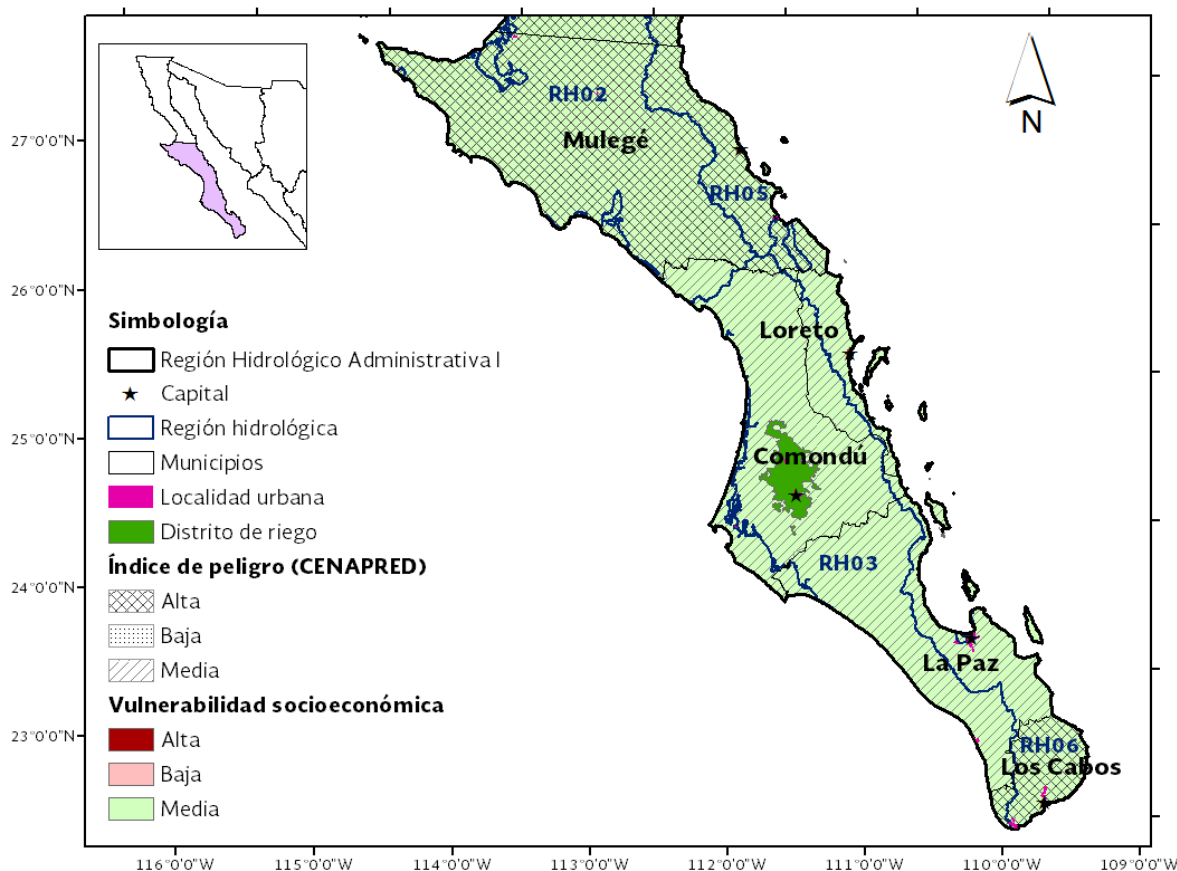


Figura 4.4 Índice de peligro y vulnerabilidad socioeconómica en Baja California Sur.

Analizando ambos resultados ( $I_{VUL}$  e  $IP_{Cenapred}$ ) se observa que en el caso de Baja California, los municipios de Tijuana, Tecate, Mexicali y Ensenada presentan índices de peligro altos con una vulnerabilidad socioeconómica media, mientras que en el estado de Baja California Sur ésta característica se presenta solamente en los municipios de Mulegé y Los Cabos. El resto de los municipios en ambos estados presentan a su vez un índice de peligro medio con una vulnerabilidad socioeconómica media, a excepción del municipio de Playas de Rosarito, localizado en Baja California, cuyo índice de peligro es medio con una capacidad de resiliencia alta, debido a que la vulnerabilidad social es relativamente baja.

La vulnerabilidad mostrada anteriormente coincide con lo zonas de alto riesgo que el OCPBC tiene identificada en las diferentes

áreas de la Región Hidrológico Administrativa Península de Baja California.

#### 4.6 Identificación y análisis de la coordinación entre instituciones involucradas en la gestión de crecidas

Uno de los componentes de la Gestión Integrada de Crecientes es garantizar la participación de todos los actores involucrados en la gestión, para lo cual se sugiere definir las fronteras geográficas y límites funcionales de todas las instituciones involucradas, así como promover la coordinación y la cooperación por encima de las barreras funcionales y administrativas. En la Tabla 4.14 se presenta una matriz de funciones que se sugiere debe asumir cada institución para garantizar la eficiencia y eficacia de actividades y recursos económicos.

Tabla 4.14 Matriz de coordinación entre instituciones.

Funciones	Alertamiento	Comunicación social de la emergencia	Coordinación de la emergencia	Planes de emergencia	Evacuación, búsqueda y rescate	Seguridad Pública	Asistencia social y albergues	Servicios estratégicos, equipamiento y hienes	Salud Pública	Suministro de provisiones	Vigilancia de obras hidráulicas	Evaluación de daños
SECRETARIA DE GOBERNACIÓN	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE
COORD. GRAL. DE COMUNICACIÓN SOCIAL		R	Cr	Cr								
SEMARNAT	Cr		Cr	Cr				CT			Cr	
SEDENA	Cr		Cr	Cr	R	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr		Cr
SEMAR	Cr		Cr	Cr	R	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr		Cr
SAGARPA			Cr	Cr	Cr			Cr				Cr
SCT	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr			Cr		Cr		Cr
CAPITANIAS DE PUERTO	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr							
SEP				Cr			Cr					Cr
SEDESOL			Cr	Cr	Cr		Cr	CT		Cr		Cr
SSA			Cr	Cr			Cr	Cr	CT	Cr		Cr
SE			Cr	Cr				Cr		Cr		Cr
SECTUR				Cr	Cr		Cr					Cr
IMSS				Cr			Cr		Cr	Cr		Cr
ISSSTE				Cr			Cr		Cr	Cr		Cr
CILA	Cr			Cr								
DICONSA				Cr				Cr		Cr		
SEDESOL ESTATAL			Cr	Cr	Cr		Cr	R		Cr		Cr
SECRETARIA DE FINANZAS			Cr	Cr						Cr		Cr
SECRETARIA DE ADMINISTRACIÓN			Cr	Cr						R		Cr
SECRETARIA DE DESARROLLO RURAL			Cr	Cr	Cr			Cr				Cr
SECRETARIA DE SALUD			Cr	Cr				Cr	R			Cr

Funciones	Alertamiento	Comunicación social de la emergencia	Coordinación de la emergencia	Planes de emergencia	Evacuación, búsqueda y rescate	Seguridad Pública	Asistencia social y albergues	Servicios estratégicos, equipamiento y hienac	Salud Pública	Suministro de provisiones	Vigilancia de obras hidráulicas	Evaluación de daños
SECRETARÍA DE SEGURIDAD PÚBLICA			Cr	Cr		R				Cr		Cr
SUBSECRETARÍA DE TURISMO				Cr								Cr
PGJE				Cr	Cr	Cr	Cr					Cr
PROTECCIÓN CIVIL		Cr	R	R			Cr					
CENAPRED	Cr											R
DIF			Cr	Cr			R		Cr	Cr		
PEMEX				Cr	Cr			Cr				Cr
CONAGUA	R		Cr	Cr							R	Cr
CFE				Cr	Cr			Cr				Cr
TELMEX								Cr				Cr
FERROMEX								Cr				Cr
UNIVERSIDADES				Cr			Cr			Cr		Cr
DGETI				Cr			Cr					Cr
MEDIOS DE COMUNICACIÓN	Cr	Cr		Cr								
CRUZ ROJA				Cr	Cr				Cr	Cr		
BOMBEROS				Cr	Cr							
CLUB SOCIAL				Cr			Cr					
GRUPOS VOLUNTARIOS				Cr			Cr			Cr		

**CE: Coordinador Ejecutivo. CT: Coordinador Técnico. R: Responsable. Cr: Corresponsable.**

Fuente: Coordinación General de Protección Civil, Tamaulipas, 2011.





## 5. Evaluación de riesgos de inundación

Se concibe al riesgo integrado por la amenaza y la vulnerabilidad. La amenaza definida como la probabilidad de que ocurra un evento en espacio y tiempo determinados, con suficiente intensidad para producir daños; y la vulnerabilidad como la probabilidad de que, debido a la intensidad del evento y la fragilidad de los elementos expuestos, ocurran daños en la economía, la vida humana y el ambiente, por lo tanto el riesgo incluye la probabilidad combinada entre los dos factores anteriores, (Magaña y García, 2002). Asimismo sus unidades son las usadas para medir las consecuencias divididas por unidad de tiempo (por ejemplo, una unidad monetaria o número de víctimas por año, dado que la probabilidad de la amenaza presenta unidades de tiempo (Escuder et al., 2010).

### 5.1 Estimación del riesgo

El riesgo asumido en este Programa está representado de la siguiente manera (Escuder et al., 2010):

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

En donde el peligro o amenaza está en función del tirante o altura de la inundación asociado a una probabilidad de ocurrencia (inverso del periodo de retorno) y la vulnerabilidad está dada por el tipo de vivienda (bienes expuestos) y el índice de marginación de la zona inundada.

El Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) cuenta con el Sistema de Análisis y Visualización de Escenarios de Riesgo (SAVER) publicado vía web, y uno de sus módulos es el Atlas Nacional de Riesgo por Inundación en México (ANRI).

El ANRI trasladado a una plataforma para Computadora Personal (ANRI-PC) se utiliza para estimar los daños en zonas habitacionales por evento de inundación en la zona de interés. El ANRI-PC evalúa daños en una mancha de inundación bajo el supuesto de que por cada celda (pixel) de una malla (archivo raster) se tiene un mismo tirante de inundación.

### Metodología

El proceso a seguir durante el cálculo de los daños económicos por inundación puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Delimitación de la zona de inundación.
2. Definición de la probabilidad de ocurrencia del evento (inverso del periodo de retorno), para los cuales será evaluado el daño.
3. Cálculo de los tirantes de inundación, así como velocidad y severidad, con base en algún modelo hidrológico-hidráulico, para cada uno de los periodos de retorno seleccionados.
4. Selección de curvas de daño (urbanas, agrícolas, etc.) mismas que relacionan tirante o duración de la inundación con los daños económicos.
5. Con base en las curvas de daño, las características socioeconómicas en la zona de estudio y el tirante alcanzado en la inundación para cada evento, se calculan los daños económicos.
6. Determinación del Daño Anual Esperado (DAE).

La estimación del riesgo en términos de daños por año resulta importante en la toma de decisiones cuando se presenta la cantidad total del daño esperada considerando más de un evento de inundación, lo que permite construir curvas de daño-probabilidad para una zona o región. De tal manera que el área total bajo la curva representa el Daño promedio Anual Esperado (DAE) por año para todos los eventos considerados (Messner et al., 2007). El DAE se calcula con la fórmula (Meyer et al, 2012):

$$\overline{DAE} = \sum_i^k D_i \cdot \Delta P_i$$

$$D_i = \frac{D(P_i - 1) + D(P_i)}{2}$$

$$\Delta P_i = |P_i - P_{i-1}|$$

Donde  $D_i$  es el daño promedio de dos eventos de probabilidad de excedencia  $i$ ,  $\Delta P_i$  es el intervalo de probabilidad entre las probabilidades de excedencia de ambos eventos.

En el Anexo D se describe la metodología de manera más amplia.

#### 4.1.1 Aplicación de la metodología a nivel nacional

Para aplicar la metodología, son necesarios los siguientes insumos:

- Polígono que delimita la zona de inundación.* Es el área donde se estimarán los daños.
- Modelo digital de elevaciones* usado por el ANRI-PC. Es el continuo de elevaciones escala 1:50,000 del INEGI con una resolución de 50 x 50 m y es utilizado para las zona piloto. El ANRI-PC tiene integrado el modelo SRTM (Shuttle Radar Topography) de cobertura mundial, publicado por el Instituto de Tecnología de California cuya resolución más aproximada es de 90 x 90 m y es usado para estimaciones de daños en viviendas para el modo de procesamiento por lotes.
- Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB).* Constituyen la unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional. De las AGEB urbanas se obtiene el conjunto de índices de marginación existentes en la zona de inundación.
- Tirante y velocidad,* estimados con base en modelos hidrológicos-hidráulicos en formato raster para diferentes probabilidades.
- Curvas de daños.* Curvas que relacionan características de la inundación (por ejemplo tirante y duración) y los daños en pesos y pueden ser de tipo urbano y agrícola. En este Programa las curvas utilizadas corresponden a daños en viviendas, publicadas por Baró et al. (2007 y 2011), quien calculó el valor

del daño con base en el costo de cada bien, obteniendo así el valor en pesos de los daños económicos para cada altura de lámina de agua alcanzada y para cada una de las AGEB presentes en la zona de inundación.

Estos daños totales se convirtieron en número de salarios mínimos, lo que permite que las curvas generadas no pierdan validez con el tiempo, ya que al actualizar el salario mínimo, también se actualizan las curvas. Baró et al. (2007 y 2011), además generó ocho tipos de curvas en función del índice de marginación, donde el eje horizontal corresponde a valores de altura de lámina de agua (tirante) en metros y el eje vertical a los daños económicos en unidades de número de salarios mínimos. El ANRI-PC maneja cinco de las ocho curvas tipo arriba citadas y corresponden a: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo nivel de marginación, Figura 5.1.

#### Cálculo de los daños económicos

Con base en la previa definición del riesgo, éste fue calculado a través del ANRI-PC con base en los insumos anteriores.

En el caso de las curvas de daño, estas pueden ser expresadas de manera matemática con la siguiente ecuación:

$$\text{No. SMG} = a * \ln(h) + b$$

Donde:

No. SMG Es el número de salarios mínimos generales.

$h$  Es el valor de la lámina de agua (tirante).

$a$  y  $b$  Constantes que dependen del índice de marginación.

De manera que el valor monetario o daño para cada una de las viviendas en la zona de inundación, es el número de salarios mínimos multiplicado por el valor actual del salario mínimo.

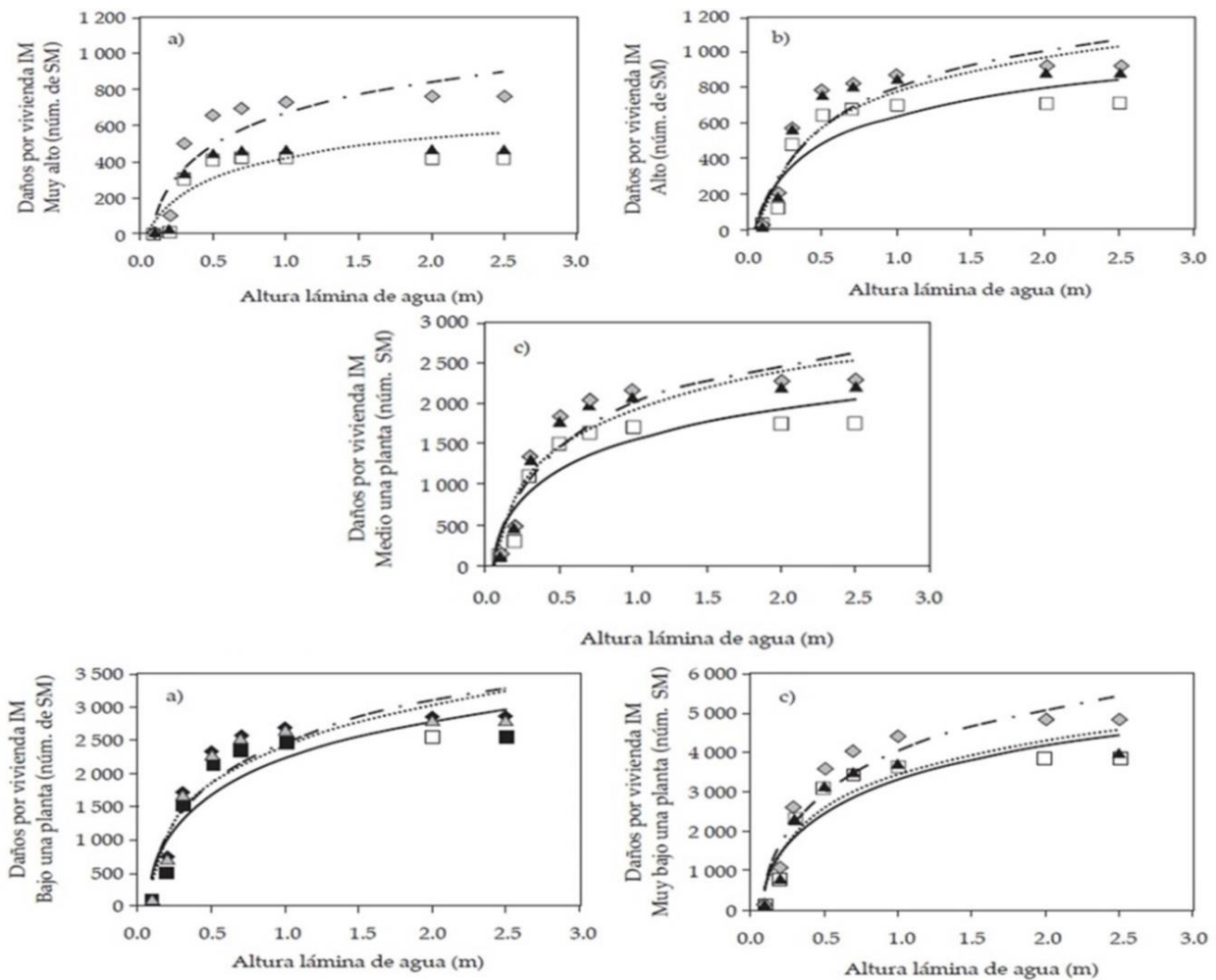


Figura 5.1 Curvas tipo de daños en zonas habitacionales.

Fuente: Baró et al. (2007).

Para el cálculo de daños a nivel nacional se realizaron los siguientes procesos:

- De los polígonos de inundación asociados a un período de retorno de 40 años, procedentes de Agroasemex se llevó a cabo la eliminación de polígonos. Se descartaron aquellos que no cruzaran con AGEBs ni con áreas agrícolas.
- Se estimó para cada polígono una altura de agua (tirante), utilizando el MED del terreno y el método de promedios móviles para asignarle a cada celda del raster un valor de tirante, restando ambas cotas de elevación. Éste proceso fue realizado en procesamiento "batch".

Del cálculo nacional se obtuvo el daño total para la República Mexicana por un monto de 179,334 millones de pesos, del cual el daño para la Región Península de Baja California es de 1,476 millones de pesos, Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Daños económicos en la PBC.

Viviendas en zonas inundables	29,528
Población en zonas inundables	109,987
Costos en millones de pesos:	
Mínimo	1,358.52
Máximo	1,615.29
Probable	1,476.33

### 4.1.3 Aplicación de la metodología en la cuenca piloto

#### Caracterización de la cuenca piloto

La cuenca piloto Rosarito Huahuatay se encuentra localizada al norte del Estado de Baja California, ocupando parte de los municipios de Playas de Rosarito (82%) y Tijuana (19%) con una superficie total de 667.74 km<sup>2</sup> y 90,668 habitantes (municipio Playas de Rosarito), Figura 5.2. Los ríos principales se encuentran localizados a lo largo de la cuenca descargando todos ellos directamente al mar. Debido a su importancia y peligrosidad es importante destacar el río Huahuatay cuyas características principales se muestran en la Tabla 5.2, debido a que su principal zona de afectación es la ciudad de Playas de Rosarito. De acuerdo con el OCPBC existe una obra de protección en dicho cauce, sin embargo no está en operación.

Las inundaciones que se presentan en la cuenca se deben principalmente al desbordamiento de ríos producto de la lluvia de invierno, que afectan zonas urbanas por el drenaje pluvial deficiente, y los daños se incrementan por asentamientos irregulares.

Tabla 5.2 Características principales del Río Huahuatay.

Propiedad	Valor
Elevación máxima	395 msnm.
Elevación mínima	23 msnm.
Longitud	15,812 m
Pendiente media	2.35%
Tiempo de concentración	135.58 minutos
Área drenada	50.39 km <sup>2</sup>

Fuente: Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas, versión 2.2, INEGI (2012).

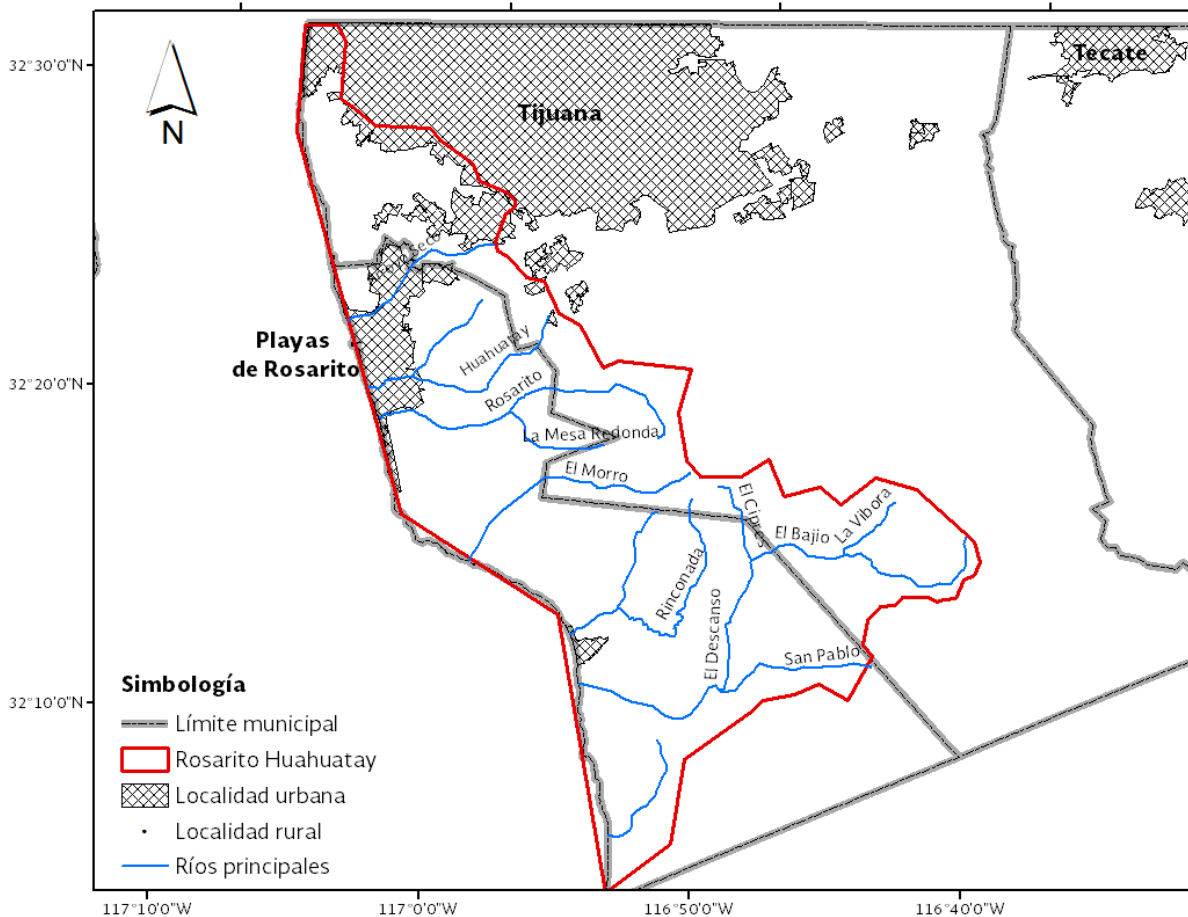


Figura 5.2 Localización de la cuenca piloto, Rosarito Huahuatay.

Fuente: Conagua (2012). Subdirección General de Programación.

Tabla 5.3 Aspectos socioeconómicos de la cuenca Rosarito Huahuatay.

Índice	Número total de localidades en PdR	Número de localidades				
		Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Índice de Marginación	93	28	12	21	30	2
Índice de Rezago Social	93	59	26	7	1	0
Índice de Desarrollo Humano	93	0.84 (índice)				

Fuente: INEGI (2010).

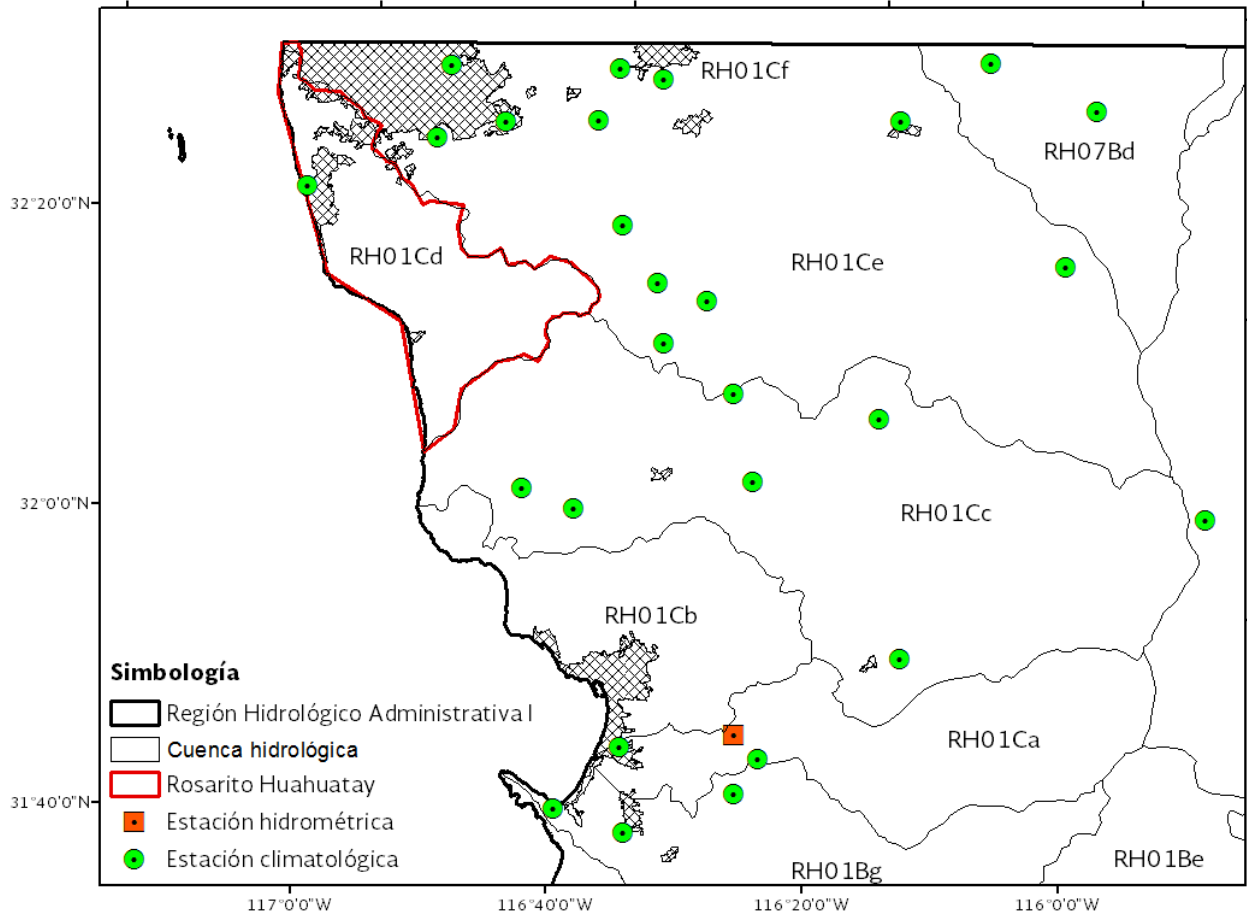


Figura 5.3 Estaciones climáticas e hidrométricas dentro de la cuenca piloto Rosarito-Huahuatay.

Fuente: CONAGUA-SINA (2012).

Como aspectos sociales, destacan en la cuenca piloto la existencia de 32 localidades con Alto índice de marginación, sin embargo 85 localidades tienen un índice de rezago social Bajo, Tabla 5.3.

En lo que se refiere al relieve, la cuenca tiene elevaciones que van del nivel medio del mar a los 500 msnm, con pendientes suavemente inclinadas (3-5%) y medianamente inclinadas (10-15%). Las estructuras geológicas que se

presentan en la cuenca, corresponden en mayor medida a rocas ígneas intrusivas y sedimentarias, con la presencia en mayor parte de rocas volcánicas (lavas, brechas y tobas), principalmente basálticas y andesíticas, con permeabilidad de media a alta.

Por su parte, la cobertura vegetal está marcada por la presencia de material xerófico y vegetación inducida, así como por la presencia de asentamientos humanos. La vegetación en ge-

neral, cubre una superficie de 460.71 km<sup>2</sup>, misma que equivale al 70% de la superficie total de la cuenca, mientras que por su parte los asentamientos humanos ocupan una superficie total de 93.97 km<sup>2</sup>, equivalente al 14%, Tabla 5.4.

Tabla 5.4 Uso de suelo en la cuenca Rosarito Huahuatay.

Uso de suelo	Área, km <sup>2</sup>	%
Asentamientos humanos	93.97	14.32
Vegetación en general	460.71	70.20
Uso agrícola	101.60	15.48
<b>Total</b>	<b>656.29</b>	<b>100</b>

Fuente: CONAGUA-SINA (2012).

El clima en la cuenca es seco-templado con una precipitación media anual del orden de los 100 mm, con temperaturas de 16 a 18°C. Para el monitoreo de estas variables, solamente se identificó la presencia de una estación climatólogica de tipo convencional, con nombre “Planta de bombeo Rosarito”, Figura 5.3.

### Aplicación de la metodología

Para aplicar la metodología, es necesario hacer las siguientes precisiones relacionadas con los insumos y cálculos:

- El polígono que delimita la zona de inundación corresponde a la zona piloto.
- Es importante señalar que en caso de encontrar zonas de inundación que no crucen con AGEBs, se llevará a cabo la estimación considerando información a nivel localidad.
- El tirante, velocidad y severidad de la zona de inundación son proporcionados por el Instituto de Ingeniería de la UNAM (II-UNAM) estimados con base en modelos hidrológicos-hidráulicos en formato raster. La severidad sigue los criterios establecidos en la denominada curva de Dorrigo, en la cual se tiene la clasificación de severidad del daño, asociada a letras y colores, mostrada en la Figura 5.4:

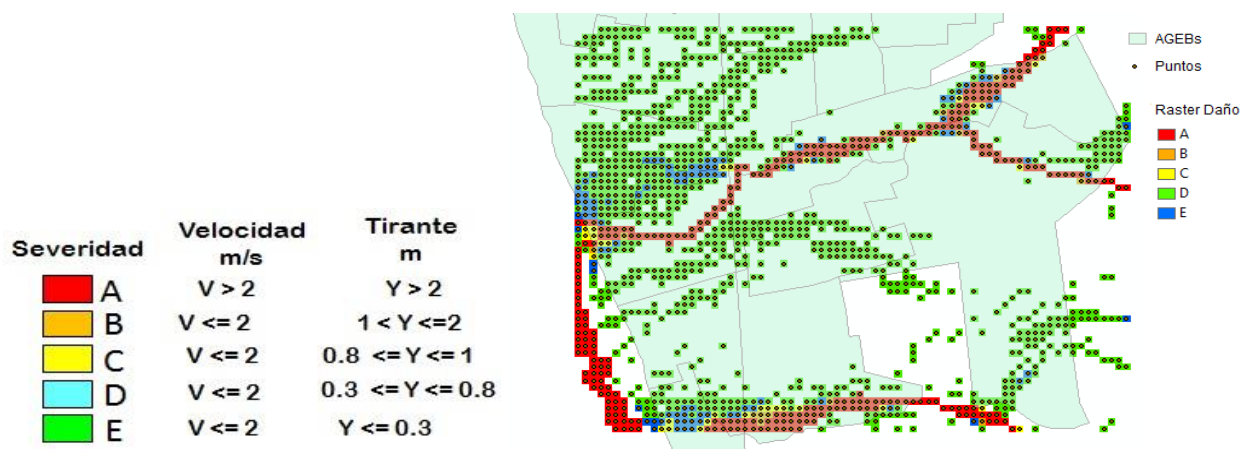


Figura 5.4 Ejemplo de raster por severidad del daño en zona de inundación

Fuente: Elaborada con información del II-UNAM (2013).

- El valor económico de los daños se calcula para dos grupos de datos; el primero sin tomar en cuenta la severidad para cada uno de los cinco periodos de retorno considerados por el estudio (2, 5, 10, 50 y 100 años); y el segundo, separando cada una de las severi-

dades (A, B, C, D, E) para estimar el daño por severidad, Figura 5.5. Para este segundo grupo, se calcula también el monto económico del daño estimado por índice de marginación presente en la zona de inundación.



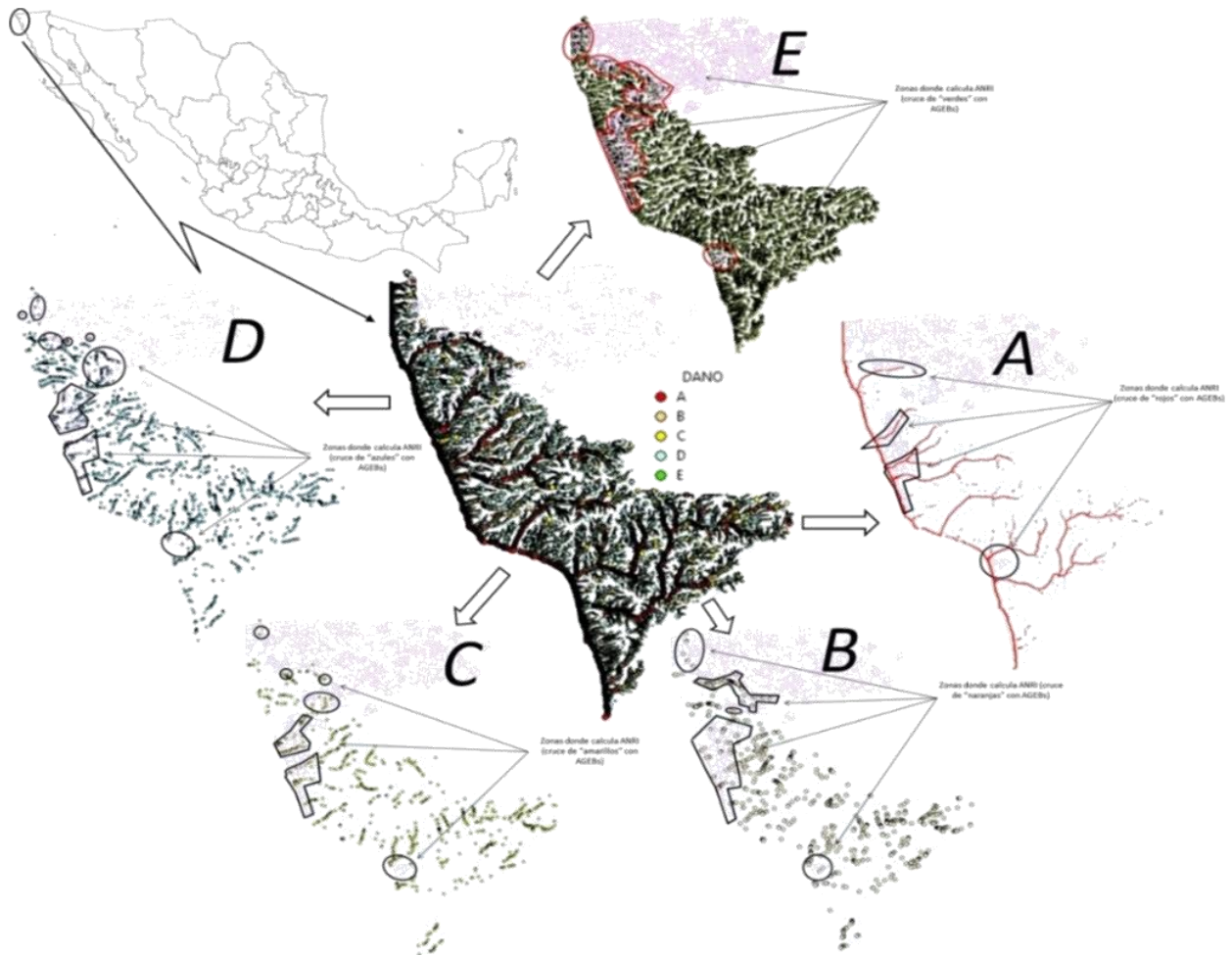


Figura 5.5 Ejemplo de separación de severidades aplicado a la zona piloto Rosarito-Huahuatay.

*Estimación del Daño Anual Esperado (DAE)*

El DAE para la cuenca piloto resulta de alrededor de 41 millones de pesos y su distribución por severidad se muestra en la Tabla 5.5. Además, se han estimado 16,907 habitantes en

riesgo. Las probabilidades consideradas en el DAE son 1/2, 1/10, 1/20, 1/50 y 1/100 años.

Tabla 5.5 Daños y habitantes en riesgo.

Concepto	Severidad f(velocidad y altura de agua)					Total
	A: Rojo	B: Naranja	C: Amarillo	D: Azul	E: Verde	
Habitantes en riesgo (T=100 años)	1,115	199	494	1,720	13,379	16,907
DAE en millones de pesos	9.344	3.081	3.736	9.316	15.170	40.648





## 7. Propuesta de medidas para disminuir los daños

Las medidas para mitigar el riesgo incluyen medidas estructurales y no estructurales. En Schanze J. et al. (2008), se define a las medidas estructurales (MS) como intervenciones basadas en obras de ingeniería hidráulica y a las medidas no-estructurales (MNS) al resto de intervenciones.

Es importante señalar, que el nuevo paradigma del manejo de gestión de riesgo de inundación (FRM por sus siglas en inglés) intenta mitigar riesgos no solamente con MS si no también considerando MNS, Meyer et al. (2012).

A pesar de que el nuevo concepto es ampliamente promovido en Europa y existen políticas

de inundaciones nacionales y regionales, en la práctica aún hay una inclinación fuerte sobre las MS. Un factor importante que genera la subutilización de las MNS es la escasez de técnicas usadas para evaluar, comparar y priorizar las diferentes clases de medidas (Meyer et al., 2012).

A continuación se presentan dos diagramas de clasificación de medidas, Figura 6.1 y Figura 6.2, en donde se observa por un lado la diferencia de nombrar a las MNS como instrumentos y por el otro la clasificación de las medidas no estructurales.

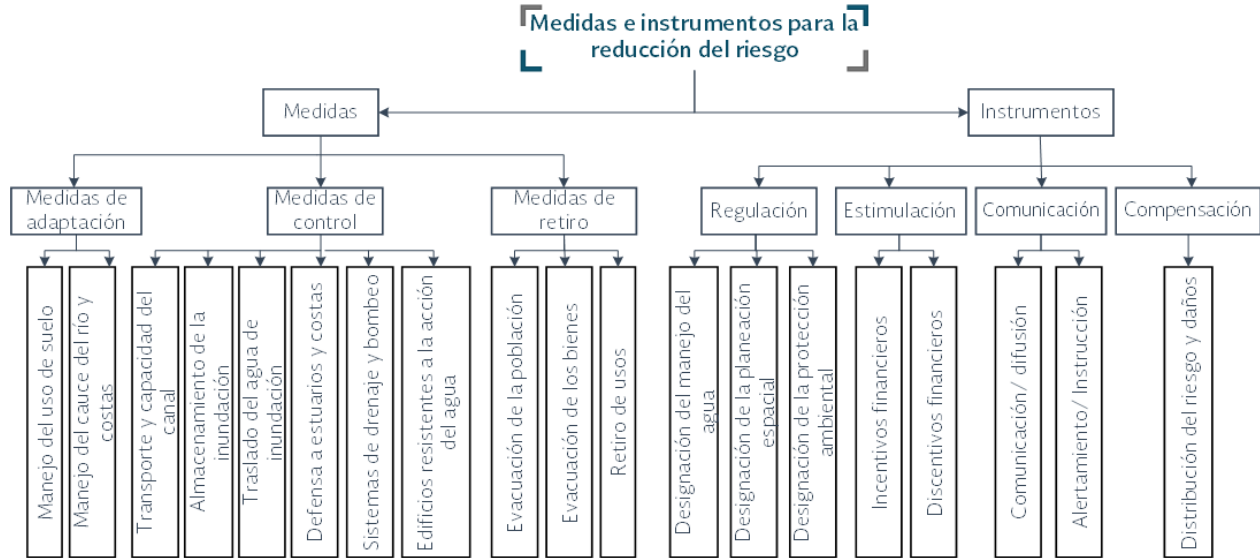


Figura 6.1 Clasificación de medidas e instrumentos de Olfert y Schanze.

Fuente: Schanze J. et al. (2008).

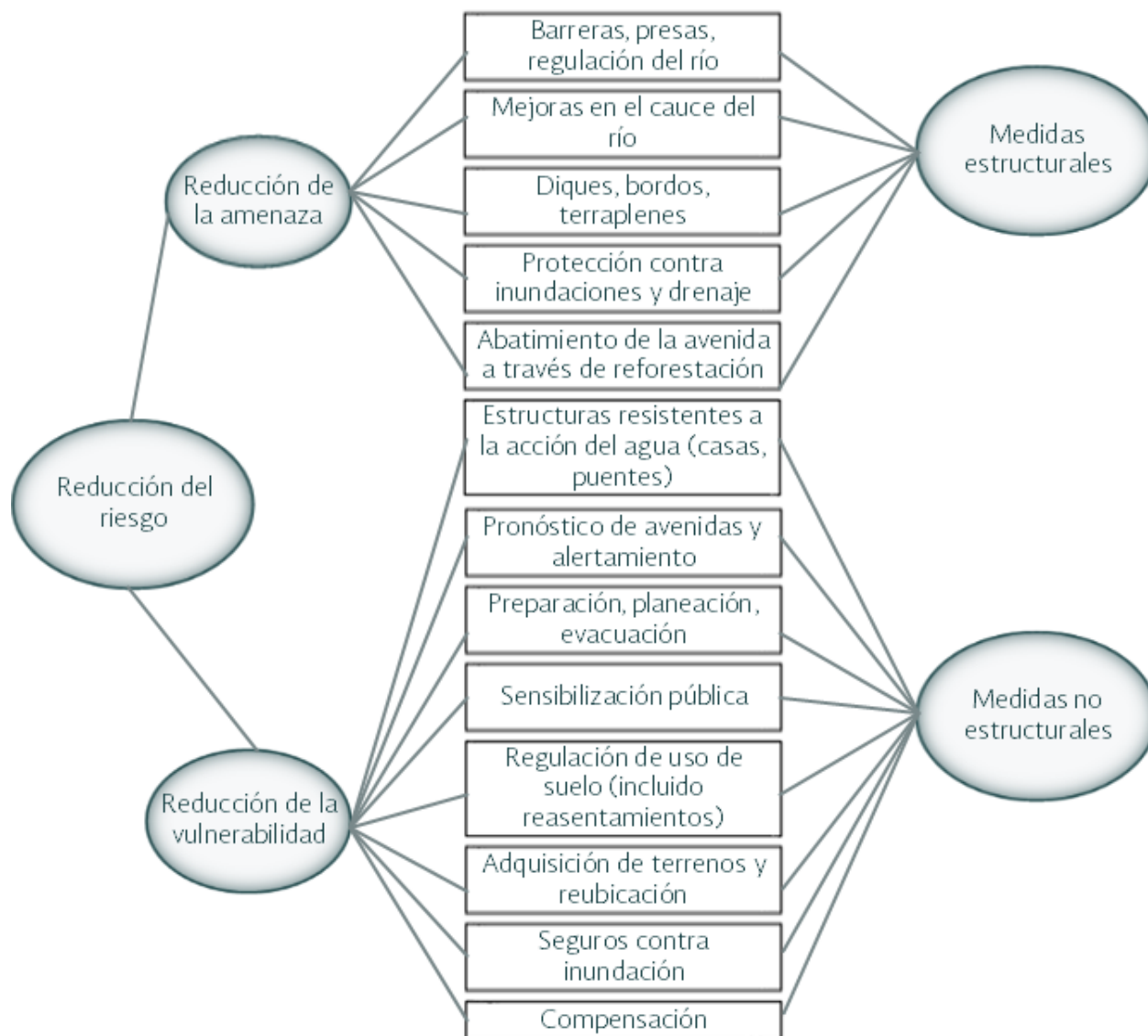


Figura 6.2 Clasificación de medidas no estructurales de Parker.

Fuente: Schanze J. et al. (2008).

## 6.1 Medidas no estructurales

Las MNS cubren todas las intervenciones que no pertenecen a obras estructurales, como se mencionó anteriormente. Las MNS a considerar en el Programa son:

### 6.1.1 Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas

De acuerdo con el OCPBC, apoyados con información de la red de monitoreo estatal y con la

información procedente y disponible de los Estados Unidos de América, llevan a cabo una vigilancia de variables meteorológicas en toda la región, generando un boletín climatológico diario mismo que es enviado a Protección Civil estatal y a las Universidades. Se recomienda especificar las acciones a llevar a cabo durante los distintos niveles de alerta que existan en su plataforma de Excel de vigilancia hidrometeorológica.