

7.2.1.3 Determinación de los escurrimientos en las cuencas

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

Para el caso particular de Monterrey, 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 4 cuencas en estudio se muestran en la figura 7.15. Con ellos y la lluvia medida en las estaciones pluviométricas remotas, se encuentra el escurrimiento directo que se producirá cierto tiempo después, para comparar sus magnitudes con respecto a los valores (umbrales de gasto) que pueden producir desbordamientos de los arroyos El Seco, La Silla, El Obispo y el Topo Chico.

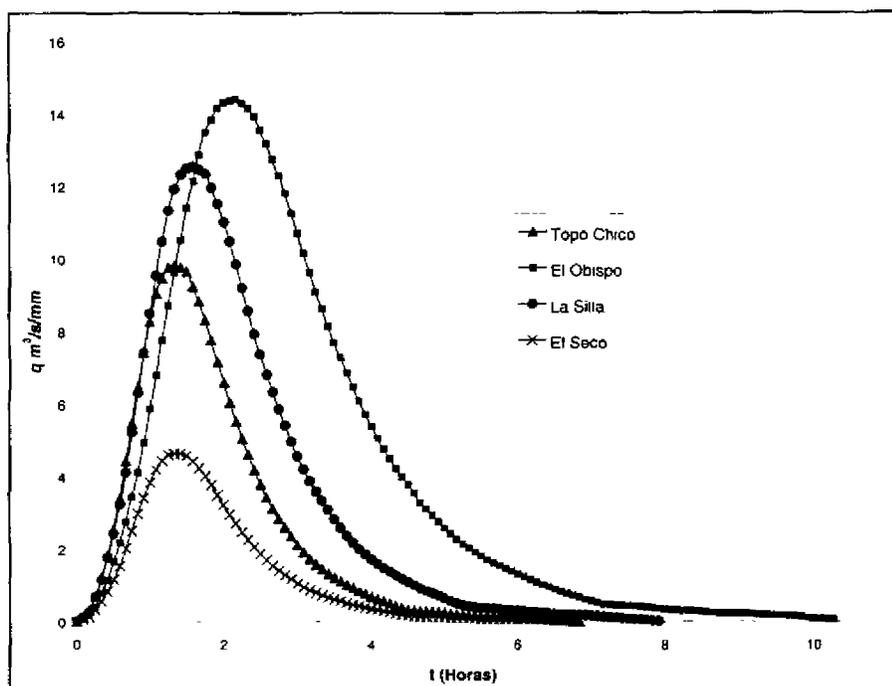


Figura 7.15 Hidrogramas Unitarios Instantáneos (Adimensional)

7.2.1.4 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 cuencas y se obtuvieron las características fisiográficas que se muestran en la tabla 7.3.

Con estas características y considerando que la duración de la lluvia en exceso es de 10 minutos, se calcularon los hidrogramas unitarios de algunas cuencas donde no era aplicable el hidrograma unitario geomorfológico, tales hidrogramas se muestran en la figura 7.15.

Tabla 7.3 Características fisiográficas de las cuencas

Cuenca	Área (km ²)	Cauce principal	
		Pendiente	Longitud (m)
Topo Chico	64 51	0 02251	13,630
El Obispo	149 54	0 02020	24,150
El Seco	30 89	0 02043	13,300
La Silla (Alta)	97 00	0.02292	17,200
Sta Catarina (Alta)	-	-	-

7.2.1.5 Cálculo del escurrimiento

Para calcular el escurrimiento (directo, el que produce la lluvia) de cada una de las cuencas 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 acumuladas en 10 minutos de aquellas estaciones cercanas o dentro de la cuenca. 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 cuenca a cada uno de los pluviómetros) por la estación pluviométrica y el área total de la cuenca. 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 hietogramas de lluvias medias de cada cuenca.

Con la altura media de cada cuenca 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 la estación 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 sí se reciba la información, se corregirían los valores calculados de escurrimiento

Cuando fallen simultáneamente tres estaciones se realiza una estimación de la lluvia media menos exacta, pero no se suspende el cálculo de los flujos de agua.

7.3. Resultados

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

Los pluviómetros se instalaron en lugares convenientes para medir la precipitación media en la cuenca del arroyo Topo Chico. Después, mediante un modelo lluvia – escurrimiento se estiman los escurrimientos en la cuenca; previamente se calcula la precipitación media en la cuenca 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.

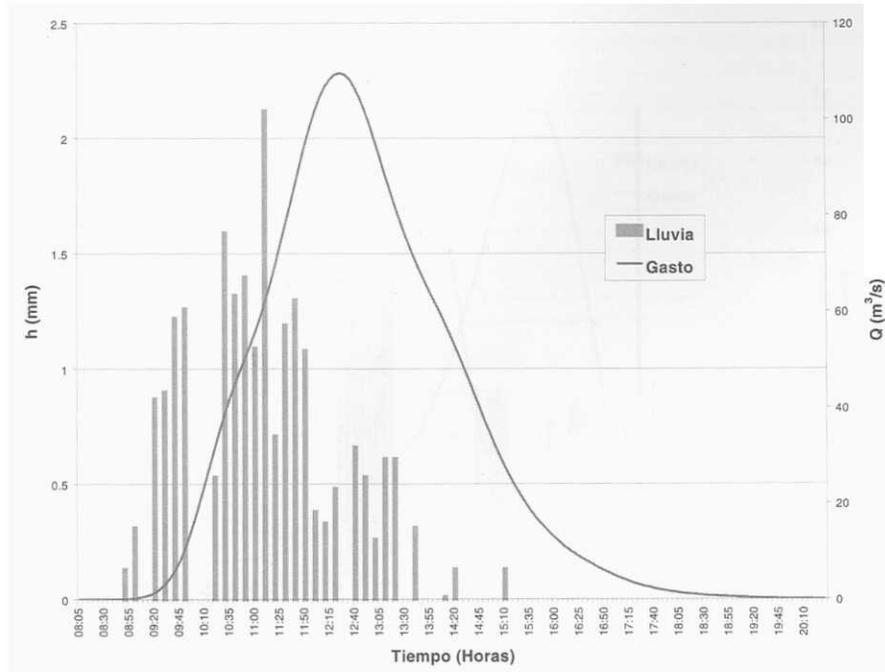


Figura 7.16 Lluvia registrada el día 29 de Septiembre de 1999 en la subcuenca del arroyo Topo Chico

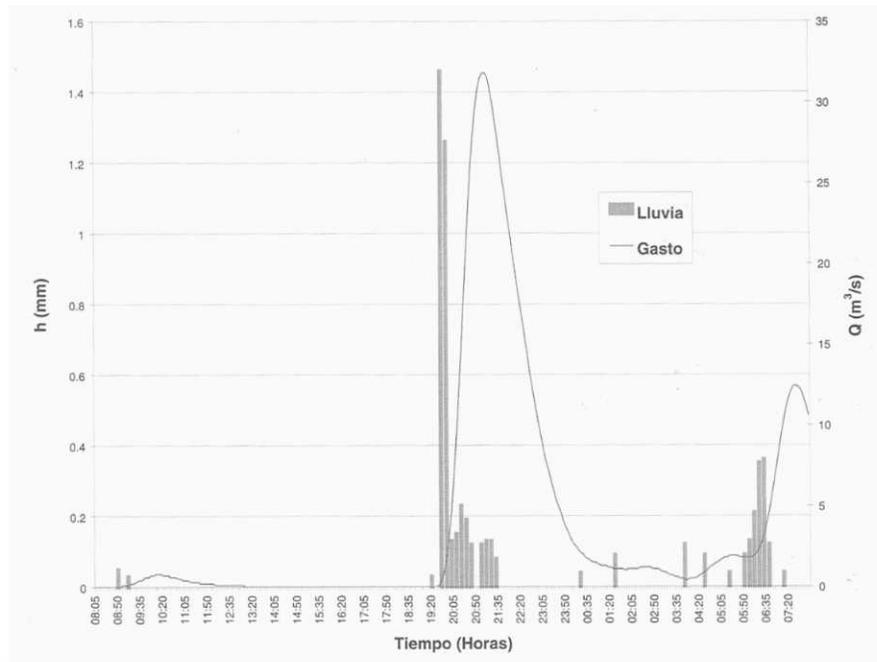


Figura 7.17 Lluvia registrada los días 17 y 18 de noviembre de 1999 en la subcuenca del arroyo Topo Chico

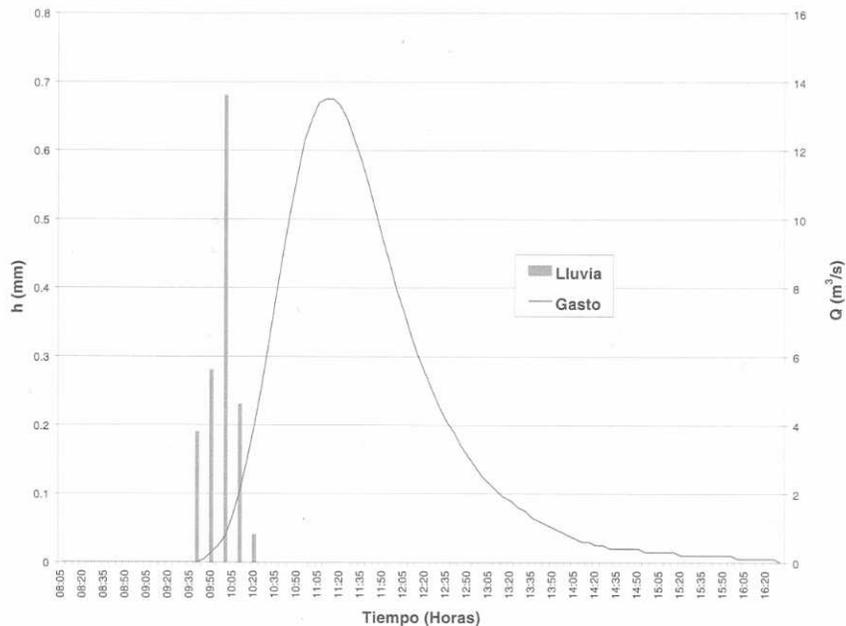


Figura 7.18 Lluvia registrada los días 18 y 19 de noviembre de 1999 en la subcuenca del arroyo Topo Chico

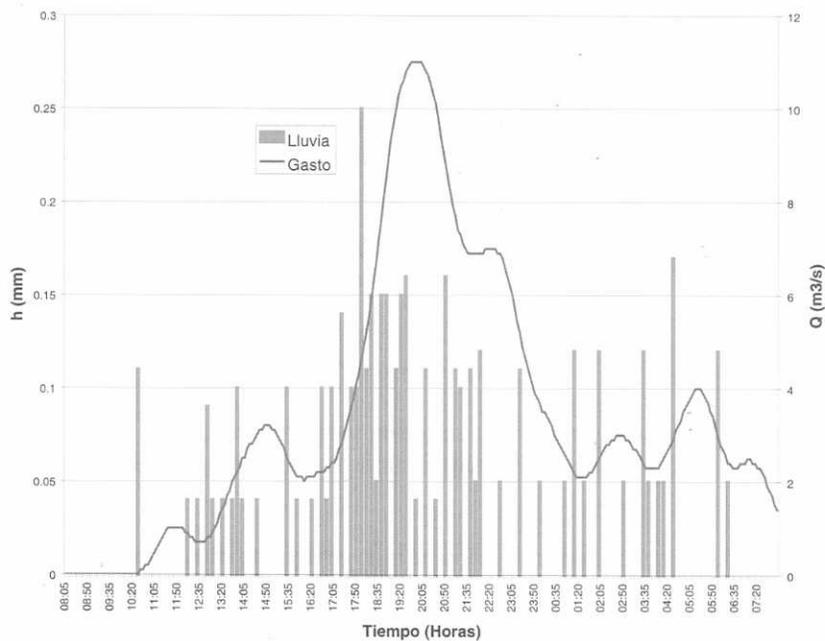


Figura 7.19 Lluvia registrada los días 23 y 24 de noviembre de 1999 en la subcuenca del arroyo Topo Chico

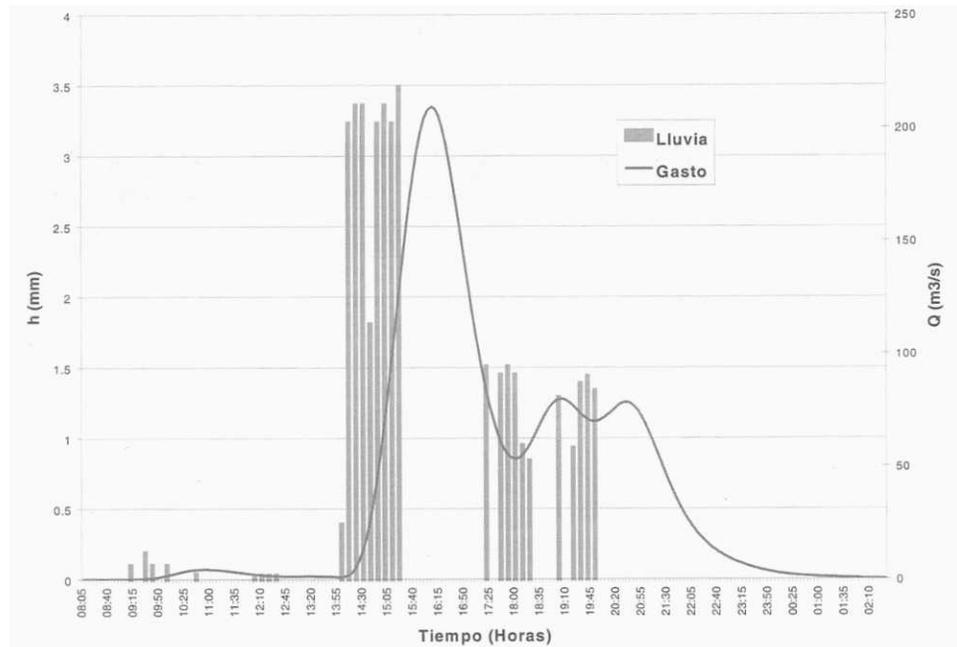


Figura 7.20 Lluvia registrada los días 26 y 27 de abril del 2000 en la subcuenca del Topo Chico

La tormenta del día 26 de abril, específicamente, activó la alarma por gasto del sistema, dado que se rebasó el umbral de $90\text{m}^3/\text{s}$.

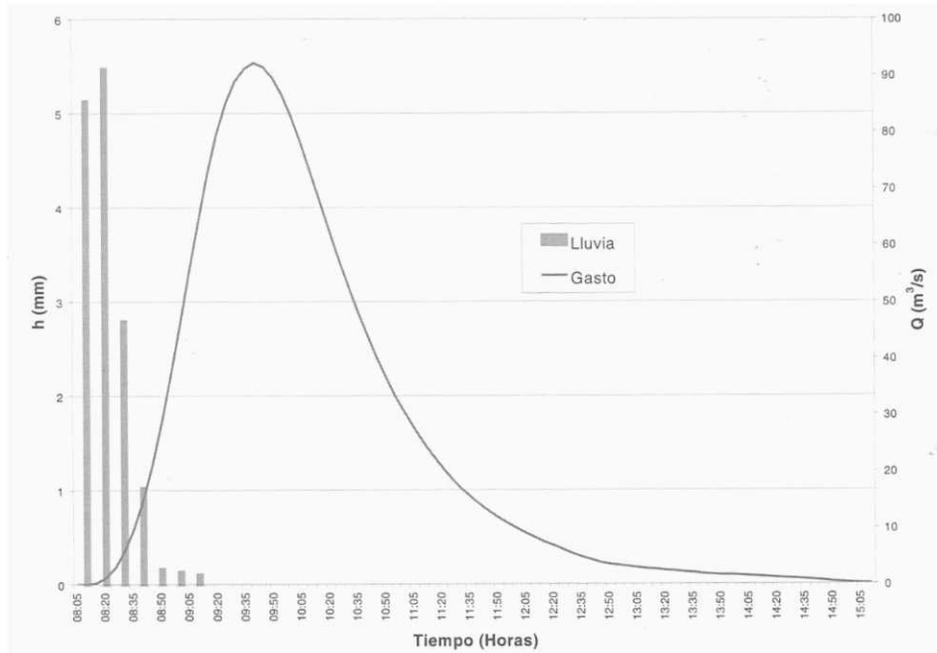


Figura 7.21 Lluvia registrada el día 13 de mayo del 2000 en la subcuenca del Topo Chico

La tormenta del día 13 de mayo del 2000 activó las alarmas de sistema, con lo que se iniciaron los operativos en Protección Civil, para prevenir cualquier contingencia que se derivara de la fuerte precipitación registrada. En las figuras siguientes muestran las pantallas de la computadora "hidráulica" donde se pueden observar las alarmas activadas en el día antes mencionado.



Figura 7.22 Las alarma de precipitación en las estaciones son activadas por la precipitación a las 8:00 h.



Figura 7.23 La alarma por gastos es activada al excederse el umbral de 90 m³/s en el arroyo Topo Chico