

VII. EL MODELO HEC-HMS

7.1. Generalidades

El modelo HEC-HMS (“Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System”) fue diseñado para simular procesos de lluvia-escorrentía en sistemas dendríticos de cuencas. Se usa en estudios de disponibilidad de agua, drenaje urbano, pronósticos de flujo, futuras urbanizaciones, reducción del daño por inundaciones, etc.

Es un programa gratuito, de dominio público y fue desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los EE.UU. Surge como evolución del programa HEC-1 pero incluye muchas mejoras, como una interfase gráfica que facilita al usuario las labores de pre y post-proceso y la posibilidad de conectarse a un sistema de información geográfica (ArcGIS).

El HEC-HMS se usa para simular la respuesta hidrológica de una cuenca. Incluye los modelos de cuenca, modelos meteorológicos, especificaciones de control y datos de entrada. El programa crea una corrida de simulación, combinando los modelos y las especificaciones. Puede hacer corridas de precipitación o de la proporción de flujo, tiene la capacidad de salvar toda la información de estado de la cuenca en un punto de tiempo, y la habilidad de comenzar una nueva corrida de simulación, basada en la información de estado previamente guardada.

Los resultados de la simulación se pueden ver en el mapa de la cuenca. Se generan tablas sumarias globales y de elemento, que incluyen la información sobre el flujo máximo y el volumen total. También están disponibles, una tabla de serie de tiempo, el gráfico por elementos, los resultados de múltiples elementos y corridas de simulación. Finalmente, el programa HEC-HMS tiene la capacidad de imprimir todos los gráficos y tablas (http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/features.html#Hydrologic_Simulation).

El modelo contiene:

- a) Descripción física de la cuenca
- b) Descripción meteorológica
- c) Simulación hidrológica
- d) Estimación de parámetros
- e) Análisis de simulaciones
- f) Conexión con SIG

El lapso de tiempo de una simulación es controlado por las especificaciones de control que incluyen: la fecha y hora de inicio, de terminación y un intervalo de tiempo.

Las fases de trabajo del programa son:

- a) Separación de la lluvia neta, es decir, se calcula qué parte de la precipitación va a producir escurrimiento directo.
- b) Cálculo del escurrimiento directo producido por esa lluvia neta.
- c) Suma del escurrimiento directo y el base, si existía previamente. Cálculo de la evolución del escurrimiento base a lo largo del tiempo.
- d) Cálculo de la evolución del hidrograma a medida que discurre a lo largo del cauce.

El HEC-HMS permite establecer varias subcuencas, en las cuales realiza los cálculos de las 3 primeras fases mencionadas. Luego, suma todos los caudales generados y transitados a lo largo del recorrido, y proporciona el hidrograma de salida de la cuenca.

7.2. Componentes

7.2.1. Modelo de cuenca

El modelo de cuenca representa la cuenca física, el usuario lo desarrolla agregando y conectando elementos hidrológicos. Para definir la estructura de las cuencas, el programa considera los siguientes elementos:

- a) Subcuencas (subbasins)
- b) Tramos de tránsito (routing reach)
- c) Uniones (junctions)
- d) Embalses (reservoirs)
- e) Fuentes (Sources)
- f) Sumideros (sinks)
- g) Derivaciones (diversions)

En los modelos de cuenca, se informa al programa de las distintas subcuencas y sus características, como el área, el método que se usará para la obtención del hidrograma, número de curva y el tiempo de retraso o “lag time” (Figura 43).

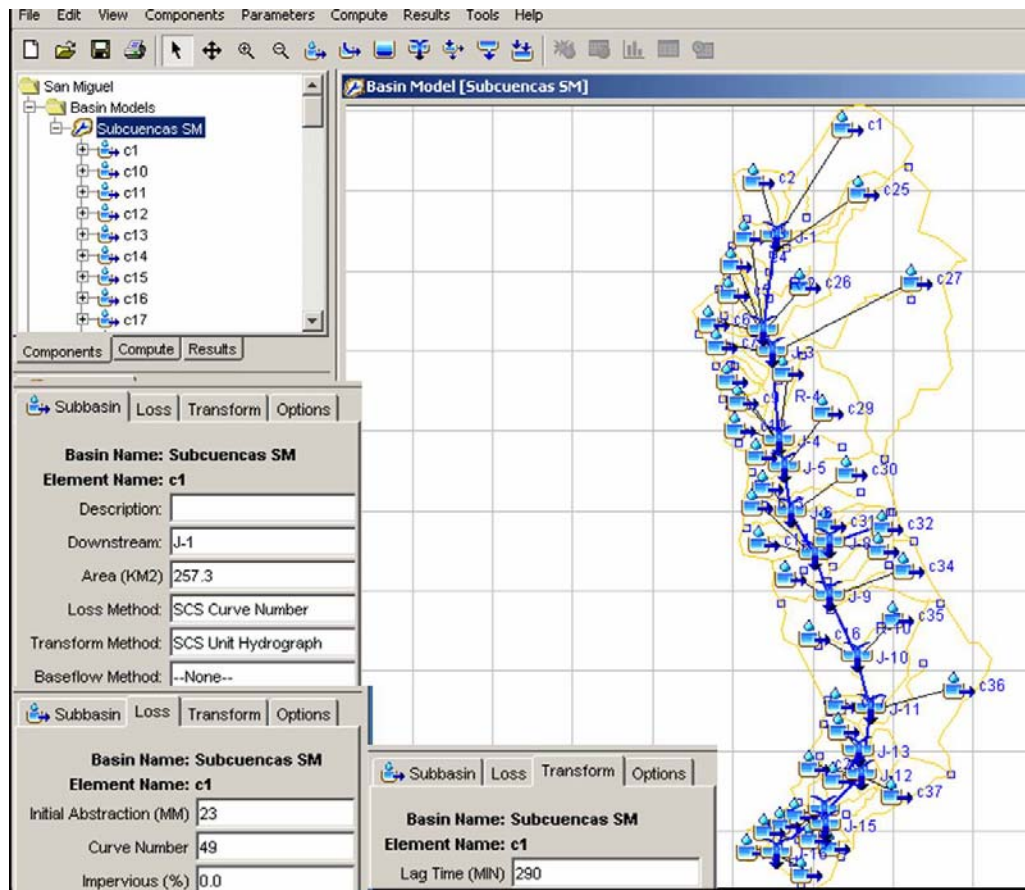


Figura 43. Modelos de cuenca (“Basin models”)

7.2.2. Modelo meteorológico

El modelo meteorológico calcula la entrada de precipitación requerida por un elemento subcuenca. El programa puede usar datos de lluvia puntual o en malla y puede modelar lluvia congelada o líquida junto con evapotranspiración. Incluye varios métodos de precipitación (tormenta frecuente, medidores de lluvia, precipitación en malla, distancia inversa y otros).

Dentro del modelo meteorológico introducimos los datos de los pluviógrafos que se van a utilizar y los asignamos a cada subcuenca (Figura 44).

Subbasin ...	Gage	Total Dept...
c1	pluv 143	
c10	pluv 144	
c11	pluv 130	
c12	pluv 130	
c13	pluv 130	
c14	pluv 131	
c15	pluv 131	
c16	pluv 133	
c17	pluv 147	
c18	pluv 147	
c19	pluv 147	
c2	pluv 143	
c20	pluv 147	
c21	pluv 147	
c22	pluv 147	
c23	pluv 147	
c24	pluv 147	
c25	pluv 148	

Figura 44. Modelo meteorológico con las subcuencas y su pluviógrafos

7.2.3. Especificaciones de control

En las especificaciones de control se fija el lapso de tiempo de una corrida de simulación. Se establece la fecha y hora de inicio de la lluvia y el término de la misma con un intervalo de tiempo que puede variar según nuestra conveniencia (Figura 45).

Control Specifications	
Name: Control 1	
Description:	
Start Date (ddMMMYYYY)	22jun2004
Start Time (HH:mm)	10:00
End Date (ddMMMYYYY)	23jun2004
End Time (HH:mm)	06:00
Time Interval:	1 Hour

Figura 45. Especificaciones de control del HEC-HMS

7.2.4. Datos de entrada

La información que necesita el programa está relacionada directamente con los métodos de cálculo que maneja. Existen cinco grupos básicos de información que deben suministrarse a HEC-HMS para efectuar las simulaciones:

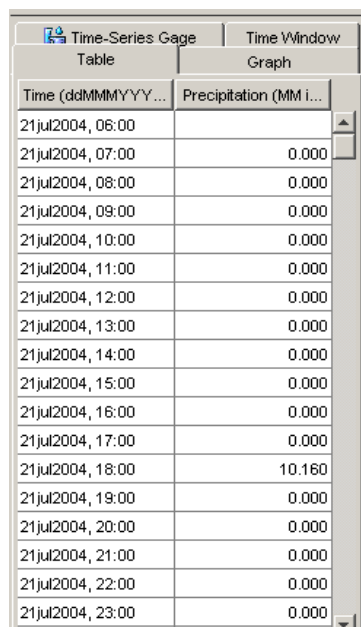
1. Precipitación histórica o de diseño.
2. Características del suelo.
3. Información morfométrica de las subcuencas.
4. Datos hidrológicos del proceso de transformación de lluvia en escorrentía.
5. Características hidráulicas de los tramos de canal y de la capacidad de los embalses (métodos de tránsito).

Para la calibración, validación y análisis de sensibilidad del modelo, además de la información anterior se necesitan:

1. Registros concordantes de precipitación y caudales de salida (hietogramas e hidrogramas).
2. Determinación de las condiciones iniciales de humedad en los suelos (difícil de lograr).

(http://ingenieria.udea.edu.co/~jecanon/hojadevidajecb_archivos/HTML/taller%20HEC-HMS/informaci%F3n.htm)

Para alimentar los datos de precipitación, se introduce el tiempo y la lluvia registrada por cada pluviógrafo localizado en las estaciones climatológicas ya mencionadas (Figura 46).



Time (ddMMYY...	Precipitation (MM i...
21jul2004, 06:00	
21jul2004, 07:00	0.000
21jul2004, 08:00	0.000
21jul2004, 09:00	0.000
21jul2004, 10:00	0.000
21jul2004, 11:00	0.000
21jul2004, 12:00	0.000
21jul2004, 13:00	0.000
21jul2004, 14:00	0.000
21jul2004, 15:00	0.000
21jul2004, 16:00	0.000
21jul2004, 17:00	0.000
21jul2004, 18:00	10.160
21jul2004, 19:00	0.000
21jul2004, 20:00	0.000
21jul2004, 21:00	0.000
21jul2004, 22:00	0.000
21jul2004, 23:00	0.000

Figura 46. Datos de tiempo contra lluvia