

6.2. Medición y procesamiento hidrológico

El sistema de alerta hidrometeorológica temprana municipal cuenta con un componente hidrológico basado en la medición en tiempo real de la precipitación y niveles de agua de las corrientes. Además, esta parte del sistema determina el tipo de aviso (preventivo, prealarma o alarma) para que, en caso de ser necesario, se advierta a la población del peligro a que quedará expuesta en los minutos u horas posteriores al tiempo actual. En ese momento se dispone de la información enviada desde las estaciones pluviométricas o de nivel de agua en algunos sitios de las corrientes principales.

Con base en la medición de la precipitación acumulada en lapsos de 10 minutos en distintas partes de la cuenca del río Coatán y la de niveles de la superficie libre del agua de sus corrientes, se calculan los flujos de agua que genera la lluvia en tres sitios distintos del río mencionado.

La determinación de los escurrimientos se apoya en un estudio hidrológico que se realizó para la cuenca del río Coatán. Toma en cuenta una estimación de coeficientes de escurrimiento (que cambian de acuerdo con la humedad del suelo), los resultados de aplicación de hidrogramas unitarios instantáneos de once subcuencas y varios tránsitos de avenidas en cauces.

Se calculó de modo aproximado el flujo del agua para conocer los tiempos de recorrido de las aportaciones de los influentes al río Coatán y el escurrimiento que proviene de la parte de la cuenca que está en Guatemala.

6.2.1 Sitios para medir lluvia y niveles de agua en ríos

Se identificaron los sitios en los que podría haber mayores daños debido al desbordamiento del río Coatán para vigilar los gastos que presenta este río en esos lugares.

En el estudio hidrológico se emplearon planos de la zona a escala 1:50,000 y se precisaron algunos aspectos en campo a partir de algunos recorridos llevados a cabo en la cuenca del río de interés por parte del personal de Cenapred.

Se delimitaron las diferentes subcuencas y se estableció la manera en que se obtendría la precipitación media.

En la carta topográfica de la cuenca del río Coatán se dibujaron las 11 subcuencas. De ellas 7 están en la parte alta de la cuenca, 3 en la zona de intermedia y 1 en la parte baja (figura 6.17).

En la tabla 6.2 se consignan con un nombre las subcuencas y algunas de sus características fisiográficas.

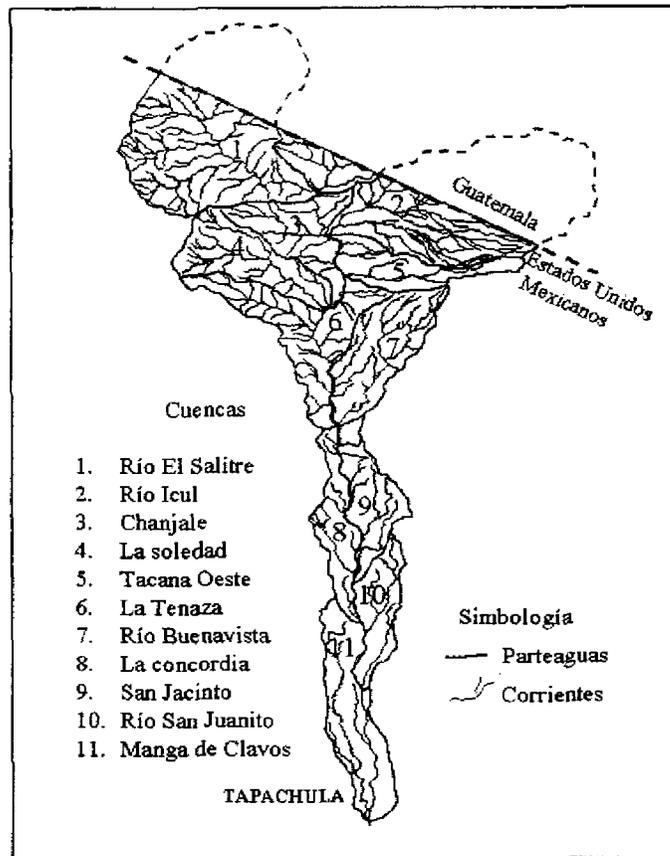


Figura 6.17 Subcuencas del río Coatlán dentro del territorio de México

Tabla 6.2 Subcuencas consideradas del río Coatlán

No.	Cuenca	Área (km ²)	Cauce principal	
			Pendiente	Longitud (m)
1	Río El Salitre	55.519	0.11371	16580
2	Río Icul	53.528	0.10820	11190
3	Chanjale	13.257	0.03680	5400
4	La Soledad	17.187	0.02678	7530
5	Tacaná Oeste	11.161	0.02283	8450
6	La Tenaza	21.959	0.02022	8800
7	Río Buenavista	15.432	0.02177	9320
8	La Concordia	10.965	0.02869	4200
9	San Jacinto	11.947	0.03537	4450
10	Río San Juanito	9.406	0.01499	8250
11	Manga de Clavo	18.838	0.01010	12400

6.2.1.1 Selección de los sitios para medir lluvia

Se determinó que para los cálculos de los flujos en el sistema de corrientes de la cuenca del río Coatlán eran suficientes 7 pluviómetros para medir la precipitación en distintos sitios y disponer de una adecuada estimación de la lluvia media.

Los 7 pluviómetros no están ubicados en sitios muy alejados entre sí para lograr cierta redundancia en algunas áreas, para que en caso de no recibir la información de alguno de ellos se haga una estimación de la precipitación media con las mediciones de aquellos instrumentos de los que sí se recibió información en el puesto central. Cabe mencionar que en Tapachula se pueden presentar fenómenos meteorológicos con vientos fuertes que son capaces de afectar a edificaciones y estructuras altas, por lo que se prevé que no se capten los datos de alturas de lluvia, en algunos de los 144 lapsos de 10 minutos que tiene un día.

La selección de los sitios para la instalación de los pluviómetros se realizó procurando tener una configuración uniforme, es decir, que cada uno de estos instrumentos tuviera un área de cobertura parecida. Se fijaron sus coordenadas y se procedió a revisar su ubicación durante una visita en el campo.

Se tomó en cuenta que entre los sitios donde se ubicarían las estaciones de medición (pluviométricas y de nivel de agua) y el puesto de recepción de la información no existieran obstáculos para asegurar una buena comunicación vía radio y que hubiese protección contra daños por vandalismo. Se trató de ubicarlos en edificios públicos, como son escuelas o instalaciones relacionadas con la Comisión Nacional del Agua, lo más cercano posible a los las coordenadas originalmente propuestas. En algunos casos no fue posible encontrar tales infraestructuras, y se construyeron casetas especiales para instalar estos instrumentos.

En la figura 6.18 se muestra la ubicación de los siete pluviómetros de la red de medición y las subcuencas donde se localizan.

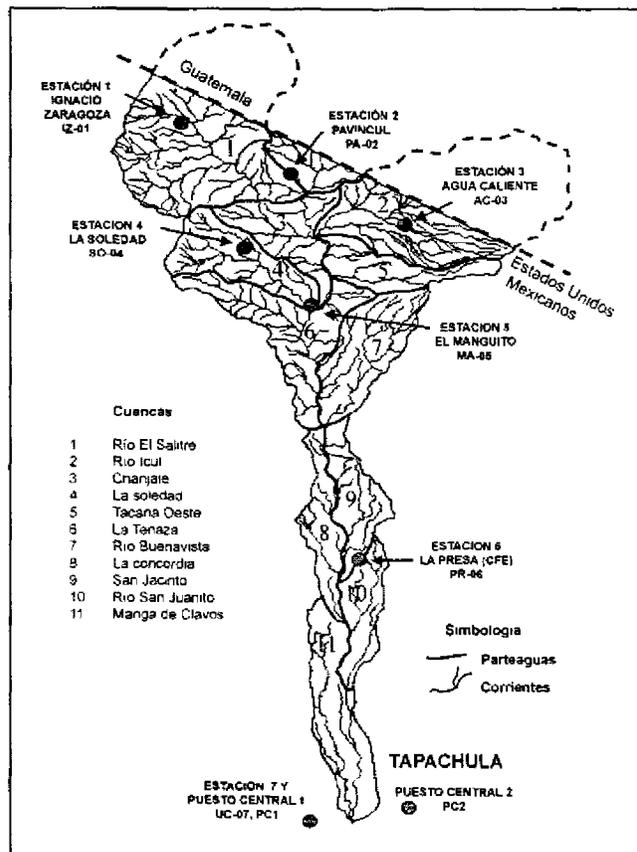


Figura 6.18 Ubicación de pluviómetros

En la tabla 6.1 se consignan los sitios donde se instalaron los pluviómetros; cabe mencionar que ellos están colocados en estaciones remotas, por lo que en la tabla aparece el nombre de la estación y un código.

6.2.1.2 Selección de los sitios para medir niveles

En la aplicación de los modelos matemáticos lluvia - escurrimiento se consideró un valor del coeficiente de escurrimiento. Este valor es modificado de acuerdo con las condiciones de humedad del suelo y la lluvia que se esté presentando. Sin embargo, para precisar su valor es conveniente medir el gasto en algunos sitios y asociarlo con la lluvia que se presentó. Estas maniobras implican la instalación de instrumentos para medir niveles de agua y a partir de ellos estimar su gasto asociado.

En el cauce del río Coatán se escogieron tres secciones transversales de este río. La primera se encuentra cerca de la frontera de Guatemala y México; la segunda y la tercera, aguas abajo de la zona alta y la intermedia, respectivamente, en que se ha dividido la cuenca de esta corriente natural.

6.2.1.3 Determinación de los escurrimientos en las cuencas

Los flujos de agua que provoca la precipitación se estiman con un modelo lluvia-escurrimiento basado en hidrogramas unitarios instantáneos.

Para el caso particular de Tapachula, no se contó con los datos de la lluvia y los escurrimientos que genera, por lo que se obtuvieron hidrogramas unitarios sintéticos.

Los hidrogramas unitarios calculados para las 11 subcuencas en estudio se muestran en la figura 6.19. Con ellos y la lluvia medida en las estaciones pluviométricas remotas, se encuentra el escurrimiento directo que producirá cierto tiempo después, para comparar sus magnitudes con respecto a los valores (umbrales de gasto) que pueden producir desbordamientos del río Coatán.

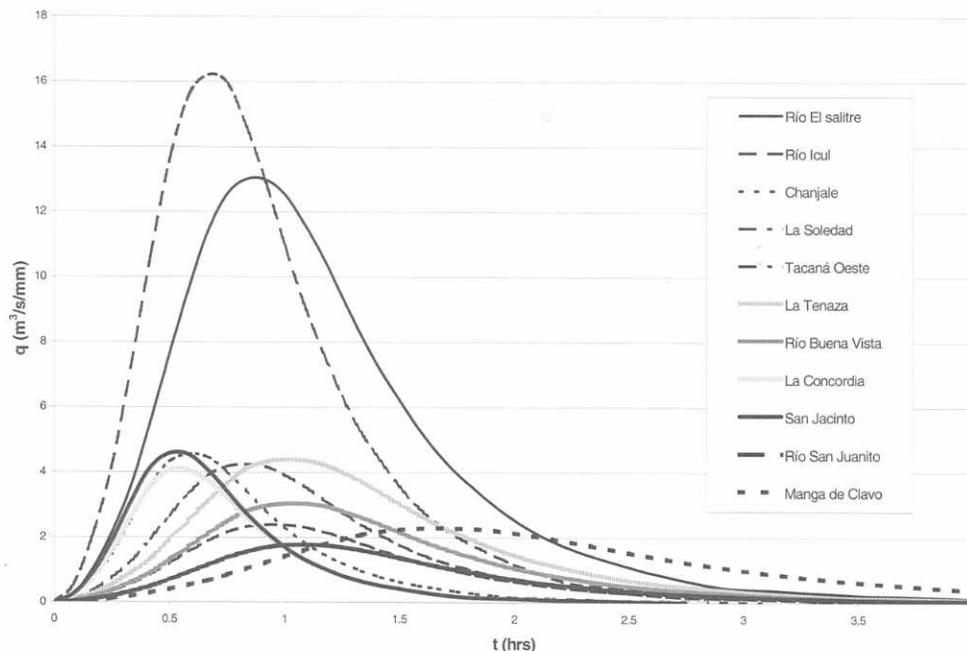


Figura 6.19 Hidrogramas Unitarios Instantáneos (basados en el hidrograma adimensional)

6.2.1.4 Aplicación del hidrograma unitario adimensional

Para definir los hidrogramas unitarios adimensionales fue necesario obtener algunas de las características fisiográficas de las cuencas en estudio. Por lo que en un plano de INEGI a escala 1:50,000 se identificó y trazó el parteaguas de las subcuencas y se obtuvieron las características fisiográficas que se muestran en la tabla 6.2.

Con estas características y para la duración de la lluvia en exceso es de 10 minutos, se calcularon los hidrogramas unitarios de las subcuencas en estudio, tales hidrogramas se muestran en la figura 6.19.

6.2.1.5 Cálculo del escurrimiento

Para calcular el escurrimiento (directo, el que produce la lluvia) de cada una de las subcuencas en estudio a partir de los datos de una tormenta, es necesario determinar su precipitación media.

La precipitación media se obtiene a partir de las láminas de lluvia acumulada en 10 minutos de aquellas estaciones cercanas o dentro de la subcuenca. Para ello se aplicó el método de Thiessen. Este procedimiento consiste en obtener un promedio ponderado de las alturas de precipitación media, donde cada "factor de peso" es igual al cociente entre el área dominada (con base en cercanía de un punto la subcuenca a cada uno de los pluviómetros) por la estación pluviométrica y el área total de la subcuenca. En este sistema de alerta se determinaron varias tablas con valores de estos factores para considerar que la información de una o más estaciones pluviométricas no sean recibidas en el puesto central.

Con los factores de peso para cada estación y los datos de lluvia de éstas se forman los hidrogramas de lluvias medias de cada subcuenca. Con la altura media de cada subcuenca se obtiene el hidrograma del escurrimiento directo que produce y se agregan los gastos calculados en los lapsos de 10 minutos anteriores.

Como la información de la precipitación en las estaciones es actualizada cada diez minutos se pueden calcular los escurrimientos en el tiempo actual y en los tiempos posteriores que considera su hidrograma unitario instantáneo. Este subsistema considera que la altura media de precipitación puede obtenerse con adecuada precisión aún en el caso que no se reciba en el puesto central la información de cuatro estaciones. En caso de que en cualquiera de los siguientes 3 intervalos de tiempo de 10 minutos si se reciba la información, se corregirían los valores calculados de escurrimiento. Cuando fallen simultáneamente más de cuatro estaciones se realiza una estimación de la lluvia media menos exacta, pero no se suspende el cálculo de los flujos de agua.

6.3. Resultados

El Sistema de Alerta Hidrometeorológica entró en operación, en su primera fase, en Agosto de 1999. Con este sistema se han registrado lluvias importantes durante año y medio que ha estado funcionando.

Los pluviómetros se instalaron en lugares convenientes para medir la precipitación media en cada una de las 11 subcuencas. Después, mediante un modelo lluvia – escurrimiento se estiman los escurrimientos de cada subcuenca; previamente se calcula la precipitación media en la subcuenca a partir de las precipitaciones puntuales de las estaciones. De esta manera el programa de la computadora de Hidráulica registra diariamente ambas variables en un archivo. A continuación se muestran algunos ejemplos de lluvias registradas por el sistema y los escurrimientos asociados a ellas.

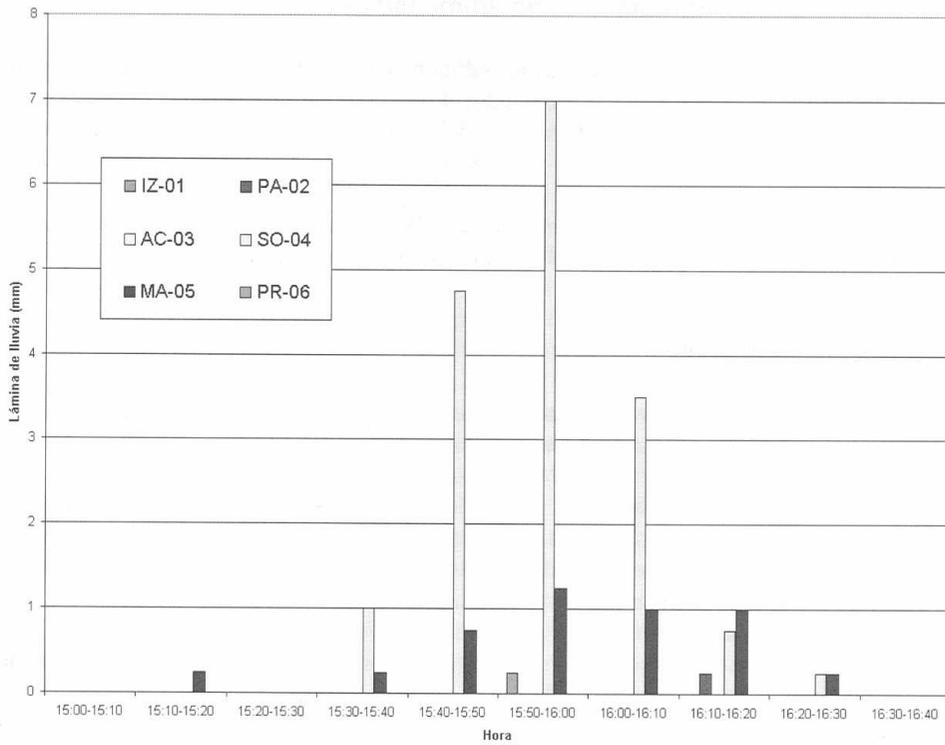


Figura 6.20 Lluvia registrada el día 10 de mayo del 2000

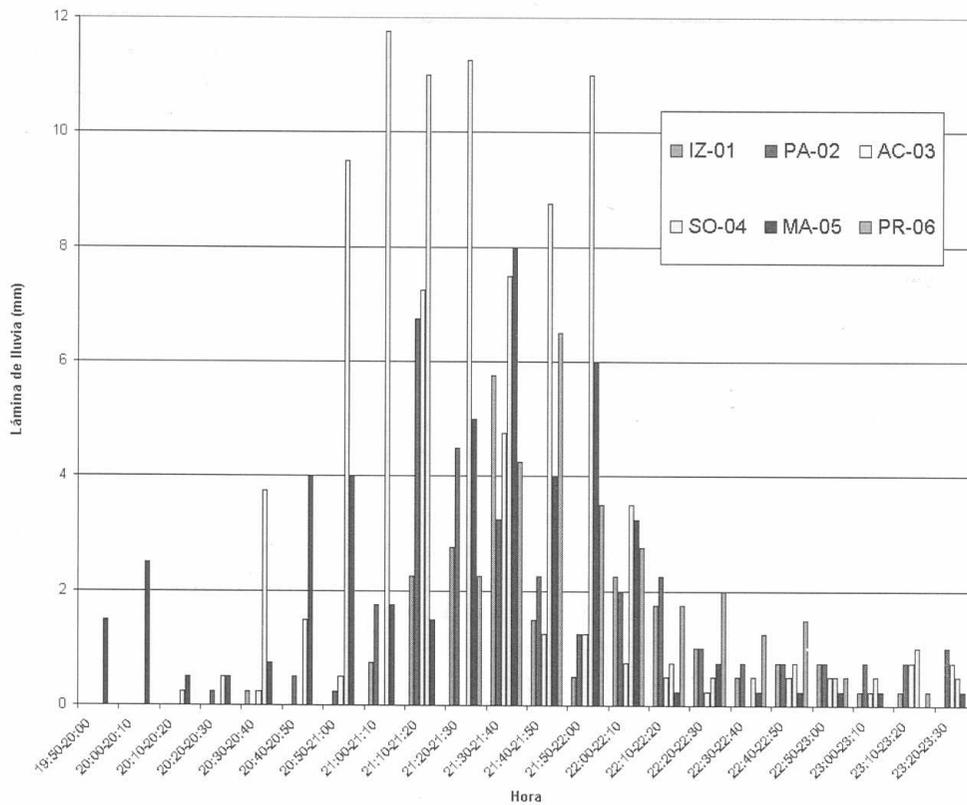


Figura 6.21 Lluvia registrada el día 29 de mayo del 2000