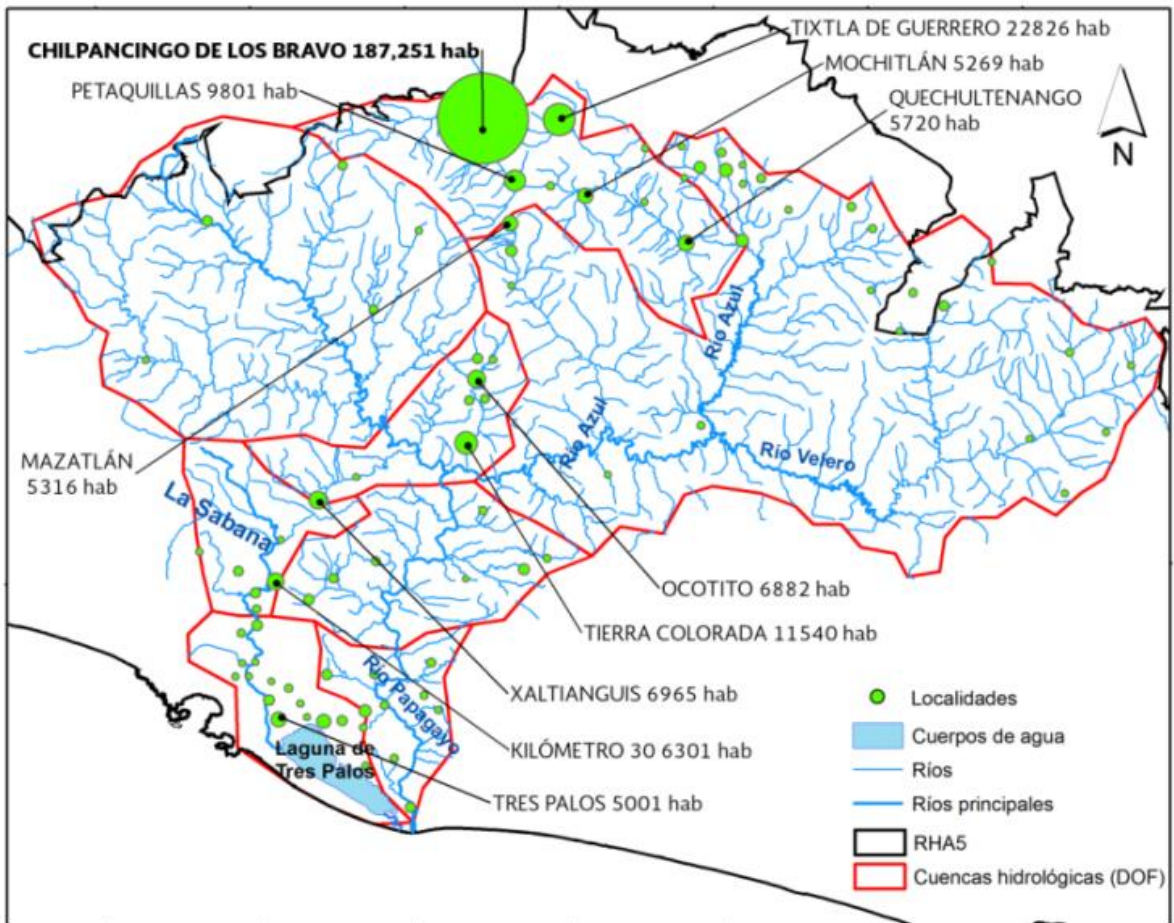
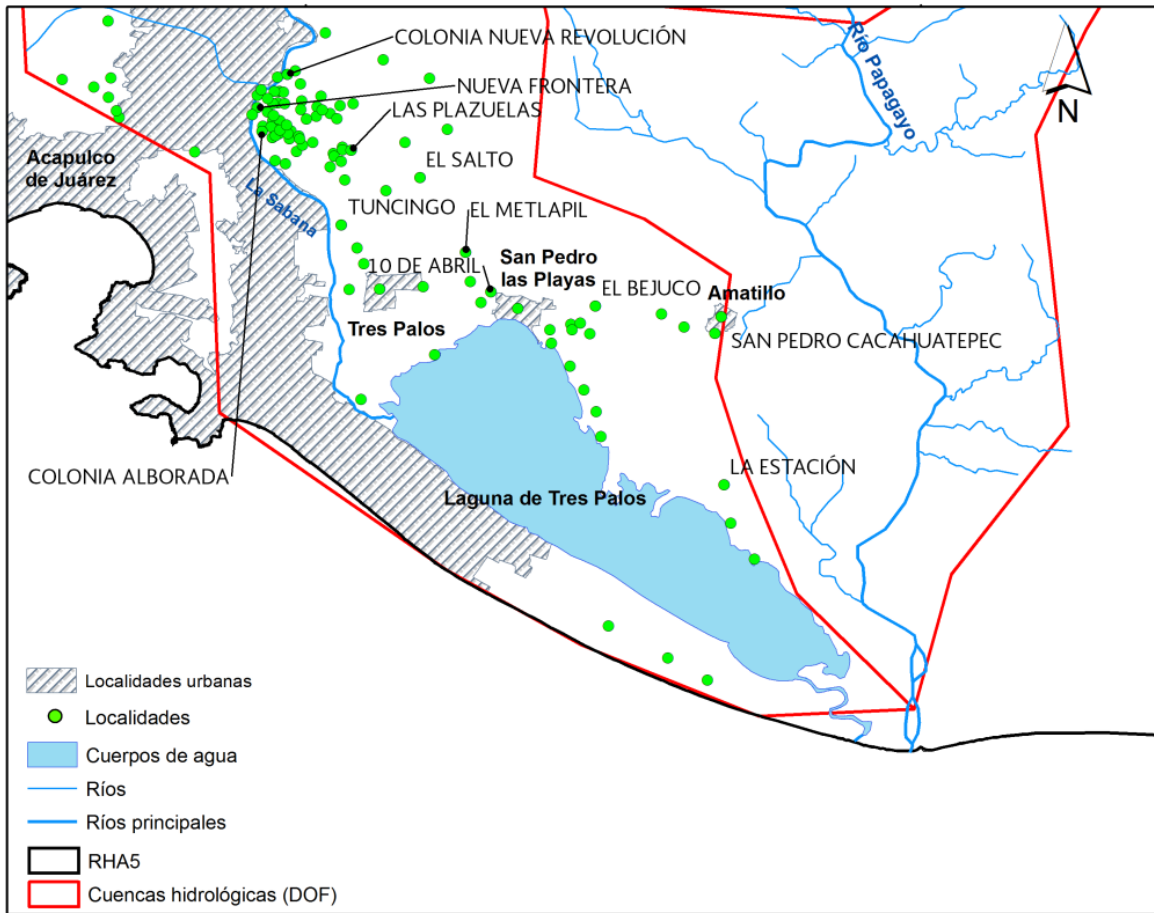


Figura. 5.4 Localidades ubicadas dentro de la zona piloto



Fuente: INEGI. ITER 2010

Figura. 5.5 Localidades ubicadas dentro de la zona de riesgo de la Laguna de Tres Palos



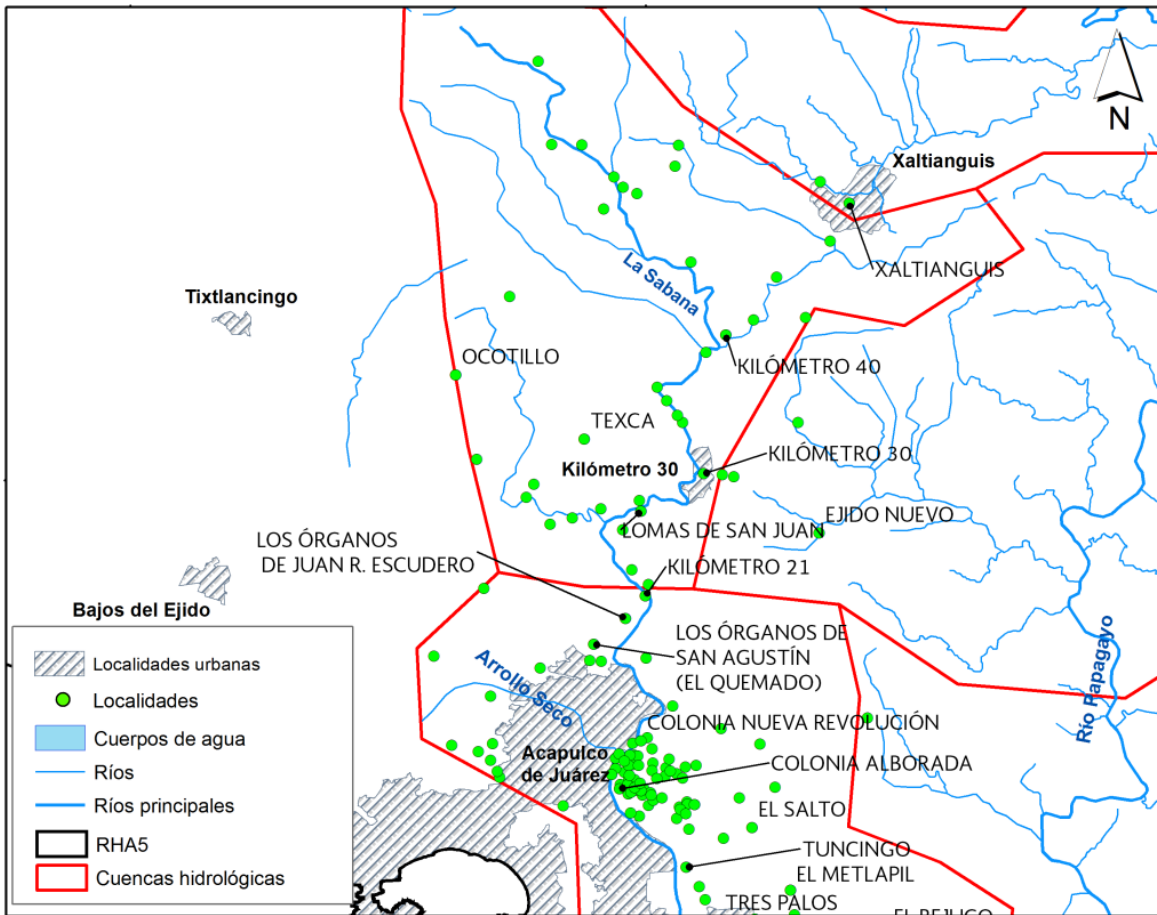
Fuente: INEGI. ITER 2010

Río La Sabana: el río nace en una de las estribaciones de la Sierra Madre del Sur, a una altitud de 1600 msnm, y tiene un desarrollo alrededor de 82 km hasta la salida de la Laguna de Tres Palos, que es donde desemboca. En la parte alta se le denomina arroyo Aguacatillo, pero adelante del km 21+000 de la carretera México-Acapulco, pasa por los poblados La Sabana y Tres Palos y se le llama ya río La Sabana. El área

total de la cuenca del río la Sabana es de 739 km² con un desnivel topográfico de 960 m y la pendiente del cauce principal = 0.011707 (Conagua, 2013)

Las localidades consideradas en riesgo son: Acapulco de Juárez, Llano Largo, San Miguel, Barrio Nuevo, La Venta, Ampliación La Venta, Barrio de la Cuerería, con una población en riesgo de 100,000 habitantes de un total de 620,656 habitante.

Figura. 5.6 Localidades ubicadas dentro de la zona de riesgo Rio La Sabana



Fuente: INEGI. ITER 2010

Río Huacapa se encuentra entre sistemas montañosos de la Sierra Madre del Sur, la cual atraviesa el estado de Guerrero paralela a la costa, formando sierras altas y bajas, lomeríos y valles, con barrancas que descargan al cauce del río. Dentro de la zona, existe una presa para el control de avenidas “Cerrito Rico”, se considera que la escala crítica en esta presa es de 1291.5 msnm, (abajo del nivel del vertedor) ya que al funcionar el vertedor se presentan problemas de inundación en las colonias ubicadas desde la presa hasta donde inicia la obra de encauzamiento,

esto en consecuencia de la reducción del área hidráulica debido a la invasión del cauce. El principal municipio que se ve afectado por el desbordamiento del río es Chilpancingo de los Bravos, encontrando en riesgo 875 personas.

De manera general los arroyos que cruzan la zona urbana han causado problemas de inundación debido a lluvias puntuales esto como consecuencia de la reducción del área hidráulica provocada por la invasión del cauce, maleza y la basura que genera la población.

Tabla 5.1. Afluentes del río Huacapan

Nombre	Colonias que cruzan las corrientes	Longitud (km.)	Condiciones de conservación
Río Huacapa parte alta y baja	Norte de la ciudad.(Brisas Norte, Valle Verde, Azteca, El Amate, San Rafael Norte, Industrial, Lucia Alcocer, Buganvillas, la Haciendita, Galeana y la Cinca)	2	Presenta azolve y asentamientos irregulares
Arroyo Chuchululuya	Este de la ciudad.(Colinas del Valle y Galeana).	1.2	Presenta poco azolve y poca maleza en el cauce.
Arroyo Tonalapa	Nace en la Sierra Madre del Sur.(Independencia, Reforma y Movimiento Territorial Urbano Popular)	2	Presenta poco azolve y poca maleza en el cauce.
Arroyo Tequimil	Oeste de la ciudad.(Villa de las Flores, Servidor Agrario y Centro Esc. Vicente Guerrero).	1.5	Presenta poco azolve y poca maleza en el cauce.
Barranca Seca	Este de la ciudad.(Plutarco E. Calles y Buenos Aires).	5	Presenta poco azolve y poca maleza en el cauce.
Arroyo las Calaveras	Este de la ciudad.(Nuevo Horizonte).	7	Presenta poco azolve y poca maleza en el cauce.
Arroyo Xalahuatzingo	Nace en el Cerro del Huiteco.(Tierra y libertad y Alianza Popular).	1.5	Presenta poco azolve y poca maleza en el cauce.
Arroyo San Miguel	Este de la ciudad.(Miguel Hidalgo y San Miguelito)	1.4	Presenta poco azolve y poca maleza en el cauce.
Arroyo Alpuyeca	Nace en la Sierra Madre del Sur.(Renacimiento Emiliano Zapata y las Palmas)	1	Presenta poco azolve y maleza en el cauce.

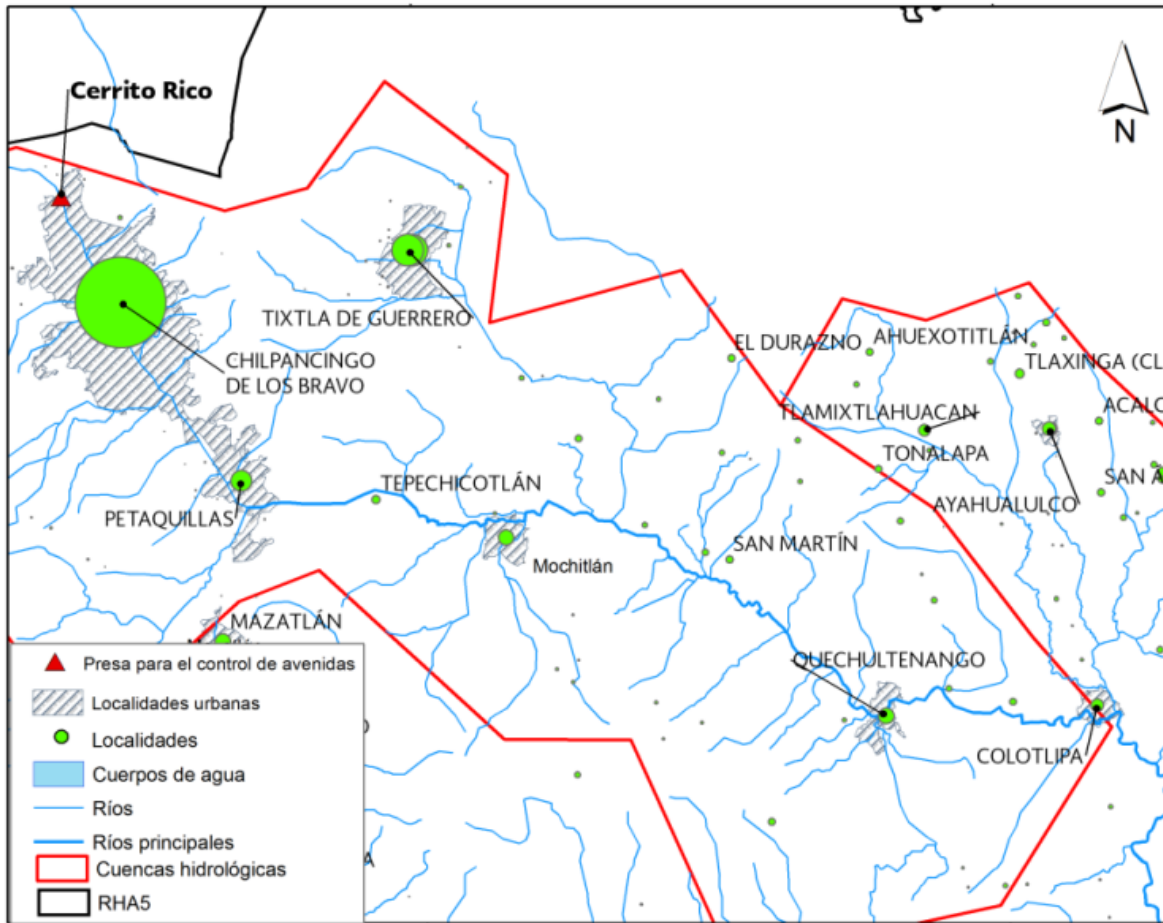
Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Pacífico Sur. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales, 2013.

En ambas márgenes del río y barrancas que atraviesan la ciudad de Chilpancingo de los Bravos, se localizan asentamientos irregulares, por otro lado, los puentes peatonales y vehiculares se encuentran llenos de basura y tienen poca área hidráulica, en la presencia de avenidas extraordinarias se forma un tapón hidráulico que inunda la zona.

El último fenómeno hidrometeorológico que afectó a la región fueron las tormentas tro-

picales Ingrid y Manuel que se presentaron del 13 al 16 de septiembre del 2013, por lo que se realizó un reporte de daños que se registraron en la ciudad de Chilpancingo a la infraestructura, a algunas viviendas y comercios. Por otro lado, la Gasir de la Conagua realizó un análisis de la inundación de la región Llano Largo en el municipio de Acapulco, Gro.

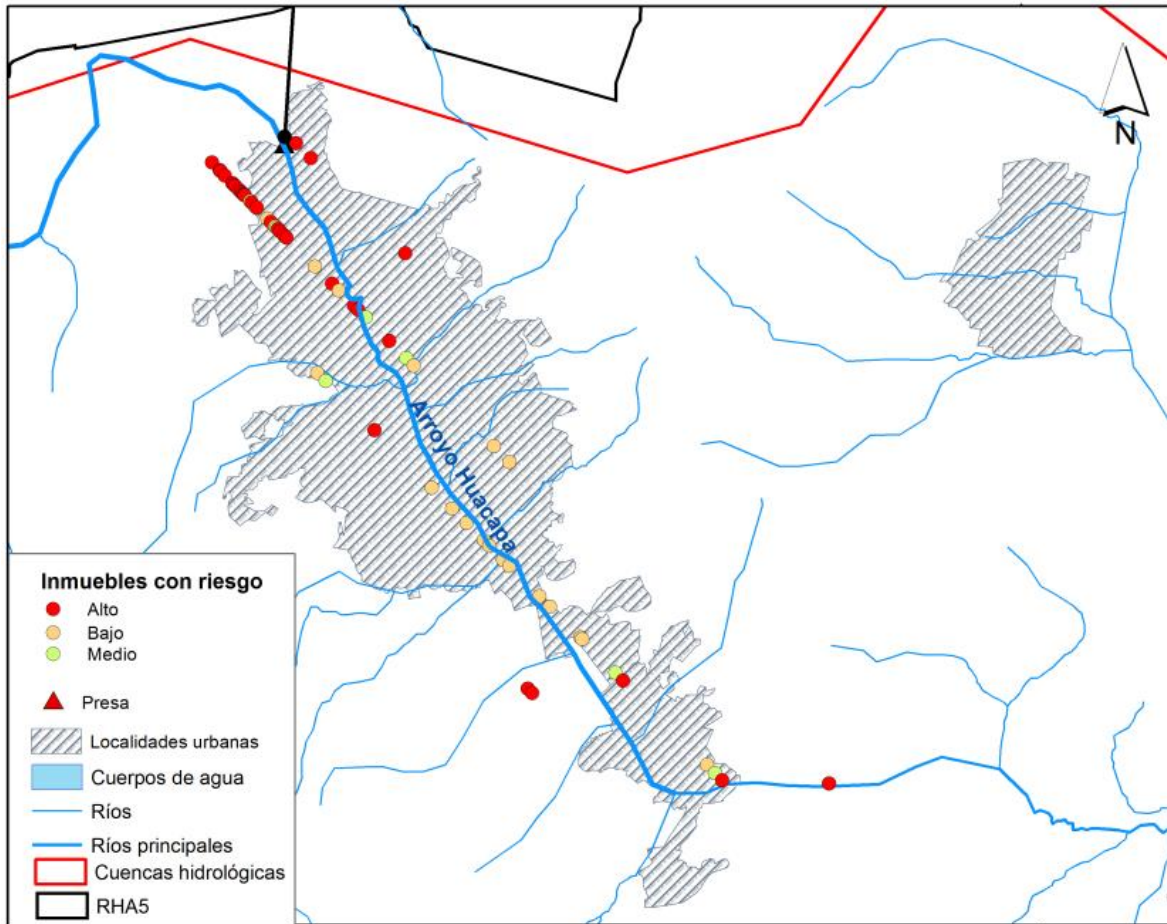
Figura. 5.7 Localidades ubicadas dentro de la zona de riesgo Rio La Sabana



Fuente: INEGI. ITER 2010



Figura. 5.8 Infraestructura en riesgo, Chilpancingo



Fuente: Conagua. Dirección Local Guerrero

Dren El Colacho (Canal Geo)

No existía un cauce natural donde actualmente se localiza el Canal El Colacho o Geo si no que en su origen forma parte de la cuenca del Ramal 1 e intercepta las corrientes que naturalmente drenaban directamente al río La Sabana el trazo de la corriente y su cuenca de aportación

Figura. 5.9 Cuenca de aportación, Río La Sabana



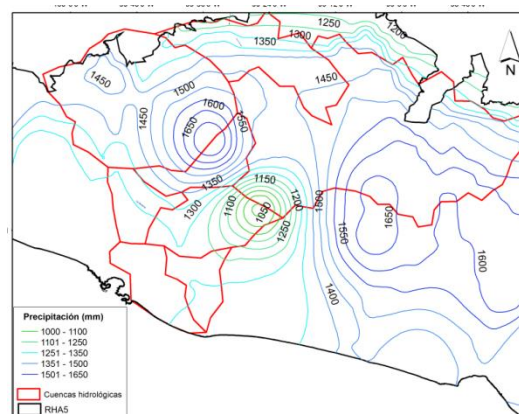
Fuente: Conagua 2013

El Dren El Colacho presenta un tramo revestido de concreto con un ancho hasta un valor máximo de 15 m, un factor de rugosidad de Manning de 0.016 y una geometría rectangular con anchos de plantilla de 10 y 15 m y altura total de 3 m se tiene que la capacidad máxima de conducción sin considerar bordo libre es de 91 m³/s

Condiciones meteorológicas

La precipitación media anual en la zona se encuentra en un rango de 1,000 a 1,650 mm.

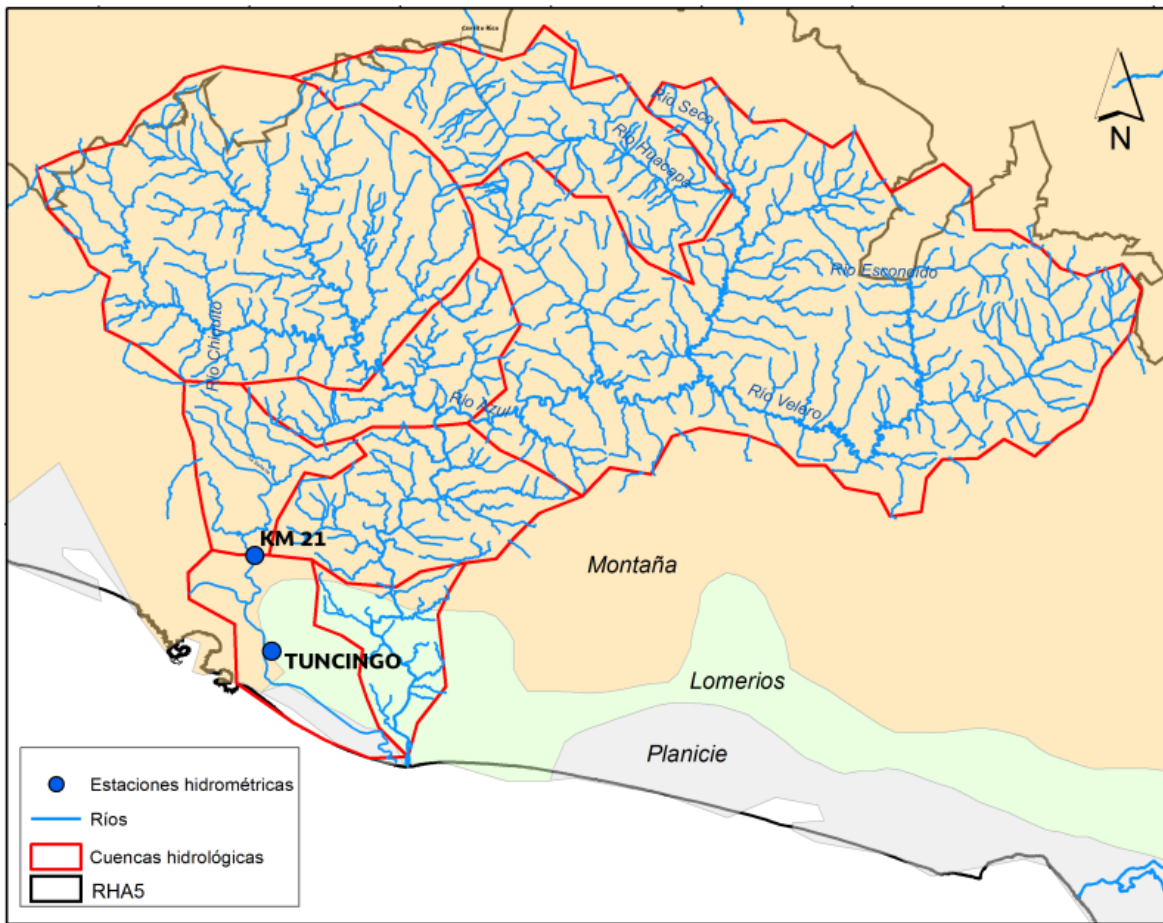
Figura. 5.10 Precipitación media anual, zona piloto



Fuente: Sistema de información Nacional del Agua, 2012

De acuerdo a la OMM, la zona en estudio debería contar por lo menos de 8 estaciones hidrométricas para la medición del flujo fluvial, esto debido a que la zona se considera montañosa, con un poco de lomerío, sin embargo sólo cuenta con 2 estaciones localizadas sobre el río La Sabana por lo que es necesaria la ampliación de la red.

Figura. 5.11 Estaciones hidrométricas y tipo de relieve

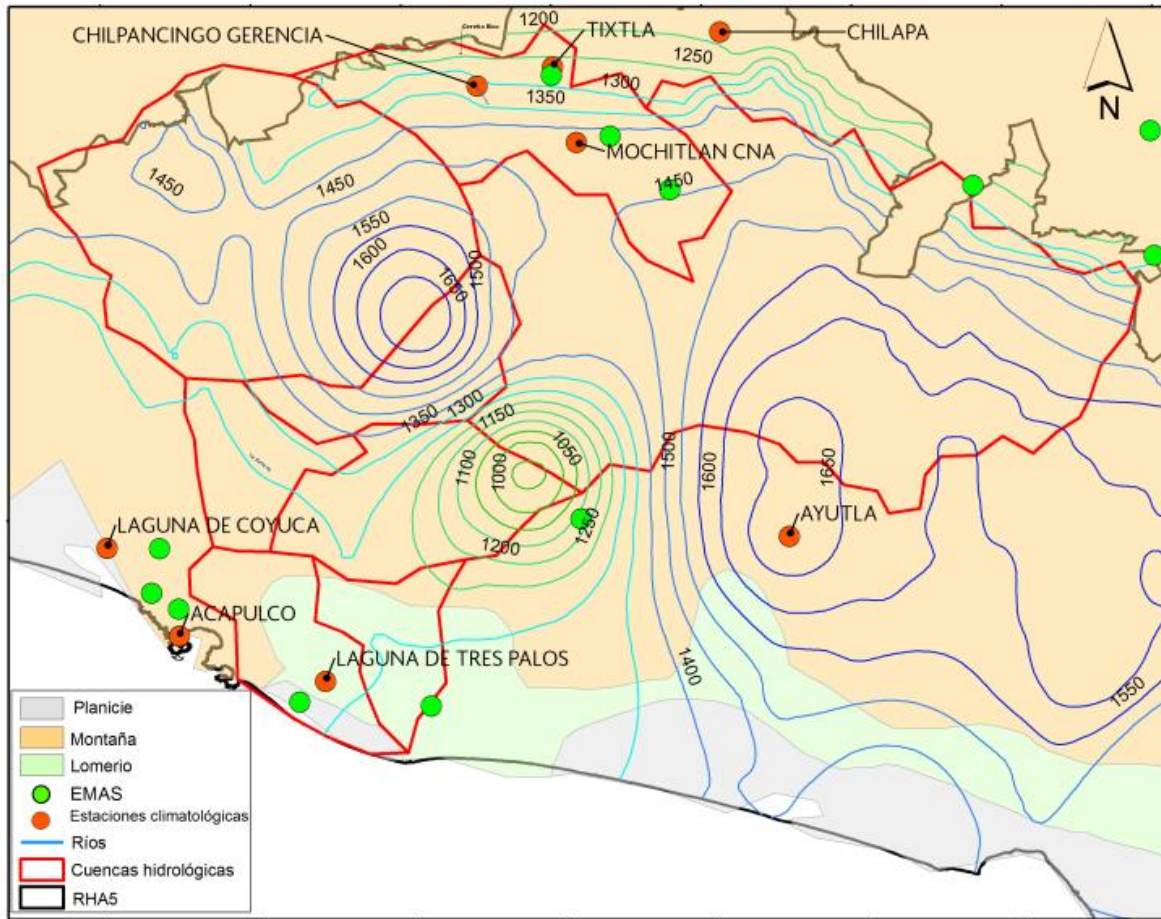


Fuente: DOF 209; CONABIO 2002; DL

Para el caso de las estaciones climatológicas, la zona en estudio cuenta con 21 estaciones climatológicas considerando automáticas y convencionales, de acuerdo a la OMM para zonas montañosas una estación tiene cobertura en 250 km², en caso de ser registradoras cubren 2,500 km², la zona piloto cuenta

con 4 estaciones convencionales operando satisfactoriamente, y cercanas a ella 4 estaciones más, sin embargo, para complementar la red climatológica se han implementado estaciones automáticas, 7 dentro de las cuencas y 5 muy cercanas a ella.

Figura. 5.12 Estaciones climatológicas y tipo de relieve



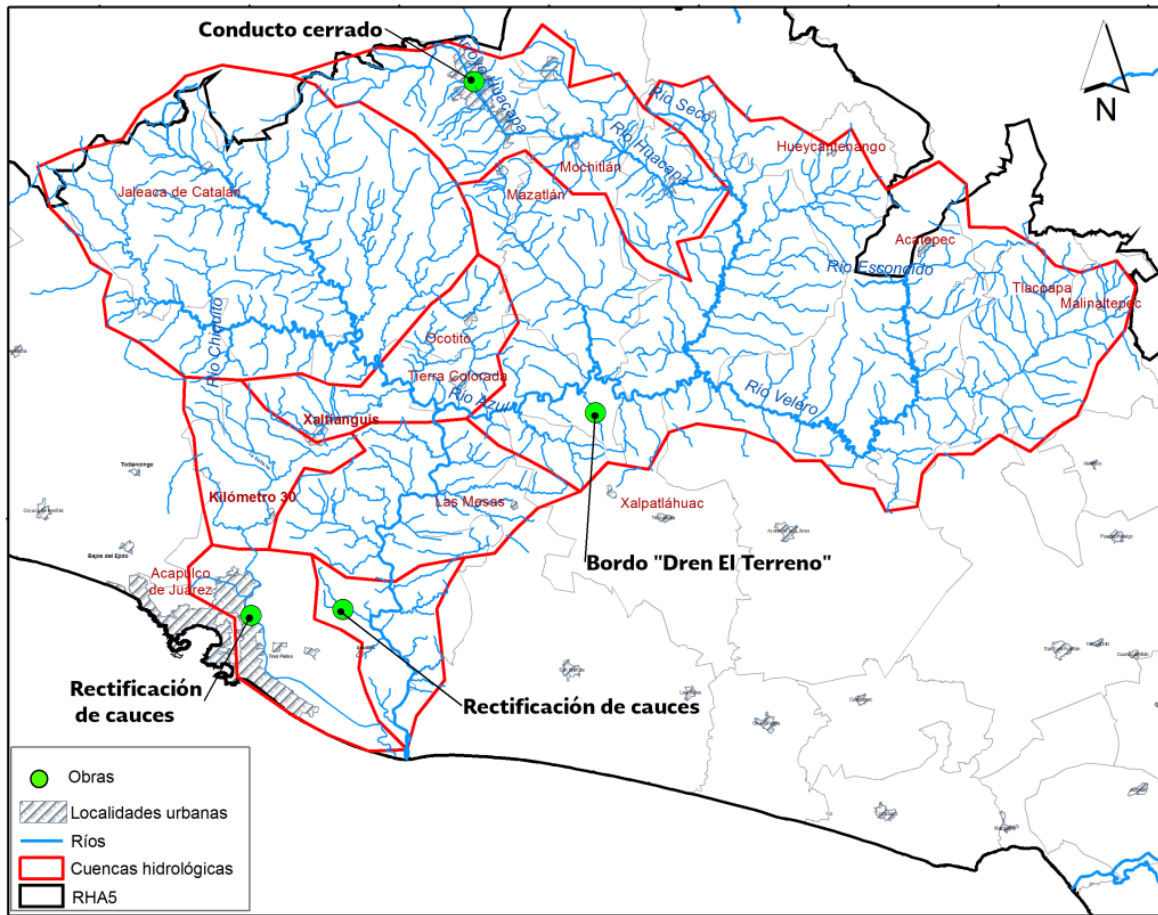
Fuente: DOF 209; CONABIO 2002; DLG

Es importante mencionar que existen estaciones suficientes de acuerdo a la OMM, sin embargo, es necesario ampliar la red debido a que la distribución que presentan no cubre totalmente la zona.

En cuanto a la infraestructura existente en la zona, existen algunos bordos ubicados en el municipio de Cuajinicuilapa con una longitud de dos kilómetros, el cual protege a 2,850

habitantes de la zona. Por otro lado se han realizado trabajos de rectificación de cauces en el municipio de Acapulco, específicamente en el arroyo Aguas Blancas, Arroyo El Camarón, Arroyo El Papagayo, Arroyo Costa Azul, además de la construcción de bordos y muros en varias colonias de Acapulco sobre el río La Sabana.

Figura. 5.13 Estaciones climatológicas y tipo de relieve



Fuente: Conagua. Inventario de bordos de protección contra inundaciones de centros de población, Abril 2013.

5.2.2 Diagnóstico

El canal Colacho, el canal meándrico que lleva a la Laguna Negra y la Laguna Negra una parte importante de esta zona eran originalmente campos agrícolas ejidales plantados con Palma de Coco. En esta zona históricamente se habían presentado inundaciones frecuentes, pero sin consecuencias graves ya que el agua se distribuía sobre dichos campos agrícolas en forma amplia, con poco tirante, y eventualmente se filtraba al subsuelo.

Cambios reglamentarios posteriores al año 2000 permitieron a los ejidos vender estas tierras. Se generalizó la costumbre de permitir el desecho de "cascajo" en estos terrenos ejidales, lo que se utilizó para rellenar y nivelar las zonas bajas y típicamente pantanosas, dando un valor económico mayor a estas

tierras ejidales, las que se fueron fraccionando, aparentemente en forma regular y legal. Por otro lado, lo que aparentemente fue alguna vez una corriente natural, fue modificado de manera dramática como un canal de drenaje de aguas pluviales de esta nueva urbanización, pero forzando su geometría a recorrer los distintos predios por su periferia, con numerosas curvas abruptas del orden de 90 grados. Más aún, la totalidad del drenaje de la cuenca fue dirigido al canal meándrico de la Laguna Negra, cuando en condiciones originales solo una parte de ella drenaba hacia dicha laguna (la otra parte hacia el cauce del Río La Sabana). Estas modificaciones en la cuenca del Colacho-Laguna Negra motivaron que, durante este evento pluvial extraordinario, se presentaran inundaciones, ahora sí con consecuencias para la población asentada en la cuenca. En zonas reciente-

mente desarrolladas se observaron evidencias de tirantes de uno hasta tres metros sobre el nivel de la calle actual. La inundación fue relativamente abrupta, aumentando el tirante del orden de dos metros en el transcurso de una cuantas horas. Resulta evidente que, en la etapa antes de que toda la zona quedara inundada, el flujo sobre el canal Colacho debe haberse desbordado en múltiples puntos al resultar imposible para el flujo seguir su caprichosa geometría. Eventualmente, es posible, que el tirante máximo alcanzado no estuviera asociado a esta falla funcional del canal Colacho. Es necesario recalcar que muchas de las estructuras inundadas no fueron informales casas habitación autoconstruidas, sino almacenes comerciales e industriales cuyas instalaciones fueron desarrolladas formalmente con ingeniería, pero parcial o totalmente sobre rellenos artificiales en zonas originalmente inundables (Rogaus, 2013).

Puente de Acapulco hacia Aeropuerto sobre el Boulevard de las Naciones

Ocupa un tercio de lo que antiguamente ocupaba la Laguna sobre el trazo del camino. La altura del puente sobre la superficie libre de la laguna también es muy bajo, quizá compatible para las condiciones de cuando se construyó, pero definitivamente deficitario para las condiciones actuales de la laguna. Al construirse el nuevo puente para tener uno en cada sentido, se mantuvo el ancho original, aunque si tiene una altura mayor. Este estrangulamiento motivó que la población con predios alrededor del puente interpretara que esa era el ancho de la laguna que debía respetar y comenzó a hacer sus respectivos rellenos hasta los límites del puente, restringiendo aún más el flujo del agua de la laguna hacia el mar. Al parecer, la Laguna Negra, bajo condiciones de lluvias extraordinarias, podía drenar al mar por tres sitios diferentes. Una es la salida que actualmente tiene.

Otro más era un antiguo canal que cruzaba sobre el campo de golf actual (entre el Boulevard de las Naciones y el litoral), mismo que hace un tiempo fue "cancelado" en

una remodelación del campo de golf. El tercero era sobre la barra de arena que separa parte de la Laguna Negra con la Bahía de Puerto Marques, la que ahora está ocupada por una zona de restaurantes playeros del propio Puerto Marqués. Ésta última probablemente solo funcionaba en casos verdaderamente extraordinarios y hasta donde se reconoce, no ocurrió durante este evento. Es también probable que, ocasionalmente, agua fluyera sobre el terreno que separa a la Laguna Negra del mar (actualmente ocupado por el Boulevard de las Naciones, el campo de golf y algunos hoteles sobre la playa) esto con tirantes muy pequeños. La restricción al flujo, probablemente, también produjo una disminución en la velocidad de flujo normal sobre el canal meándrico (al centro de la laguna) y con ello produjo un crecimiento desmedido de la vegetación en su interior, lo que nuevamente restringió todavía más la capacidad de drenaje de la laguna hacia el mar.

Bajo las condiciones actuales de volumen de almacenamiento temporal disminuido por los rellenos artificiales y de restricción de libre flujo al mar, durante el evento pluvial reciente el nivel de la Laguna Negra se sobre-elevó en forma extraordinaria, invadiendo el Boulevard de Las Naciones y produciendo flujos y tirantes peligrosos sobre dicha avenida. En cierto sentido, se recreó la forma original de drenar sobre el canal que fue "cancelado", pero con obvios desbordamientos sobre el actual campo de golf. El drenaje pluvial del Boulevard de las Naciones debe haber conducido una fracción muy pequeña del flujo total, dado que sus tomas sobre la calle no resultan muy eficientes para capturar el flujo bajo las condiciones ocurridas. El camino original de Acapulco al Aeropuerto, Boulevard de Las Naciones hoy en día, parece funcionar como un dique muy efectivo que separa artificialmente la Laguna Negra del mar. Si alguna vez existieron drenes bajo dicho camino, hoy en día no son funcionales. De esta manera, este dique resultó ampliamente rebasado en este evento y produjo condiciones de flujo y tirante que resultaron de peligro para la población.

En esta sobre-elevación del nivel de la Laguna Negra, tuvo una influencia importante el hecho de que la velocidad de drenaje de la parte de la cuenca correspondiente al canal Colacho, bajo condiciones urbanizadas, ocurrió a mucho mayor velocidad que la original natural en la que dicho flujo ocurría con tirantes muy pequeños sobre los campos plantados con Palma de Coco, incrementando el gasto pico que arribó hacia la Laguna Negra.

Muros perimetrales del campo de golf

La parte más baja del campo de golf es en su extremo Suroeste, precisamente en el extremo cercano a la desembocadura usual de la Laguna Negra hacia el mar, al final de la Playa del Revolcadero. En dicha sección del campo de golf existían muros sólidos cuyo objetivo era impedir el paso de personas ajenas al campo de golf, que, por supuesto, también impiden el libre paso del agua hacia la desembocadura.

Laguna de Tres Palos

El tener el nivel del agua sobre la carpeta asfáltica de la pista del Aeropuerto significa un enorme obstáculo para el manejo de una emergencia hidrometeorológica mayor, pero parece irrazonable desde el punto de vista económico reparar este problema a posteriori sin interrumpir por largo tiempo la operación del Aeropuerto.

Aun cuando el gradiente de energía con respecto al nivel variable del mar es mínimo se cuenta con una buena capacidad de regulación por la extensa superficie que abarca, sin embargo el principal problema que se genera es el tapón hidráulico en la descarga, ya que incrementa el nivel de la laguna con la acumulación del agua que escurre por el Río de La Sabana lo que propicia la inundación de los terrenos aledaños y la zona del aeropuerto. Por otro lado, el incremento del tirante en la laguna provoca un remanso en la descarga del río lo que ocasiona derrames en la zona del canal meándrico, afectando a las unidades habitacionales ubicadas en la zona. Además los arrastres de material han azolvado completamente la descarga del río a la

laguna, formando una planicie extensa que se junta con la laguna (1,400 metros).

Río La Sabana

Debido a las características físicas de la zona, la variación estacionaria de las lluvias y la insuficiente infraestructura para el control de avenidas, las comunidades están asentadas en las partes bajas con los subsecuentes problemas de inundación.

El problema principal de la zona la reducción del área hidráulica debido a la invasión de su cauce, la vegetación o la basura que se acumula en él.

El arroyo seco es un afluente del río de La Sabana el cual se encuentra con azolve, vegetación, basura además de que está muy contaminado. En esta zona existe infraestructura que requiere de mantenimiento como es el puente ubicado en la colonia Zapata, otro puente ubicado en el boulevard José López portillo, ambos con problemas de azolves y vegetación lo cual reduce el área hidráulica.

El Viaducto Diamante en el cruce con el río La Sabana tiene dos puentes con la capacidad hidráulica insuficiente

Condiciones del cauce del río La Sabana aguas arriba de su delta

Un sobrevuelo en helicóptero a lo largo del cauce del Río La Sabana aguas arriba del inicio de su delta hacia la Laguna de Los Tres Palos mostró evidencia de un nivel de la superficie libre de unos tres a cuatro metros sobre el nivel del agua durante los días de la visita. Esto por supuesto produjo daños alrededor del cauce usual, pero nada que no se hubiese esperado dada la magnitud del fenómeno. Se observaron múltiples fallas de muros a lo largo de las márgenes de los cauces, pero un comportamiento razonablemente bueno del cauce en sí. Los muros que fallaron no podrían ser clasificados como obras de protección en sí, sino muros de delimitación de predios sin gran ingeniería. La mayor parte de las fallas se observan hacia el interior del cauce, indicando fallas por so-

cavación que por tirante que rebase su resistencia lateral.

Estimar con precisión el caudal ocurrido en cada sección es difícil dada la ausencia de mediciones formales durante el evento en las estaciones hidrométricas en Km 21 y en Tuncingo. En base a evidencia visual del nivel alcanzado en Tuncingo y bajo la hipótesis de que la sección transversal en dicho sitio no hubiese estado modificado durante el evento (por socavación) se puede estimar un caudal aproximado de unos 1,300 m³/s en dicha estación. Aunque existe una alta posibilidad de que parte del caudal sobre el Río La Sabana se hubiese derivado a un caudal secundario aguas arriba de Tuncingo. La proporción del gasto total derivado a este cauce secundario no ha sido estimada.

Condiciones sobre el delta del Río La Sabana hacia la Laguna de Los Tres Palos

Se observan tres tipos de problemas sobre el delta del Río La Sabana hacia la Laguna de Los Tres Palos:

- a) Invasión de las zonas inundables por rellenos artificiales para fraccionar
- b) Depósito previo de grandes cantidades de sedimentos
- c) Cruce del Viaducto Diamante sobre el delta.

En cuanto a invasión del delta con rellenos artificiales para fraccionar, se estima que éste todavía no alcanza una magnitud que hubiese resultado determinante para la inundación que motiva este estudio, pero evidentemente es un efecto que hay que impedir en el futuro y revertir hasta donde sea posible. Hay un caso dramático (Campestre de la Laguna) de un fraccionamiento completo de alrededor de 130 viviendas formales que se encuentra completamente inmerso en el delta del río, aguas abajo del cruce del Viaducto Diamante y aguas arriba de la Laguna de Los Tres Palos. El peligro para la población ya asentada en el fraccionamiento es inminente y de vida o muerte, aunque por condiciones fortuitas en este caso no se registraron muertes en el sitio. Este fraccionamiento

debe ser re-ubicado en su totalidad. La zona en que se encuentra asentado es de altísimo riesgo. Las invasiones marginales sobre el delta tienen el mismo origen que las ya discutidas previamente con respecto la Laguna Negra.

Se sospecha que los problemas de sedimentación excesiva del delta ya existían previamente a este evento, probablemente magnificados por el desarrollo urbano y la deforestación que se ha dado en la cuenca aguas arriba. Esta excesiva sedimentación impide que el delta funcione a plenitud y hace muy impredecible el cauce específico que el río tomará dentro del delta para diferentes caudales y condiciones iniciales. Esto resulta importante en el contexto del cruce del Viaducto Diamante sobre el delta que se trata en el siguiente párrafo, pues no existe garantía alguna de que el caudal se dirigirá efectivamente hacia los claros de sus dos puentes. La muy baja pendiente de esta parte del cauce hace necesario que el 100% del delta natural permanezca libre de invasiones y de sedimentación que impida el buen funcionamiento hidráulico. La mayor evidencia de que la sedimentación ya era un problema previo al presente evento es la total oclusión de los tubos de drenaje a través del Viaducto Diamante y que, parcialmente, produjeron el rebasamiento de parte de su carpeta asfáltica por el flujo sobre el delta. Esta oclusión ya era total antes de iniciar el presente evento.

En cuanto al cruce del Viaducto Diamante sobre el delta del Río La Sabana, aunque no necesariamente resultó determinante en provocar inundaciones aguas arriba de dicho sitio, sí resulta un aspecto que requiere ser reparado en forma integral con todos los demás. El Viaducto Diamante cruza el delta en una zona donde este tiene del orden de 1800 m de ancho, con tan solo dos puentes de unos 60 m de claro cada uno. Las condiciones de sedimentación en el delta no permiten asegurar que, en un momento dado, el flujo se va a dirigir precisamente a los claros de dichos puentes, al menos no sin antes adquirir tirantes que ya producen inundaciones aguas arriba. Aunque el Viaducto Diamante fue construido con alcantarillas adi-

cionales, éstas se encuentran 100% ocluidas desde antes del presente evento. El cruce del Viaducto Diamante sobre el delta debe ser tal que, pase por donde pase el flujo en un momento dado, no sea arremansado por el dique que representa la carretera en sí. Por lo que el total del ancho del Viaducto Diamante sobre el delta debe ser un puente, con suficiente sobreelevación para permitir un cierto grado de sedimentación y, aun así, no representar un obstáculo al flujo del río. Es importante establecer que esta característica está dictada por el hecho de que en dicha zona el río ya tienen una pendiente extremadamente baja, por lo que la solución carretera no puede ser una tradicional de segmentos del río con pendientes suficientes. De hecho, reparar esto, podría en principio poner en inclusive mayor peligro al mencionado Fraccionamiento Campestre de La Laguna, al fluir libremente su caudal por debajo del puente ampliado al ancho total del delta, ocasionalmente alineado precisamente con dicho fraccionamiento.

Dren El Colacho (Canal Geo)

Es claro que la tendencia de flujo en la cuenca del río La Sabana, los afluentes al río Sabana que nacen en la orografía impuesta por el anfiteatro al occidente de la cuenca de Llano Largo en la Sabana, corrían transversalmente a la corriente principal hasta confluir con el río la Sabana, esta disposición a fluir fue desviada por el canal Geo o canal Colacho y las extensiones que fue sufriendo con el paso del tiempo de tal manera que se establece una corriente casi paralela al río La Sabana que va recolectando las aguas provenientes de la sierra occidente del río la Sabana.

Los fraccionamientos construidos en esta zona ocuparon áreas potencialmente inundables.

El trazo y dimensiones del canal El Colacho no se concibieron de forma integral, su diseño no cumple con los criterios de drenaje pluvial ni fluvial

Los procesos de erosión-sedimentación en el río la Sabana ocasionaron la reducción de la

capacidad hidráulica de estas obras subdiseñadas.

Río Papagayo

Avenidas registradas a mediados de septiembre de 2013 de gastos de 15,000 m³/s en la sección de la presa hasta unos 18,500 m³/s en la sección de la desembocadura produjeron múltiples daños, sobre todo a la infraestructura de la presa (compuertas e instalaciones eléctricas), a la infraestructura de extracción de agua potable para la zona metropolitana de Acapulco y a un puente carretero (que de partida no tenía un claro del total del ancho del cauce), pero el comportamiento del cauce fue correcto y predecible. Ayudó mucho que la población asentada en sus márgenes es muy limitada (mucho más limitada que en el caso del Río La Sabana).

Es necesario resistir la tentación de iniciar mega-operaciones de dragado todo a lo largo del cauce, mismas que quedarían inutilizadas inmediatamente después de la siguiente gran avenida, aunque resultara mucho menor que la record que nos ocupa. Éstas operaciones de dragado deben restringirse a las zonas de operación de la infraestructura que la requiere para su adecuada operación y aceptando que su permanencia en el tiempo será limitada. La reconstrucción del puente carretero (en el que varias veces se ha tratado de minimizar costo limitando su altura y su claro) debe ser realizado como las condiciones naturales del cauce lo requieren, de gran altura y de un claro igual al ancho del cauce evidente del Río Papagayo.

Red de Drenaje natural

El crecimiento urbano de Acapulco ha reducido claramente la capacidad de conducción natural de este gran delta al mar, los principales factores son:

- Modificación artificial de la red de drenaje en el antiguo Ejido de Llano Largo con la construcción del Canal Colacho y sus zanjas afluentes
- Reducción de la capacidad de almacenamiento temporal de la Laguna Negra

con numerosos rellenos, incluyendo almacenes, bodegas, industria, fraccionamientos, etc.

- Reducción de la capacidad de conducción de caudal a lo largo del canal meándrico en la Laguna Negra por estrangulamiento por puentes vehiculares y el subsecuente crecimiento desmedido de la densidad de manglares
- La cancelación de un antiguo dren que pasaba a través del actual campo de golf que unió a la Laguna Negra y el mar bajo condiciones extraordinarias
- El bloqueo del flujo de desbordamiento de la Laguna Negra sobre la isla de barrera al mar por la construcción de bardas perimetrales impermeables
- El estrangulamiento de la porción del delta del río Sabana hacia la Laguna de los Tres Palos por el Viaducto Diamante
- El enorme depósito de sedimentos traídos a la zona del delta por actividad humana sobre la cuenca aguas arriba
- Construcción de fraccionamientos completos, no solamente en los bordes del delta del río Sabana hacia la Laguna de los Tres Palos, sino directamente dentro de él
- Condiciones distintas a la natural de la desembocadura de la Laguna de los Tres Palos y la Laguna Negra al mar por sedimentación excesiva

La dependencia de las cuencas Colacho-Laguna Negra y río La Sabana

En primera instancia, bajo condiciones normales de precipitación y de caudal, la cuenca del canal Colacho-Laguna Negra y la cuenca del Río La Sabana, operan en forma independiente. Pero para condiciones extraordinarias de precipitación pluvial y caudal ambos forman parte de la misma cuenca. Esto es, durante crecidas suficientemente grandes sobre el cauce del Río La Sabana el tirante sobre su llanura de inundación rebasa el nivel del discreto parte-aguas entre ambas cuencas y parte del caudal del Río La Sabana

también contribuye al incremento de tirante dentro de la Laguna Negra. Sobrevuelos en helicóptero muestran claramente que durante el evento del pasado septiembre 2013, así ocurrió, esto a partir de la parte final del Canal Colacho e inclusive antes de iniciar el canal meándrico dentro de la Laguna Negra. En otras palabras, para avenidas de esta magnitud, la totalidad de la Laguna Negra forma una parte integral del delta del Río La Sabana. Este delta ampliado drena parte del caudal del río Sabana hacia la Laguna de Los Tres Palos y parte hacia la Laguna Negra. Se presume que la parte mayoritaria sigue siendo hacia la Laguna de los Tres Palos, pero no se tienen estimados de la proporción exacta. Es importante recalcar que la extensión de la cuenca del Río La Sabana es mucho mayor que la extensión de la cuenca Colachos-Laguna Negra, y que bajo condiciones de lluvia intensa en ambas, el caudal sobre el Río La Sabana eclipsará completamente al caudal generado por cuenca propia en la Laguna Negra. Este hecho enfatiza la necesidad de aumentar la capacidad de drenaje de la Laguna Negra hacia el mar tanto como sea posible bajo las condiciones de desarrollo actuales. Una vez rebasado el nivel del parte-aguas entre ambas cuencas, es altamente probable que la Laguna Negra genere inundaciones en sus alrededores y por sobre el nivel actual del Boulevard de Las Naciones.

5.2.3 Evaluación del riesgo preliminar de inundación con información disponible

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

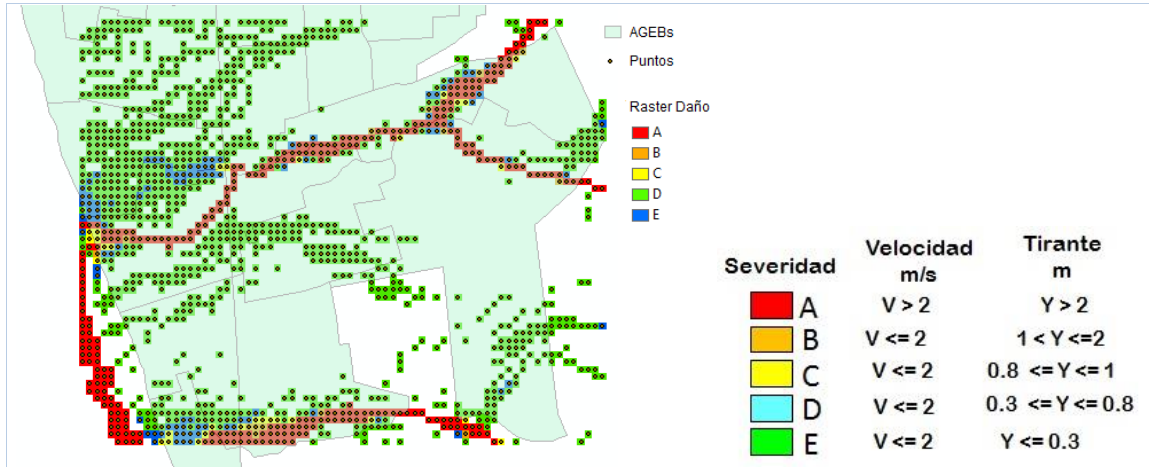
El polígono que delimita la zona de inundación corresponde a la zona piloto.

- Es importante señalar que en caso de encontrar zonas de inundación que no crucen con *AGEB*, 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 denomina-

da curva de Dorrigo, en la cual se tiene la siguiente clasificación de severidad del daño, asociada a letras y colores:

Figura. 5.14 Ejemplo de raster por severidad del daño en zona de inundación



Fuente. Elaborada con información del II-UNAM.

- 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 severidades (A, B, C, D, E) para estimar el daño por severidad, figura. Para este segundo grupo, se calcula también el monto económico del daño estimado por índice de margi-

nación presente en la zona de inundación.

Estimación del Daño Anual Esperado (DAE)

El DAE para la cuenca piloto resulta de alrededor de 867 millones de pesos por el método de AGEB, su distribución por severidad se muestra en las dos tablas siguientes. Se han estimado 324,268 habitantes en riesgo por el método de AGEB, Las probabilidades consideradas en el DAE son 1/2, 1/10, 1/20, 1/50, 1/100.

Tabla 5.2. Daños y habitantes en riesgo en la región Pacífico Sur (método por AGEB)

Concepto	Severidad f(velocidad y altura de agua)					Total
	A: Rojo	B: Naranja	C: Amarillo	D: Azul	E: Verde	
Habitantes en riesgo	109,986	81,998	19,345	58,687	54,252	324,268
Daños \$	222,140,924.28	294,705,311.24	86,849,921.42	171,599,376.02	91,824,936	867,120,469.77

Sin embargo, de acuerdo con el gobierno municipal, en septiembre de 2013, los costos más altos por concepto de inundaciones se registraron en el sector carretero con más de 10,000 millones de pesos. Los principales daños fueron a infraestructura carretera, dañando 161 vialidades principales en la zona urbana, además de generar el cierre de la Autopista del Sol, las carreteras federales

México-Acapulco y la Acapulco-Zihuatanejo dejando incomunicada a la población residente de la zona.

Otros daños no menos importantes fueron al sector hidráulico, infraestructura educativa, casa habitación, salud, zonas costeras, turismo y otros.

Para la estimación del daño al sector carretero, hidráulico, ganadero, educativo, salud y otros, se realizó lo siguiente:

- Con la tabla de daños y habitantes en riesgo se calcularon los porcentajes correspondientes a cada color de la severidad.
- Ese porcentaje se utilizó de referencia para la estimación del daño para los conceptos: carretero, hidráulico, ganadero, educativo, salud y otros.
- Los datos de costos para cada sector se tomaron con base en los reportados el diario oficial del 21 de octubre de 2013, que refiere el gobierno del estado son los oficiales.

Tabla 5.3. Daños generados en el evento de Septiembre 2014

Sector	Daños (millones de pesos)
Carretero	10,818.0
Hidráulico	1,576.0
Educativo	3,913.0
Vivienda	1,159.0
Urbano	618.0
Zonas costeras	164.0
Residuos sólidos y relleno sanitario	67.4
Salud	30.4
Pesquero y acuícola	13.0
Turismo	1.7
Atención a emergencias	471.0
Otros	3,540
Total	22,372

Fuente: Diario El Universal (Estados) del 21 de octubre de 2013

En la tabla 5.2 se muestra la estimación del daño para infraestructura carretera, hidráulica, habitantes, ganadera, sector educativo, salud y otros.



6 Propuesta de medidas para disminuir los daños

Con base en el resultado de la evaluación del riesgo de inundación en el polígono de la zona piloto, se proponen medidas no estructurales que permitirán reducir los daños ocasionados por inundaciones.

De acuerdo con el documento *SUFRI, 2010*, las medidas no estructurales permiten reducir las consecuencias de la inundación, específicamente la pérdida de vidas humanas, además buscan disminuir la vulnerabilidad de la población en riesgo a partir de las acciones llevadas a cabo antes, durante y después de la catástrofe.

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

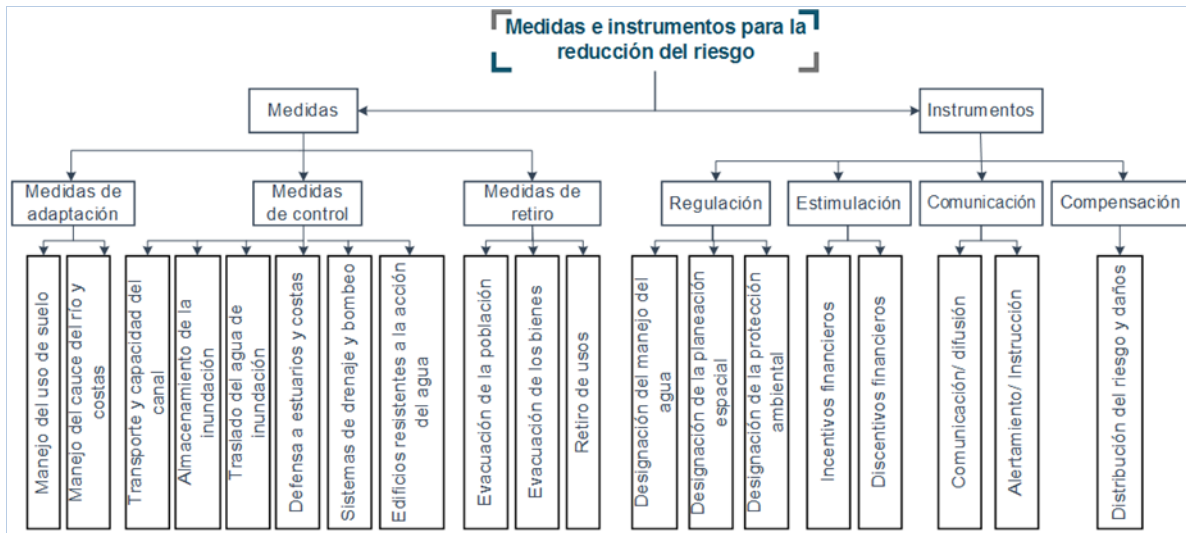
las medidas no-estructurales (MNS) al resto de intervenciones.

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).

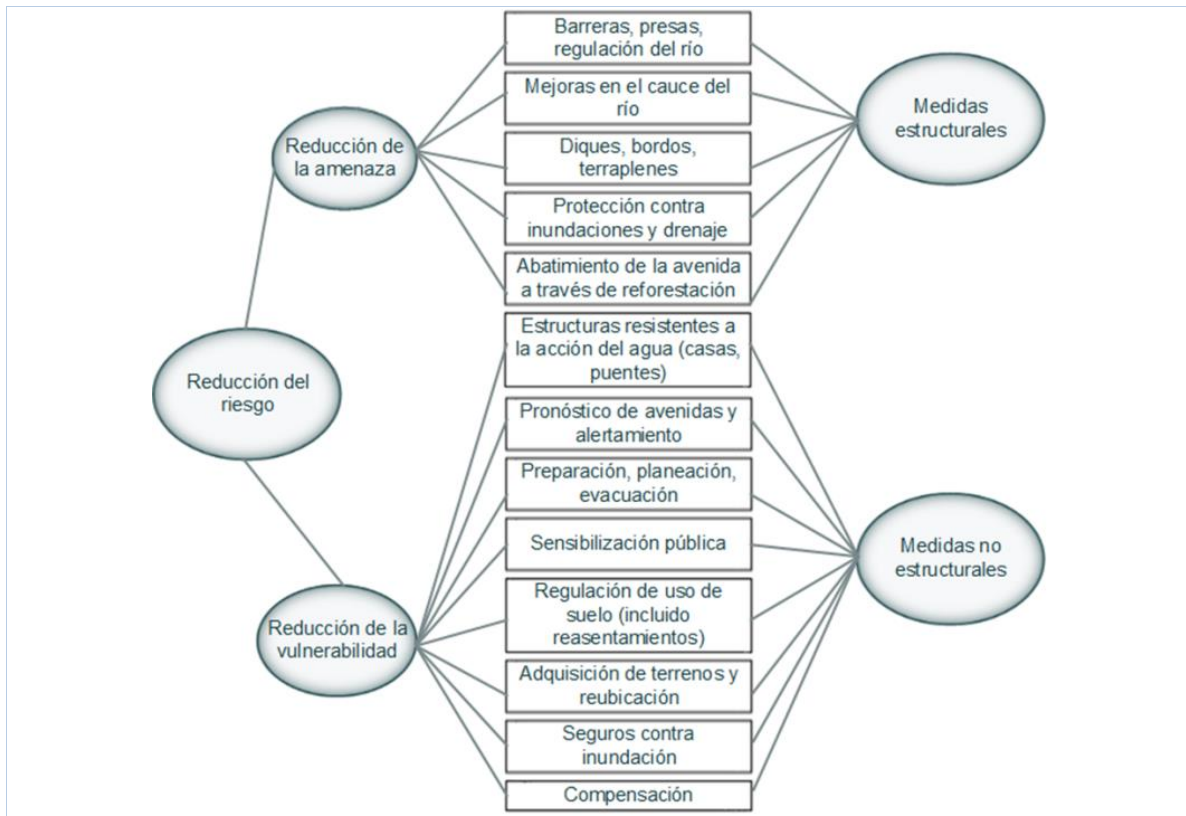
A continuación se presentan dos diagramas de clasificación de medidas, en donde se observa, por un lado la diferencia de nombrar a las MNS como instrumentos.

Figura. 6.1 Clasificación de medidas e instrumentos de Olfert y Schanze (2007)



Fuente: Tomado de la referencia Schanze J. et al (2008))

Figura. 6.2 Clasificación de medidas no estructurales de Parker (2007)



Fuente: Tomado de la referencia Schanze J. et al (2008)

6.1 Medidas no estructurales

Las medidas no estructurales (MNS) engloban todas aquellas acciones que tienen relación con políticas, concientización, desarrollo del conocimiento, reglas de operación, mecanismos de participación pública e información a la población con el fin de reducir el riesgo existente y los impactos derivados de la inundación así como la vulnerabilidad de la población en riesgo a partir del planeamiento y la gestión llevados a cabo antes, durante y después de la catástrofe, todo esto al menor costo. Las MNS cubren todas las intervenciones que no pertenecen a obras estructurales

En nuestro país se empieza a adoptar y poner en práctica el nuevo enfoque de la gestión del riesgo, que se traduce, entre otras cosas, en proponer MNS y visualizar su efecto en la reducción de daños. Debido a la poca experiencia que existe en México y el nivel de este Programa (gran visión) como

propuesta preliminar se plantea la utilización de factores de reducción de daños (FRD) basados en estudios de caso principalmente en Europa (Italia, Alemania, España, Inglaterra, Escocia, Austria) y así poder percibir los beneficios esperados al implementar las medidas.

Las MNS que se van a analizar y a las que se les va a asociar un FRD, son las siguientes:

- Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas
- Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana
- Medidas de protección civil (programas o acciones gubernamentales)
- Medidas de ordenación territorial y urbanismo (control del desarrollo urbano)
- Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones

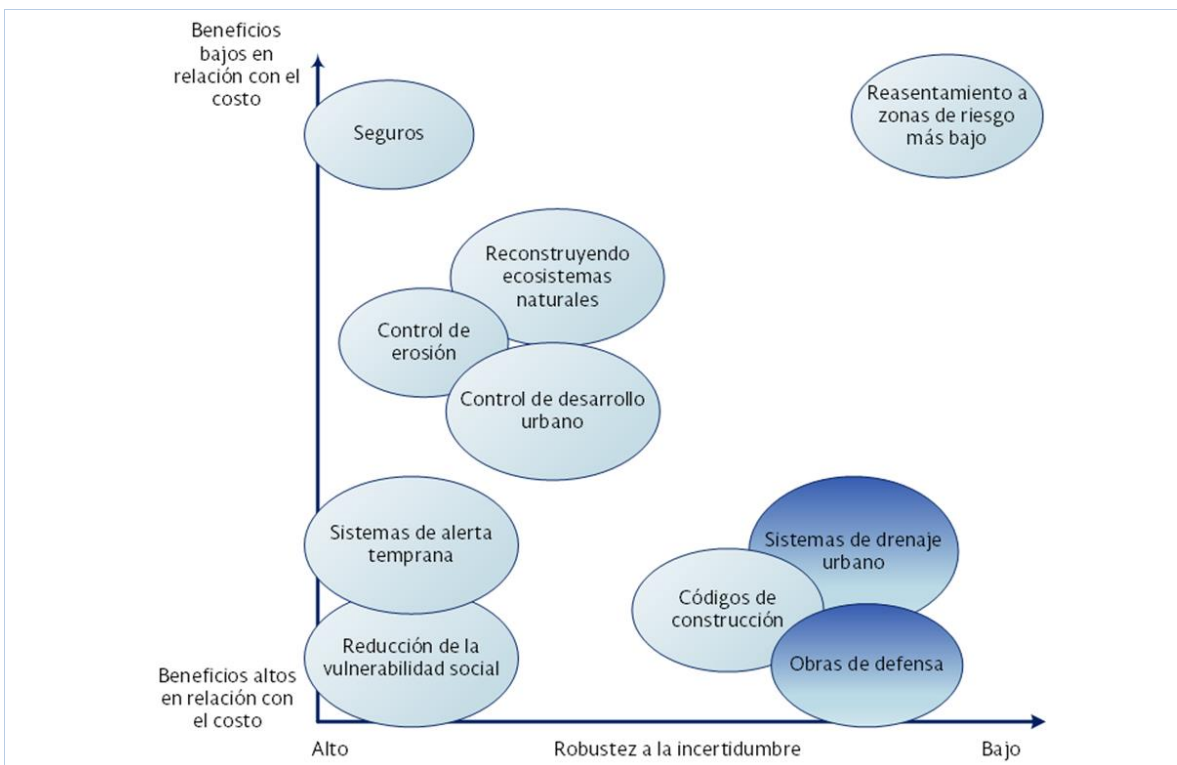
- Promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes
- Medidas para mejorar la gestión de crecidas

Debido a que es difícil estimar los beneficios en términos económicos que se obtendrían de una MNS, la decisión de su selección no es fácil. Ante esta situación se muestra una figura que resulta de gran utilidad para orientar la toma de decisiones, misma que fue tomada en cuenta para proponer el factor de reducción de daños (FRD).

La figura muestra la relación costo-beneficio en el eje vertical y se observa que las medidas ubicadas en la parte baja de la figura tienen los beneficios más altos en relación al costo y aquellas en la parte alta tienen los beneficios más bajos. La relación costo-beneficio es solamente un factor importante en la toma de decisiones, pero otro factor importante es la robustez de las medidas de

adaptación a las incertidumbres acerca del clima futuro, y esto es mostrado en el eje horizontal de la figura. La robustez mide el grado para el cual los beneficios varían considerando un cambio futuro y su unidad de medida es conocida como “remordimiento”, ya que la incertidumbre puede llevar a la indecisión, ésta cuantifica la diferencia en desempeño de una estrategia comparada con el mejor desempeño de la estrategia a lo largo de un rango de posibles escenarios de clima futuro. Por ejemplo, en el lado izquierdo de la figura se encuentran las opciones “sin-remordimiento” (robustez alta) tales como sistemas de alerta, mejoramiento de la educación y atención a la salud las cuales tienen beneficios fuertes para cualquier variación de clima. En el lado derecho están las opciones de “alto-remordimiento” (robustez baja) tales como mantenimiento y modernización de sistemas de drenaje y obras de control, Ranger y Garbet-Sheils (2011).

Figura. 6.3 Relación costo-beneficio de opciones de gestión de inundaciones



Fuente: Jha et al (2011)

6.1.1 Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas

Conociendo la situación actual de la región en cuanto a la red de monitoreo y vigilancia de las variables hidrometeorológicas, se proponen, de manera general, las siguientes medidas que ayudarán a mejorar el sistema:

Estaciones convencionales

Para el caso de las estaciones convencionales, se propone:

- Actualizar el inventario de estaciones, incluyendo información de las diversas dependencias.
- La semiautomatización de las mismas, esto con la finalidad que la transmisión de datos se realice vía GPRS (radiofrecuencia a través de celulares, dispositivos móviles, antenas satelitales).
- Realizar un programa de mantenimiento en donde se definan los periodos de revisión de las estaciones, implementando el uso de hojas de control que especifiquen si existe algún problema, la solicitud de la corrección del mismo y el reporte de resultados, esto con el fin de dar seguimiento a las acciones realizadas en todas las estaciones y generar un historial.
- Realizar un programa de asignación del recurso enfocado al monitoreo que tenga relación directa con el programa de mantenimiento.
- Establecer programas de renovación de personal y capacitación continua del mismo para asegurar una continua recolección de información.
- Equipar al personal con equipos de radiocomunicación para garantizar la calidad y continuidad de los datos.

Para el caso de la zona piloto, se propone dar mantenimiento y rehabilitar las 4 estaciones convencionales que se encuentran en la zona, incluyendo el equipo y la instrumentación, lo ideal es realizar el trabajo de mantenimiento anualmente y la revisión y cambio de instrumentación cada dos años:

- Estación LAGUNA DE TRES PALOS

- Estación ACAPULCO
- Estación LA SABANA
- Estación KM21

Estaciones hidrométricas

Para mejorar la red de estaciones hidrométricas en la zona es conveniente:

- Implementar un programa de mantenimiento en donde se realicen revisiones periódicas para conocer las deficiencias del mismo, así como la utilización de hojas de control que permitan llevar a cabo un seguimiento en cuanto a la realización de acciones de mejora en cada estación.
- Realizar un programa para la asignación de recursos para la actualización del equipo
- Implementar un programa de capacitación al personal así como la renovación del mismo para asegurar la obtención continua de datos
- Automatizar las estaciones hidrométricas y modernizarlas
- Actualizar y estandarizar los parámetros de los niveles críticos de la estación.

La zona de estudio cuenta con dos estaciones hidrométricas: estación Tuncingo y estación Km21, las cuales requieren un programa de mantenimiento anual para asegurar su correcto funcionamiento.

Observatorios meteorológicos

Para hacer más eficiente el uso del observatorio meteorológico ubicado en el municipio de Acapulco se proponen realizar acciones como:

- Implementar un programa de mantenimiento en donde se realicen revisiones periódicas para conocer las deficiencias del mismo, así como la utilización de hojas de control que permitan llevar a cabo un seguimiento en cuanto a la realización de acciones de mejora en cada estación.
- Realizar un programa para la asignación de recursos para dar mantenimiento,

corregir o modernizar el equipo, relacionado con el programa de mantenimiento definido en el punto anterior.

- Implementar un programa de capacitación al personal así como la renovación del mismo para asegurar la obtención continua de datos.
- Incrementar la infraestructura de radio-comunicación y telecomunicación adecuada

Radares

- Implementar un programa de capacitación para el personal así como la renovación del mismo.
- Implementar un programa de mantenimiento en donde se realicen revisiones periódicas para conocer las deficiencias del mismo, así como la utilización de hojas de control que permitan llevar a cabo un seguimiento en cuanto a la realización de acciones de mejora en cada estación.

Estaciones automáticas

- Actualizar el inventario de estaciones, incluyendo información de las diversas dependencias.
- Ampliar la red de estaciones automáticas
- Realizar un cambio de software con el fin de mejorar el tiempo de transmisión y obtención de datos de las redes.
- Implementar un programa de mantenimiento en donde se realicen revisiones periódicas para conocer las deficiencias del mismo, así como la utilización de hojas de control que permitan llevar a cabo un seguimiento en cuanto a la realización de acciones de mejora en cada estación.

Para el caso de la zona de estudio se requiere implementar un sistema de mantenimiento de las estaciones automáticas ubicadas en la Bahía de Acapulco, haciendo cambio de instrumentación y equipo cada dos años y que están a cargo de Protección Civil:

- Estación Acapulco
- Estaciones El Veladero

- Estación de Protección Civil Chilpancingo
- Estación San Isidro
- Estación Palma Sola-Camarón
- Estación La Mira
- Estación Juan N Álvarez
- Estación La Garita
- Estación Costa Azul
- Estación Magallanes
- Estación Col. Progreso
- Estación Cumbres de Llana L
- Estación LA Cruz (Brisas)
- Estación CBTis 14
- Estación REV (Jardín Mangos)
- Estación Coloso (Unidad Hab)
- Estación Lázaro Cárdenas (Col. Industrial)
- Estación Col. Simón Bolívar
- Estación Aeropuerto Acapulco (Obser)

Estaciones de radiosondeo

- Instalación de estaciones para cubrir la zona
- Implementar un programa de mantenimiento en donde se realicen revisiones periódicas para conocer las deficiencias del mismo, así como la utilización de hojas de control que permitan llevar a cabo un seguimiento en cuanto a la realización de acciones de mejora en cada estación.
- Implementación de un programa de asignación de recursos relacionado con el programa de mantenimiento para la mejora del inmueble y el equipo.
- Implementar un programa de capacitación y renovación del personal

Para el caso de la zona piloto que abarca las cuencas del río Papagayo, Río La Sabana, una labor que se considera importante para el mejoramiento de la red meteorológica existente es el establecimiento de un programa de mantenimiento continuo, que establezca los periodos de supervisión, el levantamiento de solicitudes de cambios, actualizaciones o correcciones, así como el reporte de acciones realizadas en cada una de las estaciones, así como un programa de asignación de re-

curso que permita realizar en tiempo y forma, los trabajos solicitados con el objetivo de mantener la operación continua de dichas estaciones.

Por otro lado, la implementación de programas de capacitación al personal encargado de la operación de la red, así como la transmisión de conocimientos hacia nuevo personal para su renovación a largo plazo podría asegurar que los datos transmitidos sean confiables y continuos.

6.1.2 Medidas de pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana

La Región Hidrológica Pacífico Sur a pesar de que cuenta con un protocolo de alerta en Oaxaca y el SAHA en Acapulco, no cuenta con elementos suficientes para generar el pronóstico de Avenidas, por lo que se proponen la utilización de métodos de pronóstico de escurrimiento, así como el uso de modelos programados en plataformas de uso libre como el IBER que es un modelo matemático bidimensional para la simulación de flujos en ríos y estuarios (<http://iberaula.es/modelo-iber/modelo>). Con este tipo de modelos se pueden establecer diferentes escenarios de llanuras inundables que ayudarían a predecir el comportamiento del río con diferentes variables de entrada.

Por lo tanto se propone la modernización del Sistema de Alerta Temprana existente en Acapulco así como la implementación de modelaciones que muestren el comportamiento del Río La Sabana y Papagayo en diferentes escenarios.

6.1.3 Medidas de restauración fluvial

En esta medida se deberá abordar primero las causas para proponer acciones de restauración en la cuenca alta con técnicas orientadas a la consecución de la restauración hidrológico-agroforestal de las cuencas, posteriormente se abordan acciones relacionadas con los efectos asociados al comportamiento natural de las zonas inundables, des-

taçando las que tienen por objeto la integración de las actividades humanas en la protección y mejora de los medios fluviales. Es claro que la deforestación modifica el régimen de escurrimiento que llega a los ríos, produce mayor erosión que a su vez puede cambiar la configuración de las redes de drenaje aguas abajo, así como la intensificación de los caudales que se presentan, es por eso que se insiste en que una primera actividad promueve la restauración de la cuenca alta.

La restauración hidráulica está orientada principalmente a la capacidad de conducción de los cauces y llanuras de inundación, en este sentido es necesario recordar el concepto conocido como factor de conducción, el cual depende tanto de las características geométricas del río como del coeficiente de rugosidad de Manning. En cuanto al coeficiente de rugosidad, las medidas de restauración fluvial en cauces y zonas de inundación están orientadas en primera instancia a la limpieza del río, en donde se propone lograr reducir la rugosidad o resistencia al flujo al retirar malezas y en algunos casos, árboles que llegan a nacer dentro de los cauces y que modifican su funcionamiento, una segunda opción en la restauración necesaria por la reducción del espacio fluvial, es el dragado para los casos en los que una gran cantidad de sedimentos fueron depositados, dichos sedimentos no tienen un gran impacto en el cambio de la rugosidad, pero modifican las características geométricas impactando también en el factor de conducción y produciendo una disminución de la capacidad de conducción, todo esto tanto en los cauces, como en las llanuras de inundación, recordando que las zonas de inundación son generalmente parte importante del sistema de drenaje natural de las cuencas, para la restauración de llanuras de inundación es importante recordar de manera natural tienen plantas propias del lugar.

6.1.4 Medidas de protección civil

La región cuenta con planes de emergencia en algunos municipios que sufren el problema de inundación, sin embargo, existen loca-

lidades que aún no cuentan con ese tipo de programas, por lo que es recomendable hacer un inventario de los sitios donde se cuenta con esos programas.

Para las localidades que cuentan con ellos, se propone revisar que por lo menos contengan:

- Mapas de zonas inundables
- Rutas de evacuación de cada una de las zonas inundables
- Listas de albergues existentes en la zona
- Mapa de instalaciones particularmente sensibles o vulnerables (escuelas, hospitales, asilos, etc.).
- Directorio de autoridades locales, señalando su función.
- Directorio de personas que coordinan los grupos formados para la atención de inundaciones (Ejército, municipales, sociales, etc.) y su principal función.
- Boletines para alerta de emergencia.

Para el caso de la zona en estudio que abarca parte del municipio de Acapulco y Chilpancingo, se ha identificado que Protección Civil cuenta con un sitio Web que presenta el Atlas Digital de Riesgo para Acapulco, la ubicación de albergues y el mapa de zonas de riesgo a inundación, así como recomendaciones y boletines informativos dirigidos a la población, es recomendable seguir utilizando este tipo de herramientas para transmitir información sin perder de vista el mantenimiento y actualización de la misma.

Figura. 6.4 página web de Protección Civil de Acapulco)



Fuente: www.acapulco.gob.mx/proteccioncivil/

También cuentan con la participación en redes sociales como Facebook y Twitter lo que ayuda a acercar la información a la comunidad joven que tiene acceso a las mismas, por lo que se recomienda seguir ampliando la red para abarcar la mayor parte de la zona. Sin embargo existen comunidades que por el rezago social en el que se encuentran no cuentan con servicio de internet o telefónico, por lo que se recomienda realizar campañas de difusión de información a través de spots de radio y televisión.

Dentro de los atlas de riesgo se cuenta con información correspondiente a algunos planes de emergencia y a los grupos de trabajo que participan en él, donde se definan algunas de las actividades que tiene cada uno, sin embargo es importante crear diagramas de bloques sencillos que puedan consultarse de manera rápida en el momento de presentarse el evento para agilizar la toma de decisiones.

En general se recomienda la actualización del atlas de riesgo de los diferentes municipios que se encuentran ubicados en zonas de riesgo mínimo cada dos años, así como la actualización de los planes de emergencia existentes, y continuar con las campañas de difusión de información a través de la red social, spots de radio, periódico y televisión.

6.1.5 Medidas de ordenación territorial y urbanismo

El eficiente ordenamiento y planeación urbana, contribuyen a reducir la vulnerabilidad de centros de población ante inundaciones, por lo que resulta prioritario llevar a cabo las siguientes acciones:

- Aplicar los Planes Municipales de Desarrollo Urbano y de Uso de Suelo donde existan, especialmente en los municipios que presentan mayor vulnerabilidad, ya que son los que presentan mayor población asentada en zonas de alto riesgo.
- Crear un reglamento para ordenamiento urbano y de usos de suelo en los municipios donde no se cuente con él.

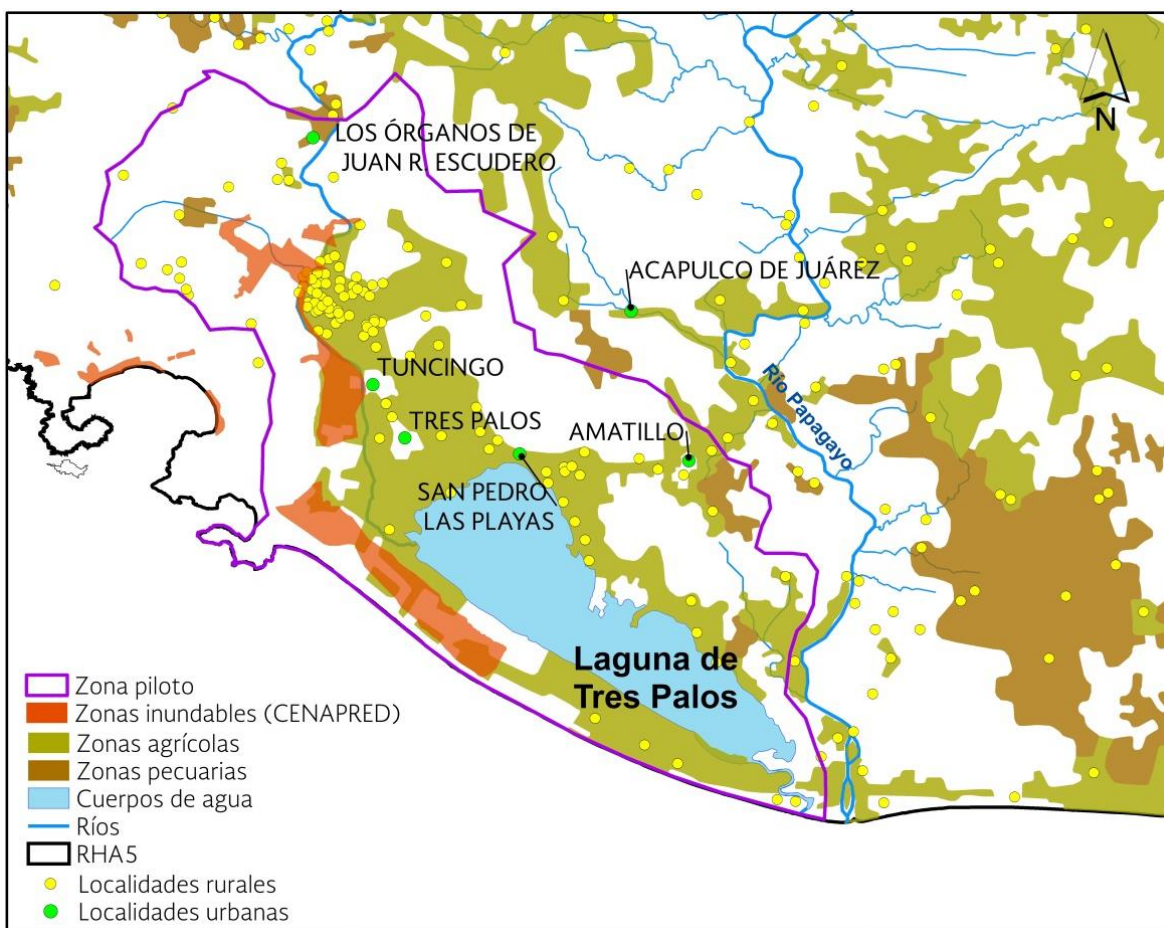
- Crear un reglamento para ordenamiento urbano y de usos de suelo en los municipios donde no se cuente con él.
- Reubicar en zonas altas a la población asentada en los cauces de ríos y arroyos.
- Verificar que todos los proyectos ejecutivos de obras garanticen su correcto funcionamiento, con la finalidad de apoyar la planeación del uso del suelo, de obras viales y habitacionales.
- No otorgar permiso para nuevos fraccionamientos o urbanizaciones en zonas consideradas de alto riesgo de

inundación sin un estudio previo y sin que cuenten con un adecuado sistema de drenaje.

- Reubicar predios construidos sobre rellenos tanto en la Laguna Negra como en el lecho del delta del río Sabana hacia la Laguna de los Tres Palos. Eliminar los rellenos.

En el caso de la zona de estudio se pueden observar que existen algunas localidades urbanas y rurales ubicadas en la cercanía en los ríos y lagos, así como zonas agrícolas y pecuarias.

Figura. 6.5 Zonas urbanas, rurales y económicas



Fuente: Elaborado a partir de: INEGI serie IV. Uso de suelo y vegetación, 2010. Semarnat. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (ed.), Publicado en 2001. <http://infoteca.Semarnat.gob.mx/metadataexplorer/explorer.jsp>. INEGI 2010

6.1.6 Medidas de mejora del drenaje natural

En muchos de los casos el drenaje natural es insuficiente, y el drenaje transversal e infraestructuras obstaculizan el flujo, por lo tanto es importante realizar estudios donde se requiera mejora del drenaje, rehabilitación de cauces para evitar la acumulación de agua y posibles inundaciones. En el caso de la zona en estudio se propone la realización de las siguientes acciones:

6.1.7 Estandarización de protocolos

El proceso de estandarización permite fortalecer, homogeneizar y hacer comparable la producción de datos estadísticos con calidad, basados en la implementación de protocolos, su importancia radica en la armonización de los procedimientos que a su vez posibilitan la comparabilidad e integración de la información proveniente de diferentes operaciones.

De acuerdo con estándares internacionales, la predicción oportuna de crecientes permite a las autoridades tomar acciones con anticipación para salvaguardar a la sociedad, además de emitir instrucciones preventivas como; restringir la navegación, abrir compuertas, acortar el intervalo de tiempo de monitoreo y vigilancia hidrológica, y dar instrucciones relacionadas con planes de emergencia, emisión de alertas generalizadas, puesta en marcha de operativos de emergencia, movilizándolo y evacuando a la población asentada en zonas de alto riesgo, con la coordinación de la vigilancia y monitoreo de variables hidrológicas, así como al pronóstico adecuado de crecientes y puesta en marcha de sistemas de alerta temprana contra inundaciones. El pronóstico de crecientes, siempre debe estar acompañado de la vigilancia y monitoreo de variables hidrológicas y utilización continua del sistema de alerta, de manera independiente a la frecuencia con que es utilizado.

En 2011 la CONAGUA a través de la Dirección General Técnica publicó el Manual para el control de inundaciones, que tiene por

objeto dar a conocer y aplicar de ser necesario, las técnicas de análisis adecuadas, los equipos de medición existentes y sobre todo la importancia de la oportunidad en la disponibilidad de información básica. Asimismo, conocer los elementos disponibles para la toma de decisiones oportuna que pueda salvar vidas humanas. Finalmente, pretende apoyar al personal del más alto nivel a cargo de los operativos de atención de las emergencias por inundaciones, mediante la relación de puntos por verificar para una atención satisfactoria de una inundación.

La Organización Meteorológica mundial (OMM), publica en 2011 La Guía de prácticas hidrológicas, en la que se abordan los temas de la modelación de temas hidrológicos y predicciones hidrológicas, entre otros. Asimismo, se hacen recomendaciones en la aplicabilidad de los diferentes métodos lluvia escurrimiento, con base en la disponibilidad de datos y la fisiografía. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) cuenta con procedimiento de actividades en donde definen los diferentes niveles de toma de decisiones desde la fase de diagnóstico, realizado con base en modelos matemáticos (MM5, WRF, GFS y NAM), pasando por la fase de UNO en donde el Centro Nacional de Pronóstico del Tiempo (CNPT) emite aviso de la fase UNO y finalmente la fase DOS en donde se da seguimiento al fenómeno severo en las horas posteriores inmediatas, aplicando los planes de contingencia que consisten en comunicados oficiales de los procedimientos a las diferentes instancias involucradas.

En los lugares donde se tengan formulados planes de prevención debidamente difundidos entre los usuarios y claramente instruidos a las autoridades implicadas en las entidades de gobierno involucradas, se mitigarán los efectos relacionados con las pérdidas de vidas y pérdidas materiales, por lo que es importante mantener de manera adecuada un sistema de comunicación robusto, antes, durante y después de la ocurrencia de los fenómenos hidrometeorológicos extremos.

6.1.8 Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones

En algunos lugares del Sur de México se ha aprendido a convivir con las crecientes del río, por lo que se recomienda la difusión del sistema que llevan dichas regiones y seleccionar aquellas acciones que se puedan implementar en la región, con el objeto de reducir el riesgo.

Por otro lado, es conveniente establecer mecanismos de difusión de acciones que deben realizarse antes, durante y después de una inundación tales como:

- Difusión de la información con el uso de spot de radio, televisión e internet.
- Difusión de la información a través de reuniones comunitarias
- Difusión de información a través de las escuelas

Para ello, es importante crear el material correspondiente al medio de transmisión a utilizar, de tal manera que sea amigable y claro para todo tipo de población, así como establecer una campaña de difusión de dicha información a través de diferentes herramientas de divulgación como las que se muestran en la tabla.

Tabla 6.1. Medios y canales de comunicación

Medios	Recursos
Televisión: cadenas nacionales y estatales	Boletines informativos Noticiarios Reportajes especiales Cortometrajes Cápsulas informativas o educativas Campañas Programas educativos Telenovelas
Radiodifusoras: cadenas nacionales, estatales y radio comunitaria	Boletines informativos Noticiarios Reportajes especiales Cápsulas informativas o educativas Campañas Programas educativos Radionovelas
Prensa: periódicos nacionales, estatales y locales	Boletines informativos Notas, artículos y reportajes especiales Inserciones informativas y/o educativas Suplementos científicos y culturales Cartones y otros gráficos (fotografías)
Revistas: Temáticas (culturales, científicas, de instituciones públicas)	Notas, artículos y reportajes especiales Inserciones informativas y/o educativas Historietas y otros materiales gráficos
Medios electrónicos: páginas, portales, redes sociales, blogs, Twitter, Facebook	Boletines informativos Ligas a recursos sobre el GIC de: instituciones públicas, universidades, centros de investigación, organismos civiles especializados Cápsulas informativas y educativas (auditivas, visuales, audiovisuales y gráficas) Medios interactivos para intercambio de información y opiniones (instituciones-sociedad) Comunicación interinstitucional vía correo electrónico (grupos y redes)

Medios	Recursos
Telefonía fija y celular	Centros informativos y líneas de emergencia Redes de comunicación interpersonal en momentos de emergencia Mensajes de texto (informativos y educativos) dirigidos a usuarios de la telefonía celular
Espectaculares, vallas y carteles fijos y móviles	Mensajes informativos y educativos Campañas y lemas
Impresos: folletos, carteles, trípticos, manuales, guías, calcomanías, artículos promocionales, papelería en documentos públicos y privados (facturas, recibos, etc.)	Difusión de información específica (programas institucionales asociados a el GIC) Materiales educativos y de generación de capacidades Campañas y lemas
Perifoneo, pizarrones informativos, vocería, mensajería, comunicación interpersonal	Boletines informativos Intercambio de información en situación de emergencia Redes de comunicación grupal e interpersonal
Radios de onda corta, intercomunicadores, mensajería	Mensajes orales en situación de emergencia Redes de comunicación grupal e interpersonal

6.1.9 Medidas consideradas para promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes

Debido a la recurrencia de afectaciones identificadas en la zona, se considera una acción pertinente el uso de seguros para la protección de bienes y vidas que están en riesgo debido a los fenómenos meteorológicos. Por lo cual se propone realizar campañas de difusión de las posibles pérdidas que se producirían en la zona así como los beneficios que se tienen al tener los bienes asegurados. Por lo tanto es importante:

- Realizar estudios sociales que den una pauta del grado de aceptación de la población con respecto al tema. Para esto es conveniente que a través de universidades y personal de protección civil lleven a cabo la creación y aplicación de encuestas a la población que se ubica en zonas de riesgo.
- Realizar material de difusión que dé a conocer la lista de seguros disponibles que existen en la zona así como los datos básicos que se requieren para la contratación de un seguro.



















Tabla 6.2. Datos básicos requeridos para la contratación de un seguro

Datos necesarios (Hogar, Vida)	Datos necesarios (Agrícola)
Nombre del asegurado (nombre(s), apellido paterno, apellido materno).	Datos generales del productor: nombre, nombre del rancho, ubicación del predio, domicilio, teléfono, correo electrónico, estado, municipio.
Nombre del beneficiario (si es diferente al asegurado)	Tipo de fenómeno climatológico le afecta al cultivo, para nuestro caso sería riesgo de inundación.
Nombre de la aseguradora (empresa) y agente	Nombre del cultivo que se podría ver afectado.
Domicilio fiscal (calle, número exterior, número interior, Colonia, Código Postal, Municipio, Ciudad y Estado).	Superficie
Domicilio del riesgo (calle, número exterior, número interior, Colonia, Código postal, Municipio, Ciudad y Estado).	Tipo de ambiente del cultivo: riego, temporal, punta de riego, otros.
Tipo de materiales de construcción de muros, entresijos y techos.	Fecha de siembra

Datos necesarios (Hogar, Vida)	Datos necesarios (Agrícola)
Número de niveles: sótanos, planta baja, mezanine y pisos altos	Esquema de aseguramiento: garantía de producción, inversión con ajuste a rendimiento, inversión con ajuste a daño directo, planta; Seguro Agrícola Catastrófico con Evaluación en Campo y Seguro Agrícola Catastrófico Paramétrico; etc.
Naturaleza del riesgo cubierto: incendio edificio, incendios contenidos, gastos extraordinarios y/o remoción de escombros, rotura de cristales, robo en domicilio, equipo electrodoméstico, asistencia en hogar y/o asistencia en viajes.	
Designación de los objetos asegurados y de su situación.	
Suma asegurada para cada una de las secciones que se desean contratar.	
Coberturas adicionales a la básica: fenómenos hidrometeorológicos y/o terremoto y erupción volcánica	
Inicio y fin de vigencia	
Forma de pago: contado, semestral, trimestral o mensual	
Importe de la prima a pagar, recargos e impuestos.	

Fuente: AMIS. Seguros Daños

Figura. 6.6 Lista de aseguradoras y tipos de seguro

Seguros de Daños por Compañía AMIS, 2012 (Sep-Nov 2012) (Fals) (Modo de compatibilidad) - Microsoft Excel						
Actualizada entre Septiembre y Noviembre 2012						
Información actualizada al 2012						
Información actualizada al 2010						
No reportaron información						
✓ Seguros que la Compañía vende						
✓ Seguros que la Compañía vende como nuevos o que no había reportado en el 2010						
Tipo de seguro o producto de daños que la Compañía vende	1	2	3	4	5	38
	1- BANORTE GENERALI	2-ABA/SEGUROS	3-ALLIANZ MEXICO	4-METROPOLITANA	6-PATRIMONIAL INBURSA	109 FM GLOBAL DE MEXICO
						
Casa Habitación	✓	✓	✓	✓	✓	
Casa Habitación con servicio de asistencia en el hogar	✓	✓	✓	✓	✓	
PYMES (producto específico)	✓	✓				
PYMES (producto específico) con asistencia en la empresa	✓	✓				
Riesgos Hidrometeorológicos	✓	✓	✓	✓		✓
Construcción (Obra Civil)	✓	✓	✓	✓		✓
Obra Civil Terminada	✓	✓	✓	✓		✓
Objetos Personales	✓	✓	✓	✓		✓
Agrícola						
Pecuario						
Pecuario Multianual						
Comercio	✓	✓	✓	✓		
Familiar	✓	✓	✓	✓	✓	
Hoteles	✓	✓	✓	✓		
Industria	✓	✓	✓	✓		
Productos	✓	✓	✓	✓		
Talleres	✓	✓	✓	✓		
Tipo de seguro o producto de daños que la Compañía vende	7	8	9	10	11	12
	8-EL POTOSI	9-GENERAL DE SEGUROS	10-RSA	12-CHARTIS SEGUROS MEXICO	13-LA LATINOAMERICANA	16-SEGUROS MULTIVA
						
Casa Habitación		✓	✓	✓	✓	
Casa Habitación con servicio de asistencia en el hogar	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PYMES (producto específico)		✓	✓	✓	✓	
PYMES (producto específico) con asistencia en la empresa		✓	✓	✓	✓	
Riesgos Hidrometeorológicos	✓	✓	✓	✓		✓
Construcción (Obra Civil)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Obra Civil Terminada	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Objetos Personales		✓	✓	✓	✓	✓
Agrícola		✓	✓	✓	✓	✓
Pecuario		✓	✓	✓	✓	✓
Pecuario Multianual		✓	✓	✓	✓	✓
Comercio	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Familiar	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hoteles	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Industria	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Productos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Talleres	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tipo de seguro o producto de daños que la Compañía vende	19	20	21	22	23	25
	36 INTERACCIONES	37 QBE DE MEXICO	39 ACE SEGUROS	41 MAPFRE TEPEYAC	43 GRUPO NACIONAL PROVINCIAL	47 PROTECCION AGROPECUARIA
						
Casa Habitación	✓	✓	✓	✓	✓	
Casa Habitación con servicio de asistencia en el hogar		✓	✓	✓	✓	
PYMES (producto específico)		✓	✓	✓	✓	
PYMES (producto específico) con asistencia en la empresa		✓	✓	✓	✓	
Riesgos Hidrometeorológicos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Construcción (Obra Civil)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Obra Civil Terminada	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Objetos Personales	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Agrícola		✓	✓	✓	✓	✓
Pecuario		✓	✓	✓	✓	✓
Pecuario Multianual		✓	✓	✓	✓	✓
Comercio	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Familiar	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hoteles	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Industria	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Productos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Talleres	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: AMIS. Seguros daños

Como puede observarse en la imagen, es importante establecer la lista de aseguradoras que ofrecen los servicios para cubrir cultivos, casa, vidas, ganado ante la presencia de fenómenos meteorológicos.

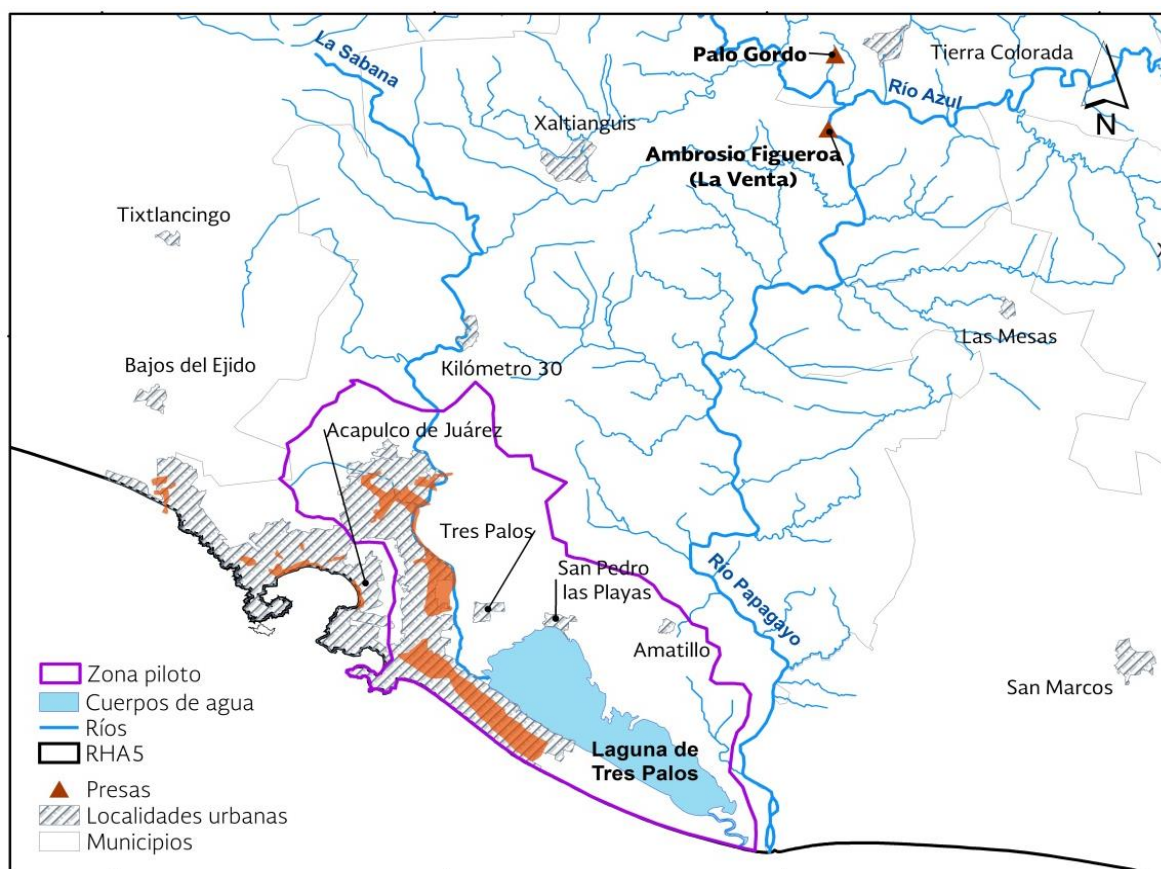
- Establecer mecanismos de difusión a través de los cuales se le haga llegar a la población el material correspondiente al uso de seguros. Por lo cual se propone realizar campañas de difusión de las posibles pérdidas que se producirían en la zona así como los beneficios que se tienen al tener los bienes

asegurados, esto a través de páginas Web, spots de radio, trípticos y reuniones informativas, entre otras.

6.1.10 Medidas de operación de embalses aguas arriba

Debido al peligro que representa un manejo erróneo de la operación de una presa, es importante definir políticas de operación, relacionadas con niveles de seguridad, ante eventos de crecidas que aseguren que el riesgo a la vida, propiedades, servicios esenciales y al medio ambiente es tolerable.

Figura. 6.7 Presas aguas arriba de la zona



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010

Por lo anterior, se recomienda realizar un estudio para identificar las presas ubicadas aguas arriba de las zonas inundables, para, posteriormente, proponer un plan de manejo, preliminar, de crecientes en la operación de las mismas. De igual manera es importante elaborar estudios para la generación de

curvas de peligro ante eventos de crecidas y definir los niveles preliminares de riego y sus posibles efectos aguas abajo, con el objeto de proponer recomendaciones y/o acciones para el manejo de los diferentes niveles de seguridad.