

TRABAJO DE DIPLOMA

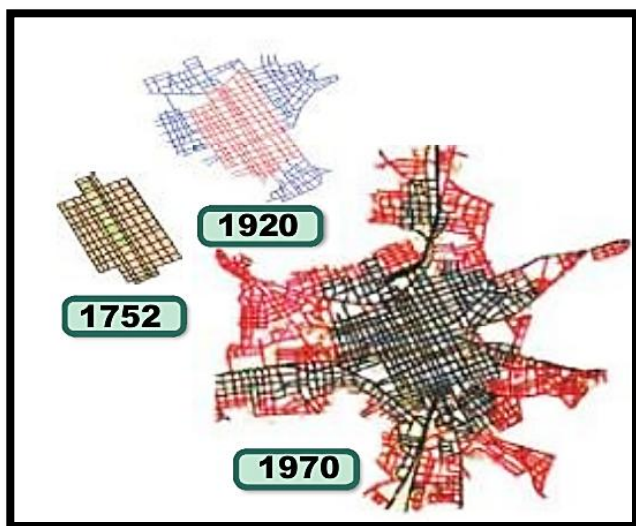
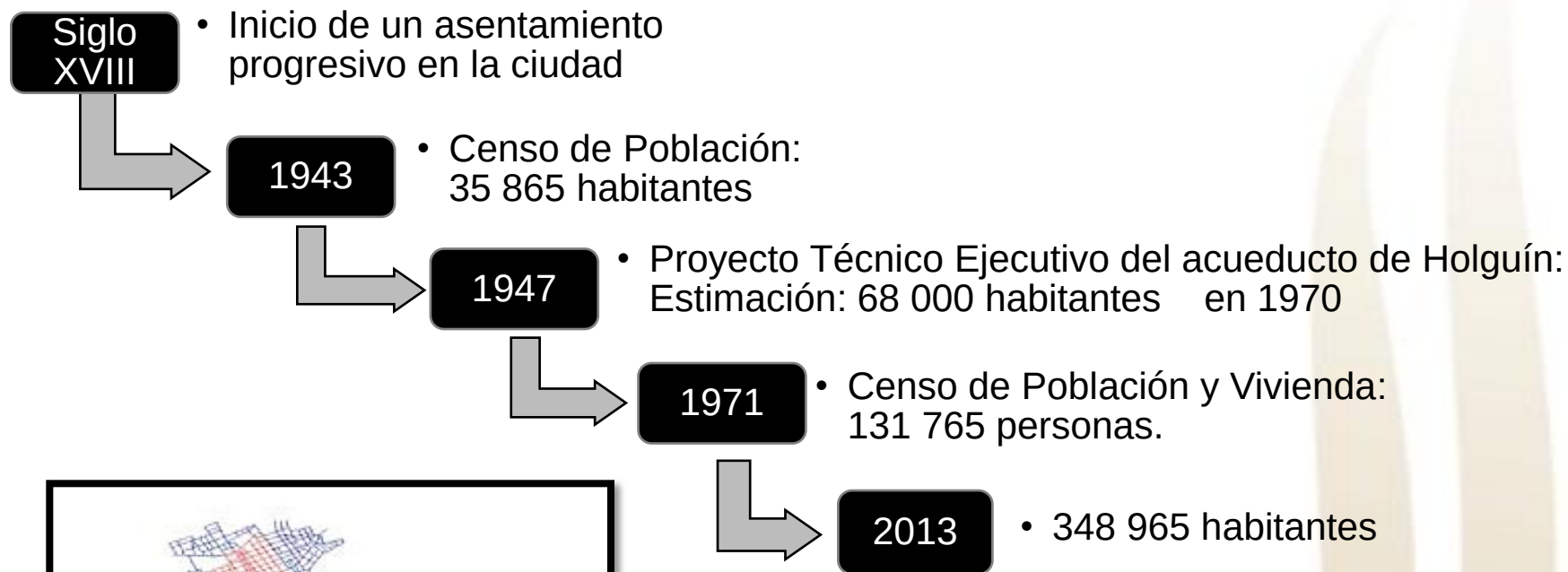
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Civil

MODELACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO MARAÑÓN MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE HEC-HMS

Autor: *Ivett Rosalia Consuegra Pupo*

Tutores: *MSc. Raymundo Rodríguez Tejeda*

Prof. Dr. habil. Frido Reinstorf



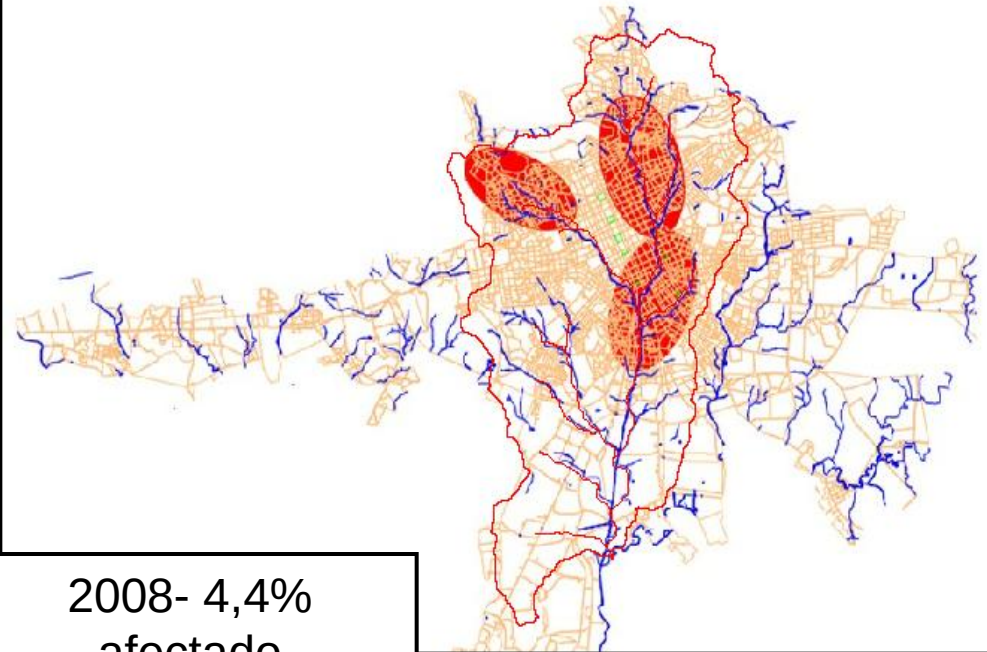
**Asentamiento de las personas en las
zonas de inundación de los ríos**



Déposito de desechos sólidos



Presencia de casas o parte de
ellas en los cauces



2008- 4,4%
afectado

MODELACIÓN HIDROLÓGICA

Sistemas de Alerta
Temprana contra
Inundaciones

Pre dimensionamiento
de puentes,
alcantarillas viales y
sistemas de drenaje
pluvial

Estudio del impacto
ambiental de las
crecientes

Sistema de Modelación Hidrológica del Centro de Ingeniería Hidrológica
del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU.

HEC-HMS

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La ausencia de un modelo que caracterice los procesos hidrológicos asociados a los eventos máximos que tienen lugar en la cuenca del río Marañón constituye una limitante en la planificación territorial y la mitigación de desastres.

OBJETO DE INVESTIGACIÓN

Cuenca del río Marañón.

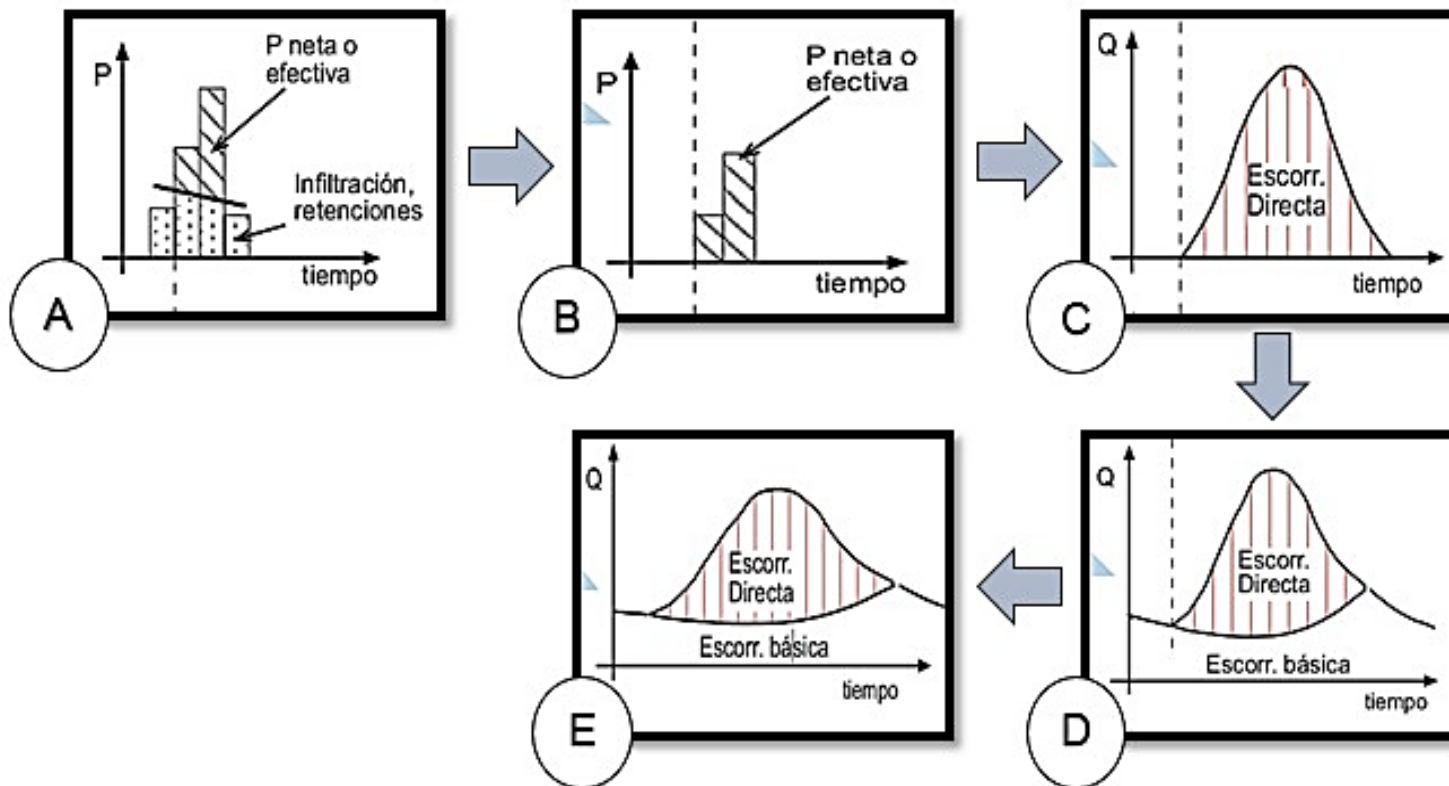
CAMPO DE INVESTIGACIÓN

Modelación hidrológica de eventos extremos de la
cuenca del río Marañón

OBJETIVO GENERAL

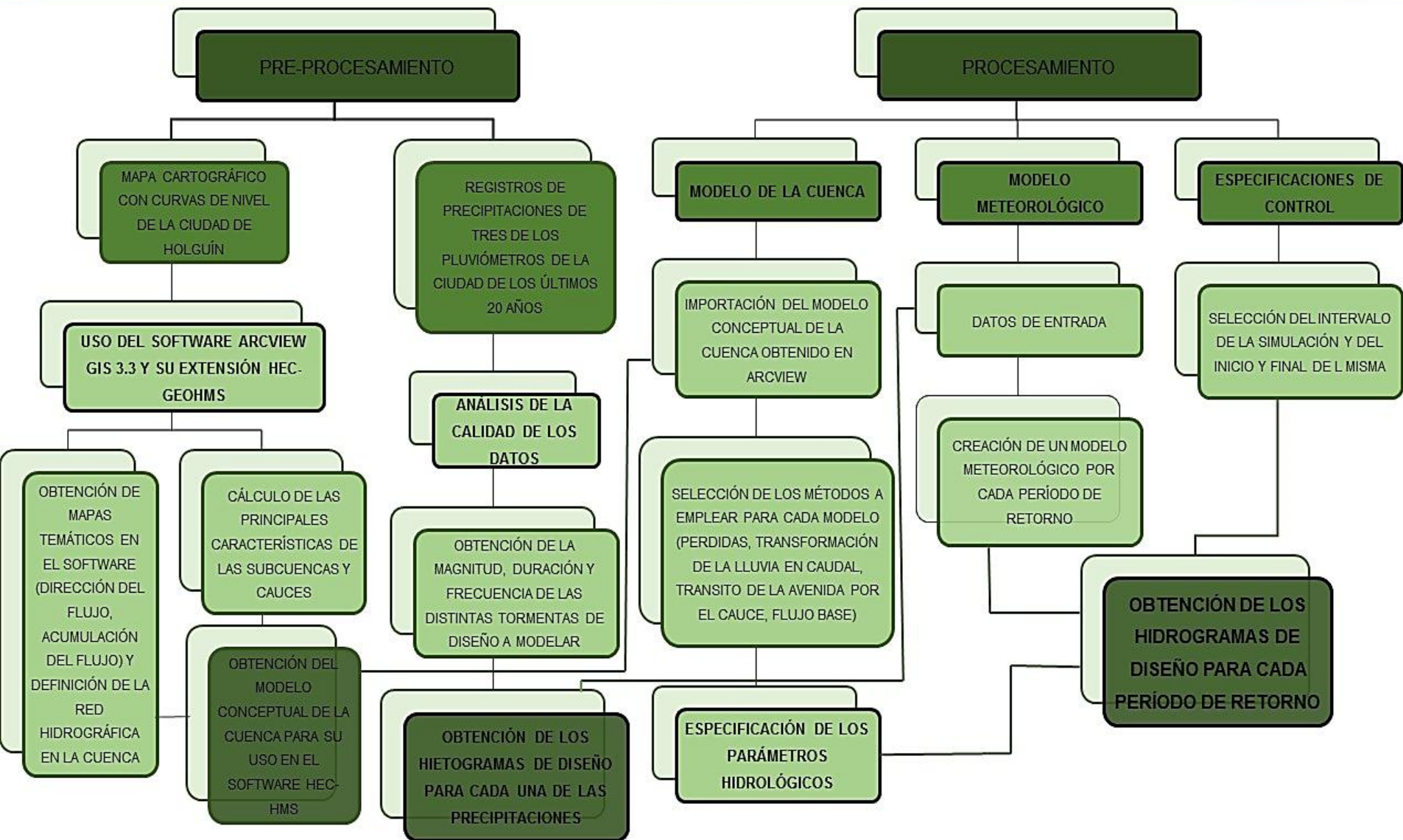
Realizar la modelación hidrológica de la cuenca del río Marañón empleando el software de simulación HEC-HMS.

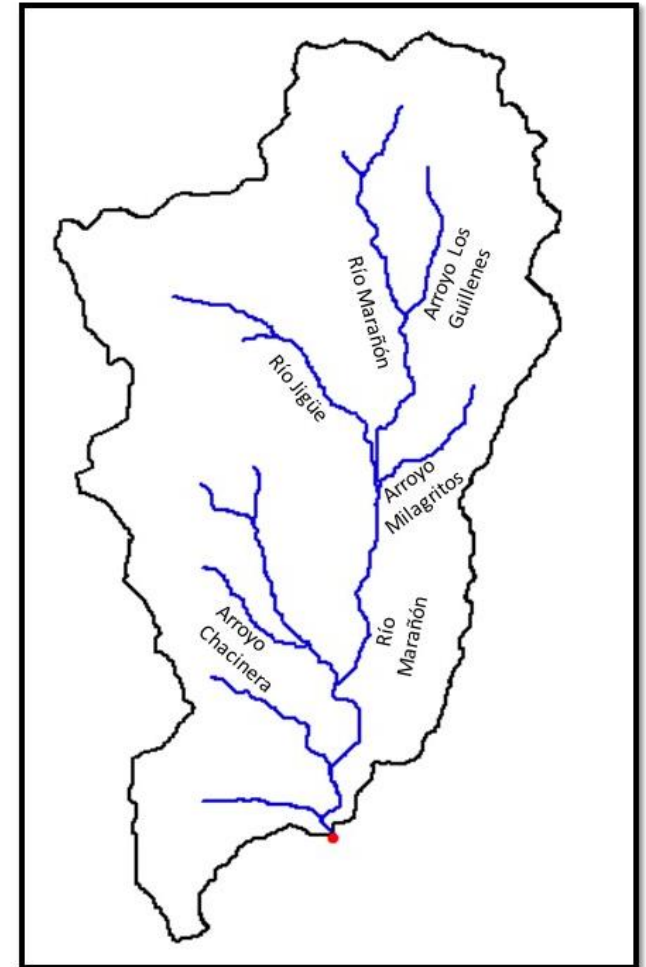
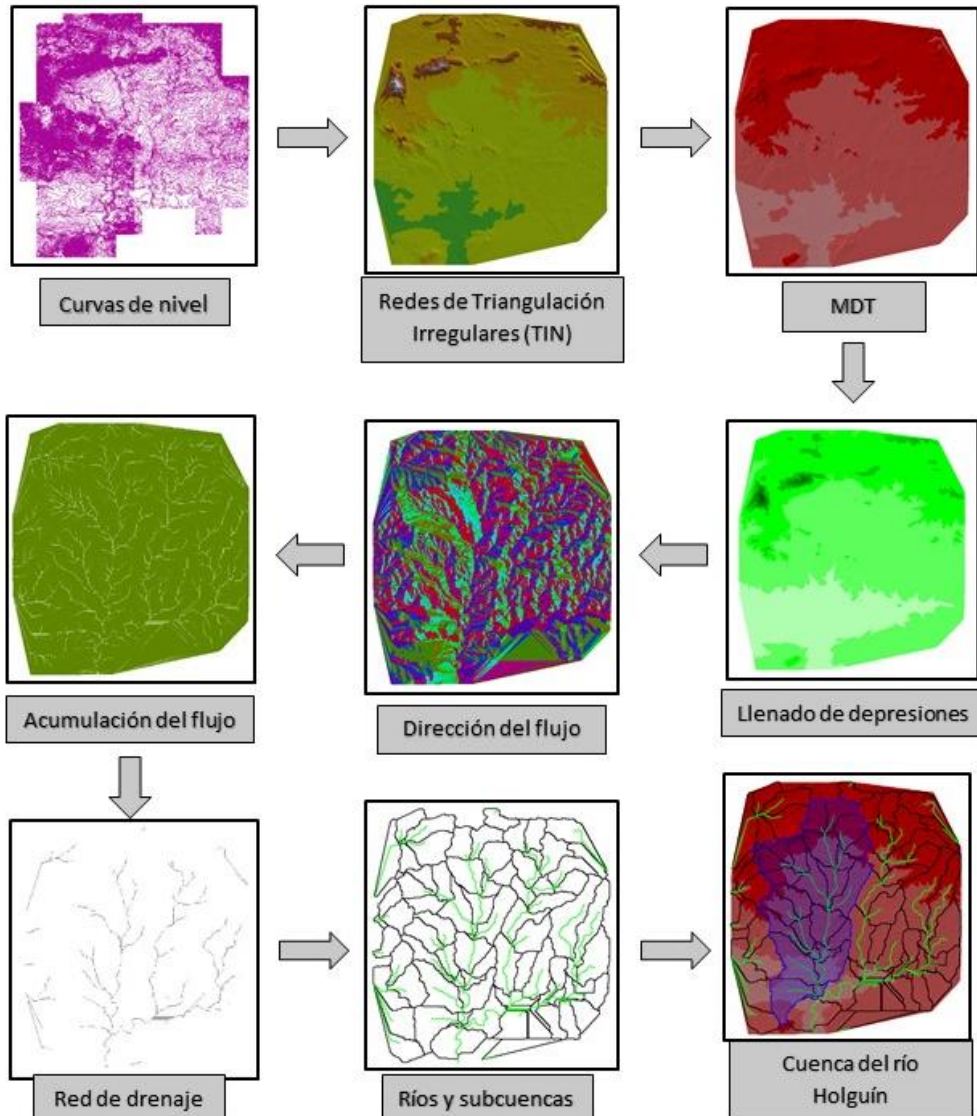
Pérdidas Transformación de la lluvia en caudal



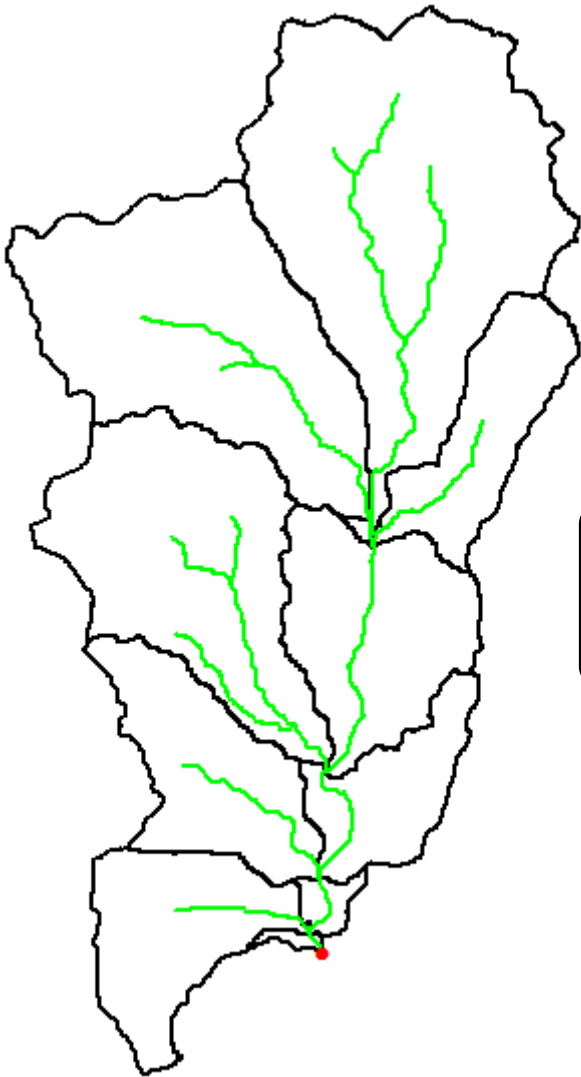
Flujo base

Tránsito de avenidas por
el cauce

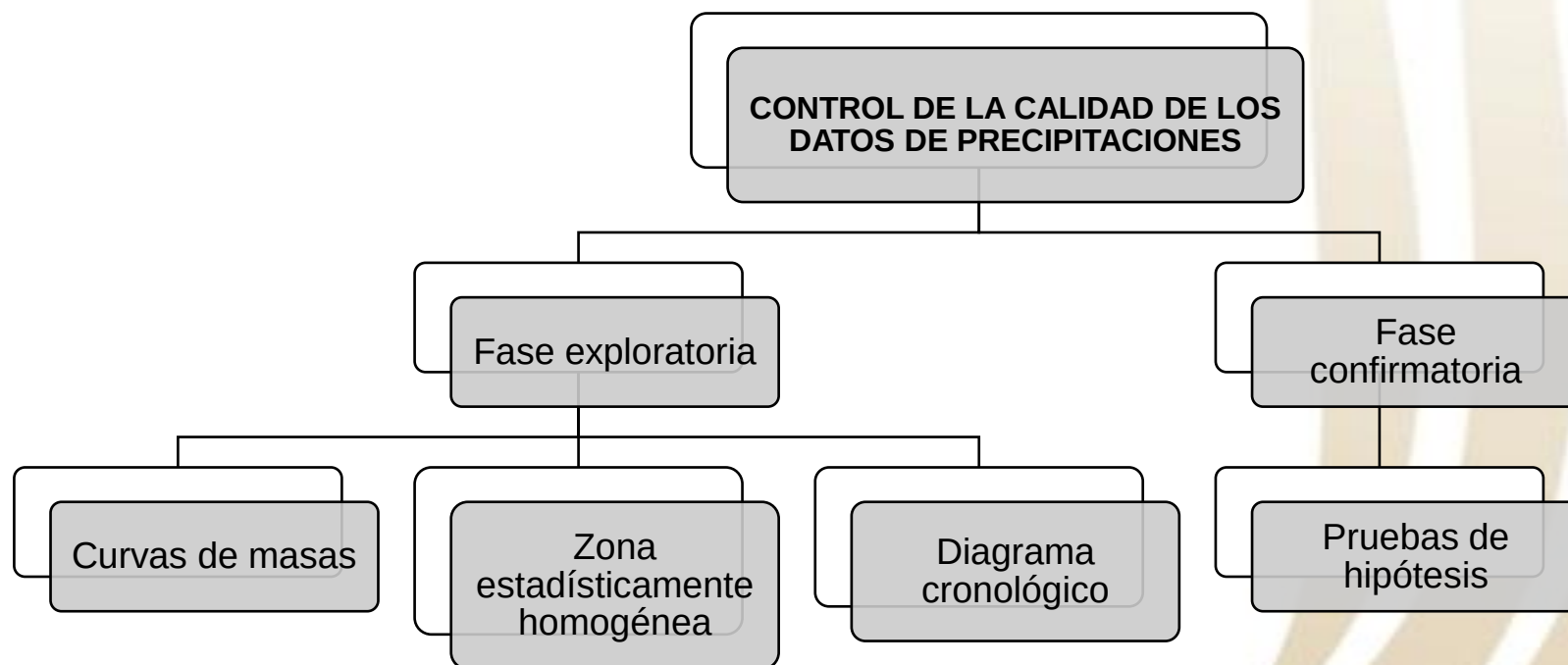




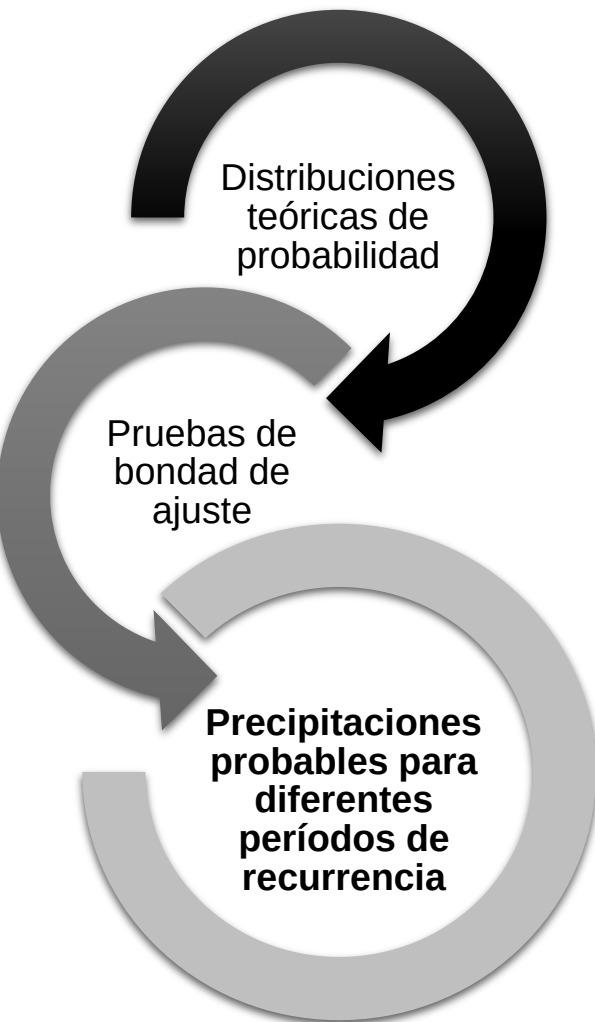
Cuenca del río Marañón



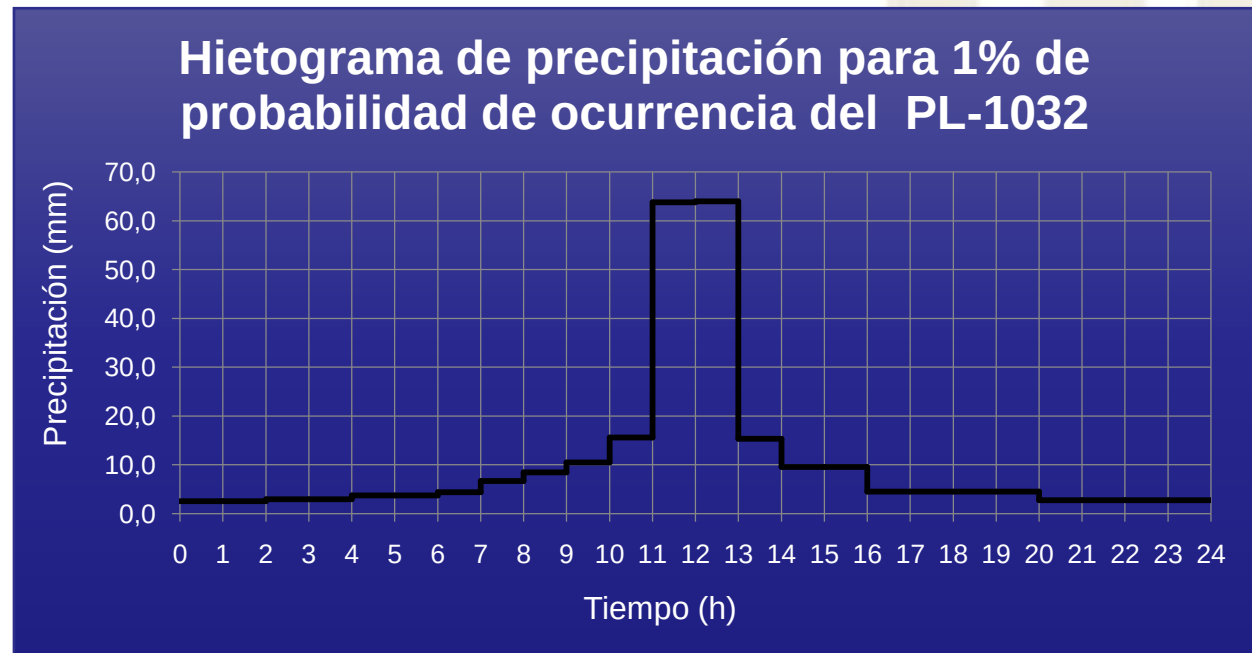
Pluviómetro	Período de observaciones disponibles	Longitud de la serie real
PL-1578	1968-2011	44
PL-1032	1964-2012	49
PL-1689	1990-2010	20



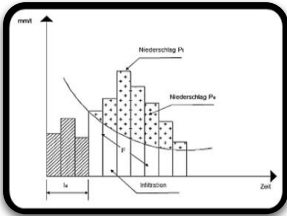
Análisis de probabilidades de eventos extremos máximos



Pluviómetro	Precipitación probable (mm)				
	100 años	20 años	10 años	5 años	2 años
PL-1032	255	160	130	105	75
PL-1578	300	175	140	110	80

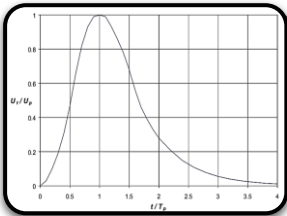


SELECCIÓN DE LOS MÉTODOS PARA CADA MODELO



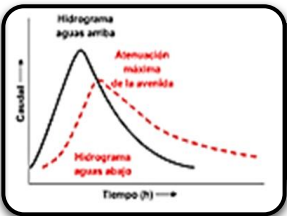
PÉRDIDAS

- Número de Curva (CN) del Soil Conservation Service (SCS)



TRANSFORMACIÓN DE LA LLUVIA EN CAUDAL

- Hidrograma unitario del SCS



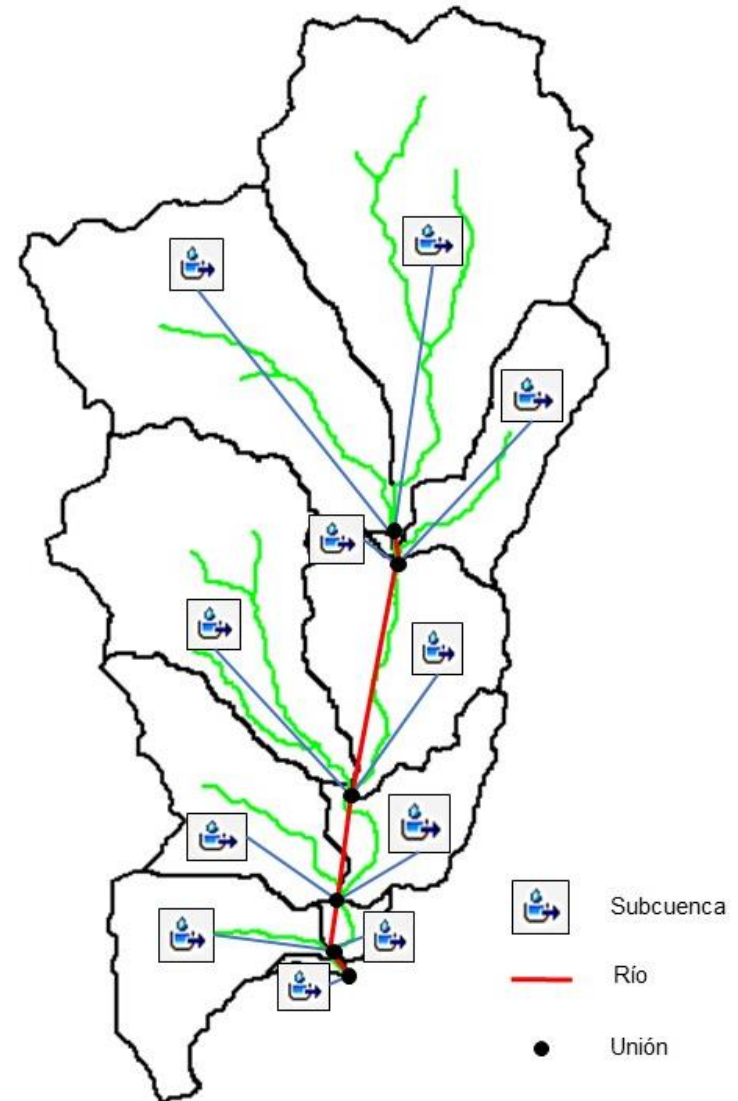
TRÁNSITO DE LA AVENIDA POR EL CAUCE

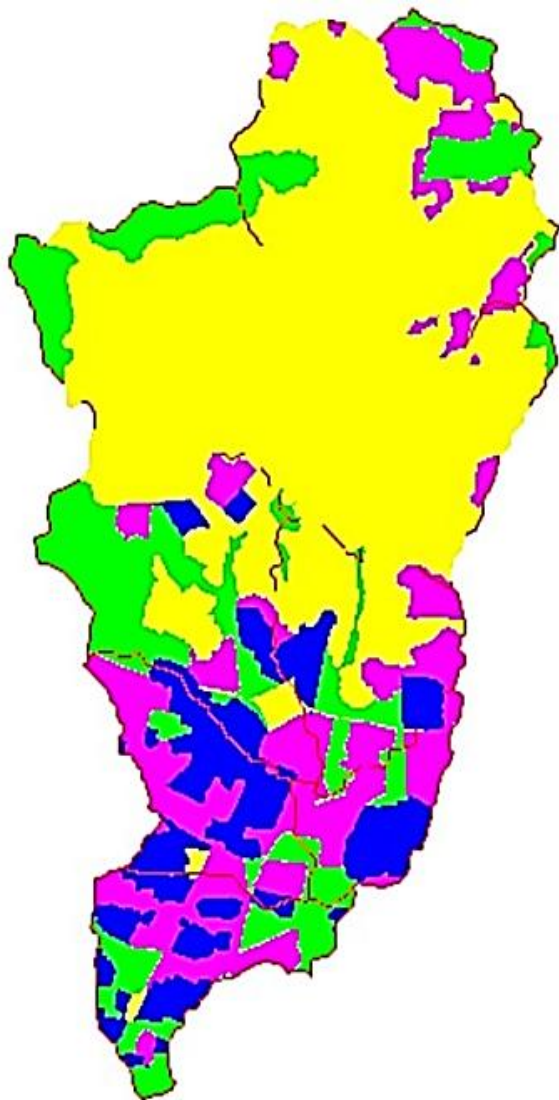
- Onda cinemática



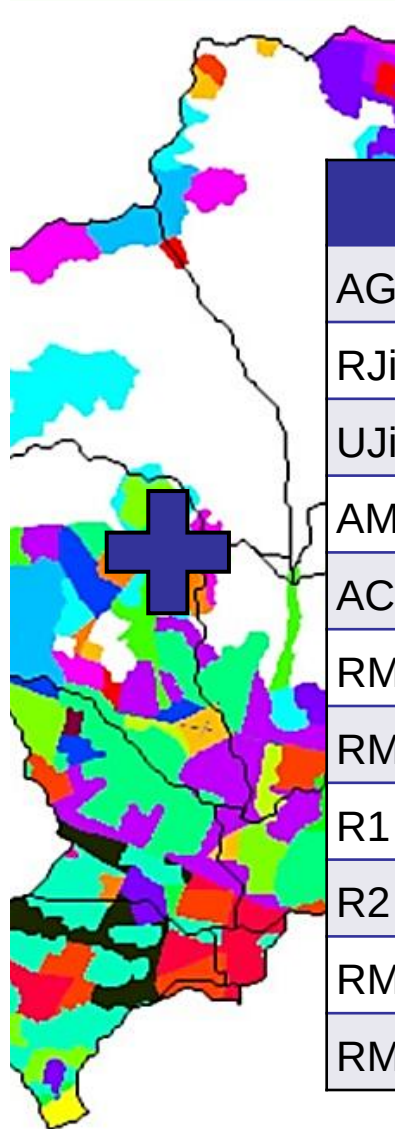
MODELO METEOROLÓGICO

- Hietograma especificado por el usuario



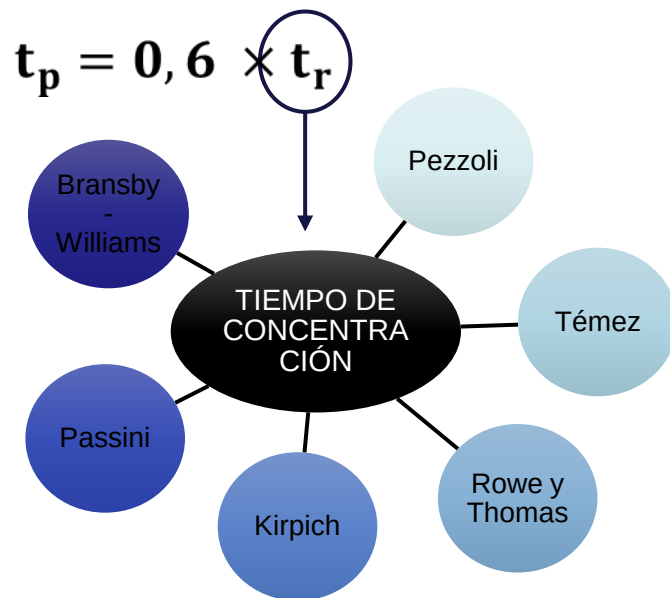


Uso del suelo en la cuenca



Geología de la ciudad de Holguín

Subcuenca	Número de curva
AGuill-RMar	68
RJigüe	67
UJigüe-UMilagritos	60
AMilagritos	75
AChacinera	67
RMarañón1	72
RMarañón2	77
R1	80
R2	79
RMarañón3	75
RMarañón4	77



Subcuencas	T _c Promedio (Min)	T _{lag} (Min)
AGuill-RMar	73	44
RJigüe	57	34
UJigüe-UMilagritos	4	2
AMilagritos	34	20
RMarañón1	47	28
AChacinera	50	30
RMarañón2	48	29
R1	55	33
R2	47	28
RMarañón3	38	23
RMarañón4	10	6

Características	Río 1	Río 2	Río 3	Río 4	Río 5
Longitud (m)	122.43	2083.38	1159.12	552.84	182.28
Pendiente (m/m)	0.0149	0.0070	0.0034	0.0010	0.0055
Coeficiente de Manning	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
Subtramos	2	10	7	4	2
Ancho(m)	4.0	4.6	3.7	7.4	7.2
Pendiente de los lados (xH:1V)	0.65	0.65	0.7	0.7	0.7

MODELO METEOROLÓGICO

HIETOGRAMA ESPECIFICADO POR EL USUARIO

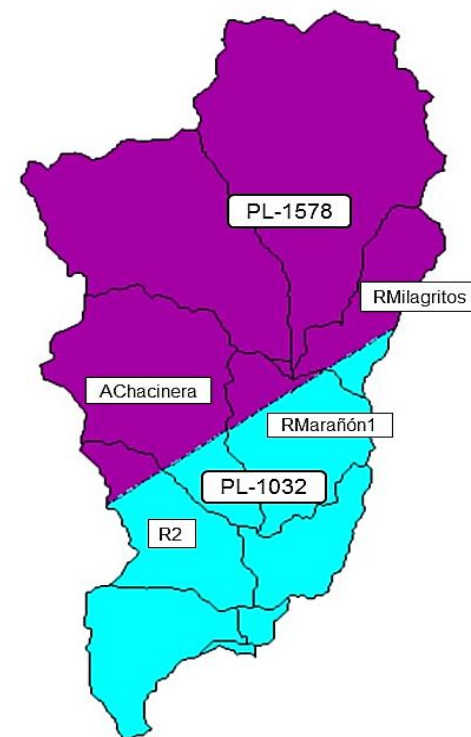
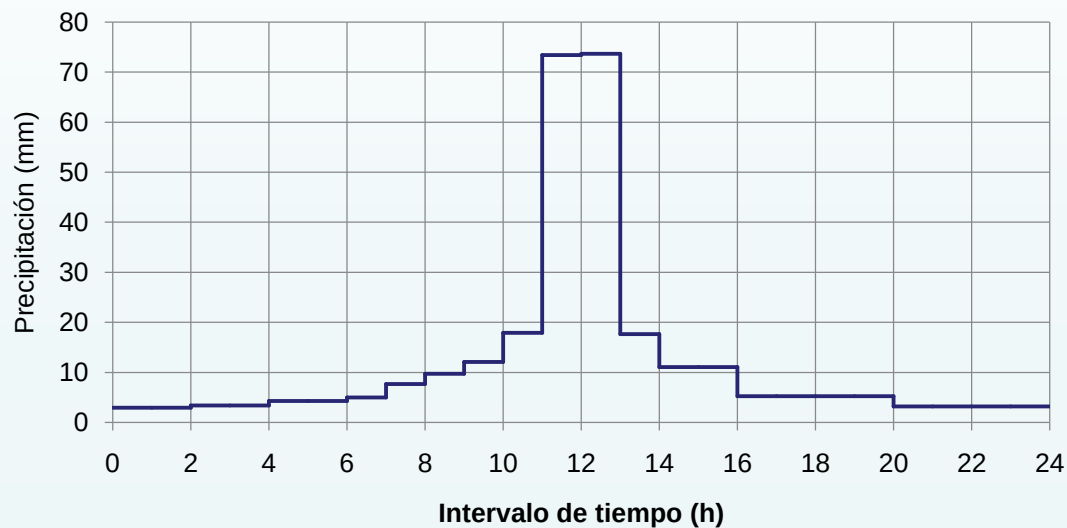
Modelación de precipitaciones de 1%, 5%, 10%, 20% y 50% de probabilidad de ocurrencia

Hietogramas

Pares de datos

Datos de Entrada

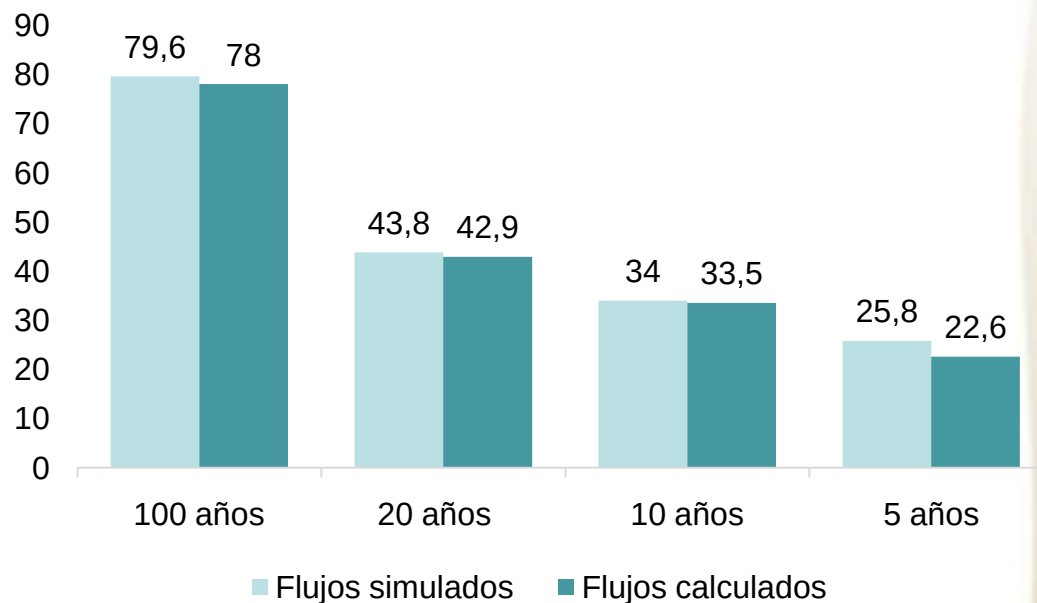
Hietograma de precipitación de 1% de probabilidad de ocurrencia en la subcuenca Milagritos



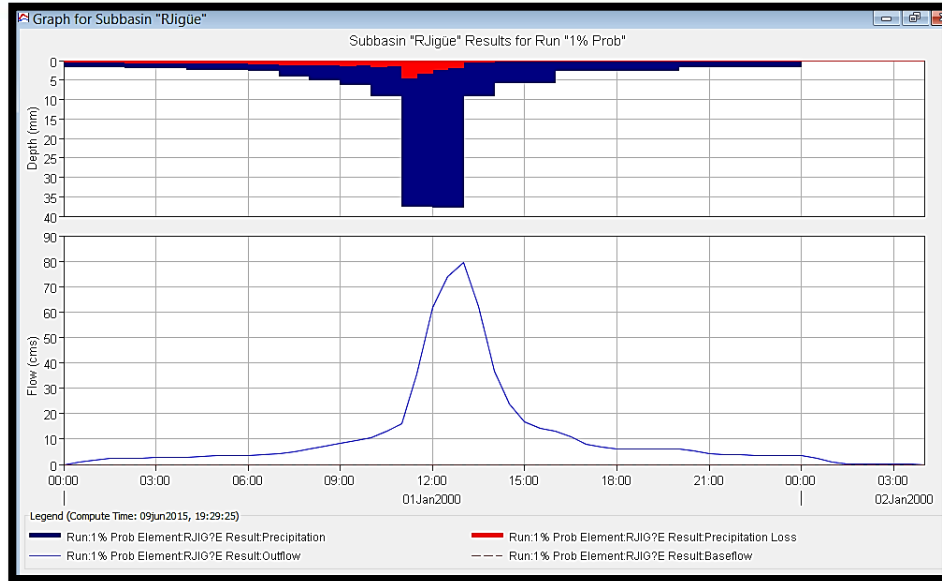
Flujos simulados



Flujos calculados en el informe “Estudio de las inundaciones en la ciudad de Holguín”

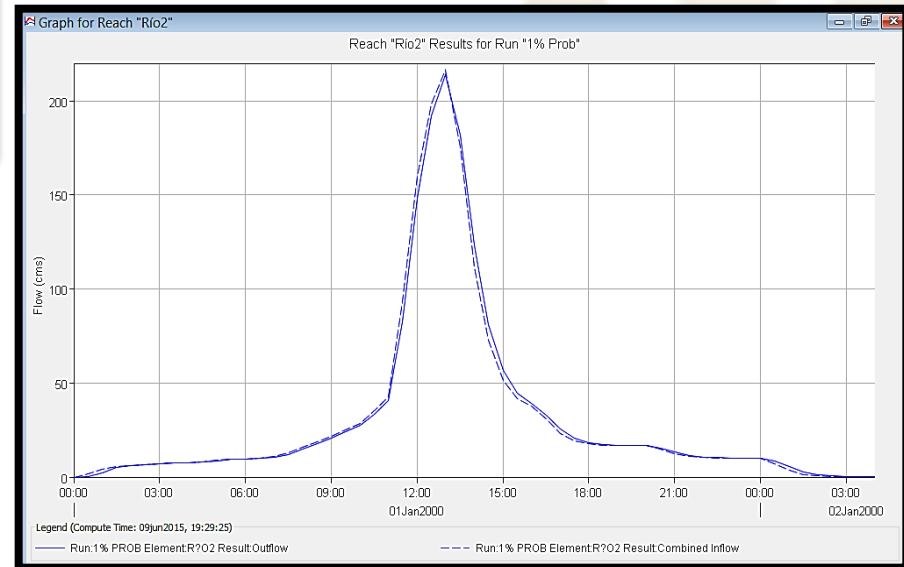


Comparación de los flujos simulados con los calculados en la subcuenca Jigüe (m³/s)



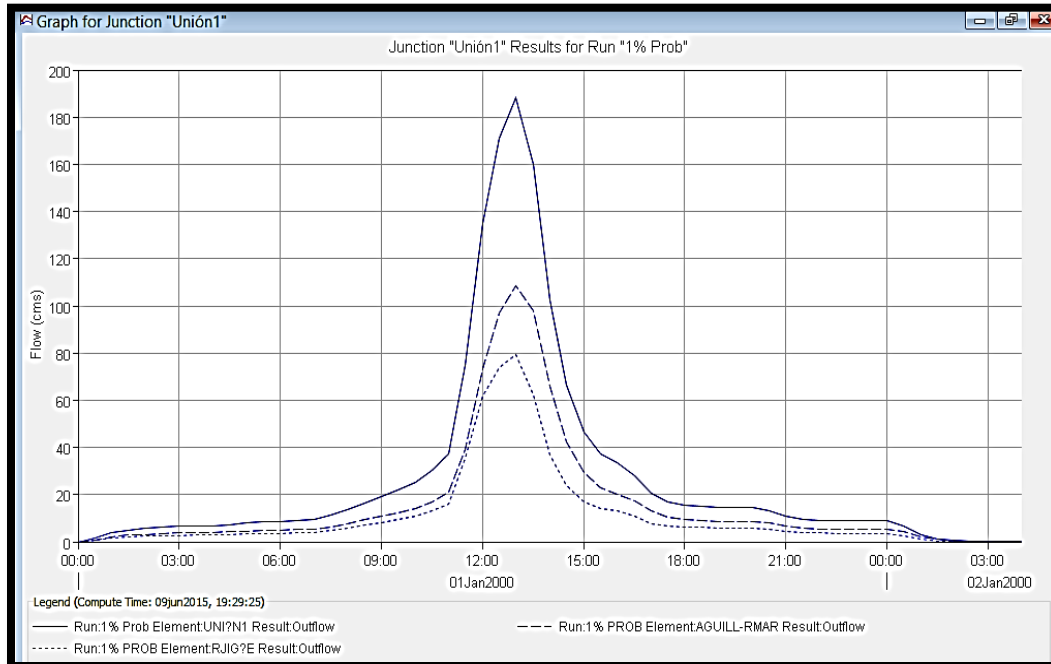
Hidrograma de salida de la subcuenca Jigüe

Comportamiento de los hidrogramas de salida de diferentes elementos de la cuenca Marañón

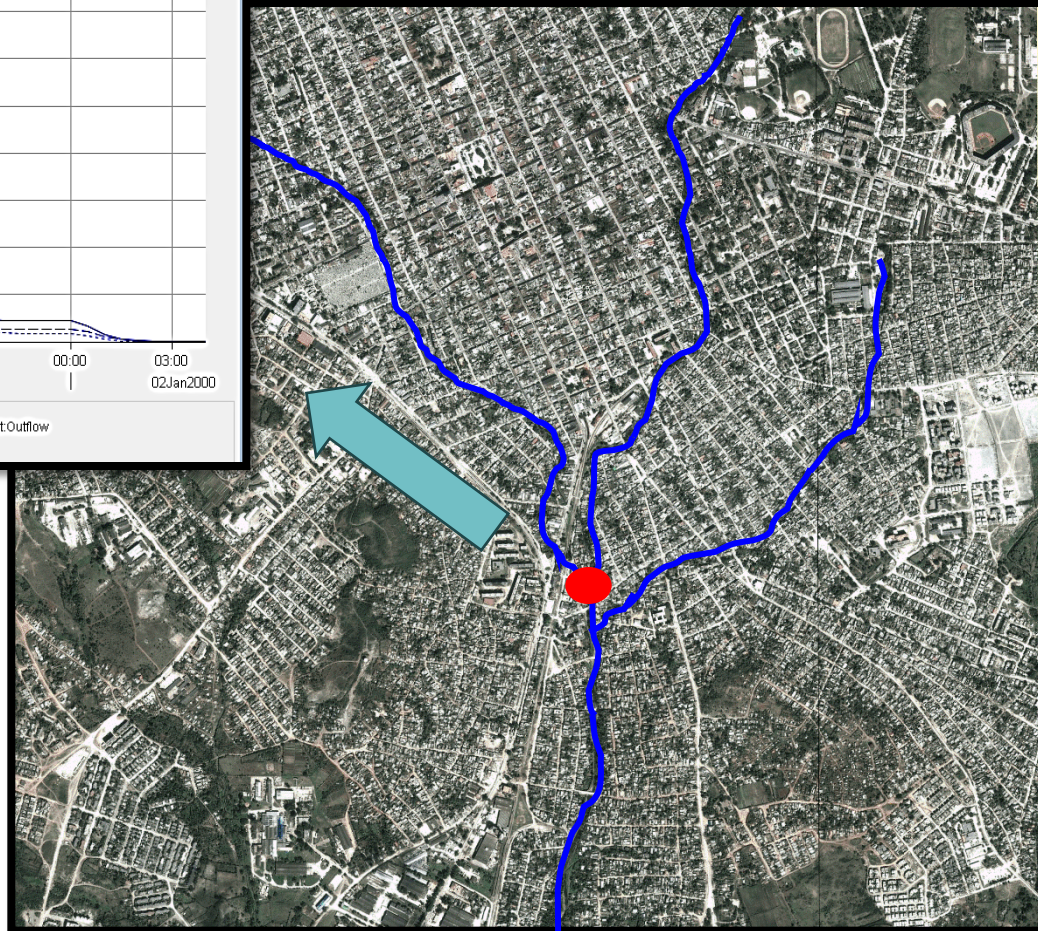


Hidrograma de salida del Río 2

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN



Comportamiento del
hidrograma de salida en la
Unión 1



1. Se realizó la modelación hidrológica de la cuenca del río Marañón como parte de las medidas para disminuir las afectaciones de las zonas vulnerables ante inundaciones en la ciudad de Holguín
2. La modelación hidrológica fue desarrollada mediante el simulador matemático HEC-HMS, con la ayuda de programa ArcView GIS 3.3, y su extensión HEC-GeoHMS, que permitió exportar el modelo conceptual de la cuenca y otras de sus características.
3. Las precipitaciones de diseño que se modelaron fueron de 100, 20, 10, 5 y 2 años de recurrencia, las cuales se determinaron mediante el análisis estadístico de los registros de precipitaciones en el software PECAmáx.

4. La selección de los métodos para la modelación fue determinada de acuerdo a la disponibilidad de información.
5. El modelo de la cuenca obtenido permitió conocer los caudales máximos en puntos de interés, así como describir el comportamiento hidrológico de la cuenca mediante la interpretación de los hidrógrafos de salida.
6. A pesar de que el modelo no fue calibrado automáticamente con el programa este se considera confiable, pues los resultados obtenidos son similares a los reportados en el estudio de inundaciones realizado por la Delegación Provincial del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos en el año 2008.

1. Sobre la base de la investigación realizada, se propone complementar los resultados obtenidos mediante el desarrollo de temáticas que dan continuidad o mejoran la investigación:
 - Elaboración de la modelación hidrológica de la cuenca considerando otros comportamientos de los hietogramas de diseño, como por ejemplo la distribución de las precipitaciones en 12 horas.
 - Digitalización de las cartas pluviográficas registradas en la estación pluviográfica del CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente) para obtener distribuciones reales de precipitaciones en la zona y patrones de comportamiento de las lluvias.

- confección detallada de un mapa temático del uso de suelo de la ciudad de Holguín, en correspondencia con las clasificaciones propuestas para el número de curva por el SCS en el Reporte Técnico 55 (TR-55).
- Estudios de campo en la zona para verificar las características de los cauces y calcular el tiempo de concentración por métodos conceptuales que puedan explicar el concepto real de este término en las subcuencas, y a la vez describan el recorrido de la avenida por los distintos tramos de ríos.
- Medición de los niveles de precipitaciones futuras en los puntos analizados de la cuenca para comprobar la autenticidad de los resultados obtenidos en el modelo hidrológico y de ser posible calibrar los parámetros del mismo.
- Utilización del software HEC-RAS para simular el flujo por los cauces con los caudales obtenidos en el modelo hidrológico, y de esta manera, determinar las zonas inundables en la cuenca del río Marañón.

2. Aplicar la metodología empleada en una modelación hidrológica de la cuenca del río Miradero, que es la cuenca que ocupa la otra área de la ciudad de Holguín, y puede contener también zonas inundables.
3. Establecer contactos con la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de Holguín para la implementación y evaluación de los resultados obtenidos en la modelación y la aplicación de la metodología en otras cuencas de la provincia.

MUCHAS GRACIAS