

México, al igual que el resto del mundo, enfrenta un reto con los riesgos inherentes a la ocurrencia de sequías e inundaciones, que se podrían intensificar por el cambio climático, en su magnitud y frecuencia.

Para atender lo anterior, se ha implementado el Programa Nacional de Seguridad de Infraestructura para el Control de Inundaciones (INFRASEGURA) con la participación del Instituto de Ingeniería de la UNAM, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y algunas firmas que, en coordinación con la misma Comisión Nacional del Agua, coadyuvan en las labores necesarias para reducir los riesgos asociados. El estudio presentado en este documento forma parte de las acciones en materia hidrológica para contribuir en las tareas de reducción de riesgos consideradas en este programa.

En México están operando 5000 presas, de las cuales 600 están catalogadas como grandes presas de acuerdo con la ICOLD (International Commission on Large Dams). El resto son chicas o medianas, y para ellas no se cuenta con un registro de escurrimientos históricos que permita hacer un análisis estadístico confiable para revisar sus avenidas de diseño.

Por otra parte, al ser presas relativamente chicas, en muchos casos la estimación de dichas avenidas para periodos de retorno no muy grandes (hasta los 200 años) es útil para estudiar la confiabilidad de sus obras de excedencias y estimar los gastos de descarga correspondientes y sus efectos en zonas afectables aguas abajo.

Por lo anterior se está realizando un estudio enfocado a contar con herramientas



confiables para estimar hidrogramas de diseño en cualquier cuenca de la república, con áreas entre 500 y 2000 km<sup>2</sup>, para periodos de retorno hasta de 200 años.

- Con el objeto de proporcionar alternativas de cálculo, se trabaja en dos direcciones:
- Mediante la regionalización de los gastos máximos, entendida como el establecimiento de relaciones entre los gastos de diseño y los parámetros descriptivos de las cuencas de aportación (área, longitud y pendiente del río principal, tipo y uso de suelo).
  - Mediante la obtención de tormentas de diseño en forma de hietogramas con una duración total que permita considerar trenes de tormentas, así como parámetros para la estimación de las pérdidas (coeficiente de escurrimiento o número de curva, lo que resulte más adecuado) y de la relación lluvia efectiva-escurrimiento directo.

Para el logro de los objetivos planteados anteriormente, se realizan lo siguiente:





- Se seleccionaron cerca de 300 estaciones hidrométricas que cuentan con al menos 20 años de registro confiable y completo de escurrimientos medios diarios y máximos anuales.
- Para cada una de las estaciones seleccionadas se obtuvieron gastos medios para duraciones de uno a varios días (dependiendo del tamaño de la cuenca y las características del registro histórico) así como para los máximos instantáneos, para periodos de retorno de 10, 50, 100 y 200 años.
- Se formarán grupos de estaciones (cuencas) para cada uno de los cuales se calibrarán las ecuaciones regionales relacionando los gastos de diseño con las características de las cuencas y de la precipitación.
- Se seleccionaron cerca de 2000 estaciones pluviométricas con al menos 25 años de registro completo y confiable, repartidas en toda la república.
- Se agruparán en el orden de 20 regiones de acuerdo con el coeficiente de variación de las precipitaciones diarias máximas anuales.
- Para cada región se formarán muestras agrupadas con el método de estaciones-

año, para las precipitaciones medias máximas anuales y para duraciones de 1 a 30 días.

- Se hará el ajuste de las funciones de distribución de probabilidad más adecuadas a cada muestra, así como las extrapolaciones a periodos de retorno de 10, 50, 100 y 200 años.
- Con el método de los bloques alternos se formarán los hietogramas de diseño para cada región.
- Considerando la media de las precipitaciones máximas anuales de cada estación, se pasará de los hietogramas regionales a los correspondientes a cada estación.
- Tomando una muestra de las estaciones hidrométricas seleccionadas anteriormente, se obtendrán al menos tres hidrogramas de las crecientes más importantes y se calcularán los coeficientes de escurrimiento y los números de curva correspondientes a cada hidrograma. El análisis de los resultados permitirá escoger alguno de los modelos de pérdidas.
- A manera de ejemplo se calcularán hidrogramas de diseño para al menos 10 casos.

Como resultado del estudio, se producirán los siguientes documentos:

1. Archivos electrónicos con la información depurada de las estaciones hidrométricas y climatológicas analizadas.
2. Informe con la síntesis regional de las avenidas, considerando los gastos máximos instantáneos en las regiones estudiadas.
3. Informe con el procedimiento para que, a partir de una duración de 24 horas, se puedan estimar las intensidades con duraciones menores.
4. Mapa con precipitaciones puntales para distintos periodos de retorno hasta 200 años, considerando duraciones de 1 a 15 días.
5. Informe con el análisis de las tormentas, considerando al menos 2 avenidas (las más grandes) por región.
6. Informe con las características fisiográficas de 280 regiones hidrológicas en la república mexicana y sus relaciones con los gastos máximos registrados.
7. Informe con las curvas intensidad-área-duración, para las tormentas definidas en el punto 5. |