(21) Ortofotomapa – Producción de mapas impresos y CD-ROM

Se confeccionaron los ortofotomapas a base de sobreponer la información de amenazas con las ortofotografías elaboradas por el sistema de fotogrametría digital.

Las ortofotografías preparadas, que están compuestas por 401 hojas, tenía una escala de 1/10.000, por lo que se suponía una complicación en el manejo y control de los datos. La Misión de Estudio y la contraparte captaron los objetivos esenciales de los mapas de amenaza y juzgaron que no hacía falta producirlos a escala de 1/10.000. Como consecuencia de esta decisión el área objeto de la confección de mapas de amenaza se dividió en 6 bloques y se fijó la escala de salida a 1/25.000.

Los datos ortofotográficos tienen ajustados los recuadros según la latitud y la longitud, por lo tanto los recuadros se ven deformados. En las imágenes ortofotográficas los pixeles de las partes diagonales colindantes con los recuadros están ajustados en blanco, de esta forma pueden surgir brechas entre las ortofotografías adyacentes. Este problema fue resuelto mediante el proceso de excluir el color blanco con un programa gráfico.

Sobre estos datos gráficos sobrepuso los mapas de amenaza de distinto tipo, y se agregó la información marginal a todas las hojas para la producción. Aparte de estos mapas impresos los datos ortográficos y gráficos se almacenaron en CD-ROM cubriendo todas las hojas.

2.3 Mapeo de Amenaza

2.3.1 Resumen del Estudio de Mapeo de Amenaza

(1) Propósito del Mapeo de Amenaza

La República de Guatemala sufrió severos daños por el Huracán Mitch en 1998. Debido a que el país es esencialmente propenso a los desastres naturales tales como terremotos y erupciones volcánicas, la definición de areas de amenaza y promoción de medidas de evacuación y uso de la tierra segura a través de la creación de mapas de amenaza, es extremadamente importante para minimizar las pérdidas resultantes de los desastres.

El proyecto de mapas de amenaza fue ejecutado a través de la cooperación del Equipo de Estudio de JICA y las agencias del gobierno de Guatemala, particularmente INSIVUMEH. Tenía como propósito la creación de mapas de amenaza que son indispensables para el mejoramiento de la capacidad de Guatemala de resistir los desastres naturales, la transferencia de tecnología para la creación de mapas de amenaza, y las propuestas de cómo los mapas deberían ser mejor utilizados.

(2) Flujo Global del Estudio de Mapeo de Amenaza

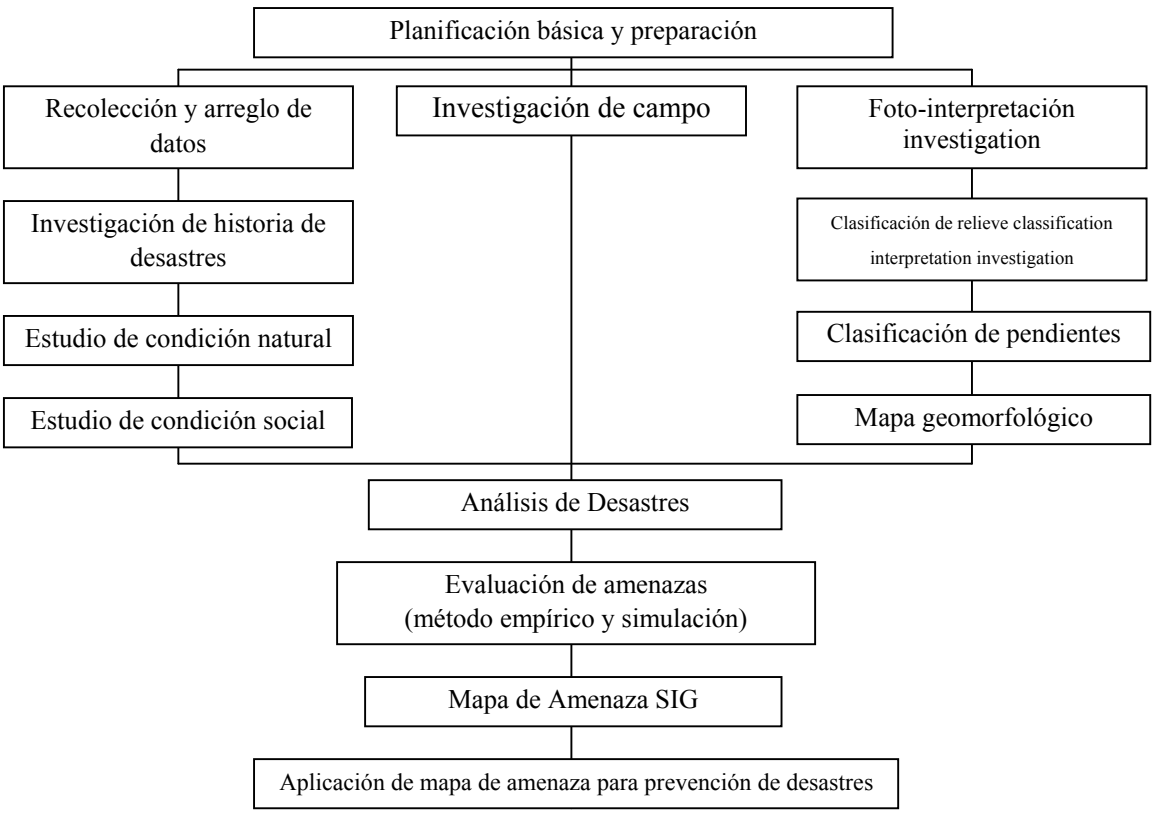


Figura 2.3.1-1 Flujo Global del Estudio de Mapeo de Amenaza

(3) Equipo de Estudio y Contraparte

Se formó un equipo de mapas amenaza con los siguientes 6 miembros: Satoru Tsukamoto (asistente del líder del equipo de estudio), Hitoshi Takeuchi (a cargo de vulcanología), Hiroyoshi Ishikawa (a cargo de inundaciones), Valerio Gutiérrez (a cargo de deslizamientos), James Wilkinson y Toshiyuki Matsumoto (a cargo de sismología). Además, el personal de contraparte asignado por INSIVUMEH es como se muestra en Tabla 2.3.1-1.

Tabla 2.3.1-1 Lista de Contrapartes

Items	JICA(KOKUSAI)	INSIVUMEH
Asuntos Generales	Satoru Tsukamoto	Dir. Eddy Sanchez Sub Dir. Sergio Hernandez
Terremotos	James Wilkinson Toshiyuki Matsumoto	Ing. Enrique Molina
Erupciones Volcánicas	Hitoshi Takeuchi	Ing. Ottoniel Matias Ing. Gustavo Chigna
Deslizamientos	Valerio Gutierrez	Ing. Manuel Mota
Inundaciones	Hiroyoshi Ishikawa	Ing. Pedro Tax Ing.Victor Perez Ing. Luis Santos Ing. Jorge Izaguirre Ing. Claudio Castañón
SIG	James Wilkinson Hitoshi Takeuchi Hiroyoshi Ishikawa	Ing. Oscar Porras Ing. Claudio Castañón
Climatología	Hitoshi Takeuchi	Ing. Fulgencio Garavito Ing. Letty Tellez Ing. Albert Hernandez
Meteorología	Hitoshi Takeuchi	Ing. Cesar August George Ing. Mario Bautista

(4) Definiciones de Mapas de Amenaza y de Riesgo

Durante la ejecución de estudios se presentó un problema acerca de la terminología en español. Para facilitar la implementación de estudios posteriores se aclara la terminología utilizada en este Estudio a continuación.

1) Definición en el Informe de la Misión de Estudio Preliminar

En el Informe de la Misión de Estudio Preliminar 8-3 hay una descripción acerca del concepto y significado de los términos “hazard map” y “risk map”. La descripción dice; el “hazard map” es un plano que contiene la predicción y clasificación de la contingencia, es decir la probabilidad de incidencia, o intensidad de fenómenos naturales que pueden provocar

desastres. Por otro lado el "risk map" es un plano que trata el tema de la predicción de desastres desde distintos aspectos, tanto de los pronósticos de fenómenos naturales como de la población y bienes objeto de la protección y la distribución de instalaciones de mitigación de daños.

2) Interpretación por CONRED

◎ Definición de "hazard" y "risk"

(del "MANUAL PARA LA ORGANIZACIÓN DE LAS COORDINADORAS DEPARTAMENTALES, MUNICIPALES Y LOCALES PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES")

Hazard (amenaza) :

Factor externo de riesgo, representado por la potencial ocurrencia de un suceso de origen natural o generado por el ser humano, que puede manifestarse en un lugar específico, con una intensidad y duración determinada. Riesgo inmediato de ocurrencia de un desastre. Evento amenazante o probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino dentro de un área y período de tiempo dado.

Risk (riesgo) :

Contingencia, probabilidad, proximidad de un daño, peligro. Probabilidad de que un suceso exceda un valor específico de daños sociales, ambientales y económicos, de un lugar definido y durante un tiempo de exposición determinado. Factores establecidos que involucran una probabilidad significativa de ocurrencia de un accidente o desastre. Cálculo matemático de pérdidas (de vidas, personas heridas, propiedad dañada y actividad económica detenida) durante un período de referencia en una región dada para un peligro en particular. Riesgo es el producto del amenaza y la vulnerabilidad.

◎ Definición de risk (riesgo)

(de "EXPERIENCIAS Y CONTRIBUCIONES PARA LA PREPARACION ANTE LOS DESASTRES NATURALES EN AMERICA CENTRAL")

Se define el riesgo como la combinación de una amenaza natural que se puede materializar en un futuro asociada a la vulnerabilidad, que representa la serie de condiciones o factores de carácter social, que hacen propensa a una sociedad a los desastres.

Conceptualmente el riesgo, la amenaza y la vulnerabilidad se pueden asociar de la siguiente manera:

Riesgo = Amenaza x Vulnerabilidad

La amenaza se asocia a los eventos o fenómenos naturales, tales como los terremotos, inundaciones, mientras que la vulnerabilidad se asocia a infraestructura, líneas vitales, y factores similares de índole social.

La gestión del riesgo es entonces vista como el conjunto de actividades que se llevan a

cabo antes del evento natural catastrófico, que tienen como objetivo reducir los impactos, en esencia reducir la amenaza y la vulnerabilidad.

Algunos autores han definido la mitigación de desastres como el conjunto de actividades que tienen como objetivo reducir la vulnerabilidad. Por ejemplo, el uso de normas o códigos de construcción en la construcción de una vivienda es una medida de mitigación, ya que tiene como objetivo reforzar la vivienda para que resista en mejor forma el impacto de un sismo.

3) Interpretación de UNESCO (1972)

Risk (riesgo)

Riesgo : Como la posibilidad de una pérdida de vidas, propiedad y capacidad productiva, etc. dentro de un área altamente sujeta a las amenazas. Los factores que establecen la evaluación o estimación cuantitativa de "risk" podrán ser definidos por la siguiente relación (Fournier d'Albe, 1979)

Riesgo = Valor * Vulnerabilidad * Amenaza

Hazard (amenaza)

La amenaza es una función compleja de la probabilidad de fenómenos naturales que poseen una amenaza potencial a personas o propiedades en una determinada área en un determinado período de tiempo. Si se dan suficientes datos de episodios pasados, una probabilidad deberá ser indicada como la "hazard" potencial.

4) Definición de este Estudio

En el informe en inglés de este Estudio solamente se confeccionarán los productos finales denominados como "hazard maps". Al mismo tiempo se define el término "hazard map" tal como aparece a continuación, y en la versión española de este informe se traducirá en "mapa de amenaza (traducción tentativa)".

Mapas de amenaza (hazard maps)

Los mapas de amenaza son definidos como mapas de distribución de área de fenómenos naturales que producen un impacto sobre el área donde el pueblo desarrolla diversas actividades. Los mapas de amenaza representan los grados de impacto de los fenómenos naturales. De vez en cuando los grados son analizados por métodos cualitativos utilizando simulaciones numéricas, en estos casos los grados se basan en los elementos físicos como el tiempo, volumen, profundidad, espesor, velocidad, etc. Sin embargo, algunos fenómenos como deslizamientos de tierra son difíciles de analizar por simulaciones numéricas. En este caso los analizamos con métodos empíricos, por ejemplo las evaluaciones de condiciones geológicas y geomorfológicas, y los registros de desastres pasados.

Mapas de riesgo (risk maps)

Los mapas de riesgo son definidos como mapas de distribución de supuestos daños o influencia sobre las actividades económicas en caso de futuros desastres. Para crear mapas de riesgo, es necesario no sólo la información de peligros sino también la información social.

Riesgo = f (amenaza, valor, vulnerabilidad)

El valor significa el número de población, suma de propiedades, por ejemplo las viviendas, edificios, cultivos, fábricas, carreteras, etc.

La vulnerabilidad implica que es de difícil evaluación, como por ejemplo, la resistencia antisísmica estructurada, nivel social, para la prevención de desastres, etc.

2.3.2 Resultados de Recolección de Datos para Producción de Mapas de Amenaza

(1) Mapas Topográficos

En la República de Guatemala son disponibles los mapas topográficos a escala de 1/50.000 1/250.000, 1/500.000, 1/1.000.000. Los mapas topográficos aprovechables para este Estudio, tomando en consideración el nivel de mapas de amenaza (traducción tentativa) a confeccionar, se limitan a los mapas a escala de 1/50.000. Sin embargo la mayor parte de los mapas topográficos a 1/50.000 fueron confeccionados hace unos veinte años, por lo que no se han actualizado bien los cambios de accidentes como carreteras, ríos, etc.

Sin embargo, como estos mapas topográficos a escala de 1/50.000 son esenciales para el estudio preliminar para la producción de mapas de amenaza (traducción tentativa), 85 hojas que cubren el área entera de estudio fueron recogidas antes del Estudio.

(2) Información Geológica

Varias series de mapas geológicos a diferentes escalas están disponibles a través de IGN, para Guatemala, sin embargo no cubren el territorio nacional de forma completa. Estos mapas contienen la información básica geológica y estructural de fallas. Los mapas geológicos para algunas áreas seleccionadas para la confección de mapas de amenaza (traducción tentativa) están disponibles a escala de 1/50.000. Casi todos los mapas geológicos a 1/50.000 fueron elaborados de finales de la década de los 1960 y a mediados de la década de los 1970 como estudios conjuntos con algunas universidades estadounidenses.

Están disponibles mapas geológicos para la Ciudad de Guatemala y Quezaltenango a escala de 1/250.000, que cubren casi todas las áreas objeto del Proyecto. Aunque la escala de 1/50.000 es aceptable, los mapas a 1/250.000 son generalizados y es difícil extraer detalles. En cuanto a la zona de Puerto Barrios, no hay ningún mapa geológico detallado disponible, solamente existen unos mapas regionales a 1/500.000 y 1/1.000.000. Sin embargo estos son demasiado generales y no son aceptables para los trabajos de detalle.

INSIVUMEH ha creado juegos de mapas especiales, uno para la Ciudad de Guatemala y otro para Quezaltenango. Estos juegos de mapas contienen mapas más detallados a escala de 1/50.000 (Guatemala) y 1/100,000 (Quetzaltenango), mostrando varios temas diferentes, incluyendo la geología, aguas subterráneas, estructura, precipitación pluvial, y otros.

Se adquirieron muchos informes y documentos geológicos, algunos con mapas y diagramas. Estos informes y documentos se elaboraron primero por las agencias de asistencia,

investigadores tanto del sector académico como del privado. Por eso normalmente éstos tratan temas muy específicos y se enfocan en materias muy limitadas, desde un estudio vulcanológico hasta evaluación de sitio para urbanización. Normalmente los mapas se representan en tamaño de página del informe, tanto de tipo muy general (regional) como muy específico. Algunos de estos informes y documentos están estrechamente relacionados con el Proyecto y se consideran útiles para obtener información limitada y detallada. Hay una información limitada para la zona de Puerto Barrios relacionada con el terremoto de 1976, sin embargo no hay detalles para esta área.

Además hay unos mapas o informes que no están publicados o por publicar. Las fuentes de estos datos de mapa son IGN, INSIVUMEH, CONRED, institutos de investigación académica, y programas de asistencia extranjera. Algunos de estos datos están disponibles y otros no lo están todavía. Aunque las áreas cubiertas son varias, no hay ningún dato disponible para la zona de Puerto Barrios.

Adquirimos cinco secciones columnares de pozos para 5 áreas de estudios de terremotos: 88 secciones columnares para el área de la ciudad de Guatemala, 25 para el área de Quetzaltenango, 5 para el área de Mazatenango, 10 para el área de Escuintla y 6 para el área de Puerto Barrios. Estas fueron recopiladas y usadas para la elaboración de los mapas de suelos.

(3) Información Meteorológica

1) Observación Meteorológica

Aparte de las observaciones meteorológicas llevadas a cabo por INSIVUMEH, algunas entidades privadas miden la precipitación pluvial. Actualmente en el país las variables climáticas se monitorean por 93 estaciones meteorológicas (Figura 2.3.2-1). La mayoría de ellas pertenece a INSIVUMEH, sin embargo existe la cooperación voluntaria de estaciones meteorológicas privadas.

Las observaciones meteorológicas se enfocan en: precipitación pluvial, temperatura (máxima y mínima, bulbo seco, bulbo húmedo, ambiente), evaporación, humedad relativa, presión atmosférica, radiación solar, dirección del viento, velocidad, nubosidad, visibilidad e insolación. La precipitación pluvial se mide en todas las estaciones climatológicas.

Por otra parte, actualmente, no se hacen observaciones de radiosondeo como se hizo hasta hace 10 años atrás. Sin embargo, en la sección de Meteorología de INSIVUMEH, en el aeropuerto de la Aurora se pueden conseguir imágenes de satélite de NOAA, con los que se podrían analizar los vientos en altura. En los países vecinos como Belice, Honduras y Nicaragua se observan los vientos superiores; los datos adquiridos por esas estaciones de observación podrán servir para este estudio.

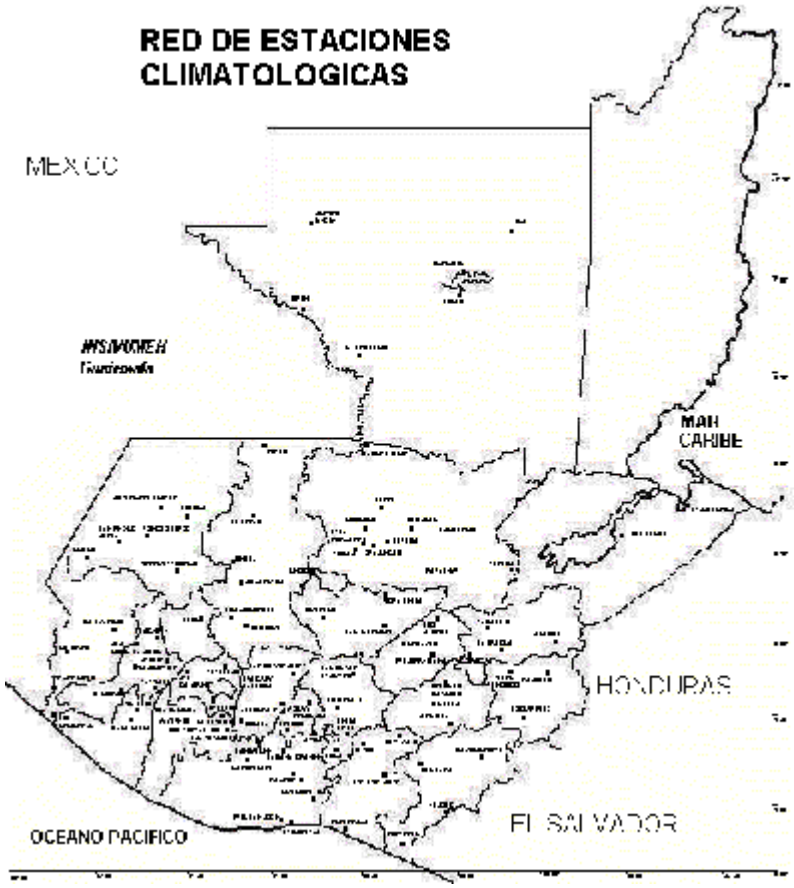


Figura 2.3.2-1 Estaciones de Observación Meteorológica de INSIVUMEH (2003)

Figura 2.3.2-2 Flujo de datos meteorológicos de INSIVUMEH (2003)

2) Datos Meteorológicos

Para la preparación de mapas de amenaza se tiene previsto utilizar información y datos meteorológicos y climatológicos como se señala en la Tabla 2.3.2-1.

Tabla 2.3.2-1 Datos necesarios para análisis meteorológico y climatológico

Factores de desastre	Items	Uso
Erupción volcánica	Vientos superiores (dirección de viento y velocidad de cada altitud)	Datos básicos para la simulación de la caída de cenizas. Son necesarias la dirección y velocidad de viento en varias altitudes
	Precipitación (precipitación por hora, precipitación diaria)	Datos básicos para la simulación de flujo de escombros. Los hidrogramas se crean con los datos de precipitación por hora (intensidad de lluvia).
Inundación	Precipitación (precipitación por hora, precipitación diaria)	Datos básicos para la simulación de inundaciones. Las hidrografías son creadas por los datos de precipitación por hora (intensidad de lluvia).

La situación de disponibilidad de los datos arriba mencionados en la República de Guatemala es la siguiente.

○Vientos superiores

Los vientos superiores se observaban hasta hace 12 años, sin embargo no se registran actualmente. Para conseguir datos necesarios de los vientos superiores para la simulación, hace falta investigar la situación en Guatemala del uso de imágenes de satélite meteorológicas y la metodología de estimación de los vientos superiores utilizando las imágenes satelitales y su situación de registros observados en los países vecinos de la región y para adquisición de datos de vientos en las capas superiores de la atmósfera.

○ Precipitación Pluvial

En cuanto a la precipitación se consiguen datos en muchas estaciones de observación en los alrededores de Quetzaltenango, en la cuenca arriba del río Samalá donde se tiene previsto realizar una simulación de inundación. Es necesario juntar y analizar los datos de observación a largo plazo para calcular la precipitación probable.

(4) Información Hidrológica

1) Observación Hidrológica

En la República de Guatemala se iniciaron observaciones hidrometeorológicas en la década de 1910, desde entonces venían instalándose nuevas estaciones hasta la fecha de hoy con algunas interrupciones de observación en el pasado. Actualmente, hay 54 estaciones de

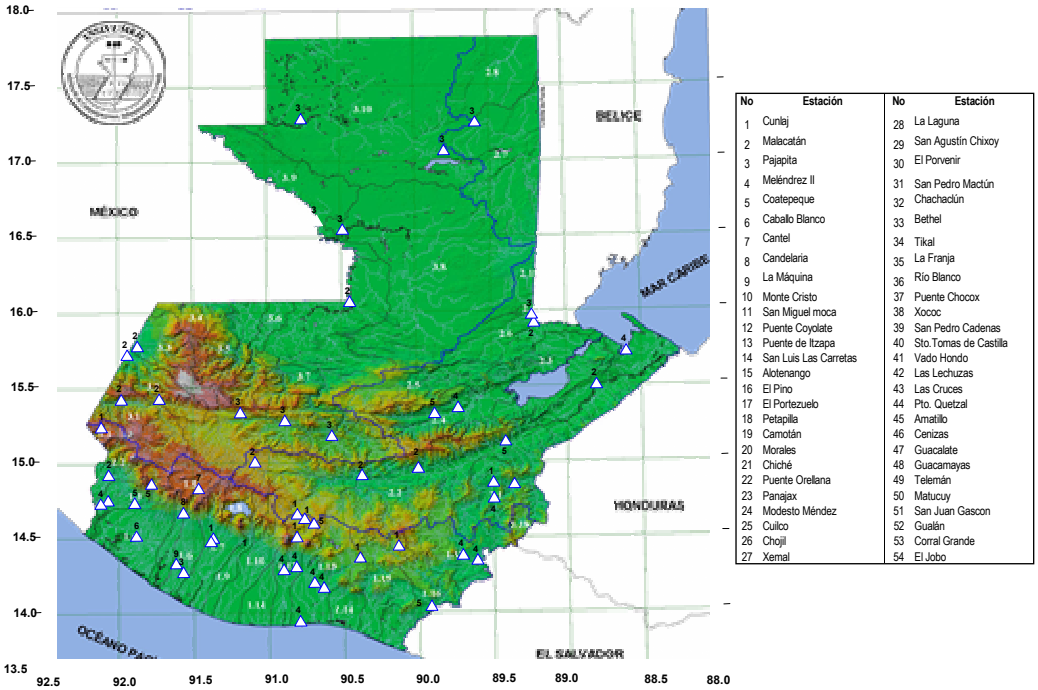
observación hidrológica en el territorio nacional (Figura 2.3.2-3). En cada estación se mide el nivel de agua, y adicionalmente se mide la precipitación en cuatro estaciones y la precipitación y temperatura en una estación.

La observación del nivel de agua se lleva a cabo mediante la lectura visual de la escala del nivel de agua, registradores automáticos o sensores. En cuanto a la escala del nivel de agua se contratan algunos vecinos de las estaciones como observadores para la lectura, quienes registran el nivel de agua dos veces al día, una en la mañana y otra en la tarde, y se envían informes mensuales a INSIVUMEH por correo una vez al mes. Por otro lado cada uno de estos observadores tiene un equipo de radiocomunicación instalado en su vivienda, de esta forma en casos de emergencia podrán tomar contacto directo con INSIVUMEH a través de una estación retransmisora ubicada en el volcán Pacaya.

El rollo de papel para el registrador automático se cambia una vez por mes.

Por otro lado, hay estaciones de observación que envían datos del nivel de agua y de precipitación a USGS, en el Distrito del Caribe, directamente por vía satélite. Estos datos pueden verse en tiempo real en página de Internet de USGS e INSIVUMEH.

En INSIVUMEH está definida una red de comunicaciones para el sistema de alerta temprana que transmite la información de inundaciones (Figura 2.3.2-3). Normalmente la información de observación se transmite de los observadores a INSIVUMEH, y de ahí se retransmite a CONRED, etc. En caso de emergencia como inundación, etc. la alerta se transmite directamente de los observadores a INSIVUMEH y CONRED por radio.



No	Estación	No	Estación
1	Cunlaj	28	La Laguna
2	Malacatán	29	San Agustín Chixoy
3	Pajapita	30	El Porvenir
4	Meléndrez II	31	San Pedro Mactún
5	Coatepeque	32	Chachaclún
6	Caballo Blanco	33	Bethel
7	Cantel	34	Tikal
8	Candelaria	35	La Franja
9	La Máquina	36	Río Blanco
10	Monte Cristo	37	Puente Chocox
11	San Miguel moca	38	Xococ
12	Puente Coyolate	39	San Pedro Cadenas
13	Puente de Itzapa	40	Sto.Tomas de Castilla
14	San Luis Las Carretas	41	Vado Hondo
15	Alotenango	42	Las Lechuzas
16	El Pino	43	Las Cruces
17	El Portezuelo	44	Pto. Quetzal
18	Petapilla	45	Amatillo
19	Camotán	46	Cenizas
20	Morales	47	Guacalate
21	Chiché	48	Guacamayas
22	Puente Orellana	49	Telemán
23	Panajax	50	Matucuy
24	Modesto Méndez	51	San Juan Gascon
25	Cuilco	52	Gualán
26	Chojil	53	Corral Grande
27	Xemal	54	El Jobo

Figura 2.3.2-3 Estaciones de Observación Hidrológica (2003)