

COMPARACIÓN DE MÉTODOS PARA OBTENER EVENTOS DE DISEÑO EN LAS REGIONES HIDROLÓGICAS 24 Y 25 DE LA REPÚBLICA MEXICANA

Andrés Olaf Santana Soto, Ramón Domínguez Mora, Eliseo Carrizosa Elizondo
y Mario Ponce Soria

Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

E-mail: asantanas@iingen.unam.mx, rdominguezm@iingen.unam.mx, ecarrizosae@iingen.unam.mx, mponces@iingen.unam.mx

Introducción

En México, la información climatológica es mayor que la hidrométrica. Debido a la falta de información disponible y a la calidad de la misma, se utiliza el concepto de regionalización para agrupar la información de sitios que cuenten con un comportamiento hidrológico y estadístico similar, e inferir información para un punto donde no se tengan los suficientes registros. En 2014, (Domínguez Mora R., y otros, 2014) propusieron modelos no lineales con los que buscan obtener gastos medios diarios en función de las características fisiográficas y climatológicas de las cuencas que pertenecen a una misma región. En 2017, (Domínguez Mora R., y otros, 2017) actualizaron el estudio de regionalización tomando en cuenta las estaciones que cuentan con información suficiente en cada región hidrológica del país y que no estuviesen reguladas aguas arriba por obras hidráulicas.

En el trabajo antes mencionado, se hizo un análisis de las estaciones pertenecientes a las regiones 24 y 25 ubicadas al norte del país, delimitando 2 regiones homogéneas que se dividieron en cuencas con áreas mayores a los 3000 km², grupo 1, y menores a 3000 km², grupo 2. Se determinó que el modelo que mejor se ajusta al grupo dos es aquel que toma en cuenta el volumen de precipitación, el tiempo de concentración y el número de curva de las cuencas.

Este modelo considera que las características de la cuenca son uniformes a lo largo de toda el área drenada. Sin embargo, la lluvia, el uso de suelo y la edafología, no se distribuyen espacialmente de forma homogénea. Por lo anterior este trabajo tiene como objetivo comparar los resultados obtenidos para cada estación del grupo 2 analizada por separado con el modelo propuesto a partir de la regionalización y un modelo de parámetros distribuidos, lluvia-escorrentamiento, que considere la distribución espacial de la lluvia, del uso de suelo y de la edafología de la cuenca.

Metodología

Se obtuvieron las características fisiográficas de las cuencas pertenecientes al grupo dos de las regiones 24 y 25, con área mayor a 3000 km², sus datos de precipitación medidos, así como, las características del uso de suelo y edafología de cada una.

Se analizó la información hidrométrica de cada una de las estaciones pertenecientes a la región para obtener un gasto medio diario medido que se extrapoló a 10 años de periodo de retorno. Por otra parte, con las características fisiográficas y climatológicas de cada cuenca se estimó un gasto para el mismo periodo de retorno (Tr), a partir de la ecuación regional propuesta y su factor regional.

Se obtuvieron los hietogramas de diseño para un tren de lluvias estadísticas de 8 días, para un periodo de retorno de 10 años, tomando en cuenta el estudio de regionalización de precipitaciones y un factor de reducción de área para la región en estudio. (Dominguez, 2015)

Finalmente, se utilizó el modelo distribuido MPE, el cual considera los números de curva, los tiempos de viaje y la distribución de la lluvia estimada para un tamaño de celda de 100 x 100m.

Una vez obtenidos el número de curva de cada área del mallado y las lluvias estadísticas de diseño, por medio del software MPE, se calculó un hidrograma de salida para cada cuenca el cual se comparó con los resultados obtenidos por la ecuación regional y con la información hidrométrica de cada estación por separado.

Aplicación y resultados

A modo de ejemplo se mostrara la aplicación de la metodología para la cuenca San Fernando medida en la estación 25009.

En la figura 1 se muestra el ajuste de la función doble Gumbel a los gastos máximos anuales de la estación 25009 para la obtención del gasto de diseño asociado a un periodo de retorno de 10 años, este resultado ser de 879.72 m³/s.

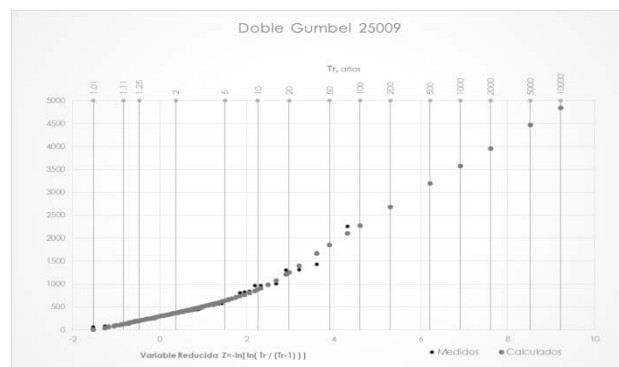


Figura 1.- Ajuste individual doble Gumbel de la estación 25009.

En la Tabla 1 se muestran las características fisiográficas y climatológicas obtenidas para la cuenca San Fernando, así como, la media obtenida de la serie de gastos máximos instantáneos.

Tabla 1.- Características Fisiográficas de la cuenca San Fernando.

| Estación | Nombre | Volumen | NC | tc | Media QMI |
|----------|--------------|-------------------------|------|------|-------------------|
| | | millones m ³ | 1 | h | m ³ /s |
| 25009 | San Fernando | 1309.0 | 75.7 | 83.4 | 457.182 |

Con las características obtenidas, la ecuación regional del grupo 2 mostrada en la ecuación 1 y los factores regionales asociados a diferentes periodos de retorno mostrados en la tabla 2 se obtiene el gasto estimado para la cuenca considerando que esta no tiene información como se muestra en las ecuaciones 2 y 3.

Tabla 2.- Factores regionales del grupo 2 CV grandes.

| Tr (años) | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 | 2000 | 5000 | 10000 |
|-----------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-------|-------|
| Factor | 0.69 | 1.43 | 2.02 | 2.88 | 5.5 | 7.41 | 9.1 | 11.2 | 12.8 | 14.3 | 16.36 | 17.87 |

$$Mqmi = 0.000003897 * V^{2.5355} * tc^{-3.2860} * NC^{3.4582} \quad [1]$$

$$Mqmi = [0.000003897 * 1309.0^{2.5355} * 75.7^{3.4582}] = 477.63 \quad [2]$$

$$Mqmi_{Tr=10} = 477.63 * 2.02 = 964.8177 \quad [3]$$

La figura 2 muestra el mallado de la cuenca San Fernando donde cada cuadrado de la malla representa un área de 1km²

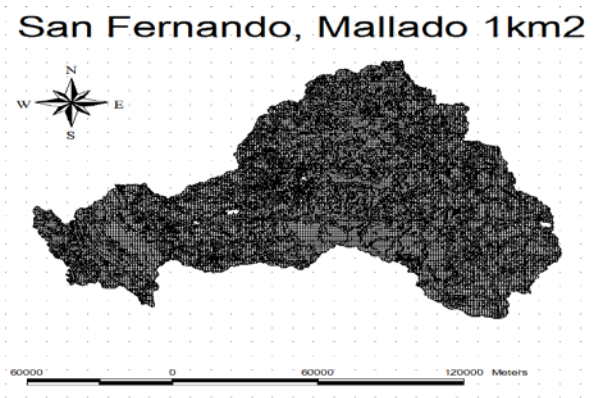


Figura 2.- Cuenca San Fernando, mallado.

La figura 3 muestra el hietograma de diseño de la estación 28123 con lluvias para un periodo de retorno de 10 años, y un tren de lluvias de 8 días con un Δt=8 horas, estas lluvias estadísticas están afectadas por un factor de reducción por área de 0.85.

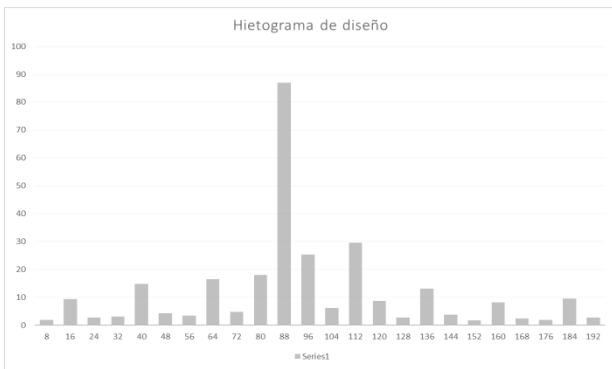


Figura 3.- Hietograma de diseño estación 28123.

Se calibro el modelo MPE para la cuenca de San Fernando con las lluvias históricas medidas en las estaciones ubicadas dentro de la cuenca y los escurrimientos medidos en la estación 25009 correspondientes al huracán Alex del año 2010 como se muestra en la figura 4.

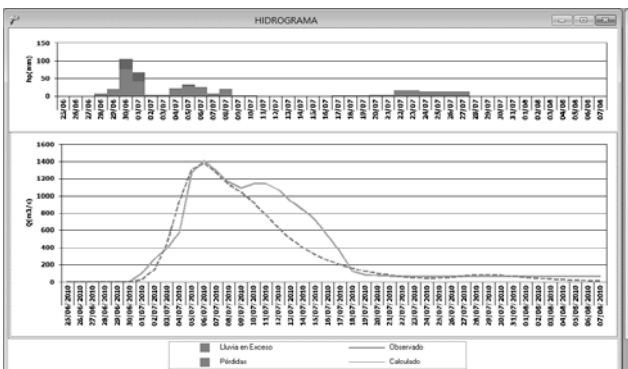


Figura 4.- Calibración del modelo MP.

Una vez obtenidos los hietogramas de todas las estaciones dentro de la cuenca, así como, los factores de calibración del modelo, se alimentan al modelo distribuido lluvia-escorrimento, para así, obtener una avenida de diseño y poder comparar el gasto obtenido con los resultados obtenidos

mediante la regionalización de las estaciones hidrométricas para un periodo de retorno de 10 años.

En la figura 5 se muestra el resultado obtenido con el software MPE.

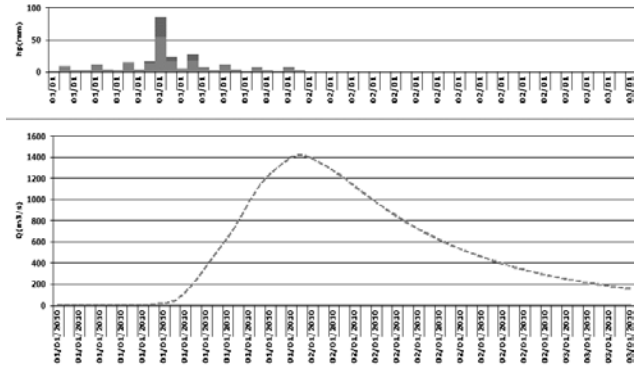


Figura 5.- Avenida de diseño obtenida con el MPE para la cuenca San Fernando.

Promediando los 24 valores correspondientes a cada día se obtuvo el gasto medio diario máximo de 755.998 m³/s.

La tabla 3 muestra un resumen con los resultados obtenidos para las tres cuencas analizadas.

Tabla 3.- Resumen de resultados obtenidos.

| Nombre | Mqmi (ecuacionRegi) | Q individual | Q Regional | Q (nula informacion) | Q MPE |
|--------------|---------------------|--------------|------------|----------------------|---------|
| Tepehuaje | 620.79 | 1943.14 | 1509.41 | 1254.00 | 1258.38 |
| Jiménez | 80.50 | 456.37 | 406.74 | 162.62 | 305.74 |
| San Fernando | 477.41 | 879.72 | 923.51 | 964.36 | 1406.56 |

Conclusiones

Para los casos donde se considera que las cuencas cuentan con nula información, se notó una disparidad entre los resultados obtenidos; para el caso de la cuenca Tepehuaje se notan resultados muy parecidos entre sí, esta cuenca es la que cuenta con el área más pequeña y con un buen número de estaciones climatológicas dentro de la misma.

Para el caso de la cuenca Jiménez se observa que utilizando la ecuación regional, el gasto medio diario obtenido es de magnitudes menores a las esperadas, por tanto, al extrapolarlo a un periodo de retorno de 10 años se observa un evento que está por debajo de los obtenidos individual y regionalmente, esto considerando una distribución de parámetros concentrados.

Referencias

Domínguez, Carrizosa, Fuentes, Arganis, Osnaya, Galván., (2015). "Análisis Regional para la estimación de precipitaciones de diseño en la república mexicana". Instituto de Ingeniería UNAM. México.

-Domínguez, Arganis, Carizosa, Hincapié, Esquivel, Herrera., (2017). "Estudio para regionalizar los gastos generados por avenidas máximas, como base para la elaboración de mapas de peligro por inundaciones fluviales en todas las cuencas de la república mexicana: regionalización de gastos". Instituto de Ingeniería UNAM. México.