

CONCLUSIONES

Los principales resultados obtenidos de este estudio son:

El análisis de gastos medios máximos anuales y los gastos instantáneos anuales, es parte fundamental de este trabajo, ya que mediante los resultados de la extrapolación de estos gastos a diferentes periodos de retorno es que se pueden calcular las avenidas de diseño. En este caso para poder dimensionar los hidrogramas de diseño de los puentes ferroviarios se emplearon los valores de gastos para 100 años de periodo de retorno. Los ajustes probabilísticos se efectuaron con especial cuidado buscando que los datos medidos por las estaciones hidrométricas quedaran mejor representados por las curvas calculadas.

Los hidrogramas que se obtuvieron empleando la metodología del hidrograma triangular, son bastante confiables, ya que sus gastos pico y medios provienen directamente del análisis probabilístico y los tiempos base se estimaron según el comportamiento histórico de cada río. El cálculo de estos hidrogramas se llevó a cabo tomando en cuenta las características específicas de cada río.

En cuanto al análisis de lluvias, esta tarea fue muy extensiva y laboriosa, ya que el número de estaciones climatológicas que se tiene en la mayoría de las cuencas es superior al de las estaciones hidrométricas y el aplicar la metodología completa de los análisis probabilísticos individuales, regionales y de simultaneidad consumió la mayor parte de este estudio; sin embargo, es muy importante señalar que los resultados obtenidos de este proceso son indispensables para la estimación de los hidrogramas de los ríos de los puentes 6 y 7.

La regionalización de lluvias permitió calcular valores más confiables y representativos que los obtenidos del análisis individual de lluvias, ya que la extrapolación de las lluvias regionales toma en cuenta los efectos meteorológicos que se presentan en cada una de las cuencas; además de que las curvas regionales de cada uno de los ocho puentes pueden ser empleadas para otros estudios hidrológicos de estas zonas.

El análisis de simultaneidad de lluvias es tan importante como la regionalización, porque los valores obtenidos son de gran ayuda para estimar valores de diseño que sean más precisos, y se eviten que estos valores estén sobreestimados.

Los factores de reducción por área, al igual que las curvas regionales, pueden ser utilizados en estudios posteriores de estas cuencas; y su aplicación para este estudio permitió obtener los volúmenes de lluvia calculados para la relación de lluvia-escurrimiento de los ríos de los ocho puentes fueran bastante confiables.

Las relaciones de lluvia-escorrentamiento que se modelaron son la parte fundamental y concluyente de este estudio, ya que permitieron transformar la lluvia en gasto para poder dimensionar los hidrogramas de las dos cuencas que no cuentan con datos de gastos.

Es importante destacar que el uso de software como lo son los programas *Arc View 3.2* y el *AX* facilitaron y agilizaron la mayoría de los procesos realizados y a su vez permitieron la obtención de valores confiables.

Los hidrogramas calculados en este estudio, son parte fundamental de un estudio que determinará las medidas correctivas que se deben de efectuar en los puentes para evitar que estos ocho ríos en temporada de lluvias o por efecto de un huracán provoquen daños significativos en estas estructuras.

El conocer los sitios donde se encuentran las estructuras y los ríos que se estudiaron permite tener un mejor conocimiento de las características de la región, así como detectar zonas de inundación, cambios de rumbo del cauce o la existencia de una obra hidráulica, como puede ser una presa, sobre los ríos y cercanas a los puentes; las fotografías satelitales fueron de gran ayuda para poder conocer la geomorfología cercana a los puentes y lograr que los parteaguas de las cuencas trazadas estuvieran lo más apegados a la realidad.

Finalmente, se recomienda continuar con este tipo de análisis para precisar los resultados, para ello se requiere recabar mayor información hidrométrica, que permita que la estimación de las avenidas de diseño sean más confiables y estén respaldadas por una trayectoria amplia de registros históricos. Además es de suma importancia que los registros, tanto de gastos como de lluvias, se revisen detalladamente antes de ser usados ya que algunas veces se encuentran errores que pueden hacer que las predicciones que se realicen sean incorrectas. Con un mayor número de estaciones y registros el análisis de simultaneidad será más confiable al igual que el cálculo de los factores de reducción por área. Es importante usar, para este tipo de estudios, las estaciones que tengan mayor cantidad de registros y en el caso de las hidrométricas, que estas cuenten con las mediciones de gastos medios e instantáneos ya que de esta manera se puede verificar la veracidad de los datos y la detección de errores de medición.