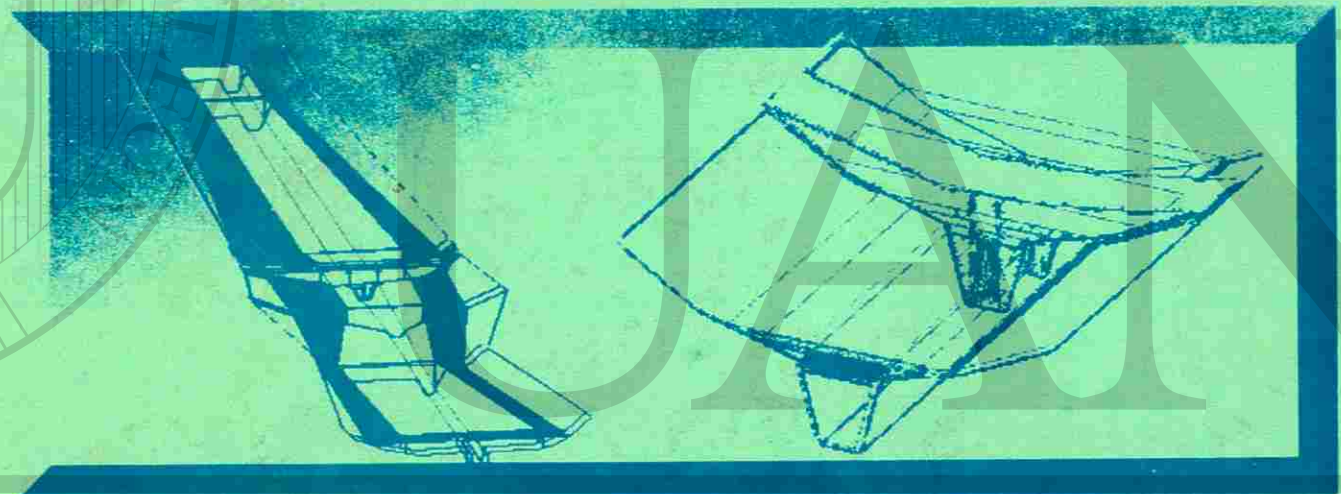




The Hydrologic Engineering Center's River  
Analysis System  
Version 2.1

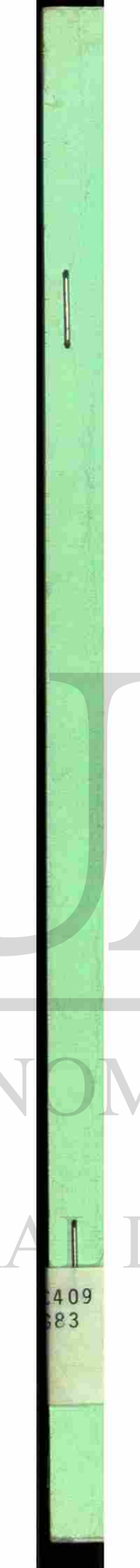


# Manual de Referencia



409  
83

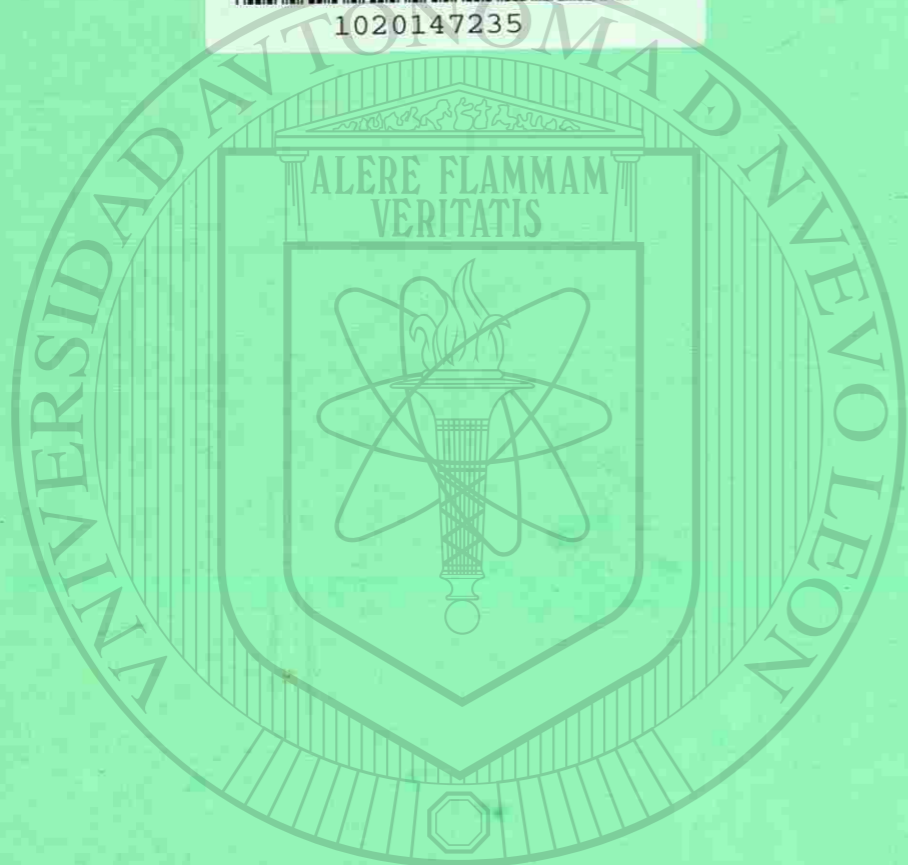
TC  
.G



409  
83



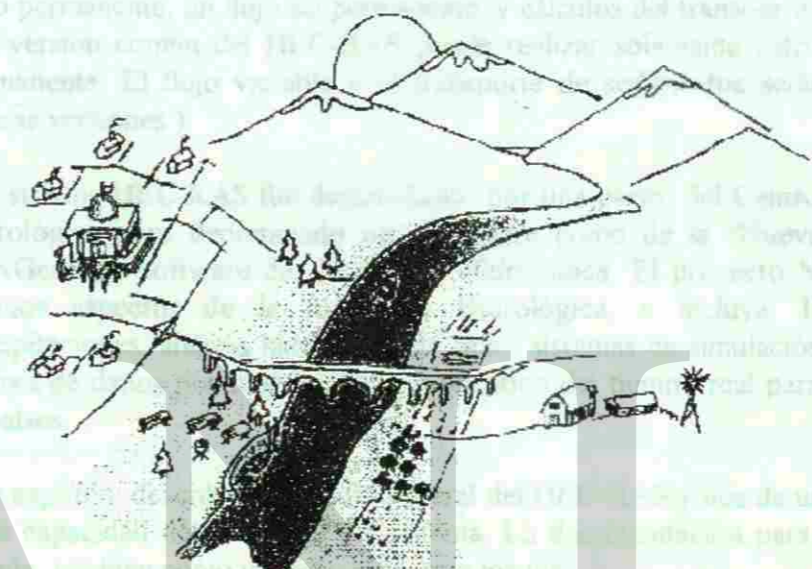
1020147235



# CAPITULO I HEC-RAS Sistema de Análisis Ríos

FORST  
282

Bienvenidos al Centro de Ingeniería Civil y al Sistema de Análisis de Ríos HEC-RAS. Este software nos permite realizar un análisis hidráulico unidimensional del flujo permanente, un flujo variable permanente y cálculos del transporte de sedimentos (La versión actual del HEC-RAS puede realizar solo parte de los cálculos para flujo permanente. El flujo variable permanente puede ser realizado solo mediante el HEC-RAS).



INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE HIDRAULICA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

APUNTES DEL CURSO "HEC-RAS"

MC. Víctor Hugo Guerra Cobián



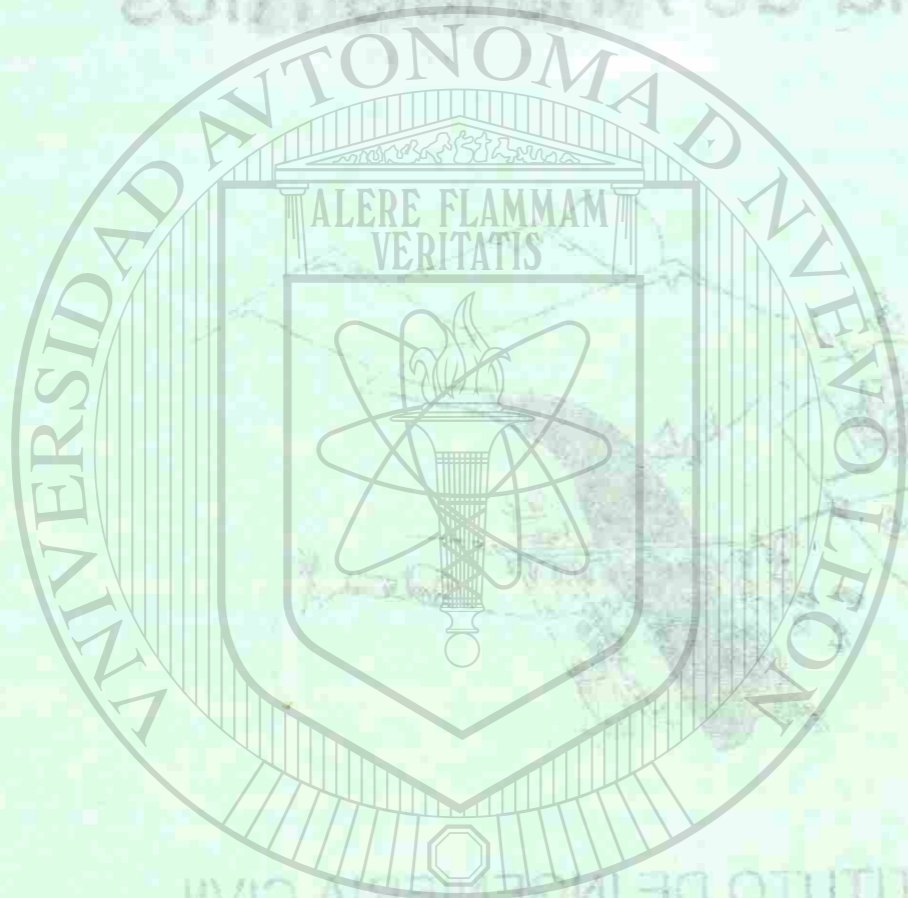
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



MC. Víctor Hugo Guerra Cobián

m

TC409  
.G83



INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE HIDRAULICA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

MC. Víctor Hugo Guerra Cobián

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO UNIVERSITARIO

# CAPITULO 1

## Introducción

Bienvenidos al Centro de Ingeniería Hidrológica y a su Sistema de Análisis de Ríos HEC-RAS. Este software nos permitirá realizar unidimensionalmente un flujo permanente, un flujo no permanente, y cálculos del transporte de sedimentos (La versión común del HEC-RAS puede realizar solamente cálculos para flujo permanente. El flujo variable y el transporte de sedimentos serán incluidos en futuras versiones ).

El sistema HEC-RAS fue desarrollado por una parte del Centro de Ingeniería Hidrológica y es denominado este software como de la "Nueva Generación" (NexGen) del software de Ingeniería Hidrológica. El proyecto NexGen abarca algunos aspectos de la Ingeniería Hidrológica, e incluye. El análisis de precipitaciones, análisis hidráulicos de ríos , sistemas de simulación de embalses, análisis de daños por inundación; y pronóstico del tiempo real para operación de embalses.

Este capítulo describe la filosofía general del HEC-RAS y nos da un breve repaso de la capacidad del modelaje del sistema. La documentación para HEC-RAS es tratada, también como un repaso de este manual.

### Contenido

- Filosofía General de la Modulación del Sistema
- Repaso de la Capacidad del Programa
- Información del HEC-RAS
- Repaso de Este Manual

## Filosofía General De La Modelación Del Sistema

El HEC-RAS es un sistema integrado de software, diseñado para un uso interactivo en tareas múltiples, red de usos múltiples en diferentes ambientes. El sistema esta compuesto de una interface gráfica para el usuario (GUI), separando los componentes del análisis hidráulico, almacenaje de datos y capacidad de administración, de gráficas y facilidad en el manejo de la información.

El sistema HEC-RAS contiene fundamentalmente tres componentes de análisis hidráulicos unidimensionales, para: (1) Flujo permanente en el calculo del perfil de la superficie, (2) simulación de flujo no permanente, y (3) calculo del transporte de sedimentos. Un elemento clave es que en los tres componentes pueden usarse datos geométricos representativos comunes, rutinas geométricas comunes y, calculo de rutinas hidráulicas. Además de los tres componentes del análisis hidráulico, el sistema contiene algunos diseños hidráulicos característicos que pueden ser utilizados una vez que el perfil de la superficie del agua ha sido calculado.

La versión actual del HEC-RAS solamente soporta el calculo de perfiles de la superficie del agua para flujo permanente. Nuevas características y capacidades adicionales serán agregadas en futuras versiones.

## Repaso de las Capacidades del Programa

El HEC-RAS ha sido diseñado para realizar cálculos hidráulicos unidimensionales para un sistema de canales naturales y/o construidos. La siguiente es una descripción de las capacidades del HEC-RAS.

### Interface del Usuario

El usuario interactua con el HEC-RAS a través de una interface gráfica del usuario (Graphical User Interface, GUI). El objeto principal en el diseño de la interface fue hacer mas fácil el uso del software con lo cual se obtiene un alto nivel de eficiencia por parte del usuario. La interface esta provista de las siguientes funciones:

- Administración de archivos
- Entrada y edición de datos
- Análisis hidráulicos
- Despliegado de tablas y gráficas de datos de entrada y de salida
- Facilidad de reportes
- Ayuda en línea (On-line help)

## Análisis de los Componentes Hidráulicos

**Perfil de la superficie del agua para flujo permanente.** Este componente del modelaje del sistema realiza los cálculos de los perfiles de la superficie del agua para un flujo gradualmente variado. El sistema puede manejar una gran red de canales, un sistema dentritico, o simplemente la corriente de un río. Se pueden realizar modelajes para régimen subcrítico, supercrítico, y para un régimen de flujo mixto para los perfiles de la superficie del agua.

El procedimiento de computo básico esta basado en la solución de la ecuación unidimensional de la energía. Las perdidas de energía son evaluadas mediante la fricción (Ecuación de Manning) y las contracciones/expansiones (coeficiente multiplicado por el cambio en la carga de velocidad). La ecuación del momentum es utilizada en las situaciones donde el perfil de la superficie del agua es rápidamente variado. Estas situaciones incluyen los cálculos para el régimen de flujo mixto (i.e. saltos hidráulicos), hidráulica de puentes y evaluación de los perfiles en las confluencias de los ríos (unión de corrientes).

Los efectos de varias obstrucciones tales como puentes, alcantarillas, vertedores y estructuras en el cauce pueden ser considerados en los cálculos. El sistema de flujo permanente esta diseñado para aplicaciones en la dirección de los cauces y los estudios de la seguridad del flujo para evaluar obstrucciones en el cauce. Así mismo, hay capacidad disponible para estimar el cambio en el perfil de la superficie del agua debido a mejoras en los canales y diques.

Se incluyen algunas características especiales de los componentes del flujo permanente: análisis de planes múltiples, cálculos de perfiles múltiples, análisis de orificios múltiples, puentes y/o alcantarillas.

**Simulación del Flujo no Permanente.** Esta componente del sistema en el modelaje del HEC-RAS será capaz de simular el flujo no permanente unidimensional a través de una red completa de canales abiertos. La solución de la ecuación de flujo no permanente ha sido adaptada del modelo UNET del Dr. Robert L. Barkau (Barkau, 1992 y HEC, 1993). Los componentes del flujo no permanente fueron desarrollados principalmente para cálculos de régimen subcrítico.

Los cálculos hidráulicos para las secciones transversales, puentes, alcantarillas, y otras estructuras hidráulicas que fueron desarrolladas para el flujo permanente serán incluidas en el modulo de flujo no permanente. Adicionalmente, la componente del flujo no permanente tendrá la capacidad de modelar áreas de almacenaje o almacenamientos, presas navegables, túneles, estaciones de bombeo, y diques deteriorados.

**Transporte de Sedimentos/Calculo del Cauce.** Esta componente del sistema de modelaje esta destinada para la simulación unidimensional del transporte de sedimentos / cálculos del ensanchamiento o reducción resultante de la socavación y deposito en periodos de tiempo moderados (típicamente años, aunque se puede aplicar a inundaciones y otros eventos).

El transporte de sedimentos se calcula para una fracción del tamaño de partículas. Se incluyen mas características, como la capacidad para modelar una red completa de corrientes, dragado de canales, algunos diques y otras alternativas, y el uso de algunas ecuaciones diferentes para el calculo del transporte de sedimentos.

El modelo será diseñado para simular tramos largos de socavación y deposito en una corriente de un canal que podría resultar de la modificación de la frecuencia y duración de la descarga de agua en la modificación de la geometría del canal. Este sistema puede ser usado para evaluar el deposito en un embalse, el diseño de las contracciones requeridas para mantener la profundidad de navegación, estimar la socavación máxima durante largos periodos de inundación, y evaluar la sedimentación en canales.

#### Administración y Almacenamiento de Datos

El almacenamiento de datos es realizado a través del uso de archivos "flat" (ASCCI y binario). Los datos de entrada los cuales son almacenados en diferentes categorías : proyecto, plan, geometría, flujo permanente, flujo no permanente, y datos de sedimentación. La información de salida es almacenada y separada en archivos binarios.

Los datos son administrados atravez de la interface del usuario. Si se requiere que el modelador de el nombre del proyecto a desarrollar. Una vez que el nombre del archivo ha sido dado, todos los demás archivos son automáticamente creados y llamados por la interface según como los vaya necesitando. La interface esta capacitada para renombrar, mover, y suprimir archivos en un proyecto.

#### Gráficas y Reportes

Los gráficos incluyen el trazo en planta (x-y) del esquema de un sistema de ríos, secciones transversales, perfiles, clasificación de curvas, hidrogramas, y muchas otras variables hidráulicas. También se cuenta con un trazo tridimensional de múltiples secciones transversales. Dispone también de una salida de datos en forma de tabla. El usuario también puede seleccionar de unas tablas predefinidas o desarrollar sus propias tablas a su gusto. Todas las gráficas y datos tabulados

pueden ser mostrados en la pantalla, enviarlos directamente a imprimir (o plotear), o pasarlo a través del Pisapapeles de Windows a otro software, como un procesador de palabras o una hoja de calculo.

Las facilidades del reporte permiten la impresión de los datos de entrada como los de salida.

## CAPITULO 2

### Trabajando Con HEC-RAS - Un Repaso General

El HEC-RAS es un paquete integrado por programas de análisis hidráulicos, en el cual el usuario interactua con el sistema a través del uso de una Interface Gráfica del Usuario (GUI). El sistema es capaz de desarrollar cálculos para determinar el perfil de la superficie libre del agua en un flujo permanente, e incluye el flujo no permanente, transporte de sedimentos, y algunos cálculos del diseño hidráulico en el futuro.

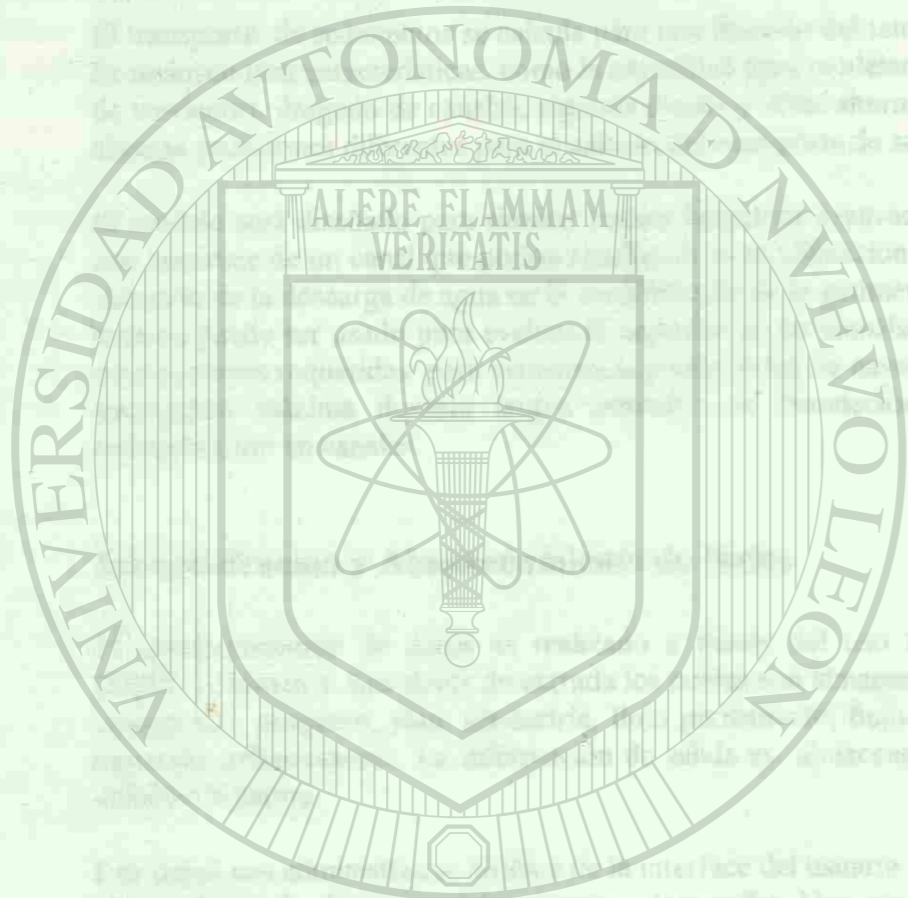
En la terminología HEC-RAS, un proyecto es una serie de archivos de datos asociados con un sistema particular de ríos. El modelador puede ejecutar todos o cualquiera de los varios tipos de análisis, incluidos en el paquete HEC-RAS, como parte del proyecto. Los archivos de datos para un proyecto están clasificados como sigue: el plan de los datos, los datos geométricos, los datos del flujo permanente, los datos del flujo no permanente, los datos de sedimentos, y los datos de diseño hidráulico.

Durante el estudio el modelador puede tender a formular varios Planes diferentes. Cada Plan representa una serie específica de datos geométricos y datos del flujo. Una vez que los datos básicos son introducidos al HEC-RAS, el modelador puede fácilmente formular nuevos planes. Después se hacen simulaciones para varios planes, los resultados pueden ser comparados simultáneamente las formas, tabular y gráfica.

Este capítulo nos da un repaso de como se hace un estudio con el software HEC-RAS. También son cubiertos temas especiales referentes a la importación y reproducción de datos del HEC-2, y como usar la ayuda en línea (on line help).

#### Contenido

- Inicio del HEC-RAS
- Pasos en el Desarrollo de un Modelo hidráulico con el HEC-RAS.
- Importación de los datos HEC-2
- Reproducción de resultados del HEC-2
- Uso y obtención de ayuda



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## Inicio del HEC-RAS

Cuando usted corre el programa HEC-RAS, automáticamente obtiene un nuevo grupo de programas y un icono para el programa HEC-RAS en Windows. Deben aparecer como se muestra en la Figura 2.1.

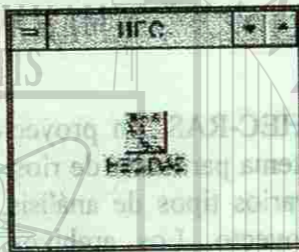


Figura 2.1 El Icono HEC-RAS en Windows

### Para Iniciar el HEC-RAS desde Windows

- De un doble clic en el icono HEC-RAS.

Cuando usted inicia por primera vez el HEC-RAS, observara la ventana principal como se muestra en la figura 2.2 ( Excepto cuando no se tiene listado ningún archivo del proyecto en la ventana principal).

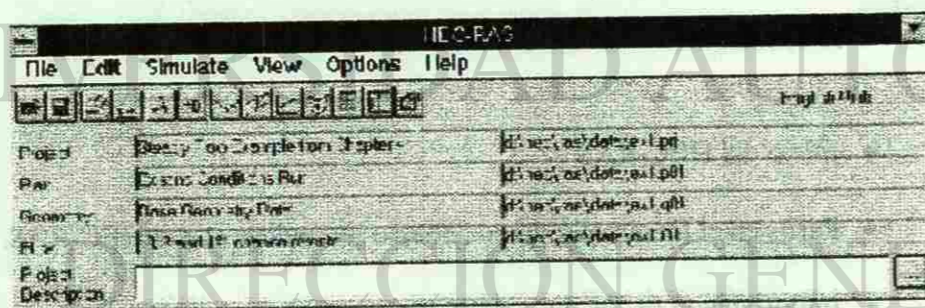


Figura 2.2 La Ventana Principal del HEC-RAS

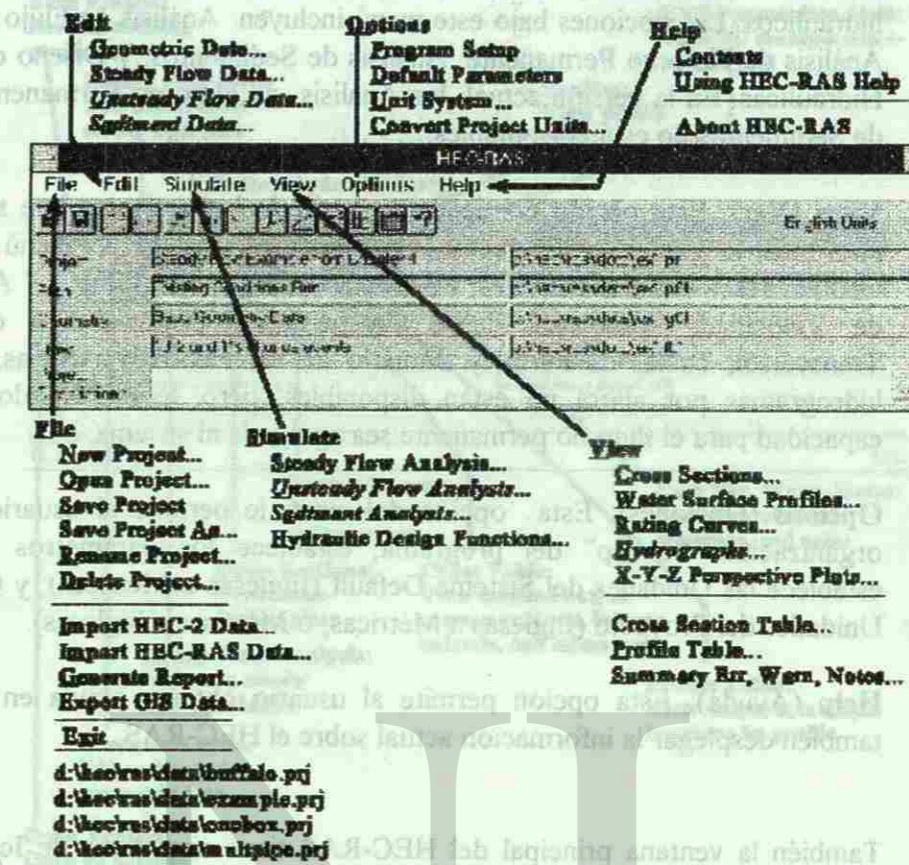


Figura 2.3 Menú Principal de la Estructura de Barras del HEC-RAS

En la parte superior de la ventana principal del HEC-RAS, esta la barra de menús (figura 2.3) con las siguientes opciones:

**File (Archivo):** Esta opción es usada por el administrador de archivos. Las opciones disponibles en el menú file son: New Project; Save Project; Save Project As; Rename Project; Delete Project; Import HEC-2 Data; Import HEC-RAS data; Export GIS (Geographical Information System) Data; Generate Report; y Exit. Además, los últimos cuatro archivos abiertos serán listados en la parte baja del menú File, lo cual le permite al usuario abrir fácilmente un proyecto en el cual trabaja recientemente.

**Edit (Editor):** Esta opción es usada para introducir y editar datos. Los datos son clasificados en cuatro tipos: Datos Geométricos; Datos de Flujo Permanente; Datos de Flujo no Permanente; y Datos de Sedimentos. En la versión actual, solamente están activados los Datos Geométricos y los de Flujo Permanente.

**Simulate (Simulación):** Esta opción es usada para ejecutar los cálculos hidráulicos. Las opciones bajo este menú incluyen: Análisis de Flujo Permanente; Análisis de Flujo no Permanente; Análisis de Sedimentos; y Diseño de Funciones Hidráulicas. En la versión actual, los Análisis de Flujo no Permanente y Análisis de Sedimentos no están disponibles.

**View (Ver):** Esta opción contiene una serie de herramientas que son provistas para mostrar gráficas y tabulaciones del modelo de salida. El menú **View** actual incluye: secciones transversales, Perfiles de la Superficie Libre del Agua; Curvas de Velocidad; Trazo en Planos Perspectiva X-Y-Z; Tablas con Sección Transversal; Tablas de Perfil; y Sumario de Errores, Advertencias, Notas. Los hidrogramas por ahora no están disponibles, pero serán incluidos cuando la capacidad para el flujo no permanente sea agregada al sistema.

**Options (Opciones):** Esta opción del menú le permite al usuario cambiar la organización "set up" del programa; establece los parámetros por default, establece las Unidades del Sistema Default (Inglesas o Métricas); y Convierte las Unidades del Proyecto (Inglesas a Métricas, o Métricas a Inglesas).

**Help (Ayuda):** Esta opción permite al usuario obtener ayuda en línea, como también desplegar la información actual sobre el HEC-RAS.

También la ventana principal del HEC-RAS tiene una Barra de Iconos (Figura 2.4). La barra de Iconos nos da un fácil acceso a las opciones usadas mas frecuentemente por la barra del menú HEC-RAS. Una descripción de cada botón se muestra en la Figura 2.4.

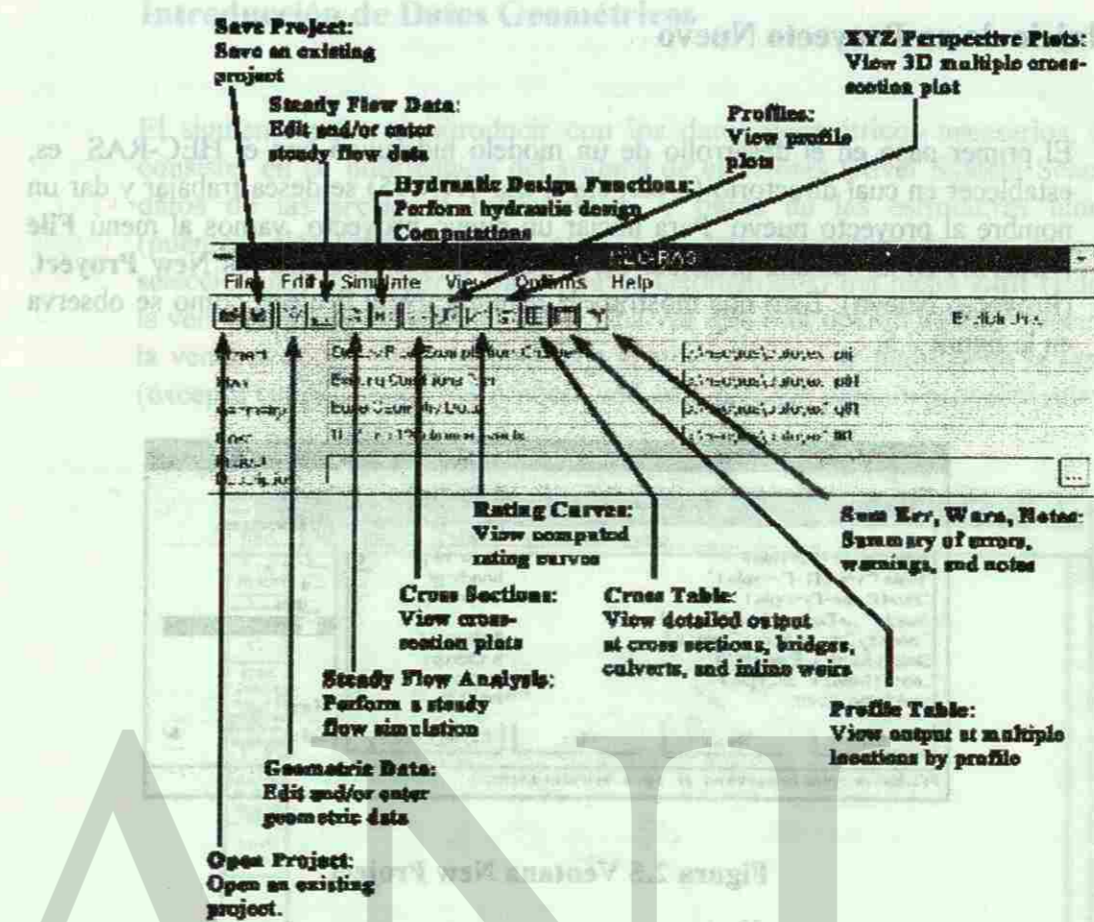


Figura 2.4 Menú Principal del HEC-RAS, Barra de Iconos.

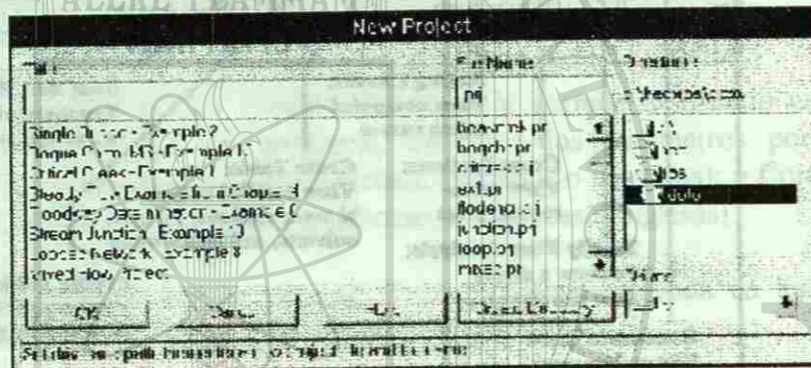
**Pasos en el Desarrollo de un Modelo hidráulico con el HEC-RAS**

Existen cinco pasos fundamentales en la creación de un modelo con el HEC-RAS:

- Inicio de un proyecto nuevo
- Introducción de los datos geométricos
- Introducción de los datos del flujo
- Ejecución de los cálculos hidráulicos
- Visualización e impresión de resultados.

**Inicio de un Proyecto Nuevo**

El primer paso en el desarrollo de un modelo hidráulico con el HEC-RAS es, establecer en cual directorio (o carpeta si usa WIN 95) se desea trabajar y dar un nombre al proyecto nuevo. Para iniciar un nuevo proyecto, vamos al menú **File** (Archivo) en la ventana principal del HEC-RAS y seleccionamos **New Project** (Proyecto Nuevo). Esto nos mostrara la ventana **New Project**, como se observa en la figura 2.5.



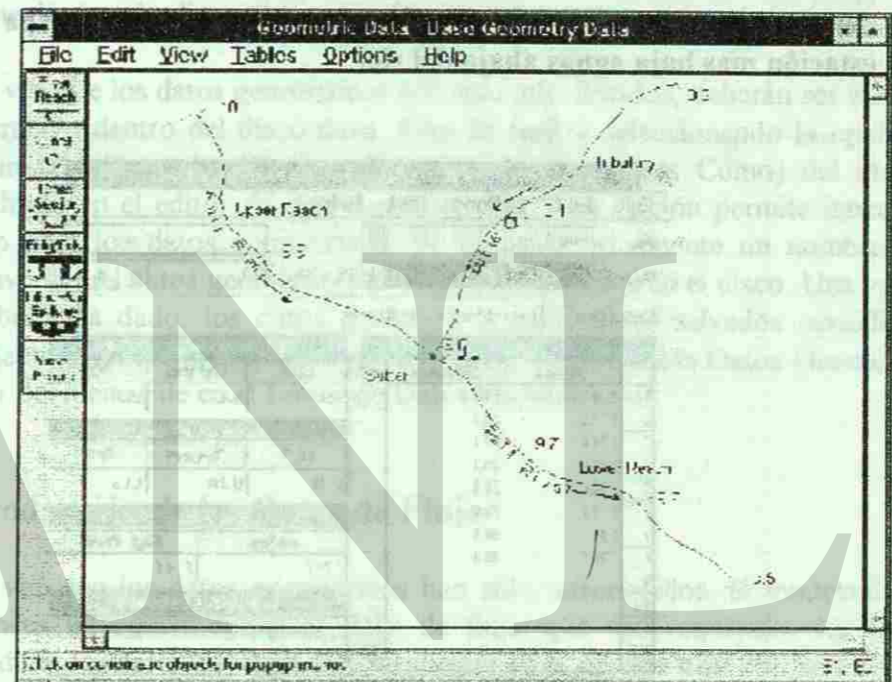
**Figura 2.5 Ventana New Project**

Como lo muestra la Figura 2.5, primero selecciona el curso que se quiera tomar (para seleccionar un camino debe dar doble clic en el directorio que se desee, en la caja de directorios), después entra al proyecto con el título y nombre del archivo. El nombre del archivo debe tener la extensión “.prj”, no esta permitido al usuario cambiar esto. Una vez que se ha introducido toda la información, presione el boton “**OK**” para aceptar la información. Después de que se ha presionado el boton **OK**, aparecerá un mensaje con el título del proyecto y el directorio en el que se colocara. Si esta información es correcta, presione el boton **OK**. Si la información no es correcta, presione el boton **Cancel** y se regresara a la ventana **New Project**.

**Nota:** Anteriormente ningún Dato geométrico y Dato de Flujo eran introducidos, el usuario debía seleccionar las Unidades del Sistema (Inglesas o Métricas) en las que les gustaría trabajar. Esto se realiza seleccionando **Unit System** del menú **Options** de la ventana principal del HEC-RAS.

**Introducción de Datos Geométricos**

El siguiente paso es introducir con los datos geométricos necesarios, lo cual consiste en la información del sistema de corrientes (River System Schematic), datos de las secciones transversales, y datos de las estructuras hidráulicas (puentes, alcantarillas, presas, etc.). Los datos Geométricos son introducidos seleccionando **Geometric Data** (Datos Geométricos) del menú **Edit** (Editor) de la ventana principal del HEC-RAS. Una vez que esta opción ha sido seleccionada, la ventana de los datos geométricos aparecerá como se muestra en la figura 2.6 (excepto cuando traiga por primera vez esta pantalla para un proyecto nuevo).



**Figura 2.6 Ventana Geometric Data**

El desarrollo de los datos geométricos por el modelador, consisten en dibujar primero un esquema del sistema. Esto se realiza, corriente por corriente, presionando el botón **River Reach** y dibujando la corriente en el sentido de aguas arriba hacia aguas abajo (en la dirección positiva del flujo). Después de que la corriente ha sido dibujada el usuario deberá introducir los datos de la identificación del “Rio” y de la “Corriente”. Los identificadores del rio y de la corriente pueden tener una longitud de hasta 16 caracteres. Cuando las corrientes se juntan, son formadas automáticamente por la interface las uniones de estas.

Después de que ha sido dibujado el sistema esquemático del río, el modelador puede empezar a introducir las secciones transversales y los datos de las estructuras hidráulicas. Presionando el botón **Cross Section** (Sección Transversal) aparece el editor de las secciones transversales. El editor se muestra en la Figura 2.7. Como se observa, cada sección transversal esta asociada al nombre del río, de la corriente, la estación del río (cadenamiento o kilometraje) y a una descripción. Los identificadores **River** (Río), **Reach** (Corriente), y **River Station** (Cadenamiento) son usados para describir en donde se localiza la sección transversal en el sistema del río. El identificador "River Station" no tiene que ser la estación verdadera en la cual se localiza la sección transversal en el arroyo (en millas o kilómetros), pero esta debe tener un valor numérico (e.g. 1.1, 2, 3.5, etc.). El valor numérico es usado para colocar la sección transversal en el orden apropiado dentro de una corriente. **Las secciones transversales son ordenadas dentro de una corriente de la estación mas alta aguas arriba del río a la estación mas baja aguas abajo del río.**

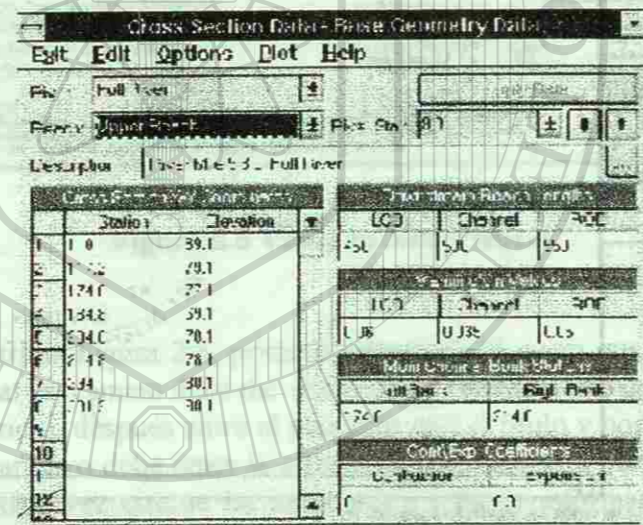


Figura 2.7 Cross Section Data Editor

Los datos básicos requeridos para cada sección transversal son mostrados en el editor de Datos de la sección transversal en la Figura 2.7. Características adicionales de la sección transversal están disponibles bajo la barra de menú **Options** (Opciones). Esas opciones incluyen: adición, copiado, renombrado y borrado de las secciones transversales; ajuste de las elevaciones de las secciones transversales, estaciones, y de los valores  $n$  o  $k$  valores; áreas inefectivas del flujo; diques, obstrucciones; variaciones horizontales de los valores  $n$  o  $k$ ; y ajuste de la cantidad máxima de valores para los puntos de las elevaciones y estaciones.

También esta disponible a partir del editor de datos de las secciones transversales (Cross Section Data) el cual esta habilitado para la impresión de cualquier sección transversal o perfil de la corriente. Con el comando **Edit** (Editor) se puede cortar, copiar, pegar, y eliminar datos de la cuadrícula de las secciones transversales (Coordenadas x-y).

Una vez que los datos de la sección transversal han sido introducidos, el modelador puede agregar cualquier estructura hidráulica como: puentes, alcantarillas, vertedores y obras de excedencia. Editores de datos, similares al editor de datos de las secciones transversales, están disponibles para varios tipos de estructuras hidráulicas. Si existen conexiones en el sistema del río, serán requeridos datos adicionales para cada conexión. Los datos del editor **Junction** (Conexión) están disponibles en la ventana de los datos geométricos.

Una vez que los datos geométricos han sido introducidos, deberán ser salvados en un archivo dentro del disco duro. Esto se realiza seleccionando la opción **Save Geometric Data As** (Guardar los Datos Geométricos Como) del menú **File** (Archivo) en el editor de datos geométricos. Esta opción permite introducir un título para los datos geométricos. Se da automáticamente un nombre para el archivo de los datos geométricos y luego son salvados en el disco. Una vez que el nombre esta dado, los datos geométricos pueden ser salvados periódicamente mediante la selección **Save Geometric Data** (Guardar los Datos Geométricos) a partir del menú File en el Editor de Datos Geométricos.

### Introducción de los Datos de Flujo

Una vez que los datos geométricos han sido introducidos, el modelador puede entonces introducir cualquier dato de flujo que sea requerido. La forma de introducir los datos del flujo esta disponible en la opción **Edit** (Editar) de la barra de menús de la ventana principal del HEC-RAS.

Un ejemplo de la forma de introducir los datos del flujo es mostrada en la Figura 2.8, la cual es Steady Flow Data Editor (Editor de Datos del Flujo Permanente). Como se muestra en la figura 2.8, los datos del flujo permanente consisten de: el numero de perfiles que serán calculados; los datos del flujo; y las condiciones de frontera del río. Al menos un flujo debe ser introducido para cada corriente dentro del sistema. Adicionalmente, el flujo puede ser cambiado en cualquier parte dentro del sistema del río. Deben introducirse valores de flujo para todos los perfiles.

Se requieren condiciones de frontera en orden para realizar los cálculos. Si se va a realizar el análisis de un flujo subcrítico, entonces se requieren solamente las condiciones de frontera de aguas abajo. Si se va a realizar el análisis de un flujo supercrítico, entonces solamente se requieren las condiciones de frontera aguas

arriba. Si el modelador va a representar los cálculos de un régimen de flujo combinado, entonces ambas condiciones de frontera aguas arriba y aguas abajo son requeridas. La forma de introducir los datos de las condiciones de frontera pueden ser dadas presionando el botón Enter Boundary Conditions (Introducción de las Condiciones de Frontera) a partir de la forma de introducción de los datos del flujo permanente.

Una vez que todos los datos de flujo permanente y de las condiciones de frontera han sido introducidos, el modelador deberá salvar los datos en el disco duro. Esto puede ser realizado seleccionando la opción **Save Flow Data As** (Guardar los Datos del Flujo Como) a partir de la opción **File** (Archivo) en el menú de los datos del flujo permanente. Los datos del flujo son salvados en un archivo separado. Se requiere solamente que el usuario introduzca un nombre para los datos, el nombre del archivo es asignado automáticamente.

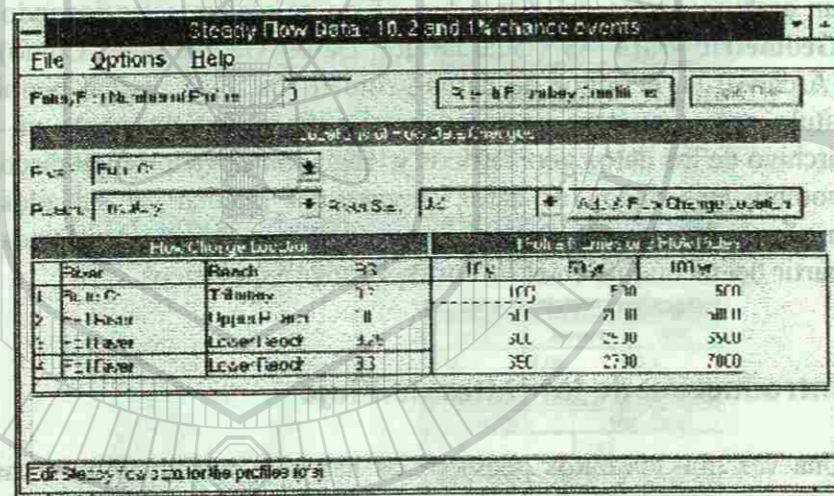


Figura 2.8 Ventana Steady Flow Data

### Realizando los Cálculos Hidraulicos

Una vez que todos los datos geométricos y de flujo han sido introducidos, el modelador puede comenzar a realizar los cálculos hidraulicos. Como previamente se menciona, hay dos tipos de cálculos que pueden ser realizados en la versión actual del HEC-RAS: análisis de flujo permanente, y funciones de diseños hidraulicos. El modelador puede seleccionar cualquiera de los análisis hidraulicos disponibles a partir de la opción **Simulate** (Simular) de la barra de menús en la ventana principal del HEC-RAS. Un ejemplo de la ventana de simulación se muestra en la Figura 2.9, la cual es la ventana del Análisis de Flujo Permanente.

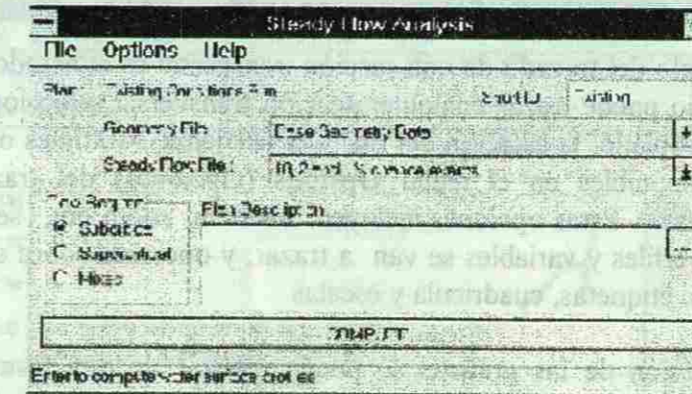


Figura 2.9 Ventana Steady Flow Analysis

Como se muestra en la Figura 2.9, el modelador puede incluir un **Plan** mediante la selección de un conjunto específico de datos geométricos y datos de flujo. Un Plan puede introducirse seleccionando **New Plan** (Plan Nuevo) a partir de la opción **File** (Archivo) en la barra de menús de la ventana del análisis de flujo permanente. Una vez que el nombre del plan y un identificador corto han sido introducidos, el modelador puede seleccionar un régimen de flujo para el cual los cálculos del modelo serán realizados. Están disponibles los cálculos para flujos de régimen subcrítico, supercrítico, y mixto.

Una vez que el modelador ha seleccionado un plan y acomodado todas las opciones para el calculo, los cálculos del flujo permanente pueden ser realizados presionando el botón **Compute** (Calcular), que se encuentra abajo de la ventana para el análisis de flujo permanente. Cuando este botón es presionado, el sistema de almacenamiento de datos del HEC-RAS selecciona el plan y lo convierte en un archivo ejecutable. El sistema entonces ejecuta el modelo de flujo permanente (SNET). Este proceso es ejecutado en una ventana aparte. De cualquier forma el modelador puede trabajar en otras tareas mientras se ejecuta.

### Observando e Imprimiendo los resultados

Una vez que el modelo ha terminado todos los cálculos, el modelador puede empezar a observar los resultados. Están disponibles múltiples formas de salida de los datos en la opción **View** (Ver) a partir de la ventana principal. Estas opciones incluyen: trazado de secciones transversales; trazado de perfiles; trazado de curvas (Rating Curve); trazado de perspectivas X-Y; tabla de datos de salida en puntos específicos (tabla de secciones transversales); tabla de datos de salida para varias localizaciones (tabla de perfiles); y el sumario de errores, advertencias y notas.

Un ejemplo del trazado de una sección transversal es mostrado en la Figura 2.10. El usuario puede trazar cualquier sección transversal seleccionando simplemente el río apropiado, la estación del río y la corriente. Múltiples opciones de trazado están disponibles en el menú **Options** (Opciones) del trazado de secciones transversales. Estas opciones incluyen: zoom in, zoom out, seleccionando cuales planes, perfiles y variables se van a trazar, y opciones sobre el control de líneas, símbolos, etiquetas, cuadrícula y escalas.

La impresión de las gráficas se puede realizar de dos formas diferentes. Los gráficos pueden enviarse directamente del HEC-RAS a cualquier impresora o plotter que el usuario haya definido en el Administrador de Impresoras de Windows. Los gráficos pueden también enviarse al pisapapeles de Windows. Una vez que el gráfico esta en el portapapeles, puede ser introducido en otros programas, como en un procesador de palabras, hoja de calculo, etc. Ambas opciones están disponibles desde el menú **File** (Archivo) en varias ventanas de trazado.

Un ejemplo del trazado de un perfil se muestra en la Figura 2.11. Todas las opciones disponibles en el trazador de secciones transversales, también están disponibles en el trazador de perfiles. Adicionalmente, el usuario puede seleccionar una corriente especifica para trazarla cuando se esta modelando un sistema del río.

Un ejemplo del trazado de una perspectiva X-Y-Z se muestra en la Figura 2.12. El usuario tiene la opción de definir la localización del inicio y el fin de la extensión del trazado. El trazado puede ser girado a la izquierda o a la derecha, y de arriba hacia abajo, en orden para lograr diferentes perspectivas de la corriente del río. Los diferentes perfiles calculados de la superficie del agua pueden ser graficados simultáneamente en la misma sección transversal. Las gráficas pueden enviarse a imprimir o plottear directamente, o las gráficas pueden enviarse al pisapapeles de Windows y de ahí a otros programas.

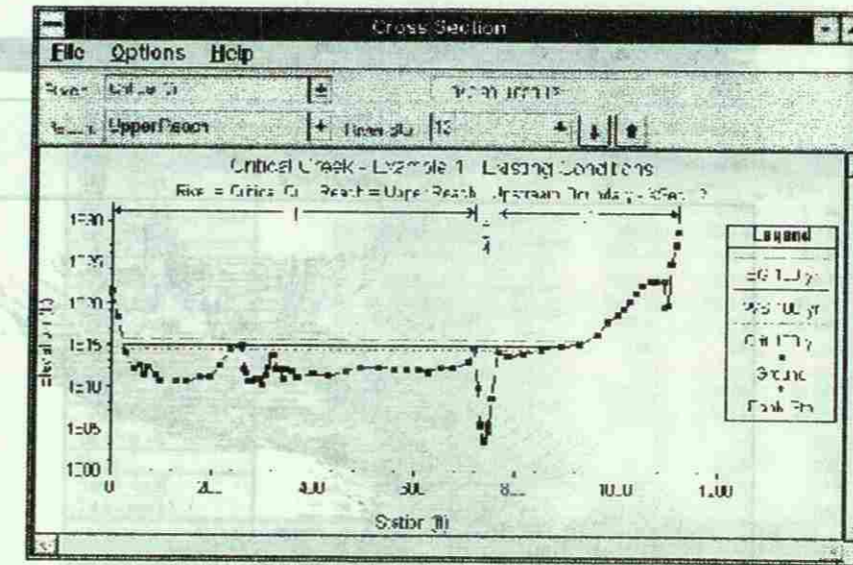


Figura 2.10 Trazador Cross Section

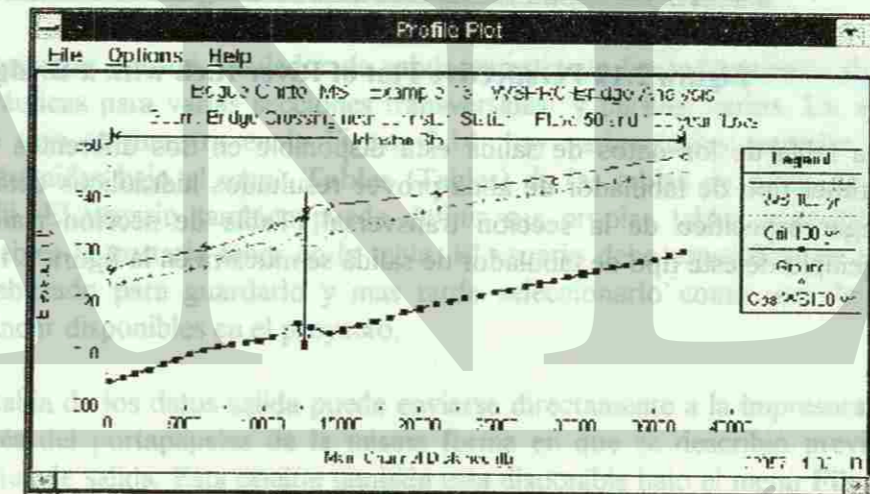


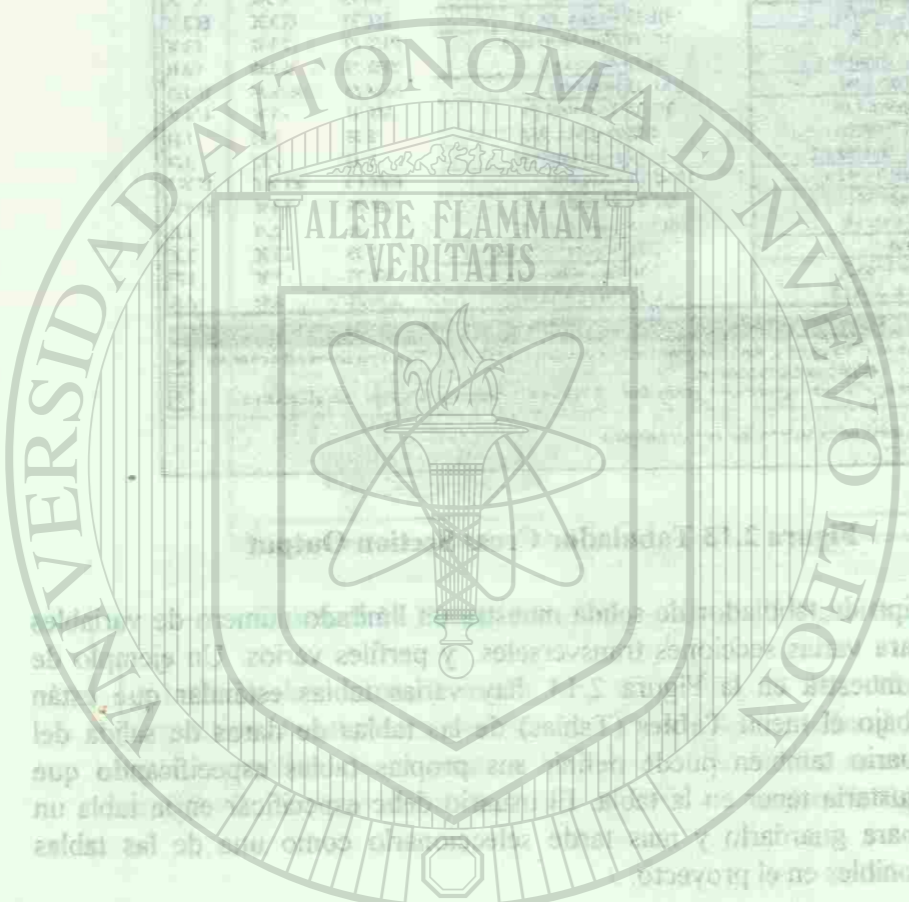
Figura 2.11 Profile Plot

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### Capítulo 3

Iniciando Un Proyecto Nuevo

### Ejemplo de Aplicación

Este capítulo provee un ejemplo de aplicación de como realizar los cálculos de los perfiles de la superficie libre del agua de un flujo permanente con el HEC-RAS. El usuario es llevado paso por paso en el procedimiento de como introducir datos, realizar cálculos, y ver los resultados.

#### Contenido

- Iniciando un nuevo proyecto
- Introduciendo los datos geométricos
- Introduciendo los datos de Flujo Permanente.
- Realizando los cálculos hidraulicos
- Observando los resultados
- Imprimiendo Gráficas y Tablas
- Salida del programa.



## Iniciando Un Proyecto Nuevo

Para comenzar este ejemplo, primero iniciemos el programa HEC-RAS, haciendo doble clic en el icono HEC-RAS que se encuentra en el escritorio de Windows. La ventana principal deberá aparecer como se muestra en la Figura 3.1 (excepto si usted inicia el programa por primera vez).



Figura 3.1 HEC-RAS Ventana Principal

El primer paso en el desarrollo de una aplicación con el HEC-RAS es iniciar un proyecto nuevo. Vaya al menú File de la ventana principal y seleccione **New Project** (Proyecto Nuevo). La ventana del proyecto nuevo deberá aparecer como se muestra en la Figura 3.2 (excepto si usted inicia el programa por primera vez).



Figura 3.2 Ventana New Project

Primero seleccione el drive (Unidad de Disco Ej. C:) y el directorio en el cual usted querrá trabajar. Enseguida introduzca el nombre del proyecto y el nombre del archivo como se muestra en la Figura 3.2. Una vez que ha introducido la información, presione el botón **OK** para aceptar la entrada de los datos.

## Introduciendo los Datos Geométricos

El siguiente paso en el desarrollo del flujo permanente con el HEC-RAS es introducir los datos geométricos. Esto se realiza seleccionando **Geometric Data** (Datos Geométricos) a partir del menú **Edit** (Editor) en la ventana principal del HEC-RAS. Una vez que esta opción ha sido seleccionada la ventana de los datos geométricos aparecerá, excepto cuando es la primera vez (Figura 3.3).

### Dibujando el Esquema del Sistema de Río

En este ejemplo vamos a desarrollar dos ríos (tres corrientes hidráulicas) como se muestra en la Figura 3.3. Dibujar el esquema del sistema de ríos mediante la realización de los siguientes pasos:

1. Hacer clic en el botón **River Reach** (Río Corriente) en la ventana de los datos geométricos.
2. Mover el puntero del Mouse sobre el área de dibujo y colocar el puntero en la localización en la cual usted iniciara el dibujo del primer escurrimiento.
3. Presione el botón izquierdo del Mouse una vez para comenzar a dibujar el escurrimiento. Mover el puntero del Mouse y continuar presionando el botón izquierdo del Mouse para agregar puntos adicionales a los segmentos de líneas. Para terminar el dibujo del escurrimiento, hacer doble clic en el botón izquierdo del Mouse y el ultimo punto del escurrimiento deberá aparecer en la localización del puntero actual. Todos los escurrimientos deberán ser dibujados a partir de aguas arriba hacia aguas abajo (en la dirección positiva del flujo), debido a que el programa asume que esto es verdadero.
4. Una vez que el escurrimiento ha sido dibujado, la interface requerirá que usted introduzca un identificador para el nombre del **Río** y otro para el nombre de la **Corriente**. El identificador del río puede tener hasta 32 caracteres, mientras que el identificador del escurrimiento esta limitado hasta 12 caracteres. En este ejemplo hay un río llamado **Fall River** y otro llamado **Butte Cr.** Fall River contiene dos corrientes hidráulicas, las cuales están etiquetadas como **Upper Reach** y **Lower Reach**. Butte Cr. ha sido introducido como una corriente hidráulica simple y el nombre de la corriente es **Tributary**.
5. Repetir los pasos del 1 al 4 para cada una de las corrientes. Después de que han sido introducidos los identificadores para Butte Cr.; deberá introducir un

Figura 3.4 Ejemplo de entrada de datos en el editor Cross Section Data.

identificador para la **Junction** (confluencia). Las confluencias en el HEC-RAS están localizadas donde dos o mas corrientes se juntan o se separan.

Una vez terminado el dibujo o esquema del sistema de río, existen varias opciones disponibles para editar el esquema. Estas opciones incluyen: cambio de nombre, mover objetos (los objetos son etiquetas, confluencias y puntos en las corrientes), agregar puntos a la corriente, remover puntos de la corriente, borrar una corriente, y borrar una confluencia. La edición de estas características esta localizada en el menú **Edit** (Editor) de la ventana Geometric Data. **Nota: cuando dibuja por primera vez su esquema, no habrá ninguna marca representando las secciones transversales, como se muestra en la Figura 3.3. Las marcas aparecerán solamente después de introducir los datos de las secciones transversales.**

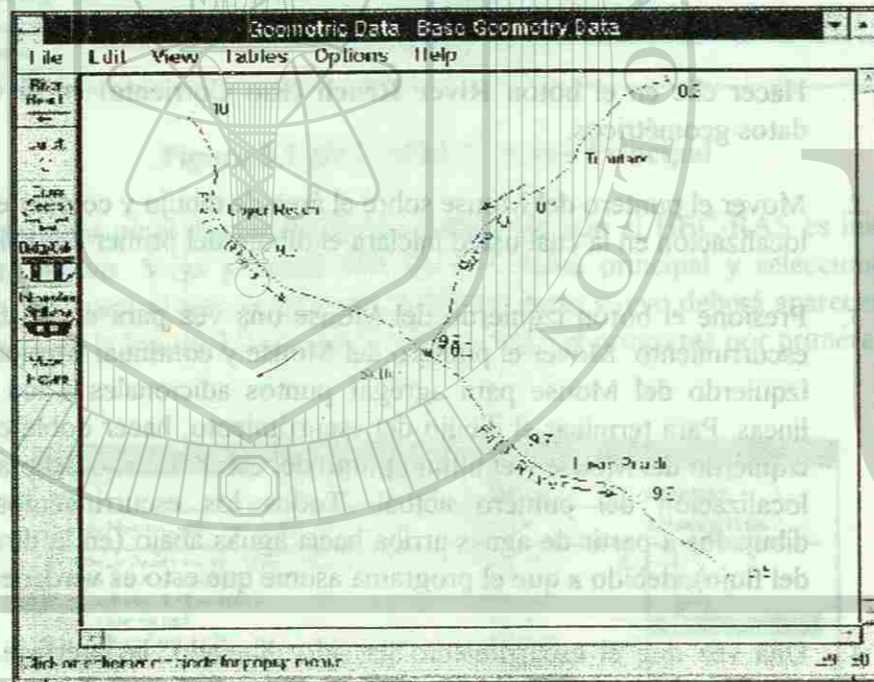


Figura 3.3 Ventana Geometric Data con un ejemplo del esquema de un río

### Introduciendo los Datos de las Secciones Transversales

El siguiente paso es introducir los datos de las secciones transversales. Esto es realizado presionando el botón **Cross Section** (Sección Transversal) en la ventana de los datos geométricos (Figura 3.3). Una vez que este botón es presionado, el editor de los datos de las secciones transversales aparecerá como se muestra en la Figura 3.4.

Para introducir los datos de las secciones transversales hacer lo siguiente:

1. Seleccione el **Río** y la **Corriente** con la cual trabajara. Para este ejemplo empezaremos con Fall River, Upper Reach.
2. Ir al menú **Options** (Opciones) y seleccionar **Add a new Cross Section** (Agregar una sección transversal nueva). Una caja de datos de entrada aparecerá para introducir el identificador de la estación del río para la nueva sección transversal. El identificador no tiene que ser la estación actual del río, pero debe ser, un valor numérico. El valor numérico describe donde será localizada esta sección transversal con referencia a todas las demás secciones transversales dentro de la corriente. Las secciones transversales serán localizadas a partir de aguas arriba (la estación mayor del río) hacia aguas abajo (la estación menor del río). Para esta sección transversal introduzca un valor de 10.0.

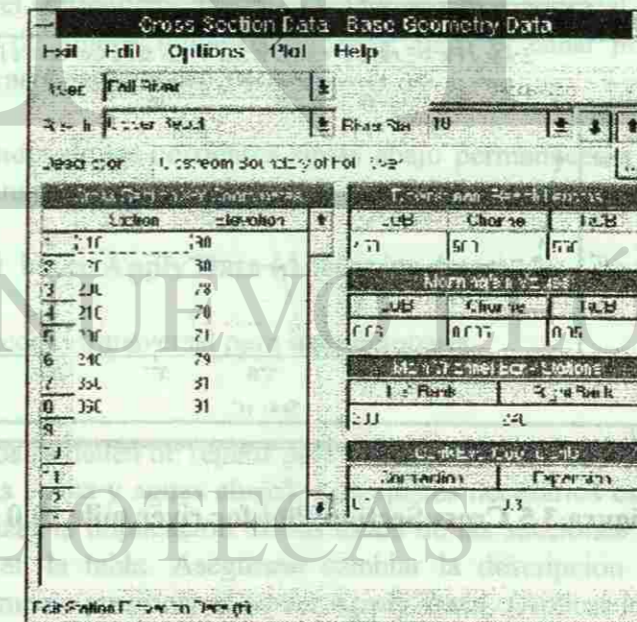


Figura 3.4 Ejemplo de entrada de datos en el editor Cross Section Data.

- Introducir todos los datos para esta sección transversal como se muestra en la Figura 3.4.
- Una vez que se introdujeron todos los datos presione el botón **Apply Data** (Aplicar los Datos). Este botón se usa para comunicar a la interface los datos que usted quiere y que sean aceptados en la memoria. Este botón no guarda los datos en el disco duro, únicamente se puede realizar desde el menú **File** (Archivo) con la ventana Geometric Data.
- Graficar la sección transversal para inspeccionar visualmente los datos. Esto se realiza presionando la opción **Plot Cross Section** (Gráfico de Secciones Transversales) bajo el menú **Plot** (graficar) en el editor Cross Section Data. La sección transversal debe verse igual que como se muestra en la figura 3.5.

En general, los cinco pasos listados deben repetirse para cada sección transversal que sea introducida. Para reducir la cantidad de datos de entrada en este ejemplo, la sección transversal de la corriente será copiada y ajustada para representar otras secciones transversales dentro del sistema de río.

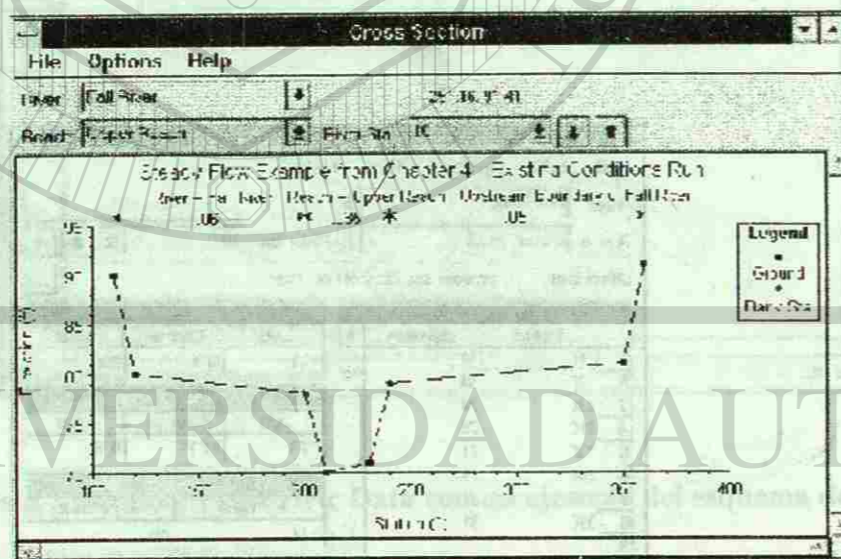


Figura 3.5 Cross Section Plot for river mile 10.0 of Fall Creek

Los siguientes pasos deben seguirse para copiar la sección transversal actual:

- Vaya al menú **Options** (Opciones) del editor Cross Section Data y seleccione **Copy Current Cross Section** (Copiar la Sección Transversal Actual). Aparecerá una caja de dialogo para introducir el río y la corriente que escogió, y luego introducir una estación del río para la nueva sección transversal. Para este ejemplo, mantenga el río y la corriente como Fall River y Upper Reach, luego introduzca la nueva estación del río 9.9, presione el botón **OK** y la nueva sección transversal aparecerá en el editor.
- Cambie la descripción para la sección transversal a "Milla 9.9 del Río Fall River."
- Ajuste todas las elevaciones de la sección transversal a -0.5 pies. Esto se realiza seleccionando la característica **Adjust Elevations** (Ajustar elevaciones) del menú **Options** (Opciones) en el editor Cross Section Data.
- Ajuste las estaciones de la sección transversal para reducir los **hombros** un 10%. Esto se realiza seleccionando la opción **Adjust Stations** (Ajustar estaciones) del menú Options del editor Cross Section, luego seleccione **Multiply by a Factor** (Multiplicar por un factor). Cuando aparezca la caja de dialogo para esta opción, tres datos de entrada; las estaciones de los hombros del lado izquierdo, del canal y del lado derecho estarán disponibles para ajustarse separadamente. Introducir valores de 0.90 para el hombro derecho y el izquierdo, dejando en blanco el canal principal. Esto reducirá las estaciones de ambos hombros un 10%, pero el canal principal (canal de estiaje) no será cambiado.
- Las longitudes de las corrientes aguas abajo permanecerán iguales para esta sección transversal.
- Presione el botón **Apply Data** (Aplicar los datos).
- Trace la sección transversal para inspeccionarla.

Estos siete pasos se deben de repetir para introducir todos los datos del Fall River (corriente aguas arriba y aguas abajo). Los ajustes necesarios están listados en la tabla 3.1. Realizar la duplicación de los datos de las secciones transversales que están listados en la tabla. Asegúrese cambiar la descripción de cada sección transversal y también presionar el botón **Apply Data** (Aplicar los datos) después de realizados los ajustes para cada sección transversal.

Tabla 3.1 Ajustes para la duplicación de secciones transversales

Cross Section		Adjusted Elevation	Adjusted Stationing			Downstream Reach Lengths		
Reach	River Sta		Left O.B.	Channel	Right O.B.	Left O.B.	Channel	Right O.B.
Upper	9.8	-0.4	0.80	-	0.80	0.0	0.0	0.0
Lower	9.79	-0.1	1.20	1.20	1.20	500	500	500
Lower	9.7	-0.5	1.20	1.20	1.20	500	500	500
Lower	9.6	-0.3	-	-	-	500	500	500
Lower	9.5	-0.2	-	-	-	0.0	0.0	0.0

Esto completa todos los datos de las secciones transversales del Fall River (Corriente aguas arriba y aguas abajo). Ahora trabajemos sobre la introducción de los datos para el tributario Butte Creek. Para introducir la primer sección transversal en el tributario Butte Creek hacer lo siguiente:

1. Ir a la caja de textos **River** en el editor de datos de las secciones transversales y seleccionar el río Butte Cr. La corriente del "tributario" se seleccionara automáticamente debido a que solamente hay una corriente en el Butte Creek.
2. Seleccione **Add a New Cross Section** del menú Options. Cuando aparezca la caja de dialogo para introducir la nueva estación del río, introduzca el valor de 0.2.
3. Introduzca todos los datos para esta sección transversal como se muestra en la Figura 3.6.
4. Una vez que ha introducido todos los datos para esta sección, presione el botón **Apply Data**.
5. Trace la sección transversal para inspeccionar los datos

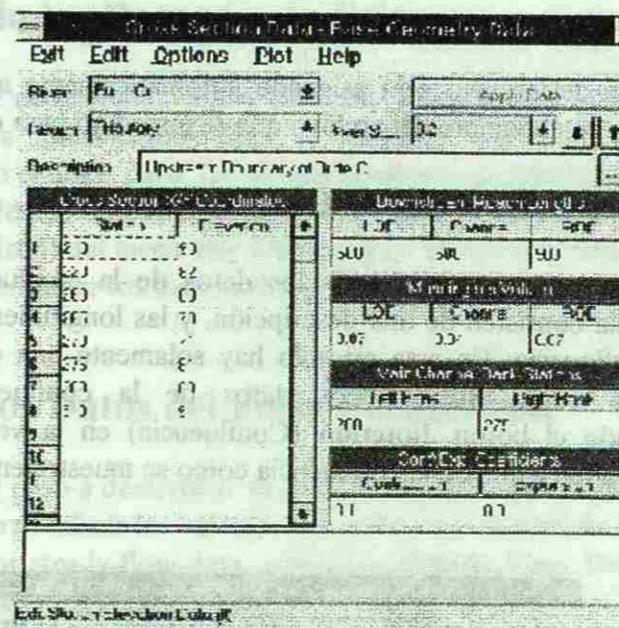


Figura 3.6 Editor Cross Section con la milla 0.2 del río Butte Creek

Hay otras dos secciones transversales que se necesitan desarrollar para el tributario Butte Creek. Esas dos secciones transversales serán desarrolladas para duplicar la sección transversal que ha introducido, y luego ajuste las elevaciones y las estaciones. Los ajustes necesarios están listados en la Tabla 3.2. Realice los ajustes de la sección transversal en el orden en el que están listados en la tabla. Asegúrese de cambiar la descripción de cada sección transversal y presione el botón **Apply Data** después la edición estará completa.

Tabla 3.2 Ajustes de la Sección Transversal para las secciones del Butte Creek

Cross Section		Adjusted Elevation	Adjusted Stationing			Downstream Reach Lengths		
Reach	River Sta		Left O.B.	Channel	Right O.B.	Left O.B.	Channel	Right O.B.
Butte Cr	0.1	-0.6	-	-	-	500	500	500
Butte Cr	0.0	-0.3	-	-	-	0.0	0.0	0.0

Ahora que todos los datos de la sección transversal han sido introducidos, guarde los datos en un archivo antes de continuar. Para guardar los datos a un archivo se hace seleccionando la opción "**Save Geometric Data As**" (Guardar los Datos Geométricos) del menú **File** (Archivo) en la ventana Geometric Data. Después de seleccionar esta opción deberá introducir un título para los datos geométricos. Introducir "Base Geometry Data" para este ejemplo, luego presione el botón OK.

Tabla 3.1 Ajustes para la duplicación de secciones transversales

Cross Section		Adjusted Elevation	Adjusted Stationing			Downstream Reach Lengths		
Reach	River Sta		Left O.B.	Channel	Right O.B.	Left O.B.	Channel	Right O.B.
Upper	9.8	-0.4	0.80	-	0.80	0.0	0.0	0.0
Lower	9.79	-0.1	1.20	1.20	1.20	500	500	500
Lower	9.7	-0.5	1.20	1.20	1.20	500	500	500
Lower	9.6	-0.3	-	-	-	500	500	500
Lower	9.5	-0.2	-	-	-	0.0	0.0	0.0

Esto completa todos los datos de las secciones transversales del Fall River (Corriente aguas arriba y aguas abajo). Ahora trabajemos sobre la introducción de los datos para el tributario Butte Creek. Para introducir la primer sección transversal en el tributario Butte Creek hacer lo siguiente:

1. Ir a la caja de textos **River** en el editor de datos de las secciones transversales y seleccionar el río Butte Cr. La corriente del "tributario" se seleccionara automáticamente debido a que solamente hay una corriente en el Butte Creek.
2. Seleccione **Add a New Cross Section** del menú Options. Cuando aparezca la caja de dialogo para introducir la nueva estación del río, introduzca el valor de 0.2.
3. Introduzca todos los datos para esta sección transversal como se muestra en la Figura 3.6.
4. Una vez que ha introducido todos los datos para esta sección, presione el botón **Apply Data**.
5. Trace la sección transversal para inspeccionar los datos

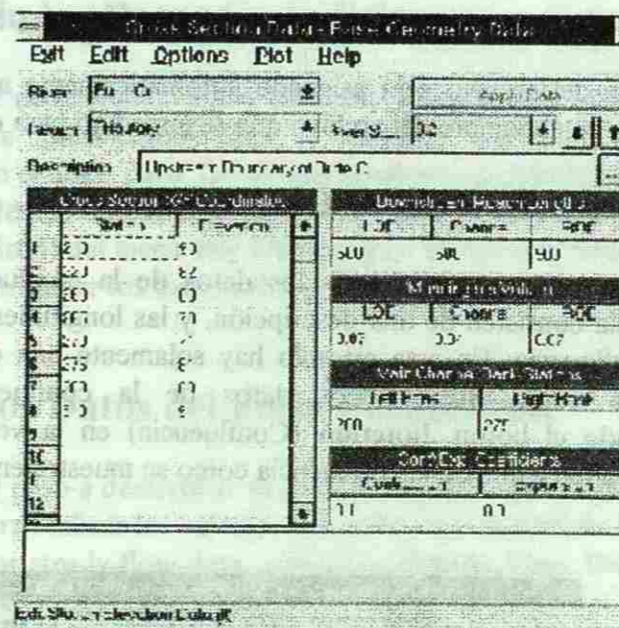


Figura 3.6 Editor Cross Section con la milla 0.2 del río Butte Creek

Hay otras dos secciones transversales que se necesitan desarrollar para el tributario Butte Creek. Esas dos secciones transversales serán desarrolladas para duplicar la sección transversal que ha introducido, y luego ajuste las elevaciones y las estaciones. Los ajustes necesarios están listados en la Tabla 3.2. Realice los ajustes de la sección transversal en el orden en el que están listados en la tabla. Asegúrese de cambiar la descripción de cada sección transversal y presione el botón **Apply Data** después la edición estará completa.

Tabla 3.2 Ajustes de la Sección Transversal para las secciones del Butte Creek

Cross Section		Adjusted Elevation	Adjusted Stationing			Downstream Reach Lengths		
Reach	River Sta		Left O.B.	Channel	Right O.B.	Left O.B.	Channel	Right O.B.
Butte Cr	0.1	-0.6	-	-	-	500	500	500
Butte Cr	0.0	-0.3	-	-	-	0.0	0.0	0.0

Ahora que todos los datos de la sección transversal han sido introducidos, guarde los datos en un archivo antes de continuar. Para guardar los datos a un archivo se hace seleccionando la opción "**Save Geometric Data As**" (Guardar los Datos Geométricos) del menú **File** (Archivo) en la ventana Geometric Data. Después de seleccionar esta opción deberá introducir un título para los datos geométricos. Introducir "Base Geometry Data" para este ejemplo, luego presione el botón **OK**.

El nombre del archivo será asignado automáticamente a los datos geométricos basándose en el nombre del archivo que se introdujo para el proyecto.

### Introducción de Datos de Confluencia

El siguiente paso es introducir los datos de la confluencia. Los datos de la confluencia consisten de una descripción, y las longitudes de la corriente a través de la confluencia. En este ejemplo hay solamente una confluencia, la cual fue etiquetada como **Sutter**. Los datos de la confluencia son introducidos presionando el botón **Junction** (Confluencia) en la ventana Geometric Data. Introduzca los datos de la confluencia como se muestra en la Figura 3.7.

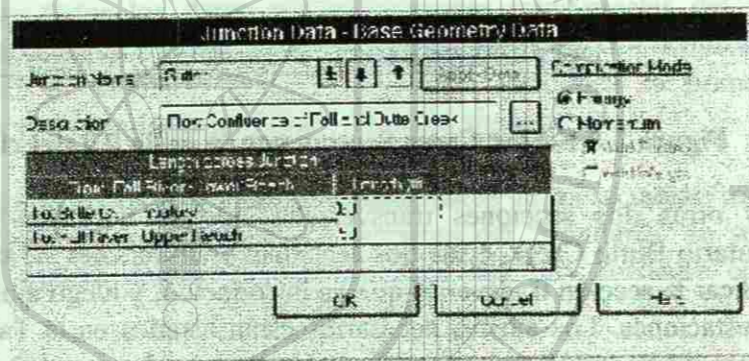


Figura 3.7 Editor Junction Data, con la confluencia de datos Sutter

Las longitudes de los ríos a través de las confluencias son introducidos en el editor de confluencias, así como en el editor Cross Section Data. Esto se permite para acomodar los tramos de confluencias muy complicadas (i.e. flow splits). En el editor Cross Section Data, las longitudes de la corriente para la última sección transversal de cada corriente deberá estar en blanco o en cero.

Para este ejemplo la ecuación de la energía se usará para calcular la superficie del perfil del agua a través de la confluencia. Si seleccionamos la ecuación del momento, podemos introducir un ángulo, para una o más de las corrientes del flujo dentro o fuera de una confluencia.

Una vez que se han introducido todos los datos para la confluencia, aplique los datos y cierre la ventana presionando el botón OK.

### Guardando los Datos Geométricos

En este punto del ejemplo, todos los datos geométricos han sido introducidos. Antes de que continuemos con el ejemplo, debemos guardar los datos geométricos en el disco duro. Desde que tenemos los datos ya han sido guardados una vez, simplemente tiene que seleccionar **Save Geometry Data** (Guardar los datos geométricos) del menú **File** (Archivo) en la ventana Geometric Data. Ahora ya podemos introducir los datos del flujo permanente.

### Introducción de los Datos del Flujo Permanente

En el siguiente paso a desarrollar se requiere la introducción de los datos del flujo permanente para realizar los cálculos del perfil de la superficie libre del agua. Para llamar el editor steady flow data, seleccione **Steady Flow Data** (Datos del flujo permanente) del menú **Edit** (Editor) en la ventana principal del HEC-RAS. El editor Steady Flow Data debe aparecer como se muestra en la Figura 3.8.

El primer dato a introducir es el número de perfiles que van a calcularse. Para este ejemplo introducir "3" como se muestra en la Figura 3.8. El siguiente paso es introducir los datos del flujo. Los datos del flujo son introducidos desde aguas arriba hacia aguas abajo para cada corriente. Debe introducirse al menos un valor de flujo para cada corriente en el sistema del río. Una vez que el valor del flujo se ha introducido en el sentido de aguas arriba hacia el final de la corriente, se asume que los flujos permanecen constantes hasta que otro valor del flujo es encontrado dentro de la corriente. Pueden introducirse valores adicionales de flujo en cualquier sección transversal localizada dentro de una corriente.

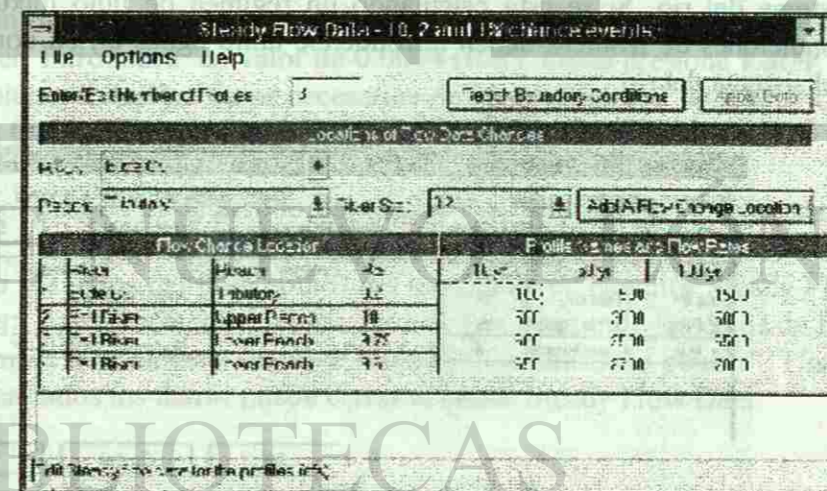


Figura 3.8 Editor Steady Flow Data, con ejemplo de datos del problema.

En este ejemplo, los datos del flujo serán introducidos desde aguas arriba hasta el final de cada corriente. Un cambio adicional de la localización del flujo será introducida al río en la milla 9.6 del Fall River en Lower Reach. Para agregar un cambio de flujo en el lugar dentro de la tabla, primero seleccione el Fall River, Lower Reach de la lista de la caja **Reach** (Corriente). Luego seleccione la localización deseada en la estación del río (9.6 en este ejemplo) de la lista de la caja **River Sta.** (Estación del río) Finalmente, presione el botón **Add A Flow Change Location** (Agregar un cambio en la localización del flujo). La nueva localización del flujo deberá aparecer en la tabla. Ahora introduzca todos los datos del flujo en la tabla como se muestra en la Figura 4.8. Las etiquetas del perfil serán dadas automáticamente por default como "PF#1", "PF#2", etc... Usted puede cambiar esas etiquetas en cualquier momento. En este ejemplo han sido cambiadas por "10yr", "50yr", y "100yr", para representar estadísticamente el periodo de retorno de cada uno de los eventos que están siendo modelados.

El siguiente paso es introducir cualquier condición de frontera que pueda ser requerida. Para introducir los datos de la condición de frontera, presione el botón **Enter Boundary Conditions** (Introducir Condiciones de Frontera) en la parte alta del editor Steady Flow Data. El editor de las condiciones de frontera debe aparecer como se muestra en la figura 3.9, excepto la primera vez que lo abra aparecerá en blanco.

Las condiciones de frontera son necesarias para establecer el inicio de la superficie libre del agua en los extremos del sistema río. Una superficie inicial del agua es necesaria para ordenar al programa que inicie los cálculos. En un régimen de flujo subcrítico, las condiciones de frontera son requeridas únicamente aguas abajo del sistema del río. Si un régimen de flujo supercrítico esta siendo calculado, las condiciones de frontera son necesarias únicamente aguas arriba y al final del sistema del río. Si se esta calculando un régimen de flujo mixto, entonces las condiciones de frontera deben introducirse tanto aguas arriba como aguas abajo del sistema del río.

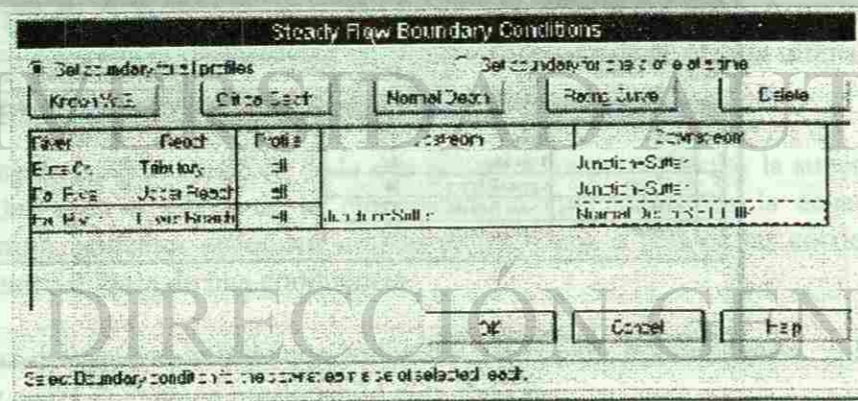


Figura 3.9 Steady Flow Boundary Conditions

El editor de las condiciones de frontera contiene una tabla donde se lista cada río y corriente. Cada corriente tiene condiciones de frontera aguas arriba y aguas abajo. Las conexiones a las confluencias son consideradas condiciones de frontera internas. Las condiciones de frontera internas son listadas automáticamente en la tabla, basándose en como esta conectado el sistema del río en el editor geometric data. El usuario requiere introducir únicamente las condiciones necesarias externas.

En este ejemplo, se asume que el flujo es subcrítico a través del sistema del río. Por lo tanto, se requiere introducir únicamente una condición de frontera aguas abajo del río Fall River. Las condiciones de frontera son introducidas seleccionando la celda en la cual se desea introducir una condición de frontera. Después se selecciona el tipo de frontera de los cuatro tipos disponibles en la tabla. Los cuatro tipos de condiciones de frontera consisten en:

- Elevaciones conocidas de la superficie del agua
- Profundidad crítica
- Profundidad normal
- Clasificación de curvas (Rating Curve)

Para este ejemplo use la profundidad normal de la condición de frontera. Una vez que ha seleccionado la celda para el río Fall River, Lower Reach aguas abajo, presione el botón **Normal Depth**. Aparecerá una caja de dialogo en la cual se deberá introducir un valor promedio de la pendiente de energía aguas abajo de Fall River. Introduzca un valor de 0.0004 (ft/ft), luego presione **Enter**. Con esto se completan todos los datos necesarios de las condiciones de frontera. Presione el botón **OK** en la forma Boundary Conditions para aceptar los datos.

El ultimo paso en el desarrollo del steady flow data es guardar los datos en un archivo. Para guardar los datos, seleccione la opción **Save Flow Data As** (Guardar los datos del flujo como) del menú **File** en el editor Steady Flow Data. Aparecerá una caja de dialogo para dar una descripción de los datos de flujo. Para este ejemplo introduzca "10, 2, y 1% de probabilidad de ocurrir". Una vez que están guardados los datos, puede cerrar el editor Steady Flow Data.

## Realizando los Cálculos Hidráulicos

Ya que todos los datos han sido introducidos, podemos calcular el perfil de la superficie libre del agua. Para desarrollar la simulación, vaya a la ventana principal del HEC-RAS y seleccione **Steady Flow Analysis** (Análisis del Flujo Permanente) del menú **Simulate** (Simular). La ventana Steady Flow Analysis debe aparecer como se muestra en la figura 3.10, excepto si no tiene algún plan aun.

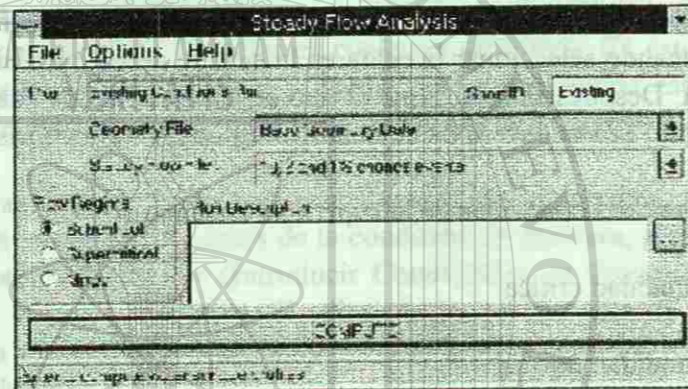


Figura 3.10 Ventana de simulación Steady Flow Analysis

El **Plan** define que geometría y que datos de flujo serán usados, así como proveer un título y un identificador para la corrida. Para establecer un plan, seleccione **New Plan** (Plan Nuevo) del menú **File** (Archivo) en la ventana Steady Flow Analysis. De al plan el título "Existing Conditions Run" y presione el botón **OK**. Luego aparecerá una caja de dialogo para introducir un identificador. Introduzca título de "Existing" en la caja **Short ID**.

El siguiente paso es seleccionar el régimen de flujo deseado para el cual el modelo desarrollara los cálculos. Para este ejemplo se desarrollaran cálculos para flujo Subcritico únicamente. Asegúrese de que esta seleccionado el régimen de flujo Subcritico. Están disponibles adicionales dispositivos de controlen el menú **Options**, pero no son requeridos para este ejemplo. Una vez que ha definido el plan y todos los datos, la información del plan deberá ser guardada. Para guardar la información del plan, se realiza seleccionando **Save Plan** (Guardar el plan) del menú **File** de la ventana Steady Flow Analysis.

Ahora que todo ha sido ajustado, los cálculos del flujo permanente pueden ser realizados presionando el botón "Compute" (Calcular) en el fondo de la ventana "Simulación" del flujo permanente. Una vez que el botón ha sido presionado, aparecerá otra ventana mostrando el progreso de los cálculos. Una vez que los cálculos han sido completados, la ventana de los cálculos puede cerrarse haciendo

doble clic en la esquina superior izquierda de la ventana. En este momento la ventana de simulación de flujo permanente puede ser cerrada.

## Observando los Resultados

Una vez que el modelo ha finalizado todos los cálculos completamente, puede empezar a observar los resultados. Algunas opciones de salida están disponibles desde la barra del menú **View** en la ventana principal del HEC-RAS. Esas opciones incluyen:

- Gráficas de las Secciones Transversales
- Gráficas de los perfiles
- Clasificación de curvas
- Gráficas Perspectiva X-Y-Z
- Tabulador de salida en una sección transversal específica (tabla de sección transversal)
- Tabulador de salida limitado en muchas secciones transversales (tabla de los perfiles)

Comencemos por trazar una sección transversal. Seleccione **Cross Sections** (Sección Transversal) de la barra del menú **View** (Ver) en la ventana principal del HEC-RAS. Aparecerá automáticamente un gráfico de la primera sección transversal en Butte Cr., como se muestra en la figura 3.11. Cualquier sección transversal puede ser graficada seleccionando el río apropiado, corriente, y la estación, de la lista de la caja en la parte alta de la ventana cross section plot. El usuario puede también ir al graficador usando los botones de las flechas hacia arriba y hacia abajo. Algunas características del graficador están disponibles en la barra del menú **Options** (Opciones) en la ventana cross section plot. Esas opciones incluyen: zoom in; zoom out; selección de planes, perfiles y variables a graficar, y control sobre líneas, símbolos, etiquetas escalas, y opciones de cuadrículado.



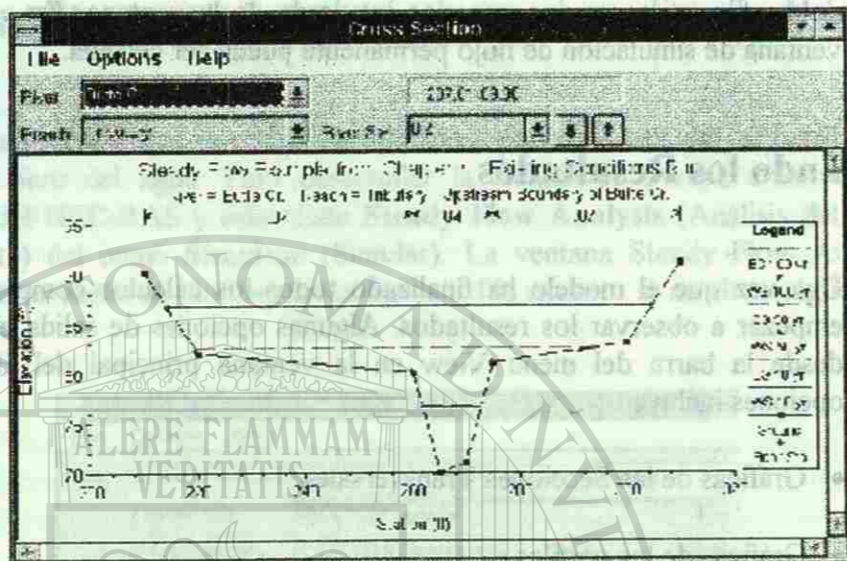


Figura 3.11 Ejemplo de Aplicación del "Cross Section Plot"

Seleccione las diferentes secciones transversales a trazar y practique utilizando algunas de las características disponibles bajo la barra de menú **Options** (Opciones).

Ahora trazaremos el perfil de la superficie libre del agua. Seleccione **Water Surface Profiles** (Perfiles de la superficie libre del agua) de la barra del menú **View** (Ver) en la ventana principal del HEC-RAS. Aparecerá automáticamente una gráfica de la superficie libre del agua para la primera corriente, la cual es Butte Cr. en nuestro ejemplo. Para graficar mas de una corriente, seleccione **Reaches** (Corrientes) de la barra del menú **Options** (Opciones) en el graficador de perfiles. Esta opción nos traerá una lista de los ríos y las corrientes disponibles de las cuales se puede escoger. Seleccione las corrientes superior e inferior del río Fall. Esto le dará una gráfica del perfil como se muestra en la Figura 3.12. Graficar los perfiles adicionales que fueron calculados y practique usando otras características disponibles bajo la barra del menú **Options** (Opciones) en el graficador de perfiles.

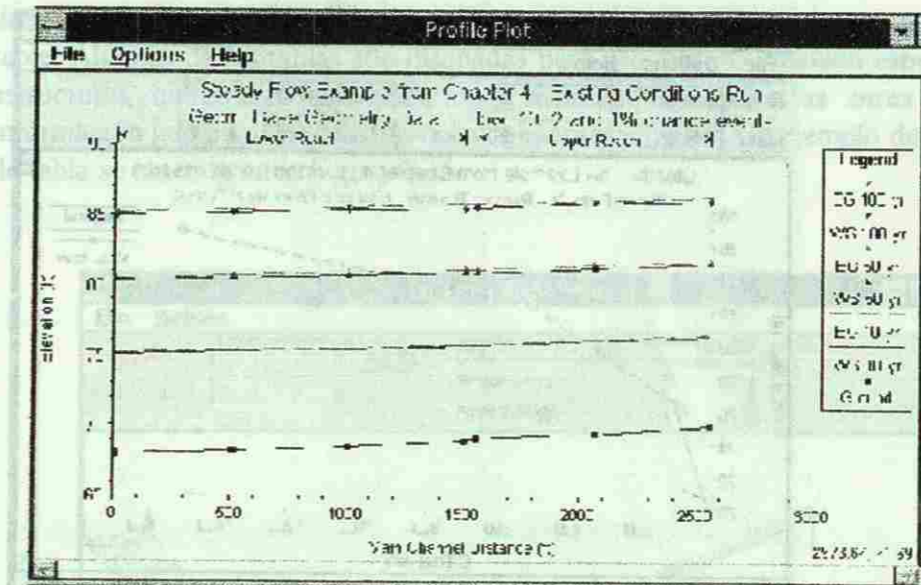


Figura 3.12 Ejemplo de Aplicación del Profile Plot

Ahora grafiquemos el calculo del gasto contra la elevación de la superficie libre del agua. Seleccione **Rating Curves** del menú **View** en la ventana principal del HEC-RAS. Un gasto contra elevación de la superficie libre del agua basado en el calculo del perfil de la superficie libre del agua aparecerá para la primera sección transversal en Butte Cr. Como se muestra en la Figura 3.13. Usted puede observar el calculo del gasto contra la elevación de la superficie libre del agua para cualquier lugar, seleccionando el río apropiado, corriente, y estación del río de la lista de la caja en la parte alta del graficador. Opciones similares al graficador de secciones transversales y gráficas de perfiles están disponibles en el graficador rating curve. Las gráficas del gasto contra la elevación de la superficie libre del agua para varios lugares y usos prácticos están disponibles en las opciones de gráficas.

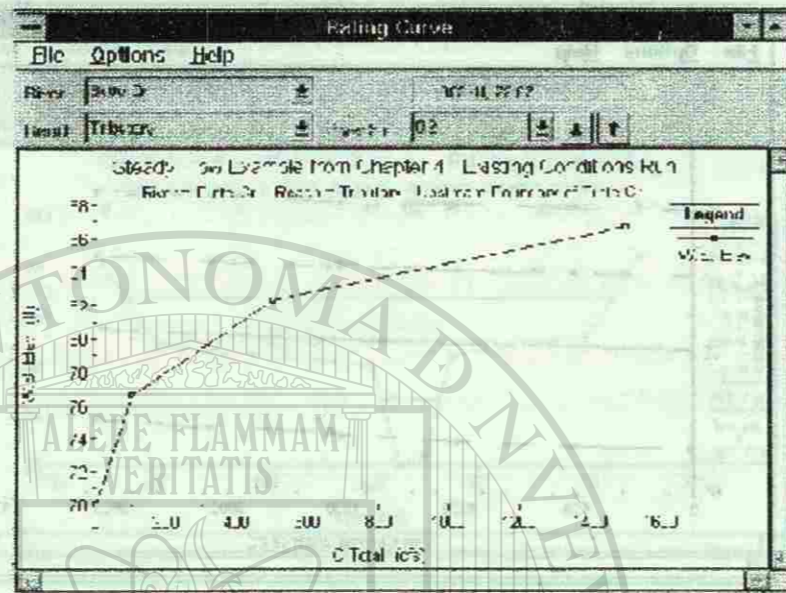


Figura 3.13 Ejemplo de aplicación del cálculo de una "Rating Curve"

Ahora veamos una gráfica en perspectiva X-Y-Z del sistema del río. Seleccionemos **X-Y-Z Perspective Plots** (Gráfica en perspectiva) de la barra del menú **View** (Ver) de la ventana principal del HEC-RAS. Una perspectiva aparecerá en la pantalla. Del menú **Options** (Opciones), seleccione **Reaches** (Corrientes). Aparecerá una ventana que le permitirá seleccionar cuales ríos y corrientes le gustaría graficar. Presione el botón **Select All** (Seleccionar todo) y luego el botón **OK**. También bajo el menú **Options** (Opciones), seleccione la opción **Profiles** (Perfiles). Seleccione dos de los tres perfiles disponibles para graficarlos. Una vez que haya seleccionado esas opciones, la perspectiva X-Y-Z deberá aparecer en la pantalla, similar a lo que se muestra en la Figura 3.14. Pruebe la rotación de la perspectiva en diferentes direcciones, y seleccione diferentes corrientes para observarlas.

Ahora veamos algunas tablas de datos salida. Vaya a la barra del menú **View** (Ver) en la ventana principal del HEC-RAS. Hay dos tipos de tablas disponibles, una tabla de secciones transversales específicas y una tabla de perfiles. Seleccione **Cross Section Table** (Tabla de las secciones transversales) para que aparezca la primera tabla. La tabla deberá observarse como se muestra en la Figura 3.15. Esta tabla nos da información hidráulica detallada en una simple sección transversal. Otras secciones transversales pueden ser observadas seleccionando en la tabla la milla (o kilometraje) apropiada de la corriente y el río.

Ahora aparecerá la tabla del perfil. Esta tabla muestra un limitado numero de variables hidráulicas para algunas secciones transversales. Hay varios tipos tablas

de perfiles listadas bajo la barra del menú **Tables** (Tablas) en la ventana profile table. Algunas de las tablas son diseñadas para proveer información específica de estructuras hidráulicas (ej. puentes y alcantarillas), mientras otras proveen información genérica en todas las secciones transversales. Un ejemplo de este tipo de tabla se muestra en la Figura 3.16.

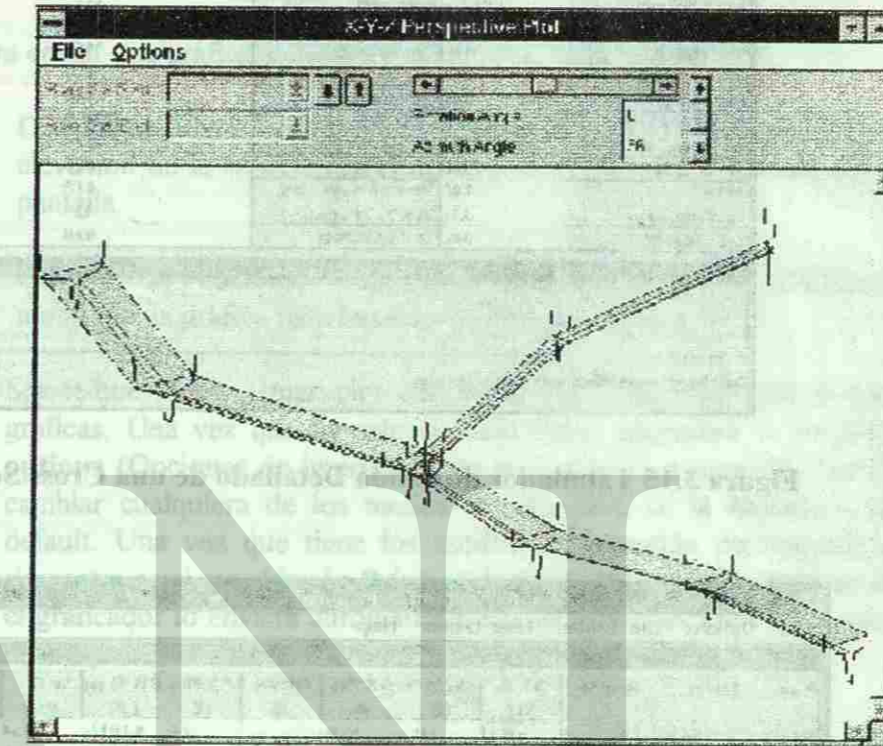


Figura 3.14 "X-Y-X Perspective Plot" de los Tres Corrientes del Río

Name	Type	Value	Unit
Water Depth	Water Depth	7.54	m
Water Surface	Water Surface	11.1	m
Water Level	Water Level	75.55	m
Water Velocity	Water Velocity	1.1	m/s
Water Discharge	Water Discharge	17396.9	m³/s
Water Area	Water Area	84.66	m²
Water Volume	Water Volume	30.6	m³
Water Weight	Water Weight	4.09	t
Water Density	Water Density	1.0	t/m³
Water Temperature	Water Temperature	17.3	°C
Water Color	Water Color	10	PCU

Figura 3.15 Tabulador de Salida Detallado de una Cross Section

Station	Elevation	Water Surface	Water Level	Water Depth	Water Velocity	Water Discharge	Water Area	Water Volume	Water Weight
0+00	11.1	7.54	7.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1+00	11.1	7.54	7.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2+00	11.1	7.54	7.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3+00	11.1	7.54	7.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4+00	11.1	7.54	7.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5+00	11.1	7.54	7.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6+00	11.1	7.54	7.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7+00	11.1	7.54	7.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8+00	11.1	7.54	7.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9+00	11.1	7.54	7.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Figura 3.16 Formato del Tabulador de Salida del Perfil

### Impresión de Gráficas y Tablas

Todas las gráficas y tablas pueden enviarse directamente a imprimir o plotearse o se pueden pasar a través del portapapeles de Windows a otro programa (ej. al procesador Word). La impresora que se usara será de acuerdo a la que Windows

tiene seleccionada por default. El usuario tiene la capacidad de cambiar muchos de los modos de selección dados por default (Vertical u horizontal) antes de imprimir.

### Envío directo de Gráficas a la Impresora

Para enviar una gráfica al plotter o impresora, haga lo siguiente:

1. Despliegue la gráfica que le interesa (sección transversal, perfil, gasto contra elevación de la superficie del agua, o el esquema del sistema del río) en la pantalla.
2. Usando las opciones disponibles (escala, etiquetas, cuadrícula, etc.), modifique la gráfica para hacer lo que desee imprimir.
3. Seleccione **Print** (Imprimir) del menú **File** (Archivo) del desplegado de gráficas. Una vez que ha seleccionado Print, aparecerá la ventana **Printer options** (Opciones de impresión), lo cual dará al usuario la oportunidad de cambiar cualquiera de los modos de selección de la impresión dados por default. Una vez que tiene los modos de selección de impresión haga lo siguiente, presione el botón **Print** (Imprimir) en la ventana **Printer Options** y el graficador lo enviara automáticamente al Windows Print Manager. A partir de ese punto el Windows Print Manager controlara la impresión.

### Envío de Gráficas al Portapapeles de Windows

Para trasladar una gráfica al pisapapeles de Windows y luego a otro programa, haga lo siguiente:

1. Despliegue en la pantalla la gráfica que le interesa.
2. Usando las opciones disponibles, modifique el gráfico que usted quiera si así lo desea.
3. Seleccione **Copy to Clipboard** (Copiar al portapapeles) del menú **File** (Archivo) del desplegado de gráficas. El gráfico será enviado automáticamente al portapapeles de Windows.
4. Despliegue en la pantalla el programa al que quiere introducir el gráfico (ej. el procesador word ). Seleccione **Paste** (Pegar) del menú **Edit** (Editor) de la

recepción del programa. Una vez que el gráfico ha sido pegado, puede aumentarse el tamaño a las dimensiones deseadas.

### Envío de Tablas Directamente a la Impresora

Para enviar una tabla a la impresora haga lo siguiente:

1. Traiga a pantalla la tabla deseada de la sección del tabulador de los datos de salida del programa.
2. Seleccione **Print** (Imprimir) del menú **File** (Archivo) de la tabla desplegada. Una vez que ha seleccionado la opción Print, aparecerá la ventana **Printer Options** (Opciones de impresión). Seleccione cualquier opción que desee, luego presione el botón **Print** (Imprimir). Esto enviara la tabla completa al Windows Print Manager. Desde este punto el Windows Print Manager controlara la impresión de la tabla.

La tabla de los datos de salida del perfil, se puede mandar imprimir completamente o una parte seleccionada. Si desea imprimir únicamente una parte de la tabla, haga lo siguiente:

1. Despliegue en la pantalla la tabla tipo del perfil deseado
2. Usando el mouse, presione el botón izquierdo del mouse y seleccione el área de la tabla que le gustaría imprimir. Para capturar una fila entera o columna, presione el botón izquierdo del mouse mientras mueve el puntero al encabezado de la fila o columna.
3. Seleccione **Print** (Imprimir) del menú **File** (Archivo) de la tabla mostrada. Únicamente la porción destacada y el encabezado de la fila o columna se enviara al Windows Print Manager.

### Envío de Tablas al Portapapeles de Windows

Para pasar una tabla al Portapapeles de Windows y después a otro programa, haga lo siguiente:

1. Despliegue en la pantalla la tabla deseada.
2. Seleccione **Copy to Clipboard** (Copiar al portapapeles) del menú **File** (Archivo) de la tabla desplegada.

3. Traiga a la pantalla el programa al que desea introducir la tabla. Seleccione **Paste** (Pegar) del menú **Edit** (Archivo) del programa recibido.

Pueden enviarse porciones de las tablas de datos del perfil al portapapeles de la misma forma como se enviaron a la impresora.

Practique el envío de gráficas y tablas a la impresora y al portapapeles con la serie de datos del ejemplo que tiene actualmente abierto.

### Salida del Programa

Antes de salir del software HEC-RAS, asegúrese de guardar todos los datos. Esto puede hacerlo fácilmente seleccionando **Save Project** (Guardar el proyecto) en el menú **File** (Archivo) de la ventana principal del HEC-RAS. Cualquier dato (geométrico, flujo, y datos del plano) que no han sido guardados, serán guardados automáticamente.

Para salir del software HEC-RAS, seleccione **Exit** (Salir) del menú **File** (Archivo) de la ventana principal del HEC-RAS. El programa guardara el proyecto si los datos no han sido guardados previamente.

## Capítulo 4

Para crear una aplicación hidráulica a ríos con el HEC-RAS, Trabajamos con proyectos. Un proyecto es un conjunto de archivos usados para construir un modelo.

En este capítulo se describen los proyectos, así como su creación y manejo.

### Contenido:

- Conociendo proyectos.
- Elementos de un proyecto.
- Creando, Abriendo, Renombrando y Borrando proyectos.
- Opciones de Proyectos.

### Conociendo Proyectos.

Cuando desarrollamos una aplicación, el manejo de todos los archivos que fueron creados es realizado a través de la interface del usuario.

Cuando iniciamos un nuevo proyecto, Se le pide al usuario que introduzca un título y un nombre de archivo del proyecto. Todos los demás datos son almacenados automáticamente por la interface del usuario usando el mismo nombre que el archivo del proyecto, excepto por los tres caracteres del la extensión. El proyecto esta formado por:

- Un archivo de proyecto (.PRJ)
- Un archivo para cada planta (.P01 a .p99)
- Un archivo de corrida para cada planta (.R01 a .R99)
- Un archivo de salida para cada planta (.R01 a .R99)
- Un archivo para cada entrada de datos de geometría (.G01 a .G99)
- Un archivo para cada valor de flujo permanente (.F01 a .F99)
- Un archivo para cada valor de flujo no-permanente (.F01 a .F99)
- Un archivo para cada entrada de datos de sedimentación.
- Un archivo para cada entrada de datos de diseño hidráulico.

El archivo de proyecto contiene: el título de proyecto; el sistema de unidades del proyecto; una lista de todos los archivos asociados con el proyecto y una lista de variables por default que pueden ser introducidas de la interface. También esta incluida en el archivo de proyecto una referencia de la ultima planta utilizada por el usuario. Esta información esta es actualizada cada vez que el proyecto es guardado.

## Elementos de un proyecto.

Las siguientes secciones describen varios tipos de archivos que pueden incluirse en un proyecto. Todos estos archivos pueden ser creadas por la interface del usuario y no se requiere crear o editar esos archivos directamente.

### Archivos del Plan

Los archivos de planta tiene una extensión .P01 a .P99 . Lo indica un archivo de planta, mientras que el numero representa el numero de la planta. Como las plantas son creadas, son enumerados del 01 al 99. Los archivos de planta contienen: Una descripción y un identificador corta para la planta ; una lista de los archivos que están asociados con la planta (ej. archivo de geometría y archivo de flujo permanente) ; y una descripción de todas las opciones de simulación que pueden ser útiles para la planta. El archivo planta es creado automáticamente por la interface cada vez que el usuario selecciona New Plan o Save Plan As de la ventana de simulación.

### Archivos de corrida.

Los archivos de corrida tiene la extensión .R01 a .R99 . La R indica que se trata de un archivo de corrida, mientras que el numero representa una asociación a un archivo de planta en particular. Un archivo con extensión .R01 es el archivo de corrida correspondiente al archivo de planta con la extensión .P01. El archivo de corrida contiene todos los datos necesarios para desarrollar los cálculos requeridos por el archivo de planta asociado. Por ejemplo si se requiere un análisis de flujo permanente, el archivo de corrida contendrá los datos geométricos, los datos de flujo permanente, y todas las opciones calculables necesarias que estén asociadas con el archivo de planta. El archivo de corrida contiene la entrada de cualquiera de computational engines disponibles en el sistema del HEC-RAS. Los archivos de corrida son generados automáticamente por la interface cada vez que el usuario presiona el botón Compute de la ventana de Simulación. El archivo de corrido esta en formato ASCII, pero no es explicable por si mismo.

### Archivos de Salida

Los archivos de salida tiene extensión .O01 a .O99. La O indica que se trata de un archivo de salida, mientras que el numero representa una asociación a un archivo de planta en particular. Un archivo con extensión .O12 es un archivo de salida que corresponde al archivo de planta con la extensión .P12. Un archivo de salida contiene todos los resultados de los cálculos para el computational engine

requerido. Por ejemplo si se requiere un análisis de flujo permanente, el archivo de salida contendrá los resultados del computational engine del flujo permanente. El archivo de salida esta en formato binario y solo puede ser leído por la interface del usuario.

**Archivos de la Geometría (datos geométricos)**

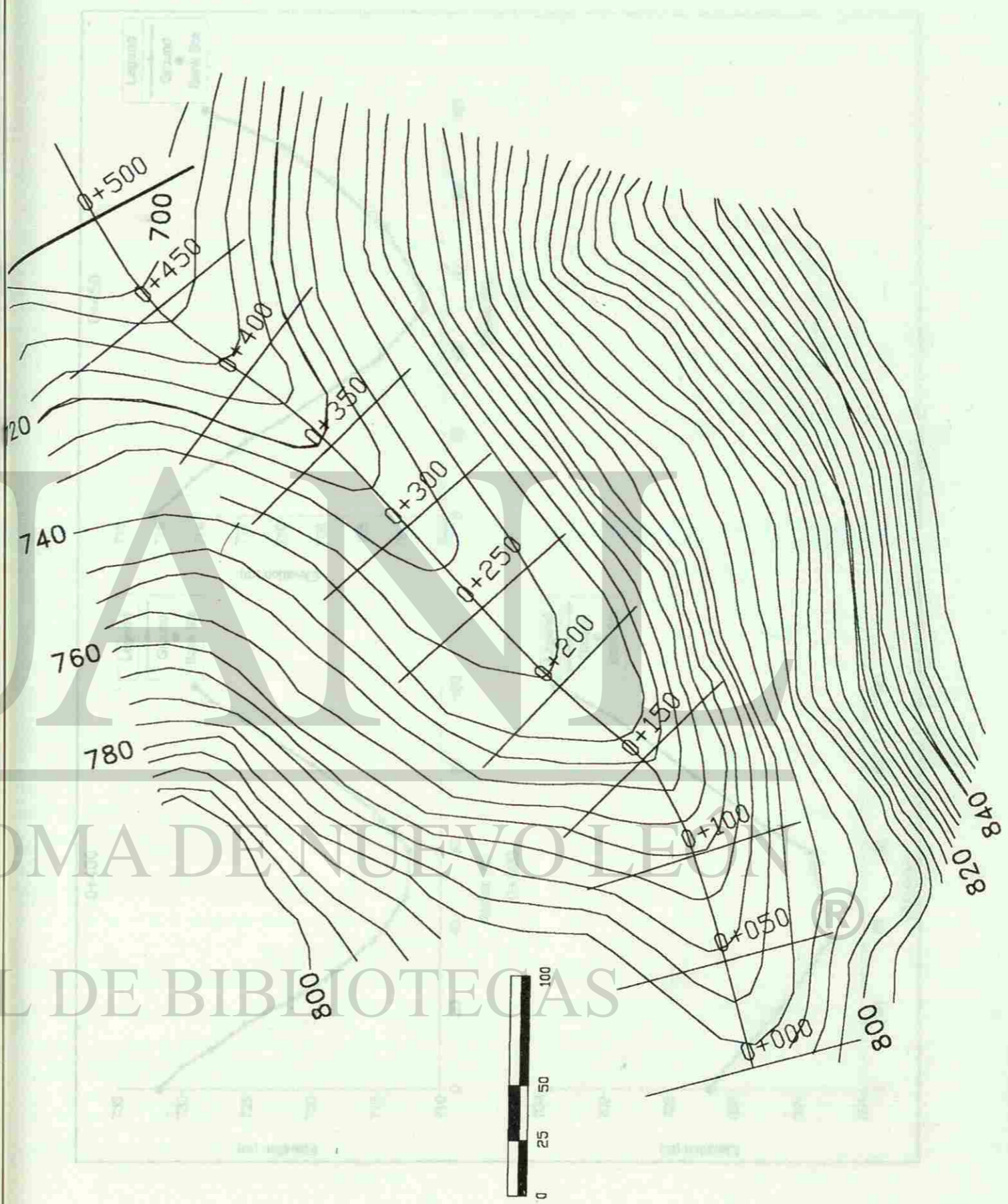
Los archivos de geometría tiene extensión .G01 a .G99. La G indica que se trata de un archivo de geometría, mientras que el numero corresponde al orden en el que fueron guardados para algún proyecto en particular. Los archivos de geometría contiene todos los datos geométricos necesarios para que un sistema de rios se analizado. Los datos de geometría consisten en: información de secciones transversales, datos de la estructura hidráulica (ej. puentes y alcantarillas); coeficientes información acerca del modelo. Los datos de geometría están almacenados en formato ASCII. El archivo contiene palabras claves que describen cada parte de los datos, y se puede explicar por si mismo en la mayoría de los casos. Un archivo de geometría es creado por la interface del usuario cuando el modelador selecciona New Geometry Data o Save Geometry Data As de la ventana de datos de geometría.

**Archivos de Flujo Permanente.**

Los archivos de datos de flujos permanente tienen una extensión .F01 a F99. La F indica que se trata de un archivo de datos de flujo permanente, mientras que el numero corresponde al orden en el que fueron guardados para algún proyecto en particular, y contienen los datos del tipo de flujo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

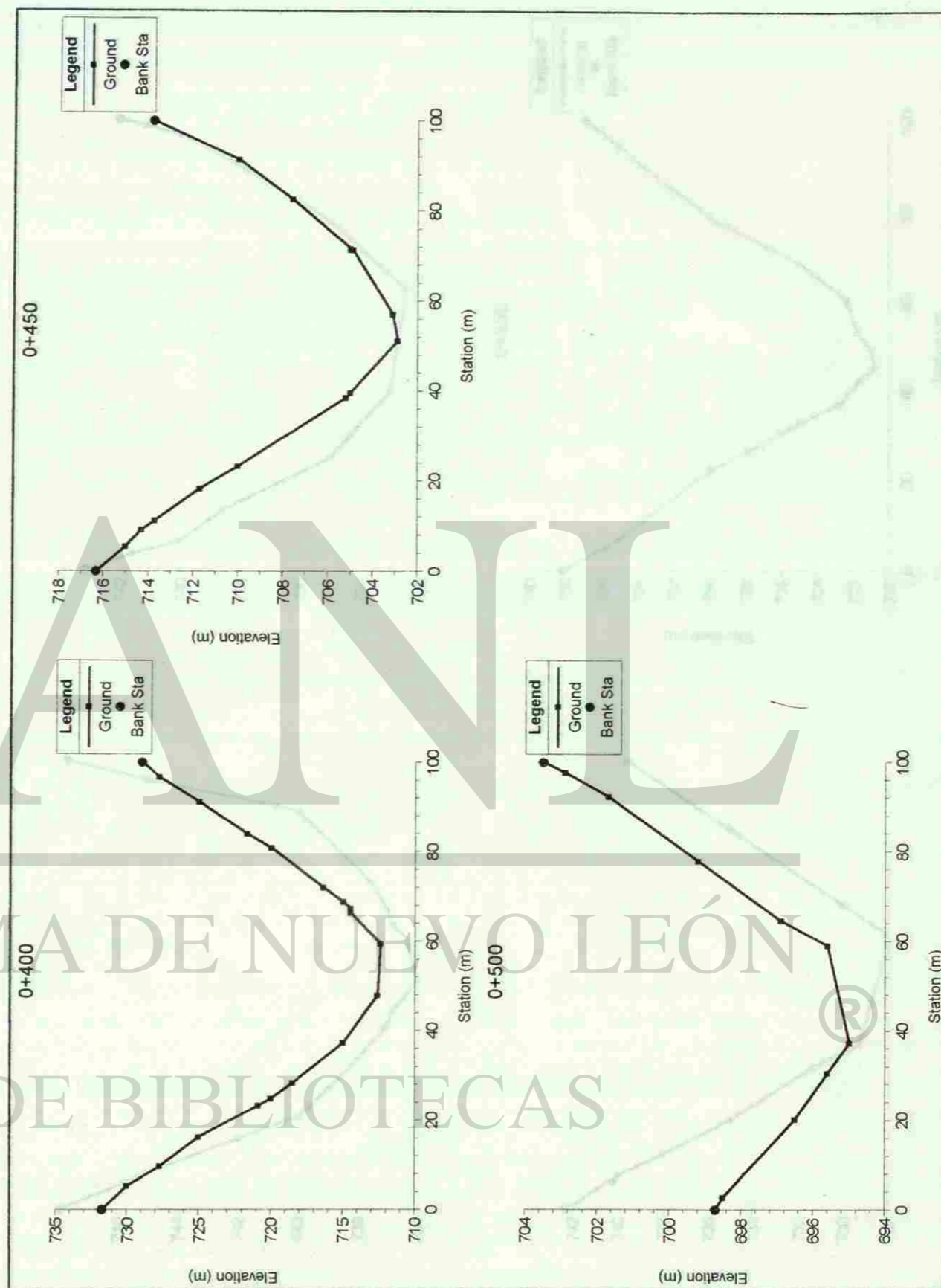
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

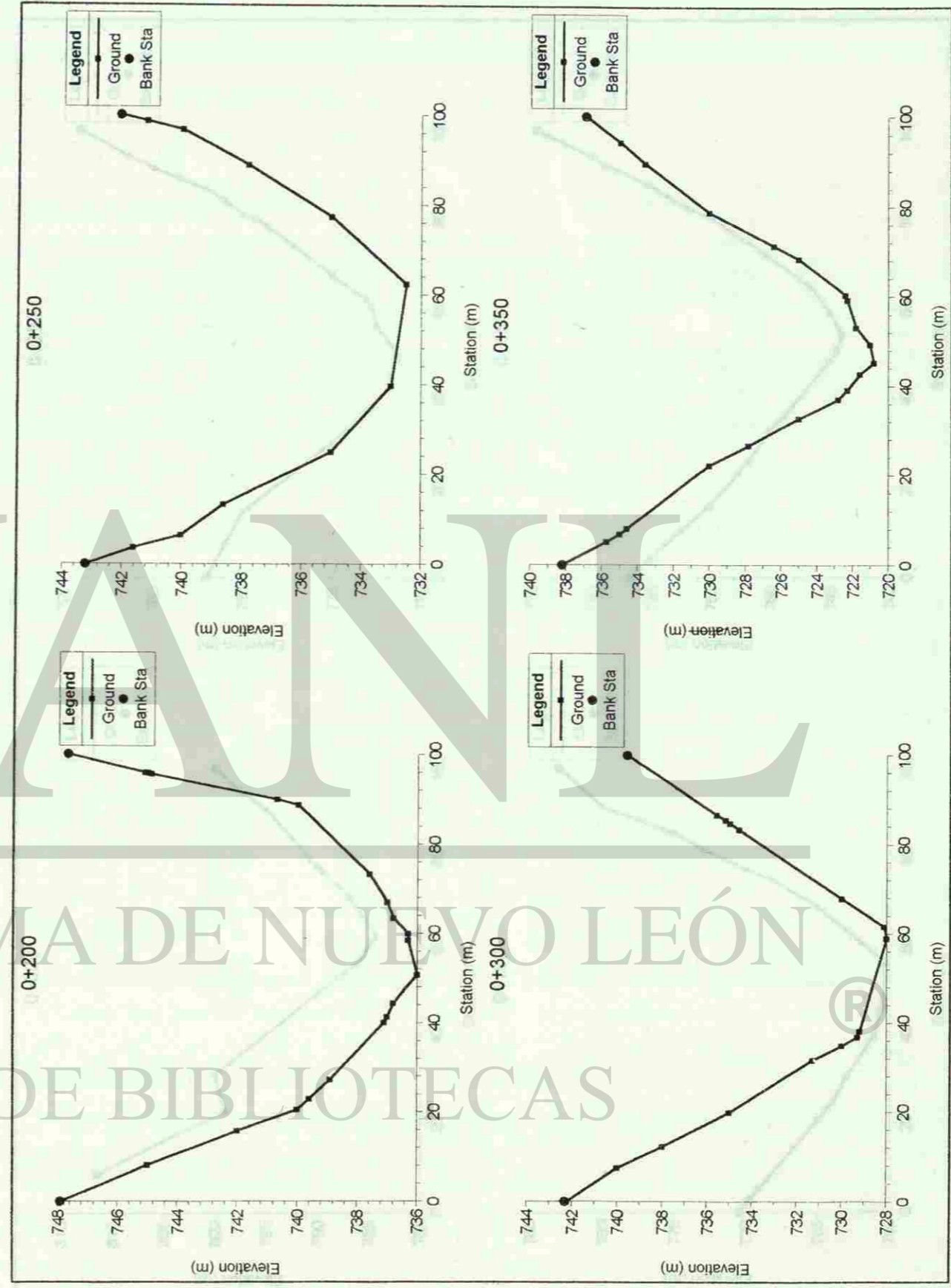


requerido. Por ejemplo si se requiere un análisis de flujo permanente, el archivo de salida contendrá los resultados del *computational engine* del flujo permanente. El archivo de salida está en formato binario y solo puede ser leído por la interfaz del usuario.

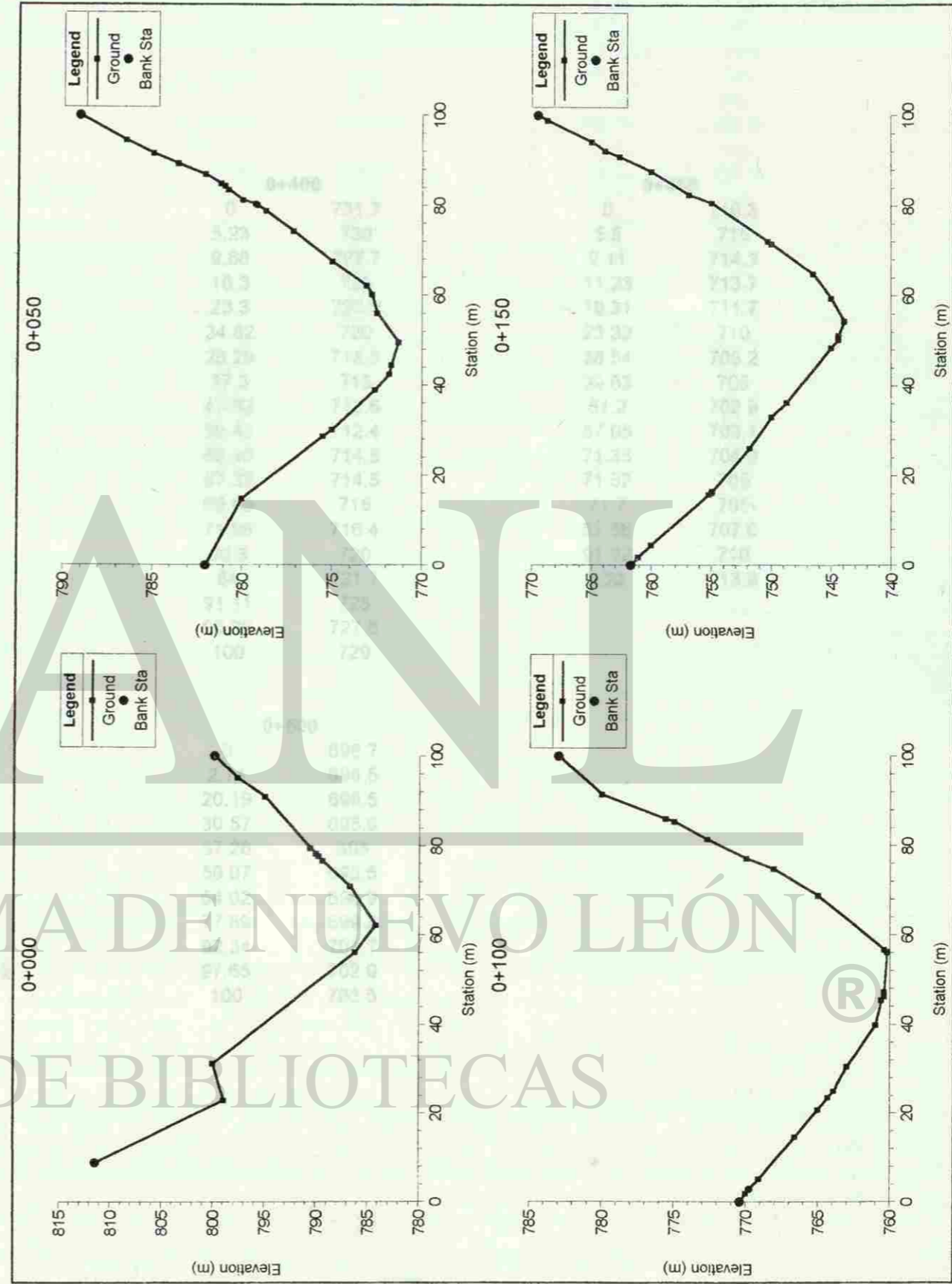
Archivos de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Los archivos de salida de la interfaz de usuario se generan en formato binario. El archivo de salida de la interfaz de usuario se genera en formato binario. El archivo de salida de la interfaz de usuario se genera en formato binario.









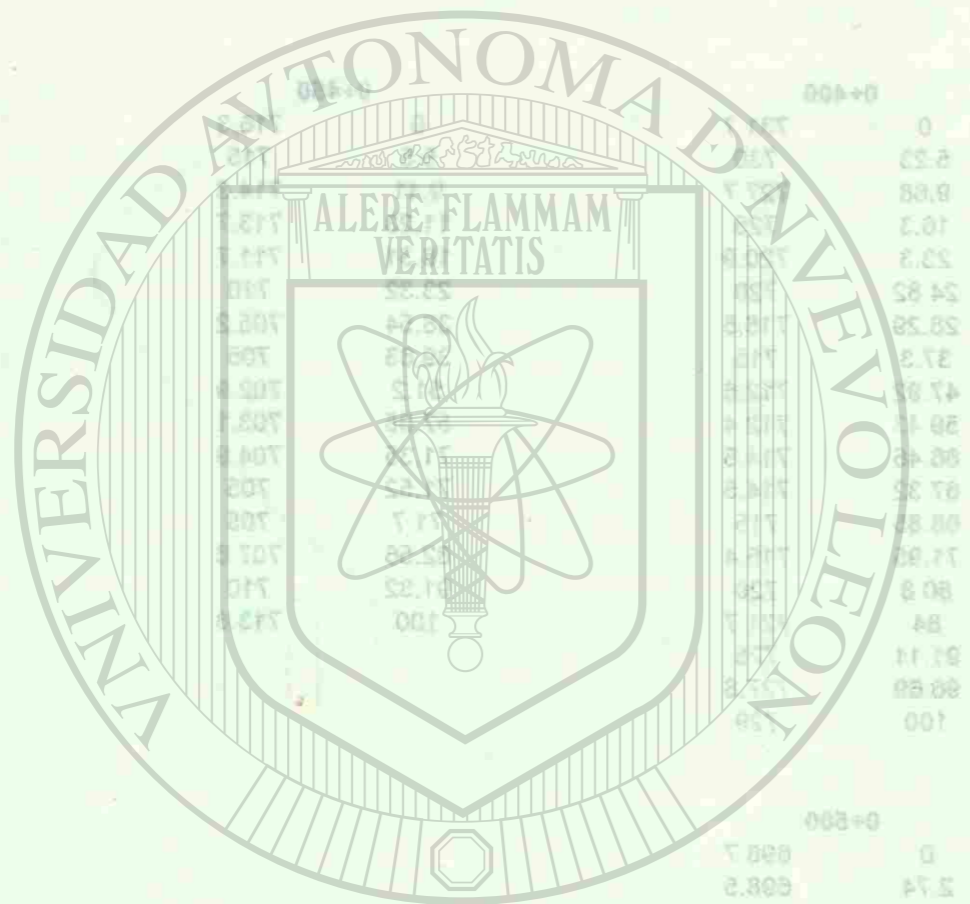


0+200		0+250	
0	747.8	0	743.2
5.15	745	3.55	741.5
15.5	742	6.45	740
25.45	740	13.55	735.5
32.95	738.5	24.05	735
37.8	738.5	29.55	735
45.1	737.1	32.55	732.5
47.35	737	37.35	735
54.35	735.5	39.55	732.5
59.55	735.5	43.7	731
<b>0+400</b>		<b>0+450</b>	
0	731.7	0	716.3
5.23	730	5.5	715
9.68	727.7	9.11	714.3
16.3	725	11.23	713.7
23.3	720.9	18.31	711.7
24.82	720	23.32	710
28.29	718.5	38.54	705.2
37.3	715	39.63	705
47.92	712.6	51.2	702.9
59.43	712.4	57.05	703.1
66.46	714.5	71.35	704.9
67.32	714.5	71.52	705
68.85	715	71.7	705
71.95	716.4	82.56	707.6
80.8	720	91.32	710
84	721.7	100	713.8
91.11	725		
96.69	727.8		
100	729		
<b>0+500</b>			
0	698.7		
2.74	698.5		
20.19	696.5		
30.57	695.6		
37.26	695		
59.07	695.6		
64.62	696.9		
77.89	699.2		
92.34	701.7		
97.65	702.9		
100	703.5		

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





0+200

0	747.9
8.15	745
15.8	742
20.49	740
22.91	739.6
27.31	738.9
40.11	737.1
41.33	737
44.39	736.8
50.69	736
58.5	736.3
60.03	736.3
63.46	736.8
67.02	737
73.39	737.6
88.75	740
89.96	740.7
95.59	744.9
95.79	745
95.88	745.1
100	747.7
14.66	750.8
20.73	752
23.6	754.3
0	742.3
0.04	742.2
7.5	740
12.23	738
19.85	735
31.68	731.3
34.96	730
36.87	729.3
38.19	729.2
58.94	728
61.57	728.1
67.89	730
83.39	734.6
84.73	735
85.52	735.2
86.6	735.6
100	739.6
91.82	741
100	742

0+300

0+250

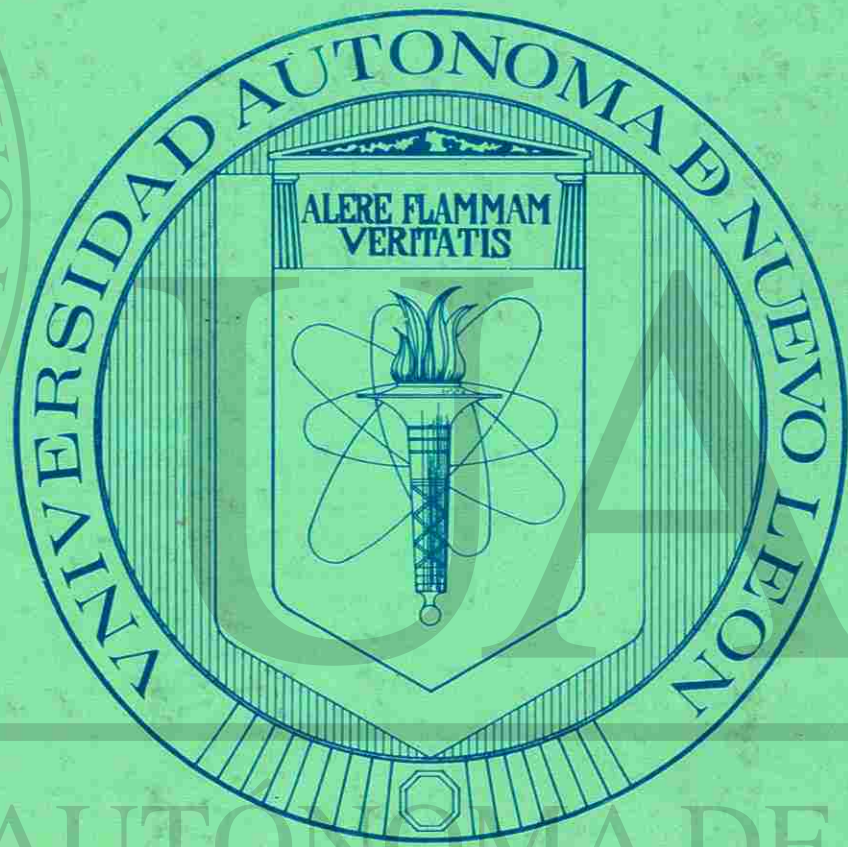
0	743.2
3.68	741.6
6.49	740
13.38	738.6
24.91	735
39.66	733
62.35	732.5
77.38	735
88.94	737.8
96.71	740
98.61	741.2
100	742.1
	743
	744
	745
	746
	747
	748
	749
	750
	751
	752
	753
	754
	755
	756
	757
	758
	759
	760
	761
	762
	763
	764
	765
	766
	767
	768
	769
	770
	771
	772
	773
	774
	775
	776
	777
	778
	779
	780
	781
	782
	783
	784
	785
	786
	787
	788
	789
	790
	791
	792
	793
	794
	795
	796
	797
	798
	799
	800
	801
	802
	803
	804
	805
	806
	807
	808
	809
	810
	811
	812
	813
	814
	815
	816
	817
	818
	819
	820
	821
	822
	823
	824
	825
	826
	827
	828
	829
	830
	831
	832
	833
	834
	835
	836
	837
	838
	839
	840
	841
	842
	843
	844
	845
	846
	847
	848
	849
	850
	851
	852
	853
	854
	855
	856
	857
	858
	859
	860
	861
	862
	863
	864
	865
	866
	867
	868
	869
	870
	871
	872
	873
	874
	875
	876
	877
	878
	879
	880
	881
	882
	883
	884
	885
	886
	887
	888
	889
	890
	891
	892
	893
	894
	895
	896
	897
	898
	899
	900

0+350

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS







SIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO  
CCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS