

REGIONALIZACIÓN DE PRECIPITACIONES PARA LA OBTENCIÓN DE LLUVIAS DE DISEÑO EN EL ESTADO DE OAXACA

Roberto Abraham Vázquez Martínez, Eliseo Carrizosa Elizondo, y Ramón Domínguez Mora

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

E-mail: rvazquezm@ingen.unam.mx; ecae@pumas.ingen.unam.mx; rdm@pumas.ingen.unam.mx

Introducción

En México hay estaciones climatológicas que se encuentran distribuidas en todo el territorio nacional, dichas estaciones se encargan de registrar la altura de precipitación acumulada cada 24 horas, sin embargo, la red estaciones climatológica es insuficiente y no satisface la demanda de información requerida para la elaboración de estudios hidrológicos adecuados. Por esa razón, se realiza un análisis regional de precipitaciones que permita agrupar aquellas estaciones que tengan un comportamiento hidrológico estadísticamente similar, con la finalidad de elaborar grandes registros de precipitación para cada una de las regiones, y a partir de esos registros ajustar una función de probabilidad que represente el comportamiento de la muestra, de este modo será posible estimar eventos de diseño en sitios con nula o escasa información, y así aumentar la confiabilidad de los estudios hidrológicos de precipitación.

Se eligió el estado de Oaxaca debido a que su zona geográfica es altamente vulnerable a ser atacada año con año por eventos hidrológicos extremos, tan solo del año 1971 a 2011 se han registrado un total de 17 eventos de este tipo, donde 9 fueron de tipo depresión tropical, seis de tormenta tropical, un huracán categoría uno, y un huracán categoría tres. Dichos fenómenos afectaron diferentes municipios del estado, generando pérdidas económicas por daño en infraestructura, e inclusive pérdidas de vidas humanas.

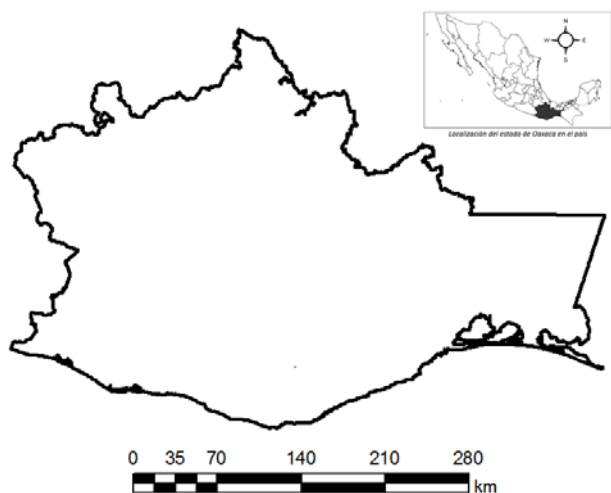


Figura 1.- Forma y ubicación del estado de Oaxaca.

Metodología

Es importante aclarar que los datos con los que se trabajó están referidos a la altura máxima de precipitación anual, por otro lado, no todas las estaciones ubicadas dentro del estado fueron tomadas en cuenta para el análisis regional, por ello se hizo un proceso de selección en el que sólo se escogieron aquellas estaciones con un historial mínimo de 20 años de registro, además, fue necesario verificar en el registro original aquellos datos que pudieran resultar sospechosos debido a que

reportaban valores inusuales. Una vez realizado el proceso de selección, de las 352 estaciones que tiene el estado de Oaxaca, únicamente se utilizaron 190 para el análisis regional.

Posteriormente, del historial de cada una de las estaciones se obtuvieron los parámetros estadísticos: media, desviación estándar y coeficiente de variación (CV). Con ayuda de este último, y considerando la topografía del estado, se agruparon por regiones las estaciones que tuvieran un CV similar.

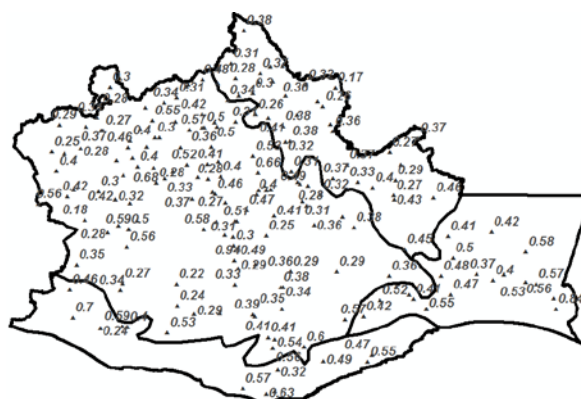


Figura 2.- Regiones hidrológicas propuestas.

Una vez definidas las regiones se aplicó la técnica de estaciones – año, para ello, se realizó un registro estandarizado que contemplara todos los valores de cada región, dichos datos se ordenaron de mayor a menor y se les asignó una probabilidad de no excedencia, finalmente se ajustó la función de probabilidad que mejor representara el comportamiento de los datos. Para este último paso se utilizó el software Ax que permite ajustar diferentes funciones de probabilidad, posteriormente, se eligió la aquella que arrojara el menor estándar de ajuste, siendo la función Gumbel para las regiones de Golfo e Istmo, y Doble Gumbel para las regiones de Altiplano y Pacífico.

Aplicación y resultados

Utilizando las funciones de probabilidad seleccionadas, se realizó una extrapolación para estimar distintos eventos de diseño, de esta manera se obtuvieron los factores de diseño en cada región para diferentes periodos de retorno.

Tabla 1.- Factores de diseño asociados a diferentes periodos de retorno.

Tr (años)	Altiplano	Golfo	Istmo	Pacífico
2	0.92	0.95	0.92	0.87
5	1.23	1.24	1.35	1.27
10	1.46	1.43	1.63	1.72
20	1.72	1.62	1.9	2.1
50	2.2	1.86	2.26	2.51
100	2.6	2.04	2.52	2.8
200	2.96	2.22	2.78	3.08
500	3.4	2.46	3.13	3.45
1000	3.72	2.64	3.39	3.72
2000	4.04	2.82	3.65	4
5000	4.47	3.06	4	4.36
10000	4.78	3.23	4.26	4.63

Conociendo estos factores, y con ayuda de un mapa de isoyetas de las medias de las precipitaciones máximas anuales, es posible conocer la tormenta de diseño en cualquier parte del estado de Oaxaca, para ello, únicamente se debe multiplicar la altura de precipitación de la zona de interés por su respectivo factor regional.

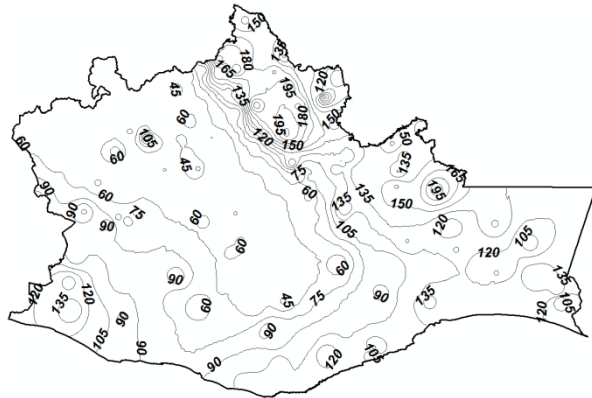


Figura 3.- Ejemplo de mapa de isoyetas de precipitación máxima media anual.

Conclusiones

Debido a la extensa superficie del estado de Oaxaca, la densidad de estaciones climatológicas es baja, por tal motivo sería conveniente reincorporar las estaciones que actualmente se encuentran fuera de servicio, y por ningún motivo dejar de dar mantenimiento a aquellas que actualmente se encuentran operando.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el mapa de regiones hidrológicas es posible observar que la topografía del estado juega un papel importante al delimitar las regiones, por ejemplo, las zonas que tienen una orografía accidentada contienen estaciones con un comportamiento estadístico similar, mientras que, las zonas con planicie albergan otro grupo diferente de estaciones.

Por otro lado, los resultados arrojados por el análisis probabilístico indicaron que función Doble Gumbel es la que mejor representa el comportamiento de las regiones de Altiplano y Pacífico, esto debido a que en ellas se presentan lluvias asociadas a eventos ciclónicos, por tal razón, es conveniente la elaboración de obras hidráulicas de protección que permitan mitigar los efectos adversos que puedan generar sobre la población.

Finalmente, es importante resaltar que el análisis de regionalización es de mucha utilidad para conocer la tormenta de diseño en cualquier parte del estado de Oaxaca, ya que considera la mayor cantidad de información posible, reduciendo la incertidumbre y aumentando la confiabilidad de la altura de precipitación esperada para diferentes periodos de retorno.

Referencias

- Aparicio, M. F. (2012), *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Editorial LIMUSA. México.
- Escalante Sandoval, C. A., & Reyes Chávez, L. (2008). *Técnicas estadísticas en hidrología*. México.
- Domínguez Mora, Carrizosa Elizondo Eliseo, Fuentes Mariles Guadalupe E. Arganis Juárez Maritza L., Osnaya Romero Javier, Galván Andrés. (2015). "Análisis Regional para la estimación de precipitaciones de diseño en la república mexicana". Instituto de Ingeniería UNAM. México.