

AQUA-ZERO: SOFTWARE LIBRE PARA ANÁLISIS HIDROLÓGICOS PRIMERA ETAPA, ANÁLISIS DE FRECUENCIAS

Cervantes Rico Victor Gustavo y Murillo Jiménez Javier

Grupo ICARTO, Universidad Autónoma de Zacatecas, México
E-mail: vcervantesr@yahoo.com, javier_murillo_29@hotmail.com

Introducción

Para realizar un adecuado diseño y dimensionamiento de cualquier estructura hidráulica, la principal variable a conocer es el gasto con el cuál operará. Cuando se trata de estructuras cuyo funcionamiento depende principalmente de las precipitaciones y no se conocen los caudales históricos en el punto de interés, se puede recurrir a los registros de estaciones meteorológicas ya sea pluviográficas o pluviométricas para estimar las crecidas generadas por lluvias con intensidades de precipitación asociadas a diferentes periodos de retorno.

Para determinar estas intensidades de precipitación se debe realizar un análisis de frecuencias partiendo de los registros históricos de lluvia. En México, normalmente se utiliza como dato de partida la lámina de precipitación en 24 horas debido a que la cantidad de pluviógrafos es muy pequeña en comparación con los pluviómetros. Los datos de los registros históricos deben ser extrapolados a diferentes periodos de retorno, ya sea mediante el cálculo de las curvas intensidad-duración-periodo de retorno o mediante el ajuste de las diferentes distribuciones de probabilidad utilizadas en hidrología a las series de datos existentes.

Antecedentes

Uno de los paquetes de cómputo más utilizados en México para realizar el análisis de frecuencias es el software AX que sirve para hacer el ajuste de las principales distribuciones de probabilidad utilizadas en hidrología a la serie de datos hidrometeorológicos a estudiar. Este software fue desarrollado por Martín Jiménez Espinosa, investigador del Centro Nacional de Prevención de Desastres en el año de 1992 y cuya última versión es la 1.05 del año 1997.

Problemática

En el año de 1992, las computadoras personales tenían una capacidad de cómputo y memoria muy limitada, siendo la arquitectura más común la de 16 bits. Debido a esto, para el cálculo de los parámetros de algunas funciones de probabilidad era necesario hacer suposiciones que simplificaran el cálculo. Así mismo, la experiencia en el uso del AX muestra que sólo admite series de datos con 50 registros, series con un número mayor de registros conducen al cierre automático del programa.

En la actualidad, el desarrollo de los equipos de cómputo ha permitido el uso de arquitecturas más robustas, siendo la más común en el año de 2018 la de 64 bits, lo cual ha generado el muy conocido problema de la incompatibilidad para el uso de softwares compilados para otras arquitecturas. Este caso de incompatibilidad se presenta entre el software AX y los equipos de cómputo de 64 bits.

Objetivos

El objetivo del trabajo aquí descrito es la creación de un paquete de cálculo compatible con las nuevas tecnologías de cómputo en un ambiente amigable con el usuario y que apoye al ingeniero durante las siguientes etapas del análisis hidrológico:

- Análisis y selección de los datos de precipitación.
- Ajuste de diferentes funciones de distribución de probabilidad a la serie de datos existentes.
- Obtención de las láminas de precipitación asociadas a diferentes periodos de retorno.

Marco teórico

Para una estación climatológica dada se realiza el análisis del número de datos que deben estar registrados en cada uno de los años del periodo de registro, comparándolos con el número de datos que realmente existen para determinar los porcentajes de datos faltantes. Por defecto, el software AQUA-ZERO rechaza el año en análisis si el porcentaje de datos registrados es menor al 85%. Sin embargo, el software permite la modificación de este parámetro a un porcentaje distinto definido por el usuario.

Para verificar la confiabilidad de los datos, es necesario realizar pruebas de consistencia. El software AQUA-ZERO aplica las pruebas de homogeneidad e independencia mencionadas en la tabla 1.

Tabla 1.- Pruebas de consistencia realizadas por el software AQUA-ZERO

Tipo de prueba	Prueba
Homogeneidad	Prueba de Helmer
Homogeneidad	Prueba t de Student
Homogeneidad	Prueba de Cramer
Independencia	Prueba de Anderson

En la tabla 2 se muestran las diferentes funciones de distribución de probabilidad que se utilizan en el software AQUA-ZERO. Para realizar el ajuste de dichas funciones se utilizan dos métodos: momentos y máxima verosimilitud.

Tabla 2.- Funciones de distribución de probabilidad utilizadas en el software AQUA-ZERO

Función / Parámetros	Momentos		Máxima verosimilitud	
	2 p	3 p	2 p	3 p
Normal	✓			
Lognormal	✓	✓	✓	✓
Exponencial	✓		✓	
Gamma	✓	✓	✓	✓
Gumbel	✓		✓	
Doble Gumbel	✓			

Las ecuaciones, tanto de las pruebas de homogeneidad e independencia, como de las funciones de distribución de probabilidad y los parámetros de ajuste son descritas a detalle en el manual de referencia del software AQUA-ZERO.

Funcionamiento del software

Los datos pueden ingresarse al software AQUA-ZERO de dos maneras distintas: como un vector de valores en archivo de bloc de notas de Windows o como un archivo nativo del software

ERIC III (Extractor Rápido de Información Climatológica del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua).

Una vez ingresados los datos, el software realiza el análisis y selección de los datos de precipitación a utilizar.

Posteriormente, se realiza de manera automática un análisis global de la serie de datos, ordenando en la tabla “análisis

global” (figura 1) las funciones según su error estándar, desde el menor hasta el mayor y mostrando automáticamente los resultados del ajuste de la función de mínimo error estándar, pero permitiéndose obtener los resultados de una función distinta. En esta ventana se muestran los valores estadísticos de la muestra, los parámetros de ajuste de la función y el ajuste gráfico de la función de distribución de probabilidad.

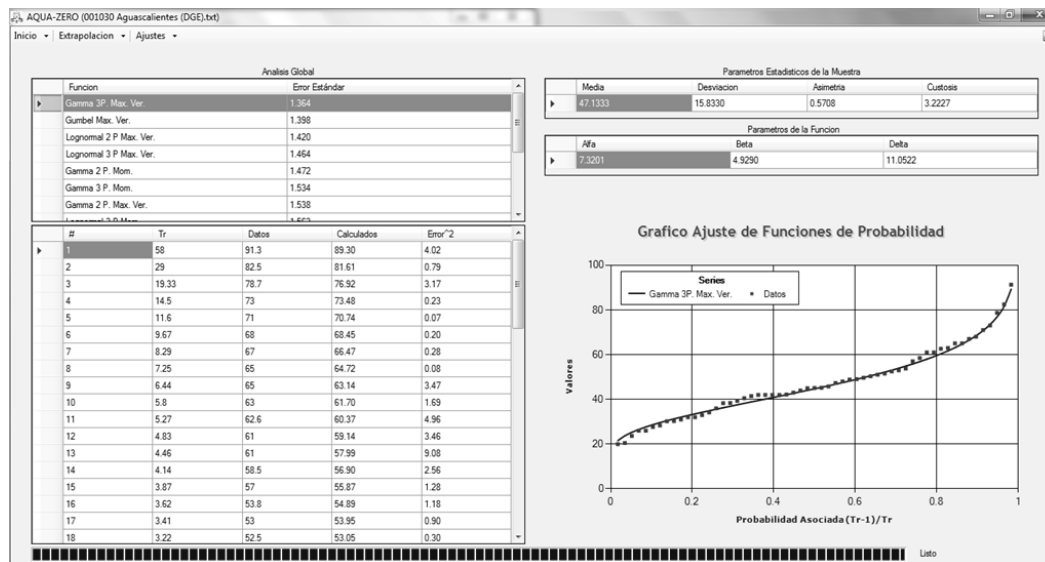


Figura 1.- Funcionamiento del software AQUA-ZERO: Análisis global y ajuste de funciones de distribución de probabilidad a la serie de datos.

En la opción “Extrapolación >> Extrapolar” se obtienen los valores asociados a diferentes periodos de retorno, el AQUA-ZERO tiene por defecto los periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 100, 200, 1000, 2000, 5000 y 1000 años pero incluye la opción para que el usuario pueda agregar o eliminar periodos de retorno tanto como sea necesario en la opción “Extrapolación >> Editar Periodos de Retorno”.

orientación, áreas de impresión, tamaño y tipo de letra, bordes, etc. La figura 2 muestra la hoja resumen en formato de Excel del reporte generado por el Software AQUA-ZERO en la etapa de “Análisis y selección de los datos de precipitación”.

Conclusiones

- El software AQUA-ZERO es de distribución libre.
- El uso del software AQUA-ZERO es útil para cualquier serie de datos, no únicamente para datos de precipitación.
- El software AQUA-ZERO es compatible con sistemas operativos de 32 y 64 bits.
- Se incluye en el software un manual de usuario, detallando cada una de las tareas que puede realizar el software con la finalidad de facilitar su uso.
- La descripción a detalle de los métodos y ecuaciones empleadas es incluida en el manual de referencia del software.

Referencias bibliográficas

Abramowitz, M. y Stegun, I. (1972). *Handbook of mathematical functions*. Dover Publications, N.Y.

Aparicio, F. J. (2007). *Fundamentos de hidrología de superficie*. Ed. Limusa, México.

Campos, D. F. (2003). *Introducción a los Métodos Numéricos: Software en Basic y aplicaciones en Hidrología Superficial*. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.

Escalante, C. A. y Reyes, L. (2008). *Técnicas estadísticas en hidrología 2a. ed.* Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Jiménez, M. (1992). *F Manual de operación del programa AX.exe (Ajuste de funciones de distribución de probabilidad)*. Coordinación de Investigación del Área de Riesgos Hidrometeorológicos del Centro Nacional de Prevención de Desastres, México.

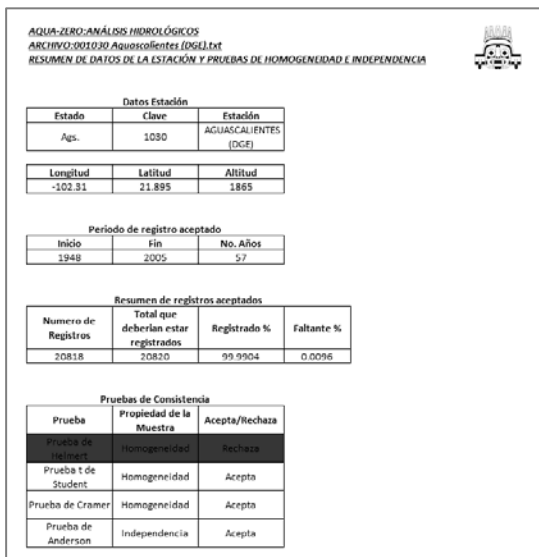


Figura 2.- Reporte de resultados: Análisis y selección de los datos.

El Software AQUA-ZERO contiene también la opción de generación automática de reportes en formato de libro de Excel que permite al usuario exportar todos los resultados, tanto de la etapa de análisis y selección de datos como de la etapa de ajuste de distribuciones de probabilidad a la serie de datos y la obtención de valores asociados a diferentes periodos de retorno. El formato exportado a Excel está configurado para imprimirse de manera directa, contando desde ya con el tamaño de hoja,