



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

SISTEMA DE COMPUTO PARA EL PROYECTO  
GEOMETRICO DE CARRETERAS

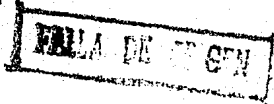
T E S I S P R O F E S I O N A L  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN COMPUTACION  
P R E S E N T A :  
ROBERTO I. CASTAÑEDA ALVARADO



DIRECTOR DE TESIS:  
ING. A. ADOLFO MILLAN NAJERA

MEXICO, D. F.

1990





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# SISTEMA DE COMPUTO PARA EL PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS

## INDICE

I	Introducción	
a)	Objetivo General .....	1
b)	Contenido del trabajo .....	1
c)	Antecedentes .....	2
c.1)	Antecedentes históricos de las carreteras en México .....	3
c.2)	Proceso de datos en apoyo al proyecto de carreteras .....	4
d)	Conceptos sobre carreteras .....	5
d.1)	Alineamiento Horizontal .....	5
d.2)	Alineamiento Vertical .....	6
d.3)	Elementos de la sección transversal .....	9
d.4)	Terracerías .....	16
d.5)	Volúmenes de construcción .....	18
II	Planteamiento del problema	
a)	Definición del problema .....	21
b)	Descripción de la situación actual .....	23
b.1)	Descripción de programas .....	23
b.2)	Descripción del equipo disponible .....	26
b.3)	Descripción de lenguajes de programación disponibles .....	30
b.4)	Alternativas de solución .....	32
b.5)	Elección de la mejor alternativa .....	35
b.6)	Conclusiones del planteamiento .....	36
III	Análisis del sistema	
a)	Análisis general .....	37

a. 19. Sistemas relacionados .....	37
a. 20. Personal .....	40
a. 30. Equipo .....	43
b). Análisis detallado .....	45
19. Diseño del sistema .....	
a). Diseño externo .....	65
a. 1). Archivos de entrada .....	65
a. 2). Archivos de salida .....	78
b). Diseño interno .....	82
b. 1). Diseño arquitectónico .....	82
b. 2). Diseño detallado .....	99
20. Desarrollo del sistema .....	
a). Programación .....	113
b). Depuración .....	151
21. Pruebas .....	
a). Pruebas de validez .....	133
b). Pruebas de integración .....	156
22. Manual de usuario y operación .....	
a). Manual de usuario .....	153
a. 1). Generalidades .....	153
a. 2). Configuración .....	156
a. 3). Operación de datos .....	165
a. 3.1). Instalación de	
operación de datos .....	166
a. 4). Interpretación de resultados .....	169
b). Manual de operación .....	178

	b.1). Requerimientos de hardware .....	172
	b.2). Instalación .....	178
	b.3). Funcionamiento .....	180
	b.4). Errores en la operación del sistema .....	182
VIII	Conclusiones .....	185
IX	Apendices	
	a). Glosario de terminos .....	188
	b). Formas de codificación .....	194
	c). Formatos de reporte .....	204
	d). Secciones tipo .....	210
X	Bibliografía .....	218

# I

# INTRODUCCION

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1. OBJETIVO GENERAL.

El presente trabajo tiene como finalidad el desarrollo y la implementación de un nuevo sistema de cómputo para determinar la geometría de las secciones y los volúmenes de construcción en el proyecto definitivo de carreteras.

Con dicho sistema se pretende sustituir a los programas actuales, cuyo desarrollo se inició hace veintiseis años y ya presentan algunas incongruencias con las normas actuales del proyecto constructivo de carreteras, adicionando nuevas funciones de cálculo para ayudar a que el proyectista dedique su esfuerzo a optimizar el proyecto, relevándolo de cálculos rutinarios automatizables.

### 1.2. CONTENIDO DEL TRABAJO

Este trabajo se apega a los criterios para el análisis, diseño e instrumentación de sistemas, proporcionados por la Ingeniería de la Programación, y a los criterios sobre el proyecto de carreteras, establecidos por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Este primer capítulo contiene una breve introducción donde se definen los conceptos de mayor importancia en el proyecto de carreteras, con el fin de unificar criterios.

En el capítulo segundo se plantea claramente el problema, la situación actual de los programas y el equipo, los lenguajes disponibles, y se proponen las alternativas de solución.

En el capítulo tercero se establecen los criterios de cálculo a considerar y los requisitos a cumplir por el sistema.

En el capítulo cuarto se diseña la estructura y el funcionamiento que tendrá el nuevo sistema.

En el capítulo quinto se hace la traducción del diseño al lenguaje de programación determinado, así como su documentación interna y la depuración de la programación.

En el capítulo sexto se realizan las pruebas de aceptación y de integración para determinar si el sistema satisface todos los requisitos establecidos.

En el capítulo séptimo se desarrollan los manuales del usuario y del operador del sistema.

En el capítulo octavo se presentan las conclusiones de los conceptos más importantes y las experiencias obtenidas en la realización del trabajo.

En el capítulo noveno, se proporcionan algunos apéndices para una mejor comprensión del trabajo realizado, así como algunos otros puntos de importancia.

En el capítulo décimo se enlistan los libros, manuales y revistas utilizados como apoyo en la realización de este trabajo.

### c). ANTECEDENTES

Este inciso viene como finalidad explicar el desarrollo histórico de las carreteras en México y describir el apoyo del proceso de datos a la preparación de los proyectos para su construcción.



## C.17. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LAS CARRETERAS EN MÉXICO

Desde la época precolombina se construyeron caminos en México. Se han encontrado vestigios de una red construida por los mayas y por otros grupos étnicos.

Con la llegada de los españoles fue necesario acondicionar las veredas existentes a las nuevas necesidades. Para la construcción y conservación de caminos, a partir de 1574 se instituyó el sistema de pago de peaje para los usuarios. Este sistema permitió, que al finalizar la colonia, México contara con 7500 Km de carreteras y 19700 Km de caminos de herradura.

En 1891 se creó la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, encargada, desde entonces, de la planeación, construcción y conservación de obras públicas.

En 1925 se creó la Comisión Nacional de Caminos iniciando la construcción de diversas carreteras partiendo en forma radial de la Cd. de México.

En 1933 se aprobó la ley de cooperación de los Estados, dando lugar a la creación de las Juntas Locales de Caminos, que construyeron y conservaron carreteras en forma bipartita, por la Federación y los Estados.

En 1952 se creó la Comisión Nacional de Caminos Vecinales, para construir carreteras financiadas por la Federación, los Estados y los vecinos del lugar por partes iguales.

Por último, en 1971, se inició la construcción de caminos de mano de obra, actualmente conocidas como caminos rurales, cuya función es integrar pequeñas poblaciones a la vida productiva del país con especificaciones modestas.

## 2.1. PROCESO DE DATOS EN APOYO AL PROYECTO DE CARRETERAS

La utilización de equipo electrónico en el proyecto de Carreteras, ha permitido modificar ampliamente la antigua metodología, obteniéndose diversos avances, entre estos, los siguientes:

- Menor tiempo en la evaluación de alternativas, facilitando la realización de todas las necesarias, en una fracción del tiempo antes empleado.
- La captura automática de los datos de campo se ha hecho posible mediante una libreta electrónica adaptada a los teodolitos, distanciómetros, que se conecta al puerto serie de una computadora personal.
- Graficación automática de planos con la calidad obtenida por un dibujante, en menor tiempo y sin los errores comunes entre estos.
- Uniformidad en los criterios de cálculo y en la presentación de resultados. Esto es obtenido mediante la aceptación de un trabajo si, y solo si, fue procesado mediante los programas de computadora disponibles.

Actualmente, la Dirección de Proyecto de Carreteras cuenta con los programas para el procesamiento del proyecto geométrico de terracerías. El más antiguo data de 1965; fue desarrollado originalmente en el lenguaje de programación FORTRAN II para una computadora IBM 1620 y mediante sucesivas adaptaciones y adecuaciones, a nuevas máquinas y nuevos requerimientos, ha sido útil para el procesamiento de muchos miles de kilómetros de carreteras que ahora están en servicio. Sin embargo, es necesario elaborar un sistema que abarque la gran mayoría de los casos vigentes del proyecto, aprovechando al máximo los nuevos equipos y lenguajes de programación.

#### d). CONCEPTOS SOBRE CARRETERAS

Es necesario conocer ciertos elementos, que influyen en el proyecto de carreteras, para entender la necesidad de las secciones transversales de construcción que son básicas para la definición de las terracerías, el drenaje, el pavimento y los puentes.

El proyecto de carreteras consta de tres etapas: selección de ruta, anteproyecto y proyecto definitivo. Para el presente trabajo solo es necesario revisar la etapa del proyecto definitivo.

Para el proyecto definitivo es necesario considerar los datos de los alineamientos horizontal y vertical, las secciones de terreno, los datos de suelos, los datos geométricos de las secciones tipo, las ampliaciones y las sobreelevaciones, los espesores de las capas de terracerías y los taludes de terraplén.

#### d.1). ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El alineamiento horizontal, lo podemos definir, como la proyección sobre el plano horizontal del eje del proyecto seleccionado. Tiene como objetivo fundamental el definir formalmente el eje de la ruta aceptada, los elementos que lo integran son:

1. Tangentes
2. Curvas circulares
3. Curvas de transición

1. Las tangentes son los tramos rectos del alineamiento horizontal uniendo a las curvas horizontales. Su longitud máxima, está limitada por la seguridad: las tangentes largas son causa potencial de accidentes. Su longitud mínima, está definida por la necesidad para dar la ampliación y sobreelevación de las curvas. Las tangentes horizontales están determinadas por su longitud y acimut.

2. Las curvas circulares horizontales, son los arcos circulares del alineamiento horizontal que unen a dos tangentes horizontales consecutivas; se dividen en simples o compuestas dependiendo del número de arcos sucesivos de diferente radio; y finalmente, están definidas por su longitud y su grado de curvatura.

El grado máximo de curvatura se determina por la velocidad del proyecto, a mayor velocidad menor grado de curvatura.

La longitud mínima de una curva circular con transición mixta depende de las longitudes de las transiciones; mientras que, en una curva circular con espiral de transición puede ser cero. La longitud de una curva circular tiene límites recomendables.

2. Las curvas de transición horizontales son ligas de una tangente a una curva circular. En su longitud se efectúa, de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura desde infinito hasta el correspondiente para la curva circular. Son necesarias para que un vehículo pase de una tangente a una circular en forma gradual.

La longitud mínima de una curva de transición depende de la velocidad del proyecto y la sobreelevación de la curva circular.

A lo largo del proyecto deberá preverse las distancias de visibilidad de parada y de rebase correspondientes a la velocidad del proyecto.

#### d.2). ALINEAMIENTO VERTICAL.

El alineamiento vertical es la proyección, sobre el plano vertical del eje de la subcorona del proyecto seleccionado. Al eje de la subcorona en el alineamiento vertical es llamado suprasante.

El alineamiento vertical está compuesto por:

1. Tangentes verticales
2. Curvas verticales

1. Las tangentes son los tramos rectos del alineamiento vertical, están limitadas por dos curvas verticales sucesivas y se caracterizan por su longitud y su pendiente.

La longitud de una tangente vertical es la distancia entre el final de una curva y el inicio de la siguiente. La longitud crítica de una tangente vertical es la distancia máxima en la que un camión cargado puede ascender sin reducir su velocidad más allá de un límite determinado.

La pendiente de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia de dos puntos de la misma. Se pueden identificar tres tipos: gobernadora, máxima y mínima.

La pendiente gobernadora es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea subrasante para atacar un desnivel determinado, está en función del tipo de terreno y de la composición del tránsito, al fijarla se debe procurar un costo bajo en la construcción, operación y mantenimiento. Existe una tabla para determinarla en función del terreno y del tipo de carretera.

La pendiente máxima es la mayor pendiente permitida por el proyecto. Se determina en base al volumen, a la composición del tránsito y al tipo de terreno. Existe una tabla para determinarla en función del terreno y del tipo de carretera.

La pendiente mínima es la menor pendiente permitida por el proyecto. Se fija para permitir el drenaje. En corte y/o en balcón no deberá ser menor de 0.5 % y en terrapién podrá ser nula.

- Las curvas verticales son parábolas del alineamiento vertical y están definidas por su longitud y por la diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales unidas a ellas. Su función es que en su longitud se efectúe un paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de salida. Deben asegurar una carretera de operación segura y confortable, de apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas.

Al punto de intersección de dos tangentes contiguas se le llama punto de inflexión vertical y se representa con PIV. Al punto donde termina la tangente y empieza la curva se le llama punto sobre curva vertical y se representa con PCV. Al punto donde termina la curva y empieza la tangente se le llama punto sobre tangente vertical y se representa con PTV.

La forma de la curva vertical considerada óptima, para el tránsito de los vehículos, corresponde a una parábola. Las curvas verticales pueden tener concavidad hacia arriba o hacia abajo, recibiendo el nombre de curvas en cresta o en columpio respectivamente.

La longitud de la curva vertical es la distancia medida entre el PCV y PTV. Existen cuatro criterios para determinarla y a continuación se explican.

- Criterio de comodidad. Es aplicado al proyecto en las curvas en columpio en donde la fuerza centrífuga, aparecida en el vehículo, se suma al peso del mismo.
- Criterio de drenaje. Es aplicado al proyecto en curvas en columpio o en cresta, cuando están alojadas en corte, para que la pendiente en cualquier punto de la curva sea tal que el agua pueda escurrir fácilmente.
- Criterio de seguridad. Es aplicado al proyecto en curvas con visibilidad completa, para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.
- Criterio de seguridad. Se aplica al proyecto en curvas en columpio o en cresta, para que la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada.

### d.3). ELEMENTOS DE LA SECCION TRANSVERSAL.

Una seccion transversal de una carretera es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, con este se determinan los elementos que la definen.

La seccion transversal esta definida por la corona, subcorona, cunetas, banas, taludes y el terreno comprendido dentro del derecho de via (ver figura #1).

**Corona.** Es la superficie terminada comprendida entre los hombros de la carretera. En la seccion transversal se representa por una linea. La corona esta definida por:

- a). Rasante
  - b). Pendiente transversal
  - c). Calzada
  - d). Acotamientos
  - e). Faja separadora (cuando el proyecto lo requiere)
- a). La rasante es la proyeccion del desarrollo del eje de la corona normal a su eje. En la seccion transversal esta representada con un punto.
- b). La pendiente transversal es la considerada a partir del eje hacia los hombros. La seccion transversal, dependiendo del alineamiento horizontal, puede estar comprendida dentro de una curva o en una tangente horizontal. Debido a esto se presentan tres casos de la pendiente transversal y son:

- Bombeo
- Sobreelevacion
- Transicion de bombeo a sobreelevacion

- Bombeo. Pendiente transversal descendente de la corona, a partir de su eje y hacia ambos lados, en las tangentes del alineamiento horizontal para evitar la acumulacion de agua en la carretera.

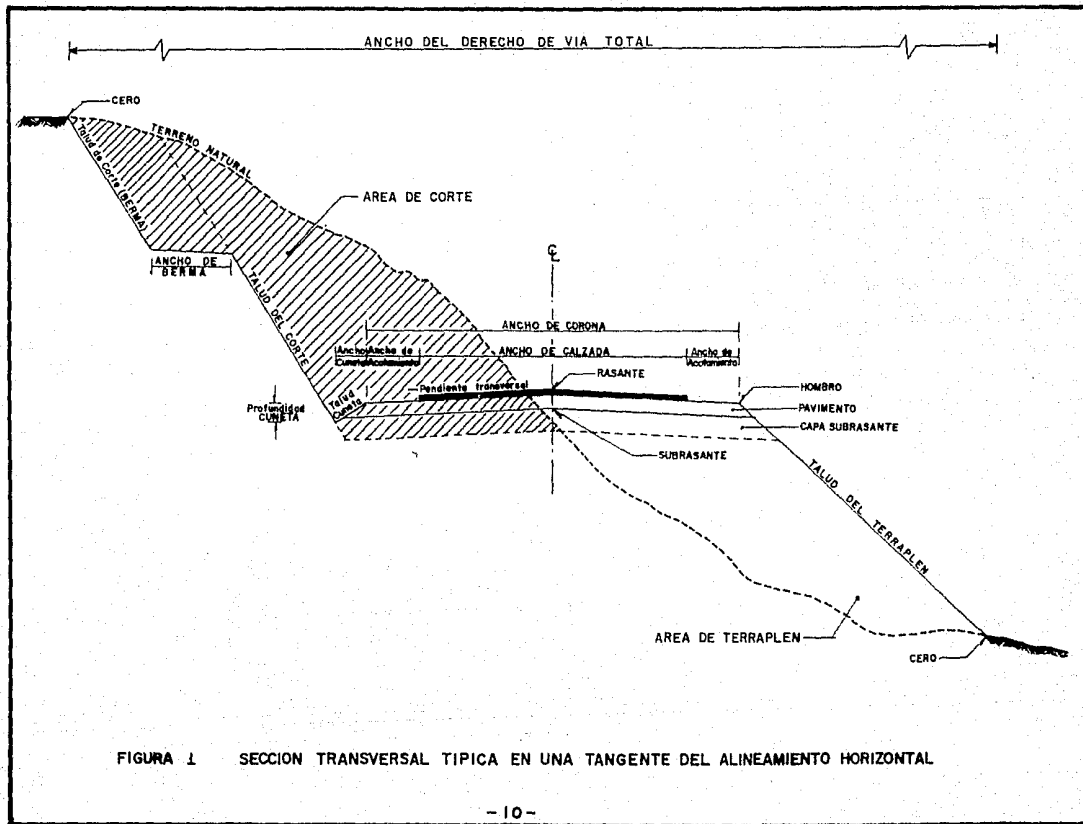


FIGURA 1 SECCION TRANSVERSAL TIPICA EN UNA TANGENTE DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL



- Sobreelevación. Pendiente transversal, debida a una curva en el alineamiento horizontal, hacia el centro de la curva para contrarrestar parcial o totalmente la fuerza centrífuga de un vehículo.
- Transición de bombas a sobreelevación. Se presenta cuando, en el alineamiento horizontal, una sección esta en curva y la anterior en tangente. Es definida como la pendiente que varia gradualmente, ya sea: en toda la longitud de la espiral de transición; o en la tangente contigua a la curva.

La espiral de transición debe ser aquella que permita el cambio adecuado de las pendientes transversales. Cuando una curva horizontal carece de las espirales de transición, dicho cambio, se puede efectuar sobre las tangentes contiguas a la curva. Sin embargo, es mas difícil la operación del conductor; por lo que se recomienda efectuarlo, parte en la curva y parte en la en la tangente.

- c). La calzada es la parte de la corona destinada a la circulación de vehículos y puede estar constituida por uno o mas carriles.

Un carril es una faja suficientemente ancha para permitir la circulación de una fila de vehículos.

El ancho de la calzada varia a lo largo de un tramo. La variación se debe principalmente a la localización guardada por la sección transversal en el alineamiento horizontal. Por esto, podemos mencionar dos casos:

1. El ancho de calzada en tangentes horizontales se determina estableciendo el nivel de servicio deseado, al final del plazo de prevision o en un año determinado de la vida de la carretera, y con los estudios economicos correspondientes.

Con dichos datos, se determina el número y ancho de los carriles.

El alineamiento vertical algunas veces influye en el ancho de la calzada en tangente. En este caso, es cuando están presentes pendientes verticales pronunciadas y para evitar las largas filas de vehículos, por alguno de éstos, transitando lentamente, se amplía la calzada con la inclusión de un carril adicional. El ancho y la longitud, de este carril, se determina mediante el análisis de operación de los vehículos que comúnmente transitan el tramo.

2. El ancho de calzada en curvas horizontales se debe ampliar debido a que un vehículo transitando en curva ocupa un mayor espacio que el requerido en tangente. A este sobroancho se le llama ampliación y debe darse, tanto a la corona como a la calzada, en el lado interior de la curva.

d). Los acotamientos son rajas limitadas por la calzada y por hombros del camino. Tienen varias utilidades entre las cuales están:

1. Proporcionar un ancho adicional a la calzada para que un vehículo pueda estacionarse cuando le sea necesario.
2. Mejorar la apariencia de la carretera.
3. Mejorar la visibilidad en curva sobre todo cuando exista un corte en el terreno.
4. Ayudar en los trabajos de mantenimiento.
5. Proteger la carpeta asfáltica de la humedad.
6. Evitar la erosión de la calzada.

e). Las fajas separadoras son las zonas que dividen los carriles. Existen de dos tipos y son:

1. Las fajas separadoras centrales separan los carriles de sentidos opuestos.
2. Las fajas separadoras laterales separan los carriles del mismo sentido con funcionamiento diferente.

Cuando estas fajas, son construidas con guarniciones laterales y se coloca material para darle un desnivel superior al de la calzada se les llama camellones.

**Subcorona.** Es la superficie que limita a las terracerías de las capas del pavimento. En la sección transversal, está representada por una línea.

Los elementos de la subcorona son necesarios para la proyección de las secciones de construcción y estos son:

- a). Subrasante
- b). Pendiente transversal
- c). Ancho

a). La subrasante es la proyección del desarrollo del eje de la subcorona en el plano normal. En la sección transversal, esta representa mediante un punto cuyo desnivel con respecto a la rasante es el espesor de revestimiento o pavimento.

El pavimento está comprendido, entre la rasante y la subrasante, por varias capas de materiales que, por sus características, sirven para soportar las cargas inducidas por el tránsito y repartirlas, de manera que, los esfuerzos transmitidos a las capas de terracerías no ocasionen deformaciones perjudiciales.

Generalmente, los pavimentos están formados por la sub-base, la base y la carpeta. La carpeta determina la calzada de la carretera. En algunas ocasiones, no es pavimentada la carretera inmediatamente; esto obliga a la construcción de un capó para mantener los terrenos protegidos, la cual recibe el nombre de revestimiento. En algunos calzados, se utiliza, indistintamente, el capó de revestimiento o el de pavimento.

- b). La pendiente transversal de la subcorona es la misma que la proporcionada a la corona, permitiendo mantener uniforme el espesor de las capas del pavimento.
- c). El ancho de la subcorona es la distancia horizontal comprendida entre los puntos de intersección de la línea de la subcorona con:

- El talud de la cuneta cuando la sección está en corte.
- El talud de corte cuando el espesor de la base más el de la sub-base tiene un valor lo suficientemente grande para que la línea de la subcorona interseque primero con el talud de corte que con el talud de la cuneta.
- El talud de terraplén cuando la sección está en terraplén.

El ensanche es el sobrecancho dado a la subcorona para permitir, con los taludes del proyecto, la obtención del ancho de corona proyectado, una vez construidas las capas base y sub-base. Está en función del espesor de la base más el de la sub-base, de la pendiente transversal y de los taludes.

El ancho de la subcorona está en función del ancho de la corona y el ensanche.

**Cunetas y Contracunetas.** Son obras de drenaje que por su naturaleza quedan incluidas en las seccion transversal.

- Las cunetas son canales construidos a uno o ambos lados de la corona en los tramos de corte, inician en los hombros de la carretera y terminan en el talud de corte y tienen la funcion de recibir los escurrimientos de la corona y los taludes de corte.

La cuneta describe, transversalmente, una seccion triangular; Esta definida por su ancho y su talud. El ancho de la cuneta es medido horizontalmente a partir del hombro del camino hasta la linea vertical que contiene el fondo de la cuneta.

Cuando las carreteras no se pavimentan inmediatamente despues de construidas las terracerias, es necesario proyectar una cuneta provisional para drenar la subcorona. El ancho de las cunetas, provisional y definitiva, no son iguales ya que cuando se pavimenta, la cuneta definitiva, deba quedar con el ancho requerido.

- Las contracunetas son canales de seccion trapezoidal excavados arriba de la linea de ceros de un corte y sirven para drenar los escurrimientos del terreno.

**Bermas.**- Son construcciones, paralelas a la corona, realizadas en cortes muy grandes para implementar caminos de acceso o fales donde se depositen y pierdan su energia cinetica los derrumbes en los taludes de corte.

Se definen por su altura y por su ancho. La altura es medida a partir de la rasante y no puede ser negativa.

**Taludes.**- Es la inclinacion de un terraplen o un corte. Se define como el inverso de la pendiente.

- En un corte el talud es la superficie comprendida entre la linea de ceros y el fondo de cuneta.

En un terraplén, el talud es la superficie comprendida entre la línea de coronas y el hombro de la carretera.

**Derecho de vía.** Es la zona requerida para la construcción, conservación, reconstrucción y uso adecuada de una vía de comunicación.

#### 9.41. TERRACERÍAS

En esta parte, están descritas las terracerías consideradas para la construcción de una carretera. Están agrupados en despalmes, cortes, prestamos y terrapienes.

**Despalme.** Es el despeje de la vegetación del terreno en el derecho de vía, en las zonas de préstamo con el objeto de eliminar la presencia de material vegetal.

**Cortes.** Excavaciones del terreno despalmeado, efectuadas a cielo abierto, en saniección, vía abatimiento de taludes, en rebajes de la corona de cortes, vía de terrapienes existentes, en derrumbes, en escalones y en despalmes de cortes o para el desplante de terrapienes, con el objeto de preparar vía zombar la sección de la obra.

Los materiales de corte, de acuerdo a la dificultad presentada, al ser excavados, están clasificados en tres tipos:

- Material A
- Material B
- Material C

**Material A:** Es el material, blando o suelto, que puede ser eficientemente excavado con autoescrapa de noventa a ciento diez caballos de potencia. Son considerados de este tipo: los suelos poco o nada cohesivos con partículas hasta de 7.6 centímetros. Los materiales comúnmente clasificados así, son: suelos agrícolas, limos y arenas.

**Material B:** Material que, por la dificultad presentada para la extracción y carga, solo puede ser excavado eficientemente por un tractor de orugas con cuchilla de inclinación variable, sin el uso de arado o explosivos, aunque por conveniencia se utilicen éstos para aumentar en rendimiento. Son considerados de este tipo: los suelos con piedras sueltas menores de 75 y mayores de 7.6 centímetros. Los materiales, comúnmente clasificados así, son: Rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y tepalcates.

**Material C:** Material que, por la dificultad de extracción, solo puede ser excavado con el uso de explosivos. Son considerados de este tipo: los suelos con piedras con una diámetro mayor de 75 centímetros. Los materiales, comúnmente clasificados así, son: Rocas basálticas, areniscas y conglomerados fuertemente cementados, calizas, pirlitas y andesitas sanas.

Los materiales, provenientes de corte, están separados en tres estratos: despalme, estrato 2 y estrato 3. La información, proporcionada por geotecnia, incluye los espesores del despalme y del estrato 2, considerando al estrato 3 con un espesor infinito. También, para cada estrato, está determinado el coeficiente de variabilidad volumétrica que es la relación del volumen abundado con el geométrico.

**Préstamos.** - Excavaciones ejecutadas a cielo abierto en los lugares fijados por el proyecto a fin de obtener los materiales de los terraplenes no compensados. Existen dos tipos de préstamos: laterales y de banco.

Los préstamos laterales son ejecutados dentro de las fajas ubicadas fuera de la línea de los cerros en uno o ambos lados del eje del proyecto.

Los préstamos de banco son ejecutados fuera de la faja de cien metros de ancho o dentro de esta faja pero no se emplean en la construcción de terracerías laterales.

Terrapienes. - Construcciones ejecutadas con el material adecuado, ya sea producto de cortes o de préstamos, según se haya fijado en el proyecto. Se consideran como tales, las cuñas contiguas a los estribos de puentes y de pascas a desnivel, la ampliación de la corona, la elevación de la subrasante y el de los taludes, en terrapienes existentes y el relleno de las excavaciones, abajo de la subrasante, en corte.

Como ya se mencionó, los materiales utilizados en la formación de terrapienes son aquellos provenientes de los cortes y/o préstamos fijados por el proyecto. Existen, para este fin, básicamente dos tipos de materiales: no compactables y compactables.

Los materiales no compactables son los fragmentos de roca provenientes de cantos sanos, entre éstos se encuentran: basaltos, calizas, conglomerados fuertemente cementados, riolitos, andesitas, granitos, etc.

Los materiales compactables son los siguientes:

- Los suelos
- Fragmentos de roca muy alterados, areniscas blandas, conglomerados medianamente cementados y tepalcates.

#### d.5). VOLUMENES DE CONSTRUCCION

Los volúmenes de construcción son delimitados en la geometría del seccionamiento. La proyección de las secciones de construcción depende de:

- Topografía del terreno
- Alineamiento vertical
- Geometría



La topografía del terreno está especificada mediante los puntos del terreno natural (no despalmeado) a lo largo del eje definido por el alineamiento horizontal. Normalmente, los levantamientos topográficos, son cada veinte metros si el terreno no está muy accidentado, de lo contrario se toman a una menor latitud. Una sección transversal de terreno está comprendida por el filometraje de la estación, donde se realizó el levantamiento topográfico, elevación del terreno, y los puntos registrados.

El alineamiento vertical, con sus curvas y tangentes, permite determinar la elevación de la subrasante en donde se haya determinado una sección de terreno. Dicho en otras palabras, por cada sección de terreno se calcula la elevación de la subrasante y la geometría de las secciones de construcción.

La geometría de las secciones consiste en determinar los puntos que conforman las secciones de construcción. En primer término, se determina el tipo de sección a proyectar; posteriormente, se identifica la sección tipo correspondiente; y finalmente, se calculan los puntos de la geometría de las secciones y las capas de terracerías. Se dice que el lado de una sección está en corte cuando el hombro, de ese lado, está enterrado, de lo contrario se dice que la sección está en terraplén. Si un lado está en corte y el otro en terraplén se dice que la sección está en balcón.

Una vez determinada la geometría de la sección se calculan las áreas de interés. A continuación se enlistan las áreas consideradas por las Normas de Construcción e Instalaciones para los volúmenes de construcción.

- Despalme en corte
- Despalme en terraplén
- Corte del estrato dos
- Corte del estrato tres
- Compactación en la cama de los cortes
- Excavación, escamellamiento, tendido y compactado
- Relleno caja
- Recompactación del terreno natural
- Cuerpo de terraplén
- Capa subyacente
- Capa subrasante
- Caja en terraplén

Estas áreas son determinadas en cada seccion de terreno definida. Con ellas, se realiza el calculo de los volúmenes entre dos estaciones.

Los volúmenes de construcción representan una parte de las cantidades de obra pagadas en la construcción de una carretera. Otra parte, de gran importancia, son los acarrees de las terracerías. Dicho de otra manera, para la construcción de los terrapienes, es necesario transportar los materiales adecuados ya sea de préstamos o de los cortes realizados, lo que se conoce como: acarrear el material.

Los movimientos de terracerías son los acarrees de los materiales de un corte o préstamo a un terrapién o zona de tiro (cuando un corte se desperdicia). Para determinar dichos movimientos de terracerías y obtener su costo mínimo se utiliza el diagrama de masas.

Un diagrama de masas es la curva obtenida por la unión de todos los puntos dados por la ordenada de curva masa.

La ordenada de curva masa, en una estación dada, es la suma algebraica de los volúmenes de corte (reducidos por su coeficiente de variabilidad volumétrica) y los de terrapién.

# II

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 11.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### a). DEFINICION DEL PROBLEMA

Los programas del procesamiento de datos para el cálculo de la geometría de las secciones y los volúmenes de construcción, existentes en la Dirección de Proyecto de Carreteras, fueron desarrollados en 1963 conforme a las normas relacionadas con el proyecto de carreteras entonces vigentes. Se han ido adaptando para su utilización en diferentes equipos, pero sin considerar los cambios de los criterios de cálculo en muchas ocasiones.

Entendiendo lo anterior y para determinar exactamente el problema, se realizaron varias juntas en las que participaron las personas siguientes:

- Jefe del departamento de proyecto definitivo
- Coordinador de proyectos asignados a las compañías
- Supervisor de programas y proyectos
- Analista de sistemas

Las cuales, están perfectamente relacionadas con el desarrollo, coordinación y supervisión de proyectos; aportaron sus necesidades y experiencias para la identificación correcta de los problemas a resolver, así como, las políticas a seguir de la Dirección de Proyecto de Carreteras.

Entre las necesidades identificadas se encontraron las siguientes:

1. Es necesaria la sustitución o modificación de los programas para cálculo de la geometría de las secciones y los volúmenes de construcción, debido a que los criterios de cálculo, preexistentes en el ámbito del procesamiento de datos, no son los determinados en las Normas para Construcción e Instalación actuales. Dicha sustitución o modificación debe ser a la brevedad posible y evitar cometer errores en el futuro.

2. Se debe disminuir la dependencia de la minicomputadora NOVA/4K, por considerar su mantenimiento caro, escaso y tardado. Además, de ser un equipo con un proceso lento y tener escasos apoyos para el desarrollo y el mantenimiento de sistemas. Se pretende aumentar el uso de las computadoras personales, trasladando, modificando y sustituyendo los programas existentes; así como, la creación de otros.
3. Aumentar los alcances de los sistemas para eliminar, la gran mayoría o todos, los cálculos repetitivos realizados por el proyectista; ésto lograra que la atención de él sea centrada sólo en el proyecto en sí.
4. Capacitar al proyectista para la utilización de una computadora personal como una estación de trabajo en donde tenga residentes los programas necesarios para el anteproyecto y el proyecto de carreteras. Esto tiene como objetivo que el proyectista interactue con el equipo para encontrar la mejor alternativa.

Entre las políticas, consideradas de importancia según el objetivo de este trabajo, encontramos a las siguientes:

1. Afrontar, con la misma eficiencia y en el mismo tiempo, la creciente demanda de proyectos.
2. Utilizar las herramientas de cómputo disponibles para apoyar el desarrollo de los proyectos. El pretender la adquisición de equipo, debe estar planeado y justificado con anticipación.
3. Basar la adquisición de equipo de cómputo y el desarrollo de sistemas en el Plan Institucional de Desarrollo Informático de Dirección General de Carreteras Federales; en lo referente al área de proyecto de carreteras, está estimado: Crear una red de área local con computadoras personales; Adquirir y utilizar las computadoras personales portátiles con MODEM integrado, para la toma de datos mediante vía telefónica, directamente de campo; Proyectar al personal para el desarrollo de todas las etapas del proyecto de carreteras, en una estación de trabajo alrededor de una computadora personal, es decir la conexión de un equipo de restricción, graficador, pantalla de alta resolución e impresora a una computadora personal.

## b). DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

A continuación es proporcionada una breve descripción de los programas que, hasta ahora, han venido operando; del equipo y de los lenguajes para desarrollo disponibles. Además, son propuestas alternativas de solución y posteriormente, se elige la mejor. Para finalizar, se realiza una conclusión del planteamiento.

### b.1). DESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS

Los programas actuales para el cálculo de la geometría de las secciones y volúmenes de construcción, y de la curva masa, tienen las siguientes características:

- Fueron desarrollados en el lenguaje de programación FORTRAN IV. Anteriormente, no se pretendía la creación de una estación de trabajo en donde se visualizaran las secciones de terreno y de construcción, por lo que el lenguaje era adecuado. Sin embargo, con los nuevos objetivos, el lenguaje de desarrollo, debe ser capaz de graficar en pantalla y acceder al puerto serie; y el lenguaje original, no cuenta con tales características.
- Originalmente, eran utilizados en una computadora IBM 1620, la cual contaba con una lectora de tarjetas perforadas para su acceso, se han ido adaptando a otras computadoras hasta llegar a la minicomputadora NOVA/AX.
- Las normas técnicas del proyecto de carreteras, en el transcurso de los años, han ido cambiando paulatinamente. Esto trajo como consecuencia la modificación de estos programas en varias ocasiones y por diferentes personas. Dichas modificaciones, los han hecho más complejos y que su mantenimiento se vuelva cada vez más complicado. De esta manera, ha llegado el momento que para adaptar los a las necesidades actuales se requiere de muchos recursos.
- Los criterios de cálculo actuales no considerados, en estos programas, son:

El talud de terrapién puede tener cualquier valor, mientras que solamente son considerados tres: 1.5, 2.0, y 3.0 que son los más usuales.

En ciertas ocasiones, los estudios geotécnicos, recomiendan la construcción de dos o de tres bermas en donde existan cortes muy profundos y sólo es considerada una.

Solamente son proyectadas carreteras con cuneta provisional y no se puede proyectar secciones con cuneta definitiva.

No se considera la construcción de la capa subyacente, material compactado a 95 %, y para determinarla es necesario efectuar dos procesos y determinar la diferencia de volúmenes, en todo el tramo, mediante una calculadora.

Los programas solo atienden a dos coeficientes de variabilidad volumétrica, 90 % y 95 %, mientras que en las normas técnicas se indica también 100 %.

El número de volúmenes calculados no es correcto; es decir, que no están incluidos todos los necesarios. En la tabla siguiente son enlistados por separado: los calculados y los faltantes.

#### Volúmenes de construcción

Considerados	Faltantes
Despalme (corte)	ExAcTeCo
Despalme (terraplen)	C.C.C.
Corte del estrato 2	Relleno Caja
Corte del estrato 3	R.T.N.
Cuerpo de terrapién	Capa a 95 %
Capa a 100 %	Caja terrapién

La clasificación de los cortes por los tipos de material que lo componen (materiales A, B y C), que indican las normas técnicas, es necesario tomarla en cuenta.

El valor de cuneta puede tener cualquier valor, en los programas actuales es fijado a un valor (0.1).

- Los calculos realizados por un proyectista, no determinados en programas, son:

La supresion de volúmenes en un tramo, debida a tuncles, puentes y rios; es a menudo usada y debe ser considerada en los programas para no hacerlo manualmente.

El numero máximo de puntos, definiendo a una sección transversal de terreno, son verdicincos, siendo muchas veces insuficientes, en terraplenes muy altos o cortes muy profundos, por lo que es necesario aumentarlo.

Se pueden generar solamente dos ordenadas de curva masa, para cada proceso, que pueden ser:

- 90% y 100%
- 90% y 95%+100%

Con ellas, es posible calcular manualmente 95% y 90%+95%, que en frecuentes ocasiones son necesarias, pero resulta muy laborioso y es deseable que puedan salir automáticamente, con sólo hacer una indicación al proceso.

En la práctica suele necesitarse que el señalamiento de corona sea diferente en cada lado de la sección y no se tiene considerado en los programas.

Para poder cambiar los espesores, ya sea de la subrasante y/o la subyacente, en un tramo, es necesario dividirlo. Con esto, se tienen que realizar varios procesos incrementando el costo y el tiempo del proyecto. Seria muy bueno, que se modificarán los programas para que, en un solo proceso, se pudieran variar estos espesores.

Es necesario graficar las secciones transversales de terreno y proyecto en la pantalla y en papel pues ayuda al desarrollo del trabajo del proyectista.



Para la proyección de una bermas es recomendable darle cierta pendiente para escurrir el agua hacia su interior y evitar la debilitación del material sobre el cual está construida. Esto, se tiene que incluir en los cálculos de los programas.

## b.2). DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DISPONIBLE

El área de Proyecto de Carreteras tiene, para el apoyo de sus funciones, el siguiente equipo:

- Computadora personal HCR-810 con 512 KB de RAM, tarjeta de expansión de RAM de 2 MB, disco duro de 60 MB, unidad de cinta de respaldo de 60 MB, tarjeta multipuertos, procesador INTEL 80286 trabajando a 10 MHz, coprocesador INTEL 80287, puerto serie RS-232 con conector DB-9, puerto paralelo tipo CENTRONICS, unidad de discos flexibles de 5 1/4", sistemas operativos XENIX y MS-DOS.

Esta computadora personal multiusuario será usada, básicamente, para la captura de datos bajo el sistema operativo XENIX, el cual tiene la capacidad de acceder y grabar archivos en formato MS-DOS, lo que nos permite transportar archivos, de y hacia otras computadoras personales.

- Dos computadoras personales HCR-PC6 con 640 KB de RAM, disco duro de 20 MB, unidad de cinta de respaldo de 10 MB, unidad de discos flexibles de 5 1/4", puerto serie RS-232, puerto paralelo tipo CENTRONICS, procesador INTEL 8088-2 trabajando a 4.77 y 8 MHz, coprocesador INTEL 8087 y sistema operativo MS-DOS.

La primera, está conectada a un graficador TA-30 y a un equipo de restitución, y tiene un sistema para los trabajos fotogramétricos a partir de fotografías aéreas. Se pretende, con esta computadora, crear una estación de trabajo para determinar la topografía mediante restitución.

La segunda es utilizada para desarrollo y mantenimiento de sistemas y cuenta con una impresora.

- Computadora personal FRINTAFORM con 512 KB de RAM, procesador INTEL 8086 trabajando a 4.77 MHz, disco duro de 20 MB, unidad de discos flexibles de 5 1/4", puerto serie RS-232, puerto paralelo tipo CENTRONICS y sistema operativo MS-DOS.

Esta computadora, se encuentra conectada con un digitalizador y una impresora. Tambien, contiene un sistema de anteproyecto que consiste en la definicion, manejo y modificacion de modelos digitales de la topografia. Con estos modelos y otros datos, son realizadas las evaluaciones de rutas seleccionadas. Es decir, se desea integrar una estacion de trabajo para determinar la topografia mediante la digitalizacion de un plano y realizar las evaluaciones deseadas para la seleccion de ruta.

- Computadora personal IBM PC-X1 con 640 KB de RAM, procesador INTEL 8086 trabajando a 4.77 MHz, coprocesador INTEL 8087, disco duro de 20 MB, dos unidades de discos flexibles de 5 1/4", puerto serie RS-232, puerto paralelo tipo CENTRONICS y sistema operativo MS-DOS.

Esta microcomputadora se utiliza para desarrollo y mantenimiento de sistemas y tiene conectada una impresora.

- Computadora personal COLUMBIA-FRINTAFORM portatil con 256 KB de RAM, procesador INTEL 8086 trabajando a 4.77 MHz, dos unidades de discos flexibles de 5 1/4", puerto serie RS-232, puerto paralelo tipo CENTRONICS y sistema operativo MS-DOS.

Esta computadora personal es utilizada en la transmision de archivos con la minicomputadora NOVA/4X, conectandose como una terminal mediante el puerto serie y la utilizacion de un programa de comunicacion.

- Computadora personal TELEVIDEO portatil con 256 KB de RAM, procesador INTEL 8086 trabajando a 4.77 MHz, dos unidades de discos flexibles de 5 1/4", puerto serie RS-232, puerto paralelo tipo CENTRONICS y sistema operativo MS-DOS.

Esta computadora personal es utilizada para la transmision de archivos hacia el graficador I4-2, via puerto serie RS-232.

- Computadora personal VECTRA RS/20 con 640 KB de RAM, procesador INTEL 80286 trabajando a 16 MHz, coprocesador INTEL 80287, disco duro de 60 MB, unidad de cinta de respaldo de 10 MB, puerto serie RS-232, puerto paralelo tipo CENTRONICS, unidad de discos flexibles de 5 1/4", sistema operativo MS-DOS.

Esta computadora personal está encargada de todos los procesos asignados a las computadoras personales. Actualmente, está realizándose la adaptación de los sistemas, que operan en la NOVA/4X, para su utilización en las computadoras personales.

- Minicomputadora NOVA/4X con 256 KB de RAM, mesa de control, 4 unidades de disco de 160 MB cada una, unidad de cinta de 9 canales, sistema operativo RDFS.

En esta minicomputadora, es realizada la mayor parte del procesamiento y captura de datos. Su operación, presenta muchas deficiencias provocando grandes pérdidas, en tiempo y trabajo; a pesar de ello, todavía es muy utilizada.

- Digitalizador SUMMAGRID con puerto serie RS-232. Es usado para capturar las curvas de nivel con un plano topográfico. Se pueden digitalizar planos hasta de 900 x 1250 mm.
- Graficador TA-2 de MILD con puerto serie RS-232. Algunas veces, es conectado a una computadora personal y en otras a la minicomputadora NOVA/4X. Recibe código ASCII. Dibuja planos hasta de 1200x1300 mm.
- Graficador TA-30 de MILD con puerto serie RS-232. Es conectado a una computadora personal mediante el puerto serie por donde recibe, en código ASCII, los datos a graficar. Dibuja planos hasta de 625 x 875 mm.
- Equipo de restitución B-B y ER-2000 de MILD. Con el equipo de restitución B-B son efectuados planos fotogramétricos en base a fotografías aéreas y mediante el ER-2000 se transmiten a una computadora personal, con el puerto RS-232, como un modelo digital.

- Impresora ENELEC 180 con cabeza de matriz de puntos, velocidad de 180 cps, con densidades de 10, 12 y 16 cpp, 6 y 8 líneas por pulgada, sin capacidad de impresión de gráficos, conjunto de caracteres ASCII y puerto paralelo.
- Impresora ATI Jr. con cabeza de matriz de puntos, velocidad de 110 cps, con densidades de 10 y 16 cpp, 6 y 8 líneas por pulgada, con impresión de caracteres gráficos, conjunto de caracteres ASCII y puerto paralelo.
- Impresora ATI ARBOS con cabeza de matriz de puntos, velocidad de 165 cps, con densidades de 10, 12, 16.5 cpp, impresión NLQ (40 cps), conjunto de caracteres ASCII, puertos serie RS-232 y paralelo tipo CENTRONICS.
- Impresora DATA PRODUCTS con cabeza de matriz de puntos, velocidad de impresión de 300 cps, con densidades de 10 y 16 cpp, 6 y 8 líneas por pulgada, conjunto de caracteres ASCII, puertos serie RS-232, paralelo tipo CENTRONICS y sin capacidad de impresión de gráficos.
- Seis terminales WY-100 con monitor monocromático, puerto serie RS-232, velocidades de transmisión desde 50 hasta 9600 bits por segundo, puerto auxiliar para impresora local y memoria para una página.

Actualmente, están conectadas a la NOVA/4X y son utilizadas en la captura y proceso de datos. Se pretende, en un corto plazo, solo tener 2 terminales conectadas a la NOVA/4X y las restantes a la computadora personal NCR-810 cuando funcione para la captura de datos.

- Graficador HP 7475A con puerto serie RS-232, carrusel de seis plumas, alimentación de dos tamaños (8.5x11 y 11x17 pulgadas) y lenguaje de gráficos HP-GL. Se pueden mandar las instrucciones del lenguaje de gráficos mediante la utilización de un lenguaje que maneje el puerto serie RS-232 como son: BASIC, TURBO BASIC, C, etc. Se conecta a una computadora personal.

Se pretende utilizar en la graficación de secciones de proyecto en tamaño carta.

## 6.2). DESCRIPCION DE LENGUAJES DE PROGRAMACION DISPONIBLES

Los lenguajes de programación, disponibles para el desarrollo y mantenimiento de sistemas, son enlistados a continuación, clasificándolos por el sistema operativo en el que funcionan. Es necesario conocerlos para determinar cual o cuales de ellos sirven para la solución del problema.

Para el sistema operativo MS-DOS, utilizado en las computadoras personales, se cuenta con los siguientes lenguajes y apoyos para programación:

- Microsoft FORTRAN 77 es un compilador de tres pasadas (la tercera es opcional) cuyo conjunto de instrucciones es un subconjunto del FORTRAN 77.

Este lenguaje puede ser considerado como estructurado, pero muy limitado o deficiente pues cuenta con instrucciones como ELSE, ELSEIF y ENDIF. Es utilizado en la adaptación de los programas provenientes de la minicomputadora NOVIX y para desarrollos complementarios de los mismos.

- DBASE III PLUS es un manejador de bases de datos relacionales. Cuenta con un ambiente propio, interactivo, con ayuda en línea, con el que se puede generar, modificar, ordenar, indexar, etc. una base de datos. Se pueden crear programas que realicen un conjunto de instrucciones repetitivas, mediante un editor de textos, y posteriormente ejecutarlos cuando sea necesario, ya sea desde el punto indicativo o del sistema operativo (compilado con anterioridad).

Este lenguaje es utilizado básicamente para el desarrollo de programas de captura, aprovechando sus características de manejo de pantalla e indexación de archivos, y sistemas pequeños con un gran volumen de datos.

- TURBO BASIC es un sistema de desarrollo, con editor y compilador del lenguaje BASIC, mucho más rápido que el intérprete y adiciona muchas características que lo hacen más potente.

Entre las instrucciones incrementadas TURBO BASIC se encuentran: ELSEIF, ENDIF, DO, LOOP, CASE, SELECT, CALL y SUB. Con estas, se puede considerar como un lenguaje estructurado.

Fue usado para el desarrollo de los sistemas de planos fotogramétrico a partir de fotografías aéreas y de anteproyecto, por su capacidad de manejar el puerto serie RS-232.

- SHPC es un editor de textos por pantalla muy completo que se utiliza muy frecuentemente para la edición de programas y en la generación de manuales y documentos.
- Word Start es un procesador de textos que tiene excelentes características, también es utilizado en la edición de programas y en la generación de manuales y documentos.
- Screen Sculptor es un paquete que nos permite el diseño de pantallas utilizadas en TURBO BASIC, BASICA, etc.

Para el sistema operativo multicusuario MPMIX, utilizado en la computadora personal HCF 810, que aun no opera como se planea, se cuenta con los siguientes lenguajes y apoyos para programación:

- Microsoft FORTRAN multicusuario un compilador de tres pasadas, con las características del FORTRAN descrito para el sistema operativo MS-DOS.

En su conjunto de instrucciones, sólo adiciona algunas para el uso del sistema operativo. Se utilizará para captura de datos cuando se termine de adaptar los programas provenientes de la minicomputadora NOVA/4X.

- ed es un editor de textos por línea muy limitado, poco usado por la facilidad de leer archivos con formato MS-DOS.

Para el sistema operativo RPOS, utilizado en la minicomputadora NOVA/4X, se cuenta con los lenguajes y apoyo para el desarrollo de sistemas, siguientes:

- FORTRAN IV para la NOVA/4X. Es un compilador, en este ambiente, tiende a ser demasiado lento con uno o más usuarios en el sistema.
- EDIT es un editor de textos por línea, muy limitado y difícil de usar. Se utiliza en el desarrollo y mantenimiento de sistemas por no haber otro.

#### b.4). ALTERNATIVAS DE SOLUCION

A continuación son presentadas las alternativas consideradas para cubrir las demandas existentes. También, se establecen las tareas y acciones representadas para la realización de cada una de ellas; además de las ventajas y las desventajas inherentes.

- a). Actualización y mejoramiento de los programas existentes, en la NOVA/4X, cubriendo las necesidades dadas.

Para realizar esta actualización es necesario revisar las 2354 líneas de las 17 subrutinas que los componen. La programación, no cuenta con una estructura ni documentación interna; tiene excesos de la instrucción GO TO; las subrutinas fueron creadas sin ninguna regla o método de programación. Esto, representa un problema muy difícil de resolver.

Es necesario modificar las formas para codificar los datos, incluyendo los que no se habían considerado, además de los formatos de los reportes generados. También actualizar los archivos de salida para otros procesos (compensación de curva masa, graficación de secciones, etc.).

En el editor de la NOVA/4X es muy laborioso efectuar cambios a los programas. Una alternativa es transmitir los programas a computadora personal para efectuar los cambios necesarios en un editor más versátil, pero se presenta el problema que cuando es recibida la información en la NOVA/4X, se pierde constantemente la comunicación.

En lo que respecta a la compilación, el tiempo varía de cinco a veinte minutos, dependiendo del tamaño del programa. De la misma manera, el proceso de ligar las rutinas, varía de cinco a treinta minutos, dependiendo del número de rutinas. En ambos casos, también es dependiente del número de usuarios en el sistema. Esto representa otra desventaja, por el tiempo elevado utilizado para compilar y ligar en el ambiente del sistema operativo RDB6 de la NOVA/4x. Además, de que depende del número de usuarios que están accediendo al sistema. En ocasiones, con dos o más usuarios, se inhibe el sistema cuando son realizadas estas acciones.

En el transcurso de un año, la NOVA/4x, estará sin funcionar, por mantenimiento correctivo, alrededor de tres semanas. Esto representa una desventaja ya que es demasiado tiempo mantener un sistema sin producir, con las necesidades actuales.

La principal ventaja es que la mayoría de los criterios de cálculo ya están considerados, programados, probados y aprobados.

Otra ventaja se deriva de que todo lo necesario se tiene: equipo, personal y software (editor, compilador y ligador).

- b). Adaptación de los programas actuales a las computadoras personales, utilizando el lenguaje de programación Microsoft FORTRAN, incluyendo las modificaciones de los criterios de cálculo y las funciones simplificadoras del trabajo de los proyectistas.

De la misma manera, que el inciso anterior, es necesario analizar las rutinas que componen los programas. Como ya se mencionó, es un trabajo muy laborioso en el que se puede llevar alrededor de tres meses una persona trabajando de tiempo completo.

Como resultado del análisis, obtendremos una documentación interna, una propuesta de reestructuración y una evaluación del funcionamiento de los programas. A partir de esto, podemos definir los cambios a efectuar, sin influir en lo que funciona, y modificar las rutinas necesarias.



Presenta las mismas ventajas que la opción anterior y son disminuidas las desventajas. Podemos mencionar, entre las desventajas eliminadas, el aumento de equipo disponible para operar el sistema, eliminando la dependencia, hacia sólo uno; los editores utilizados son más versátiles; el tiempo para compilar es disminuido a un máximo de tres minutos y el de ligar a cuatro minutos.

- c). Desarrollo de un sistema que sustituya a los programas anteriores considerando las necesidades y políticas de la Dirección de Proyecto de Carreteras. Este desarrollo debe ser realizado en computadoras personales, mediante el lenguaje de programación TURBO BASIC.

Para desarrollarlo se analizarán las normas actuales para el proyecto de carreteras y las funciones efectuadas por los proyectistas.

Las partes y subrutinas contarán con una documentación interna y programándose de una manera estructurada. Esto implica la ventaja de realizar un mantenimiento rápido y efectivo.

El lenguaje, se ha venido utilizando para implementar otros sistemas relacionados, lo que representa una ventaja.

Al igual que en las alternativas anteriores, otra ventaja es que no se tiene que comprar nada adicional a lo existente.

El sistema se debe apegar a los lineamientos generales. Es decir, el formato de los archivos generados se respetará y se operará mediante las reglas ya establecidas.

- d). Desarrollo de un sistema similar al del inciso anterior, pero desarrollado mediante un lenguaje de cuarta generación.

Básicamente, presenta las mismas ventajas y desventajas que la del inciso anterior; lo único que cambia es el lenguaje de desarrollo.

Los lenguajes de cuarta generacion son enfocados a sistemas comerciales; esto representa una desventaja, ya que el sistema a desarrollar es basicamente de calculo.

- e). Desarrollo de un sistema similar al del inciso anterior, pero se debe desarrollar para una minicomputadora y mediante el lenguaje de programacion L.

Esta alternativa presenta las mejores ventajas en cuanto a equipo y lenguaje de programacion. Ambas herramientas es necesario adquirirlas, por lo que es conveniente un estudio adicional para definir la computadora adecuada.

#### b.4). ELECCION DE LA MEJOR ALTERNATIVA

En la eleccion de una de las alternativas propuestas, se debe: en primer lugar, verificar que cubran las necesidades y las politicas determinadas anteriormente; posteriormente, son evaluadas en tiempo y costo; y finalmente, se decide cual sera realizada.

Examinando las necesidades identificadas, podemos decir, que a la primera y a la tercera, todas las alternativas las satisfacen. Es decir, mediante un plan bien desarrollado, considerando los criterios actuales para el proyecto de carreteras y las funciones de los proyectistas, se podra obtener un sistema capaz de realizar los calculos necesarios. En cuestion del tiempo para lograrlo, las alternativas "a" y "b" requieren de un poco mas para alcanzar el objetivo, ya que requieren del analisis los programas existentes. La alternativa "e", tambien requiere de un tiempo adicional para realizar el estudio de seleccion para la minicomputadora.

Para la segunda necesidad prevista, unicamente, no la satisface la alternativa del inciso "a". Todas las demas disminuyen la dependencia existente de la minicomputadora NOVA/4X.

Para la cuarta necesidad prevista, existen dos alternativas que no pueden cubrirla, estas son: las de los incisos "a" y "e". Todas las demas permiten al proyectista acercarse mas a una computadora personal.

En relación a las políticas fijadas, podemos decir que la primera es respetada por todas las alternativas.

Para la segunda política, las alternativas de los incisos "d" y "e" sugieren la compra de lenguajes y/o equipo, dado que no se disponen, esto retardaría la implementación del sistema alrededor de un año, tiempo estimado para realizar los trámites de justificación y adquisición de bienes de cómputo, debido a esto cualquier otra alternativa sería deseable.

Para la tercera política, existen dos alternativas que no la respetan, éstas son: las de los incisos "a" y "e". Todas las demás están enfocadas al uso de las computadoras personales.

Por todos los razonamientos anteriores la alternativa del inciso "c" es considerada la mejor opción, puesto que cumple todas las necesidades previstas y respeta las políticas fijadas. Además, no requiere de adquisición de equipo ni de software y es realizada con los recursos disponibles considerando un tiempo adecuado para su realización (2 meses).

#### b.5). CONCLUSIONES DEL PLANTEAMIENTO

La alternativa electa no es una solución ideal, pero se apega a los recursos disponibles. El pretender la adquisición de otro lenguaje y/o equipo nos llevaría mucho tiempo, tan solo para la presupuestación de una compra y posteriormente para obtener el presupuesto. Además, se han fijado con anterioridad las políticas a seguir a corto, mediano y largo plazo, y el crecimiento planeado, de alguna manera, cubre esta alternativa.

En cuanto al lenguaje de programación elegido, podemos decir: es un lenguaje estructurado; tiene un aceptable manejo de la pantalla; no tiene un manejador de base de datos, pero no es necesario; maneja el puerto serie RS-232; y es utilizado en varios desarrollos anteriores. A pesar de esto, el lenguaje de programación C es el recomendado pues cuenta con características superiores.

# III

# ANALISIS DEL SISTEMA

### III.- ANALISIS DEL SISTEMA

El presente analisis tiene la finalidad de definir los requisitos a cubrir por el sistema que se va a desarrollar. Es iniciado con un analisis general donde se describe el contexto del sistema y el flujo de informacion. Despues, se realiza un analisis detallado para definir los procedimientos, calculos a efectuar y las limitaciones presentadas.

#### a). ANALISIS GENERAL

Es importante fijar las características externas de operacion para el sistema a desarrollar. En este punto, son descritos los programas, equipo y personal disponibles y relacionados directamente con él.

En algunos casos se menciona el sistema actual, que se va a sustituir, para determinar las características a cumplir y deberan ser al menos cubiertas.

#### a.1). SISTEMAS RELACIONADOS

Para el apoyo al proyecto de carreteras se cuenta con varios sistemas, relacionados al sistema de determinacion de la geometria de las secciones y los volúmenes de construccion (SIGSYVC), se pueden mencionar los siguientes:

- Captura. Sistema para la captura, edicion y verificacion de la gran mayoria de datos requeridos. Es utilizado ampliamente por todos los sistemas de calculo y debe ser modificado para proporcionar los datos requeridos por el sistema a desarrollar.

- Modelos Digitales. Sistema para la captura y edición de modelos digitales del terreno. Permite la definición de los alineamientos (vertical y horizontal), seccionamiento del terreno y la evaluación de alternativas. Proporciona el alineamiento vertical y las secciones de terreno para el futuro sistema.
- Compensación de curva masa. Sistema encargado de determinar los movimientos de terracerías. Los archivos de entrada del sistema provienen de captura y del SGSYVC. El sistema que se desarrolla debe contemplar la creación de los archivos de curva masa.
- Graficación de secciones transversales de terreno y construcción Sistema para visualizar y graficar secciones, tanto del terreno natural como de construcción. Los archivos de entrada al sistema provienen de captura y del SGSYVC. El sistema, siendo desarrollado, debe contemplar la creación de los archivos para graficación.

A continuación es mostrado un diagrama del flujo de datos existente entre estos sistemas.

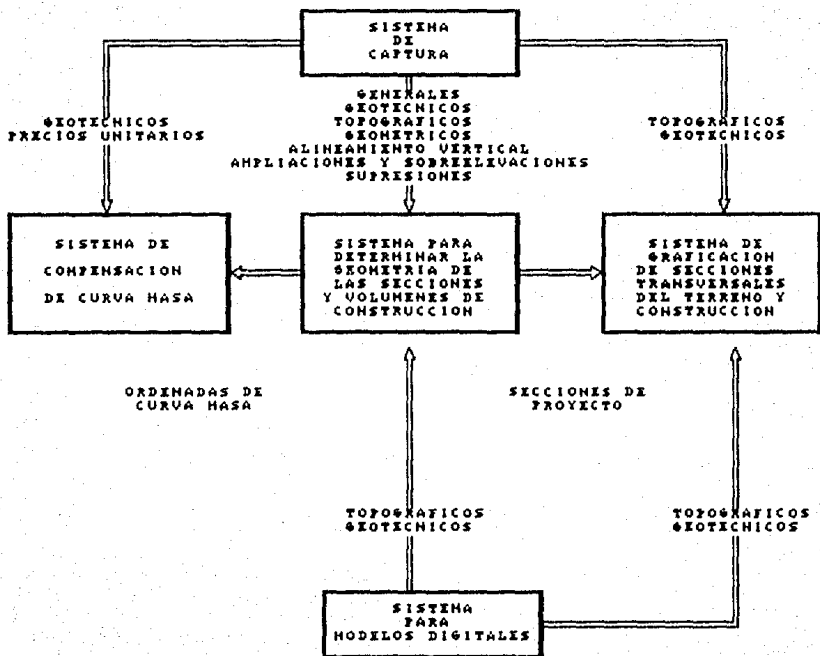


DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS

## a.2). PERSONAL

La solicitud, para utilizar el sistema cuando sea liberado, podrá ser originada, básicamente, por las siguientes personas:

- Un proyectista de la dependencia
- Un representante de una compañía con el proyecto asignado

En ambos casos, será necesario, que la solicitud de proceso, sea autorizada por alguna persona cuya firma esté reconocida.

La solicitud se entregará a la persona encargada de la oficina de procesamiento de datos, la cual anotará la fecha y hora en que la recibe, además de estimar la fecha y la hora de la disponibilidad de los resultados.

Dependiendo de la solicitud y disposición de los datos, el encargado de la oficina de procesamiento de datos, encargará esta solicitud a alguna de las siguientes personas:

- capturista
- operador

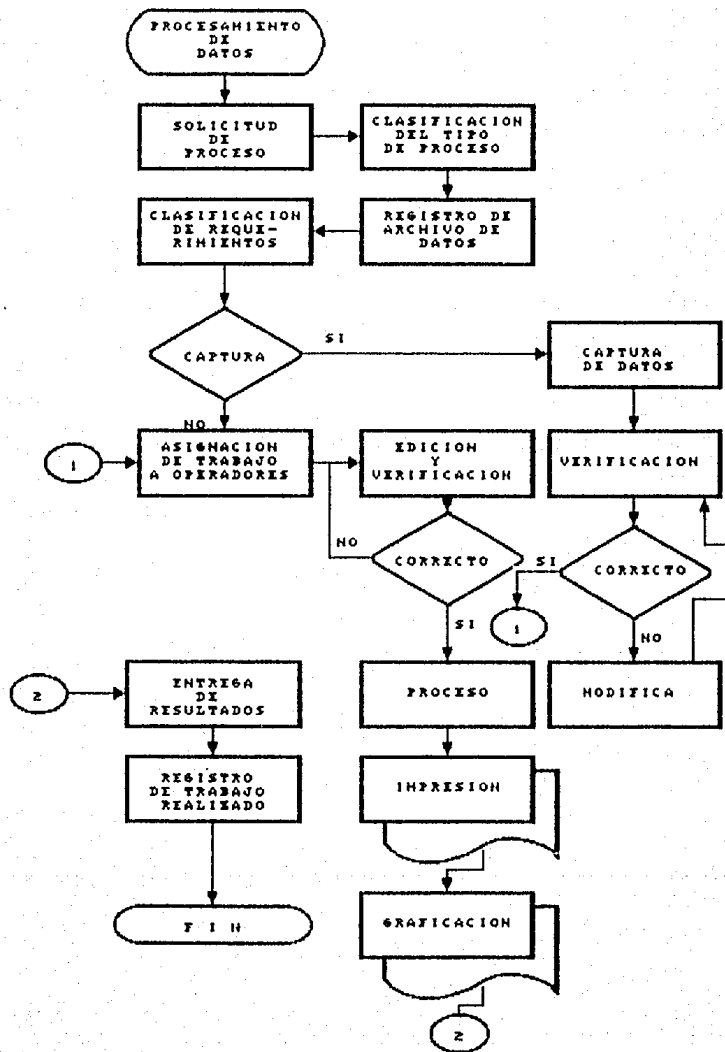
El capturista se encargará de la transcripción y verificación de los datos que acompañan a la solicitud. Una vez terminado su trabajo, lo reportará al encargado de la oficina de proceso de datos.

El operador se encargará de los procesos de datos e impresiones de los reportes indicados en la solicitud. Posteriormente, le proporcionará los resultados al encargado de la oficina de procesamiento de datos.

El encargado de la oficina de procesamiento de datos entregará los resultados al solicitante, mencionándole cuando haya existido un error en los datos.



Finalmente, serán revisados los resultados y en caso de no ser los definitivos se creará otra solicitud de proceso.



### a. 3). EQUIPO

El equipo en el cual operara, el sistema a desarrollar, es una computadora personal. Conectada a ésta, una impresora para la generación de reportes.

El sistema sera implementado, para su operacion, en la computadora personal VECTRA RS/20, la cual reúne las características técnicas para ese fin. Mientras, para el desarrollo y el mantenimiento del sistema es necesario contar con una computadora personal, teniendo al menos 512 Kb de RAM.

Es necesario considerar la posibilidad de operar el sistema en un monitor de color o en uno monocromático, así como; acceder los datos y grabar los resultados por medio de un disco flexible o rígido y en cualquier subdirectorio de éstos.

Los resultados se guardarán en un archivo para posteriormente, cuando se desee, sean impresos.

### b). ANALISIS DETALLADO

El sistema de determinación de la geometría de las secciones y volúmenes, de construcción, por los cálculos realizados, se divide en cuatro etapas:

- 1.- Cálculo de la subrasante
- 2.- Determinación de la geometría de las secciones de construcción
- 3.- Cálculo de las áreas
- 4.- Cálculo de volúmenes de construcción y generación de curva masa

Para realizar sus funciones, el sistema, requiere le proporcionen los datos necesarios, los cuales son agrupados por bloques cuyas características o fuentes son similares. Los bloques de datos necesarios son:

- Datos generales del tramo
- Secciones de terreno
- Alineamiento vertical
- Ampliaciones y sobreelevaciones
- Datos geométricos
- Datos de cortes
- Datos de terraplenes
- Datos de espesores y tratamientos

Los datos opcionales son:

- Datos de banquetas
- Datos de muros
- Datos de supresiones

Para cada bloque de datos fue necesario diseñar las formas para codificación, las cuales pueden ser revisadas en el apéndice de "Formas de Codificación".

- Los datos generales del tramo sirven, básicamente, para la identificación del tramo y son los siguientes:

- Camino
- Tramo
- Alternativa
- Origen
- Proyectista
- Cadenamiento inicial
- Cadenamiento final
- Tipo de camino

- Las secciones de terreno constan de un conjunto de puntos describiendo la topografía del terreno y cada sección tiene los siguientes datos:

- Cadenamiento de la estación donde se realizó el levantamiento topográfico
- Elevación del terreno
- Distancia y desnivel de cada punto de terreno, para el lado izquierdo del eje del camino la distancia es un número negativo.

- El alineamiento vertical es descrito por los puntos de inflexión asociados a cada curva vertical y tiene los siguientes datos:
  - Kilometraje del punto de inflexión vertical (PIV)
  - Elevación del punto de inflexión vertical
  - Longitud de la curva vertical asociada al PIV.
  
- Los datos de ampliación y sobreelevación son dados por tramos, considerando ambos lados de la sección y constan de:
  - Kilometraje de la estación se inicia un tramo
  - Sobreelevación lado izquierdo en la estación
  - Sobreelevación lado derecho en la estación
  - Ampliación lado izquierdo en la estación
  - Ampliación lado derecho en la estación
  
- Los datos geométricos describen las características de la sección a proyectar, se consideran ambos lados de ésta y los datos necesarios son:
  - Kilometraje de la estación se inicia un tramo
  - Semiancho de corona izquierdo
  - Semiancho de corona derecho
  - Ancho de cuneta izquierdo
  - Ancho de cuneta derecho
  - Talud de cuneta izquierdo
  - Talud de cuneta derecho
  - Altura de quiebre izquierda
  - Altura de quiebre derecha
  - Ancho de cuña de afinamiento para las secciones en terrapién
  
- Los datos de cortes se refieren a los proporcionados por geotecnia y describen a los estratos, estos datos son:

- Kilometraje de la estación se inicia un tramo
- Espesor de desbrietas
- Espesor del estrato 2
- Clasificación de materiales del estrato 2
- Talud de corte para el estrato 2
- Coeficiente de variabilidad volumétrica para el estrato 2
- Clasificación de materiales del estrato 3
- Talud de corte para el estrato 3
- Coeficiente de variabilidad volumétrica para el estrato 3
- Clave para indicar si el material excavado, en una sección en terraplén, forma parte de la curva masa o se desperdicia

- Los datos de terraplenes se refieren a los valores que definen a un terraplén, éstos datos son:

- Kilometraje de la estación se inicia un tramo
- Espesor de la compactación del terreno natural
- Talud de terraplén
- Ordenadas iniciales de curva masa, dato adicional a este bloque.

- Los datos de espesores y tratamientos, se refieren a la formación de las capas subrasante y subyacente, y son:

- Kilometraje de la estación se inicia un tramo
- Espesor de la capa subrasante
- Espesor de la capa subyacente en terraplén
- Espesor de la capa subyacente en corte
- Tratamiento del estrato 2 para subyacente
- Tratamiento del estrato 2 para subrasante
- Tratamiento del estrato 3 para subyacente
- Tratamiento del estrato 3 para subrasante

- Los datos de las bermas sólo son necesarios si el tramo requiere proyectarse con éstas, se pueden especificar hasta tres bermas, y los datos requeridos son:

- Filometraje de la estación se inicia un tramo
  - Ancho de berma # para lado izquierdo
  - Altura de berma # para lado izquierdo
  - Ancho de berma # para lado derecho
  - Altura de berma # para lado derecho
  - Pendiente de las bermas
- Los muros son para limitar la proyección lateral de una sección, debido a diferentes causas, los datos necesarios son:

- Filometraje de la estación donde se proyecta muro
- Distancia de proyección del muro para el lado izquierdo
- Distancia de proyección del muro para el lado derecho

- Los datos para suprimir tramos de volúmenes, proyectando la sección, son los siguientes:

- Filometraje de la estación se inicia un tramo de supresión
- Filometraje de la estación se termina un tramo de supresión
- Nombre de la supresión

- 1.- El cálculo de la subrasante consiste en determinar los PIV's, los PCV's para cada curva vertical) y las pendientes entre los PIV's de un tramo determinado.

Para dicho cálculo, son necesarios los siguientes datos:

- Cadenamiento de los PIV's de las curvas verticales
- Elevaciones de los PIV's de las curvas verticales
- Longitudes de las curvas verticales

En primer lugar son determinadas las pendientes entre dos PIV's consecutivos. Esto es realizado mediante la siguiente expresión:

$$\text{pendiente} = \frac{(\text{elev. del PIV anterior} - \text{elev. del PIV actual})}{(\text{cad. del PIV anterior} - \text{cad. del PIV actual})}$$

Posteriormente se calculan el PCV y PIV asociados a una curva vertical mediante las siguientes expresiones:

cad. del PCV = cad. del PIV - semilongitud de la curva

elev. del PCV = elev. del PIV + pend. ant. \* semilongitud de la curva

cad. del PIV = cad. del PIV + semilongitud de la curva

elev. del PIV = elev. del PIV + pend. post. \* semilongitud de la curva

Y finalmente, se calculan las tangentes verticales libres entre curvas verticales consecutivas mediante la siguiente expresión:

IV libre = cad. del PCV actual - cad. del PCV anterior

Los resultados, proporcionados en esta etapa, son impresos mediante el formato de resultados "Alineamiento Vertical"

- 2.- La determinación de la geometría de las secciones es un proceso para calcular los puntos importantes de una sección transversal. El residente de obra, en base a ellos, puede construir una carretera.

Cada sección de terreno, identificada por su kilometraje (cadenamiento), debe ser proyectada. Es decir, por cada sección de terreno definida se debe realizar el cálculo de la geometría de la sección de construcción.

Los cálculos son efectuados a cada lado del eje del camino, determinando de manera independiente el tipo de sección para cada lado.



De esta manera, se establece que el cálculo de la geometría de las secciones es hecho separando el lado izquierdo y el derecho, y la presentación de los resultados, se hace de la misma manera.

Esta etapa está subdividida en los siguientes procesos:

- a). Cálculo de la elevación de la subrasante
- b). Determinación de los datos y separación por lado
- c). Determinación del tipo de sección
- d). Determinación de los puntos de la sección

- a). El cálculo de la elevación de la subrasante es realizado por medio de los PCV's, PTV's y las pendientes de las tangentes verticales.

De acuerdo a la localización de la estación en el alineamiento vertical son identificados dos casos para el cálculo de la elevación de la subrasante, estos son:

- Para la sección en tangente vertical
- Para la sección en curva vertical

Cuando la sección se encuentra en una tangente vertical, la elevación de la subrasante es calculada mediante la ecuación de la recta.

Cuando la sección se encuentra en una curva vertical, la elevación de la subrasante es calculada mediante la ecuación de la parábola.

- b). La determinación de los datos es la función de fijar los valores de las características de la sección para una estación dada.

La mayoría de los datos necesarios para la operación del sistema son proporcionados por tramos. El valor de un dato determinado puede variar de tres formas diferentes y son:

- Liniamiento
- Escalonada
- Por sustitución

La variación lineal de un dato consiste en calcular por interpolación lineal un valor para una estación intermedia a los límites del tramo. Los datos variando de esta manera son:

- Sobreelevaciones
- Ampliaciones
- Taludes de cuneta, corte y terrapién
- Semiancho de corona
- Anchos de cuneta y bermas
- Alturas de bermas y quiebre
- Pendiente de bermas

La variación escalonada consiste en mantener el valor del dato durante todo el tramo. Los datos utilizando esta forma de variación son:

- Cuña de afinamiento
- Espesores de subrasante, subyacente, despalme, estrato 2 y revestimiento
- Compactación del terreno natural

La variación por sustitución consiste en cambiar el valor de un dato, solo cuando se le registra diferente de cero. El único dato utilizando esta forma es para fijar el valor de las ordenadas de curva masa.

La separación de los datos por lado es el procedimiento de determinar las características, para cada lado de la sección, para tratar los lados independientemente.

- c). La determinación del tipo de sección consiste en la identificación de la sección cuando está en corte o está en terrapién.

Los datos necesarios para realizar este proceso son:

- Cantarcho de corona
- Ampliación
- Ancho de cuneta
- Espesor de revestimiento
- Sobreelevación
- Ancho de cuneta
- Talud de cuneta
- Tipo de cuneta
- Talud de terraplén
- Los puntos de la sección transversal de terreno

Para determinar si la sección está en terraplén es necesario calcular el hombro de la sección y si no está enterrado la sección está en terraplén.

Si la sección no está en terraplén, se proyecta el fondo de cuneta definitiva, para una sección en corte, si el punto está enterrado se proyecta totalmente la sección en corte, de lo contrario se proyectará como una sección especial.

Una consideración adicional debe cumplir esta etapa: si por insuficiencia de datos no se puede detectar que sección se debe proyectar es necesario detener el cálculo de la sección.

Como resultado se obtiene una clave indicadora del tipo de sección identificada.

- d). La determinación de los puntos de la sección consiste en identificar la sección tipo proyectada y calcular los puntos que la comprenden.

Esta parte está dividida en dos pasos y estos son:

- Identificación de la sección tipo
- Proyección de la sección tipo

La identificación de la sección tipo es realizada en base a los datos proporcionados (ver apéndice de "Secciones tipo"), cuando ya se ha determinado el tipo de sección a proyectar (corte o terraplén).

Cuando la sección está en corte se pueden proyectar las siguientes secciones tipo:

- Sección 3: sin bermas, ni quiebres.
- Sección 4: con una berma.
- Sección 5: con quiebre en el cambio de estrato.
- Sección 6: con berma y quiebre en el cambio de estrato.
- Sección 7: con quiebre a una altura determinada.
- Sección 8: con dos bermas.
- Sección 10: con tres bermas.

De la misma manera, cuando la sección está en terraplén, se pueden proyectar las siguientes secciones tipo:

- Sección 1: sin cuneta de afriamiento.
- Sección 2: con cuneta de afriamiento.

Existe un caso especial en donde la sección tiene el hombro en terraplén, enterrado y al proyectar la cuneta no queda enterrado, por lo que la sección no se considera ni en corte ni en terraplén. Esta sección, es proyectada, en primer lugar, definiendo el hombro en corte y después, buscando la intersección con el terreno natural y es identificada como sección tipo 8.

Posteriormente se realiza la proyección de la sección tipo consistiendo en determinar los puntos característicos y definir las capas subsiguiente y adyacente de la sección.

Es necesario considerar que, aun cuando en los datos se haya especificado proyectar alguna sección tipo, se puede obtener, como resultado, una sección diferente. Es decir, las secciones deben cumplir ciertos requisitos para ser proyectadas como se identificaron. A continuación se describen las características a cumplir por las secciones al ser proyectadas.

1. Sección en terraplén sin cuneta de afriamiento, los puntos de interés (para impresión) son tres:

- A hombro de la sección
- B límite de la capa subrasante
- E intersección de la sección proyectada, mediante el talud de terraplén, y el terreno natural

2 Sección en terraplén con cuña de afinamiento, los puntos de interés (para impresión) son tres:

- A hombro de la sección
- B límite de la capa subrasante
- E intersección de la sección proyectada, mediante el talud de terraplén, y el terreno natural

En esta sección se suprime la cuña de afinamiento cuando la diferencia de elevaciones entre el terreno y el hombro, a la distancia de este, sea menor de sesenta centímetros.

3 Sección en corte, sin quiebres ni bermas, los puntos de interés (para impresión) son tres:

- A hombro de la sección
- B fondo de cuneta
- E intersección de la sección proyectada, mediante el talud de corte del estrato 2, y el terreno natural

4 Sección en corte, con berma, los puntos de interés (para impresión) son cinco:

- A hombro de la sección
- B fondo de cuneta
- C inicio de berma
- C fin de berma
- E intersección de la sección proyectada, mediante el talud de corte del estrato 2, y el terreno natural

Existen dos restricciones para proyectar la bermas: la primera, es cuando no supera una altura mínima, fijada por la altura del hombro de la sección terminada; la segunda, es cuando no está enterrada. En ambos casos, en su lugar, es proyectada una sección tipo 3.

La característica fundamental de esta sección es que el ancho de bermas debe ser diferente de cero.

5. Sección en corte, con quiebre, los puntos de interés (para impresión) son cuatro:

- A hombro de la sección
- B fondo de cuneta
- D quiebre en el cambio de estrato, los taludes del quiebre son los registrados para los estratos
- E intersección de la sección proyectada, mediante el talud de corte del estrato 2, y el terreno natural

Existen dos restricciones para proyectar el quiebre: la primera, es cuando no supera una altura mínima, fijada por la altura del hombro de la sección terminada; la segunda, es cuando el fondo de cuneta no está en el estrato 3 no, habiendo quiebres por cambio de estrato. En ambos casos, en su lugar, se proyecta una sección tipo 3.

La característica fundamental de esta sección es que los taludes de corte de los estratos deben ser diferentes.

6. Sección en corte, con quiebre y bermas, los puntos de interés (para impresión) son seis:

- A hombro de la seccion
- B fondo de cuneta
- C inicio de berma
- D fin de berma
- D quiebre en el cambio de estrato, los taludes del quiebre son los que tienen los estratos
- E interseccion de la seccion proyectada, mediante el talud de corte del estrato 2, y el terreno natural

Existen dos restricciones para proyectar el quiebre; la primera, es cuando no supera una altura minima, fijada por la altura del hombro de la seccion terminada; la segunda, es cuando el fondo de cuneta no esta en el estrato 3 no habiendo quiebres por cambio de estrato. En ambos casos, en su lugar, se puede proyectar una seccion tipo 3, cuando la berma no cumple las restricciones del siguiente parrafo, o una seccion 4.

Existen dos restricciones para proyectar la berma; la primera, es cuando no supera una altura minima, fijada por la altura del hombro de la seccion terminada; la segunda, es cuando no esta enterrada. En ambos casos, en su lugar, se puede proyectar una seccion tipo 3 o una seccion 5, cuando el fondo de cuneta se encuentra en el estrato 3.

Las características fundamentales de esta seccion son :

- los taludes de corte de los estratos deben ser diferentes.
- El ancho de berma debe ser diferente de cero.

7 Seccion en corte, con quiebre a una altura determinada, los puntos de interes (para impresion) son cuatro:

- A hombro de la seccion
- B fondo de cuneta
- C quiebre en una altura fijada, los taludes de entrada y salida en el quiebre son los fijados para los estratos 3 y 2, respectivamente.
- E interseccion de la seccion proyectada, mediante el talud de corte del estrato 2, y el terreno natural

Existen dos restricciones para proyectar el quiebre: la primera, es cuando no supera una altura minima, fijada por la altura del hombro de la seccion terminada; la segunda, es cuando no esta enterrado. Para ambos casos se proyecta una seccion tipo 3.

La caracteristica fundamental de esta seccion es que los taludes de corte de los estratos deben ser diferentes, el ancho de berma igual a cero y la altura de quiebre diferente de cero.

- 8 Seccion fuera de corte y de terraplen, debido a no cumplir las caracteristicas para cada caso, por lo cual es considerada como una seccion especial. Debido a que el hombro, de la seccion, esta enterrado muy ligeramente se busca la interseccion con el terreno natural.

- A hombro de la seccion
- B hombro de la seccion (anulando la cuneta)
- E interseccion de la seccion proyectada, mediante la sobreelevacion de la corona (con cuneta provisional), o una pendiente infinita (con cuneta definitiva) y el terreno natural

- 9 Seccion en corte, con dos bermas, los puntos de interes (para impresion) son siete:



- A hombro de la seccion
- B fondo de cuneta
- C inicio de la primera berma
- C' fin de la primera berma
- D inicio de la segunda berma
- D' fin de la segunda berma
- E interseccion de la seccion proyectada, mediante el talud de corte del estrato 2, y el terreno natural

Existen dos restricciones para proyectar las bermas; la primera, es que deben superar la altura minima, fijada por la altura del hombro de la seccion terminada; la segunda, es cuando no están enterradas. En ambos casos, en su lugar, se puede proyectar una seccion tipo 6 (con una sola berma proyectada) o una tipo 5 (sin proyectar ninguna de las bermas).

La caracteristica fundamental de esta seccion es que los anchos de las dos primeras bermas son diferentes de cero.

Para proyectar la primera berma se utiliza el talud de corte del estrato 3, para la segunda se utiliza el talud de corte del estrato 2.

10. Seccion en corte, con tres bermas, los puntos de interes (para impresion) son nueve:

- A hombro de la seccion
- B fondo de cuneta
- C inicio de la primera berma
- C' fin de la primera berma
- D inicio de la segunda berma
- D' fin de la segunda berma
- F inicio de la tercera berma
- F' fin de la tercera berma
- E interseccion de la seccion proyectada, mediante el talud de corte del estrato 2, y el terreno natural

Existen dos restricciones para proyectar las bermas; la primera, es que deben superar la altura mínima, fijada por la altura del hombro de la sección terminada; la segunda, es cuando no están enterradas. En ambos casos, en su lugar, se puede proyectar una sección tipo 2 (con solo dos bermas proyectadas), una tipo 0 (con una sola berma proyectada) o una tipo 3 (sin proyectar ninguna de las bermas).

La característica fundamental de esta sección es que los anchos de las tres bermas son diferentes de cero.

Para proyectar las dos primeras bermas se utiliza el talud de corte del estrato 2, para la tercera se utiliza el talud de corte del estrato 3.

Para determinar las capas sobrasante y subvacante en una sección, hay que considerar si esta se encuentra en corte o en terrapién.

- 3.- El cálculo de las áreas consiste en la determinación de las catorce áreas, que se pueden presentar en la proyección de una sección transversal y, con ellas, calcular los volúmenes de construcción para un tramo dado.

Las catorce áreas a calcular (ver figura #2), son:

- Despalme (corte)
- Despalme (terraplen)
- Corte del estrato 2
- Corte del estrato 3
- Corte Caja
- Excavación, Acamellonado, Tendido y Compactado
- Compactación de la Cama de los Cortes
- Recompactación del Terreno Natural
- Cuerpo de terrapién
- Capa a 95 %
- Capa a 100 %
- Relleno Caja



DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES  
 DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS  
 SUBDIRECCION DE FOTOGAMERIA Y PROCESO DE DATOS  
 DEPARTAMENTO DE PROCESO DE DATOS

D A T O S  
 ( E J E M P L O )

TRATAMIENTOS				ESPESESORES	
EST - 2	EST - 3			DES PALME	0.30
SBR	SBY	SBR	SBY	EST - 2	1.50
1	2	3	4	REVESTIMIENTO	0.4
				SUBRASANTE	0.3
				SUBYACENTE	0.4
				C. T. N.	0.2

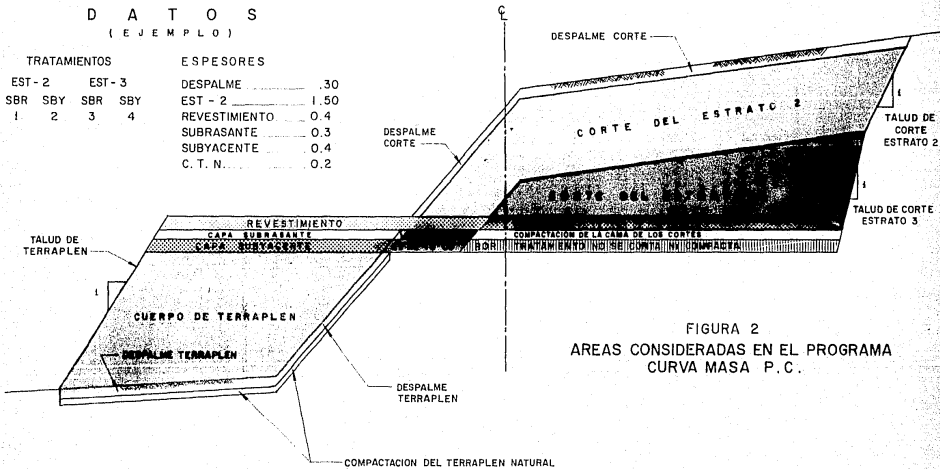


FIGURA 2  
 AREAS CONSIDERADAS EN EL PROGRAMA  
 CURVA MASA P. C.

Despalme en corte.- Es el material despalmeado en las zonas donde el desnivel del terreno natural es mayor que el de la subrasante.

Despalme en terrapien.- Es el material despalmeado en las zonas donde el desnivel del terreno natural es menor que el de la subrasante.

Corte del estrato 2.- Material excavado del estrato inmediato al despalme para realizar la construcción de la sección.

La profundidad de la excavación depende de los datos de suelos reportados por geotecnia. Uno de los datos, para el estrato 2, reportados es el espesor; Otro, también no menos importante, es el tratamiento a dar para cada capa de compactación.

De esta manera, el área de excavación es limitada por el cambio de estrato o por la utilidad del material, que lo compone, para la formación de las capas subrasante y subyacente. Se cuentan con cuatro tratamientos que se le pueden dar a un tratamiento para la formación de una capa y son:

- Caja
- Excavación, acamellonamiento, tendido y compactado
- Compactación de la cama de los cortes
- Sin tratamiento

Se requiere caja cuando el material no sirve para formar la capa y es necesario excavarlo incrementando el volumen de corte del estrato y el de corte caja.

Cuando se indica excavación, acamellonamiento, tendido y compactado, es utilizado el material en la formación de la capa pero no es considerado en el volumen de corte del estrato sino en el de E.A.C.C.O.

Cuando se indica la compactación en la cama de los cortes, el material no se excava y no incrementa el volumen de corte del estrato pero si el de E.C.C.

Cuando se indica sin tratamiento, es estrato no se excava ni se compacta y no incluye en ningún volumen considerado.

Corte del estrato 3.- Material excavado del estrato inferior al estrato 2 para realizar la construcción de la sección.

La profundidad de la excavación depende de los datos de suelos reportados por geotecnia. Para el estrato 3 solo es importante el tratamiento para la formación de las capas subrasante y subyacente, siguiendo el mismo procedimiento dado al estrato 2.

Caja corte.- Material para formar las capas subrasante y/o subyacente cuando en una sección en corte, es excavado el material del estrato debido a que es inservible para la formación de dichas capas. La profundidad de la excavación es determinada por el espesor de la capa en formación.

EstádoCo.- Material que para formar las capas subrasante y/o subyacente, en una sección en corte, se le aplica el tratamiento de excavarlo, acemillonarlo por alas, tenderlo y compactarlo. La profundidad de la excavación se determina por el espesor de la capa en formación.

C.C.C.- Material que para formar las capas subrasante y/o subyacente, en una sección en corte, se le aplica el tratamiento de compactar la cara de los cortes.

C.I.H.- Material que se compacta para el despiante de los terrapienes. Es determinado en base al espesor fijado por el proyecto y el ancho de la parte de la sección con formación de terrapienes.

Cuerpo de terrapien.- Material compactado a 90% o bandedado para la formación de la capa inferior de terrapien, se tiende desde el terreno natural, hasta alcanzar la altura requerida para formar la capa subyacente.

Capa subyacente.- Material compactado a 95% para formar la capa de transición normalmente comprendida entre el cuerpo de terraplén y la capa subyacente, es determinada mediante su espesor, con posibilidad de ser diferente en corte y en terraplén.

Capa subrasante.- Material compactado a 100% para formar la capa superior de los terraplenes y permitir la formación del revestimiento o el pavimento.

Relleno caja.- Material para formar las capas subrasante y/o subyacente en una sección en terraplén, realizando una excavación del material, inservible para esta formación, hasta darle el espesor especificado para la capa en formación. El material excavado puede tener dos posibles tratamientos: el primero es desperdiciarlo lateralmente considerando que su volumen es relativamente poco; el segundo, es utilizarlo en la formación del cuerpo de terraplén en otro lugar, es decir sumarlo a los cortes para posteriormente formar la curva masa.

El cálculo de cada una de las áreas es realizado mediante la creación de dovelas, tomando en cuenta las intersecciones de cada línea de la sección transversal.

De esta manera podemos identificar, para el cálculo de áreas, las siguientes líneas:

- En la geometría de la sección de construcción, todas las líneas formadas entre dos puntos consecutivos de la sección proyectada.
- Para datos geotécnicos, todas las líneas formadas entre dos puntos consecutivos del terreno natural y proyectadas para cada uno de los dos estratos considerados.
- Líneas formadas por la capa subrasante.
- Líneas formadas por la capa subyacente.

Para limitar las dovelas es necesario considerar los puntos definiendo las líneas y las intersecciones de estas.

4. El cálculo de los volúmenes de construcción y generación de curva masa es el proceso para calcular, sección por sección, los volúmenes de construcción mediante las áreas anteriormente calculadas, eliminando las comprendidas entre los tramos de supresión de volúmenes, generando la(s) ordenada(s) de curva masa indicada(s) mediante una clave especificada en los datos.

Para calcular el volumen entre dos estaciones se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Volumen (A-B)} = (\text{Área (A)} + \text{Área (B)}) \cdot \text{semidistancia (A-B)}$$

en donde A y B son dos estaciones consecutivas.

Los volúmenes geométricos de corte de los estratos requieren de un cálculo adicional, para considerarse en la curva masa, consistiendo este, en multiplicarlos por su coeficiente de variabilidad volumétrica para obtener su volumen abundado.

Una vez calculados todos los volúmenes entre dos estaciones se deben agrupar para formar las ordenadas de curva masa.

Una ordenada de curva masa toma su valor inicial de los datos y posteriormente, estación tras estación, va modificando su valor incrementándose con la suma de los volúmenes abundados de los cortes considerados y restándose con el cuerpo de terraplén, capas subrasante y subyacente, y cajas (en corte o terraplén) que considere, se pueden manejar hasta tres ordenadas de curva masa, dependiendo de la clave para dicho fin, de la siguiente manera:

- Una sola ordenada de curva masa agrupando el cuerpo de terraplén, las capas subyacente y subrasante, el relleno caja con la suma de los volúmenes abundados del corte de los estratos.
- Dos ordenadas de curva masa; la primera, agrupando el cuerpo de terraplén y capa subyacente con la suma de los volúmenes abundados del corte de los estratos; la segunda, agrupando la capa subrasante y el relleno caja, materiales requiriendo una compactación al 100 %.

- Dos ordenadas de curva masa; la primera, agrupando el cuerpo de terrapién con la suma de los volúmenes abundados del corte de los estratos; la segunda, agrupando las capas subrasante, subyacente y el relleno caja.
- Tres ordenadas de curva masa; la primera, agrupando el cuerpo de terrapién con la suma de los volúmenes abundados del corte de los estratos; la segunda, considerando sólo la capa subyacente y; la tercera, agrupando la capa subrasante y el relleno caja.

Es necesario decir que la primera ordenada de curva masa en todos los casos es la ordenada longitudinal que procesará el sistema de compensación.



# IV

# DISEÑO DEL SISTEMA

#### IV.- DISEÑO DEL SISTEMA

Este capítulo tiene como finalidad presentar el diseño del sistema para el proyecto geométrico de carreteras. Este diseño, está basado en el análisis realizado y narrado en el capítulo anterior, y de la misma manera, está dividido en dos partes: externo e interno.

##### a). DISEÑO EXTERNO

En este inciso, son detallados los archivos de entrada y salida relacionados con el sistema.

##### a.1) ARCHIVOS DE ENTRADA

Los archivos de entrada requeridos para la operación del sistema son los siguientes:

- Configuración
- Tramo a procesar
- Datos Generales
- Secciones transversales de terreno
- Datos de la geometría
- Ampliaciones y sobreelevaciones
- Alineamiento vertical
- Datos de los estratos
- Datos de los terrapienes
- Datos de los espesores

- Configuración. Archivo de acceso secuencial constando de seis registros. Tiene como objetivo orientar la lectura de datos y escritura de resultados; además, señalar el tipo de monitor a usar. Dicho archivo, está obligado a residir en el directorio actual. El contenido de sus registros es mostrado a continuación.

- 1.- Nombre de la Dirección General o compañía encargada del tramo, aparecerá encabezado en todos los reportes generados. Es una cadena de caracteres de longitud variable entre 0 y 80.
- 2.- Manejador donde se efectuará la lectura de los datos. Es una cadena de caracteres de longitud de 0 o 2; cuando es cero, la lectura se efectúa en el manejador indicado en el prompt del sistema operativo; cuando es 2, se indica cualesquiera de los siguientes: 'a', 'B', 'b', 'c', etc.
- 3.- Recorrido donde se efectúa la lectura de los datos. Es una cadena de caracteres de longitud variable entre 0 y 80; cuando es cero, la lectura se efectúa del directorio actual; cuando es diferente de cero, es necesario poner el último "/".
- 4.- Manejador donde se efectúa la escritura de los resultados. Es una cadena de caracteres similar a la del punto 2.
- 5.- Recorrido donde se efectúa la escritura de los resultados. Es una cadena de caracteres similar a la del punto 3.
- 6.- Indicador del tipo de monitor donde se realiza el proceso. Es un campo de un carácter indicando si el monitor es de color (C) o monocromático (M).

- Datos del tramo a procesar. Son proporcionados interactivamente al tiempo de corrida, son tres datos. El primero es el nombre genérico de los archivos a procesar, consta hasta de ocho caracteres y sirve para identificar a todos los archivos involucrados en el proceso. De esta manera, los nombres de los archivos de entrada y salida serán:

d:recorrido\XXXXXXX.GRA	datos generales
d:recorrido\XXXXXXX.VI	secciones de terreno
d:recorrido\XXXXXXX.SVA	ampliaciones y sobreelevaciones
d:recorrido\XXXXXXX.VER	alineamiento vertical
d:recorrido\XXXXXXX.CUR	estratos
d:recorrido\XXXXXXX.TER	terraplenes
d:recorrido\XXXXXXX.ESP	espesores
d:recorrido\XXXXXXX.GEO	geométricos
d:recorrido\XXXXXXX.BER	bermas
d:recorrido\XXXXXXX.SUP	supresiones
d:recorrido\XXXXXXX.MUR	muros
d:recorrido\XXXXXXX.CP	ordenada de curva masa longitud
d:recorrido\XXXXXXX.DA1	reporte de datos
d:recorrido\XXXXXXX.DCH	reporte de curva masa
d:recorrido\XXXXXXX.RCH	reporte general
d:recorrido\XXXXXXX.GSC	geometría de secciones
d:recorrido\XXXXXXX.SRY	capas subrasante y subvacante
d:recorrido\XXXXXXX.ARE	Áreas

donde:           d:    es el manejador para la entrada  
                  dl:   es el manejador para la salida  
                  recorrido\   es el subdirectorio de entrada  
                  recorrido\   es el subdirectorio de salida  
                  XXXXXXX   es el nombre generico para los archivos.

Los otros datos, proporcionados de esta manera son: la alternativa del alineamiento vertical, de tipo entero y de caracter informativo; es el espesor de revestimiento, de tipo real y con unidades en metros con aproximacion al centimetro.

- Datos generales. Archivo de acceso secuencial constando de ocho registros, conteniendo datos para identificación del proyecto y utilizados para encabezar los reportes. El contenido de los registros es mostrado a continuación.

- 1.- Nombre del camino a proyectar. Es una cadena de caracteres de longitud variable entre 0 y 80.
- 2.- Nombre del tramo a proyectar. Es una cadena de caracteres de longitud variable entre 0 y 80.
- 3.- Nombre de la alternativa tomada. Es una cadena de caracteres de longitud variable entre 0 y 80.

4.- Nombre del origen del tramo. Es una cadena de caracteres de longitud variable entre 0 y 80.

5.- Nombre del proyectista con el tramo asignado. Es una cadena de caracteres de longitud variable entre 0 y 80.

6.- Cadenamiento inicial del tramo. Es una cadena de caracteres de longitud variable entre 0 y 80.

7.- Cadenamiento final del tramo. Es una cadena de caracteres de longitud variable entre 0 y 80.

8.- Tipo de carretera proyectada. Es una cadena de caracteres de longitud variable entre 0 y 80.

Los datos son proporcionados mediante la rumba "bna" (Ver en el apéndice de "Formas de codificación").

- Secciones transversales de terreno. Archivo secuencial. proviene de captura o de modelos digitales, está constituido por diversos tipos de registro con un mismo formato. Los registros, conteniendo los puntos que definen la sección transversal de terreno, son los únicos que utilizará el sistema. El formato de los datos es:

- 1.- De la posición 1 a 4, contiene el número del camino. Es un dato de tipo entero.
- 2.- De la posición 5 a 6, contiene el identificador de la tarjeta. las secciones de terreno están numeradas de la 01 a la 87, conteniendo, cada una, hasta cinco puntos de terreno tomando de esta forma hasta 45 puntos de definición. es un dato de tipo entero.
- 3.- De la posición 7 a 16, contiene el cadenamiento de la de la estación donde se efectuó el levantamiento topográfico. Es un dato de tipo real y proporcionado en metros con aproximación al centímetro.

- 4.- De la posición 17 a 20, contiene la elevación del terreno, en el eje de trazo, para esta estación. Es un dato de tipo real y proporcionado en metros con aproximación al centímetro.
- 5.- De la posición 21 a 24, contiene el desnivel del primer punto del terreno.
- 6.- De la posición 25 a 32, contiene la distancia del primer punto del terreno.
- 7.- De la posición 33 a 36, contiene el desnivel del segundo punto del terreno.
- 8.- De la posición 37 a 44, contiene la distancia del segundo punto del terreno.
- 9.- De la posición 45 a 48, contiene el desnivel del tercer punto del terreno.
- 10.- De la posición 49 a 56, contiene la distancia del tercer punto del terreno.
- 11.- De la posición 57 a 64, contiene el desnivel del cuarto punto del terreno.
- 12.- De la posición 65 a 72, contiene la distancia del cuarto punto del terreno.
- 13.- De la posición 73 a 80, contiene el desnivel del quinto punto del terreno.
- 14.- De la posición 81 a 88, contiene la distancia del quinto punto del terreno.

Cada punto (distancia-desnivel) de la sección de terreno, son datos de tipo real y proporcionados en metros con aproximación al centímetro.

Dichos puntos pueden estar en desorden, por lo cual se requiere clasificarlos. El archivo debe estar ordenado por cadenas.

Dichos datos se obtienen como resultado del sistema de modelos digitales o con el sistema de captura mediante la libreta de topografía, por lo que no existe forma de codificación para éstos.

- Datos de la geometría. Archivo secuencial, debe ser generado por el sistema de captura, esta constituido por dos tipos de registros: el primero, encabezado, contiene el número de registros restantes del archivo; en el segundo, son proporcionados los siguientes datos:

- 1.- Cadenamiento de la estación donde existe un cambio en los datos de la geometría de las secciones. Es un dato de tipo real y es proporcionado en metros con aproximación al centímetro.
- 2.- Semiancho de corona izquierda. Es un dato de tipo real y es proporcionado en metros con aproximación al centímetro.
- 3.- Semiancho de corona derecha.
- 4.- Ancho de cuneta izquierda. Es un dato de tipo real y es proporcionado en metros con aproximación al centímetro.
- 5.- Ancho de cuneta derecha.
- 6.- Talud de cuneta izquierda. Es un dato de tipo real y es proporcionado en metros con aproximación al centímetro.
- 7.- Talud de cuneta derecha.

8.- Altura de quiebre izquierdo. Es un dato de tipo real y es proporcionado en metros con aproximación al centímetro.

9.- Altura de quiebre derecho.

10.- Clave para indicar si existe cuña de afinamiento en terrapienes. Dato de tipo entero que puede tener 0 o 1 como valor.

Dichos datos son proporcionados mediante la forma "GEU" (Ver en el apéndice de "Formas de codificación").

- Ampliaciones y sobreelevaciones. Archivo secuencial, debe ser generado por el sistema de captura, esta constituido por dos tipos de registros: el primero, encabezado, contiene el número de registros restantes del archivo; en el segundo, encontramos los siguientes datos:

1.- Cadenamiento de la estación donde existe un cambio en los datos de ampliaciones y sobreelevaciones.

2.- Sobreelevación izquierda.

3.- Sobreelevación derecha.

4.- Ampliación izquierda.

5.- Ampliación derecha.

Los datos son reportados por tramos de variación lineal y de tipo real. Las ampliaciones son reportadas en metros con aproximación al centímetro; mientras que, las sobreelevaciones en porcentaje. El archivo debe estar ordenado por cadenamiento.

Dichos datos son proporcionados mediante la forma "GYA" (Ver en el apéndice de "Formas de codificación").



lineamiento Vertical). Archivo secuencial, debe ser generado por el sistema de captura, está constituido por dos tipos de registros: el primero, encabezado, contiene el número de registros restantes del archivo; en el segundo, encontramos los siguientes datos:

- 1.- Cadenamiento del FIV.
- 2.- Elevación del FIV.
- 3.- Longitud de curva vertical.

Los datos son de tipo real y reportados en metros con aproximación al centímetro. Es necesario que el primer y el último registro, de datos, tengan una longitud de curva nula (igual a cero). El archivo debe estar ordenado por cadenamiento.

Dichos datos son proporcionados mediante la forma "VER" (Ver en el apéndice de "Formas de codificación").

Datos de los estratos. Archivo secuencial, debe ser generado por el sistema de captura, está constituido por dos tipos de registros: el primero, encabezado, contiene el número de registros restantes del archivo; en el segundo, encontramos los siguientes datos:

- 1.- Cadenamiento de la estación donde existe un cambio en los datos geotécnicos. Es un dato de tipo real y es reportado en metros con aproximación al centímetro.
- 2.- Espesor del despalle. Es un dato de tipo real y es reportado en metros con aproximación al centímetro.
- 3.- Espesor del estrato 2. Es un dato de tipo real y es reportado en metros con aproximación al centímetro.

Para el estrato 2:

- 4.- Clasificación de pago para material A. Es un dato de tipo entero y es reportado en porcentaje con aproximación a la unidad.
- 5.- Clasificación de pago para material B.
- 6.- Clasificación de pago para material C.
- 7.- Talud de corte para el lado izquierdo. Es un dato de tipo real y es reportado con aproximación al centésimo.
- 8.- Talud de corte para el lado derecho.
- 9.- Coeficiente de variabilidad volumétrica. Es un dato de tipo real y es reportado con aproximación al centésimo.

Para el estrato 3:

- 10.- Clasificación de pago para material A.
- 11.- Clasificación de pago para material B.
- 12.- Clasificación de pago para material C.
- 13.- Talud de corte para el lado izquierdo.
- 14.- Talud de corte para el lado derecho.
- 15.- Coeficiente de variabilidad volumétrica.

Para la curva masa:

16.- Clave de curva masa. Dato de tipo entero, que puede tener cualquier valor del 1 al 4.

17.- Clave de cata. Dato de tipo entero, toma el valor de 0 o 1.

Dichos datos son proporcionados mediante la forma "COR" (Ver en el apéndice de "Formas de codificación").

- Datos de los terraplenes. Archivo secuencial, debe ser generado por el sistema de captura, esta constituido por dos tipos de registros: el primero, encabezado, contiene el número de registros restantes del archivo; en el segundo, encontramos los siguientes datos:

1.- Cadenamiento de la estación donde existe un cambio en los datos de los terraplenes. Es un dato de tipo real y es reportado en metros con aproximación al centímetro.

2.- Espesor de la compactación del terreno natural. Es un dato de tipo real y es reportado en metros con aproximación al centímetro.

3.- Talud de terrapién lado izquierdo. Es un dato de tipo real y es reportado en metros con aproximación al centímetro.

4.- Talud de terrapién lado derecho.

5.- Ordenada de curva masa 1. Es un dato de tipo entero y es reportado en metros cúbicos con aproximación a la unidad.

6.- Ordenada de curva masa 2.

7.- Ordenada de curva masa 3.

Dichos datos son proporcionados mediante la forma "IER" (Ver en el apéndice de "Formas de codificación").

- Datos de los espesores. Archivo secuencial, debe ser generado por el sistema de captura, es constituido por dos tipos de registros; el primero, encabezado, contiene el número de registros restantes del archivo; en el segundo, encontramos los siguientes datos:

- 1.- Cadenamiento de la estación donde existe un cambio en los espesores de las capas y/o tratamientos de los materiales para la formación de las mismas. Es un dato de tipo real y es proporcionado en metros con aproximación al centímetro.
- 2.- Espesor de la capa subrasante. Es un dato de tipo real y es reportado en metros con aproximación al centímetro.
- 3.- Espesor de la capa subyacente en corte.
- 4.- Espesor de la capa subyacente en terraplen.
- 5.- Clave para el tratamiento del estrato 2 en la subrasante. Es un dato de tipo entero, su valor varía entre 1 y 4.
- 6.- Clave para el tratamiento del estrato 2 en la subyacente.
- 7.- Clave para el tratamiento del estrato 3 en la subrasante.
- 8.- Clave para el tratamiento del estrato 3 en la subyacente.

Dichos datos son proporcionados mediante la forma "ESP" (Ver en el apéndice de "Formas de codificación").

Los archivos de entrada opcionales en la operación del sistema son los siguientes:

- Bermas
- Muros
- Supresiones

- Datos de las Bermas. Archivo secuencial. debe ser generado por el sistema de captura. este constituido por dos tipos de registros; el primero, encabezado, contiene el número de registros restantes del archivo; en el segundo, encontramos los siguientes datos:

- 1.- Cadenamiento de la estación donde existe un cambio en en los datos de las bermas. Es un dato de tipo real y es proporcionado en metros con aproximación al centímetro.
- 2.- Ancho de la primera berma para lado izquierdo. Es un dato de tipo real y es proporcionado en metros con aproximación al centímetro.
- 3.- Altura de la primera berma para lado izquierdo. Es un dato de tipo real y es proporcionado en metros con aproximación al centímetro.
- 4.- Ancho de la primera berma para lado derecho.
- 5.- Altura de la primera berma para lado derecho.
- 6.- Ancho de la segunda berma para lado izquierdo.
- 7.- altura de la segunda berma para lado izquierdo.
- 8.- Ancho de la segunda berma para lado derecho.
- 9.- Altura de la segunda berma para lado derecho.

10.- Ancho de la tercera berma para lado izquierdo.

11.- Altura de la tercera berma para lado izquierdo.

12.- Ancho de la tercera berma para lado derecho.

13.- Altura de la tercera berma para lado derecho.

14.- Pendiente de las bermas. Es un dato de tipo real y es proporcionado con aproximación al centesimo.

Dichos datos son proporcionados mediante la forma "BER" (Ver en el apéndice de "Formas de codificación").

- Datos de los Muros. Archivo secuencial, debe ser generado por el sistema de captura, está constituido por dos tipos de registros; el primero, encabezado, contiene el número de registros restantes del archivo; en el segundo, encontramos los siguientes datos:

1.- Udenamiento de la estación donde existe muro en uno o en ambos lados de la sección de construcción. Es un dato de tipo real y es proporcionado en metros con aproximación al centímetro.

2.- Distancia del muro, a partir del eje, para el lado izquierdo. Es un dato de tipo real y es proporcionado en metros con aproximación al centímetro.

3.- Distancia del muro, a partir del eje, para el lado derecho.

Dichos datos son proporcionados mediante la forma "MUR" (Ver en el apéndice de "Formas de codificación").

- Datos de supresiones. Archivo secuencial, debe ser generado por el sistema de captura. está constituido por dos tipos de registros: el primero, encabezado, contiene el número de registros restantes del archivo; en el segundo, encontramos los siguientes datos:

- 1.- Cadenamiento de la estación donde inicia el tramo de supresión de volúmenes. Es un dato de tipo real y es proporcionado en metros con aproximación al centímetro.
- 2.- Cadenamiento de la estación donde termina el tramo de supresión de volúmenes.
- 3.- Nombre de la supresión. Es un dato de tipo carácter con una longitud variable entre 0 y 90.

Dichos datos son proporcionados mediante la forma "SUP" (Ver en el apéndice de "Formas de codificación").

#### a.2) ARCHIVOS DE SALIDA

Los archivos de salida generados en la operación del sistema son los siguientes:

- Reporte de datos
  - Reporte del alineamiento vertical, geometría de las secciones y los volúmenes de construcción
  - Reporte de ordenadas de curva masa
  - Secciones de construcción
  - Capas subyacente y subrasante
  - Ordenada de curva masa longitudinal
- Reporte de datos. Archivo para impresión, generado para la verificación de la captura, contiene todos los datos de los archivos de entrada y su formato es tomado de las formas de codificación.

- Reporte del alineamiento vertical, geometría de las secciones y volúmenes de construcción. Archivo para impresión, está dividido en tres partes y son las siguientes:

1.- Alineamiento Vertical. Muestra los puntos de inflexión vertical mediante el formato de resultados "Alineamiento Vertical", presentado en el apéndice "Formatos de reporte".

2.- Geometría del seccionamiento de construcción. Los puntos, de una sección de proyecto, se pueden mostrar en dos formas distintas: la primera, si el tramo proyectado no contiene más de una berma; la segunda, si el tramo de proyecto tiene dos o tres bermas.

Dichos formatos, son presentados en el apéndice "Formatos de reporte".

3.- Volúmenes de construcción. Muestra los volúmenes de construcción, generados en un tramo dado, mediante el formato de resultados "Volúmenes de Construcción", presentado en el apéndice de "Formatos de reporte".

- Secciones de construcción. Archivo secuencial, contiene tres tipos de registros mostrados a continuación

1.- El primer tipo de registro, encabezado, contiene el número de secciones proyectadas.

2.- El segundo tipo de registro contiene los siguientes datos:

ESTA TESIS NO PUEDE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



- Ladenamiento de la estacion proyectada
- Elevacion del terreno natural
- Diferencia algebraica entre las elevaciones del terreno y la subrasante
- Distancia del muro para lado izquierdo
- Distancia del cero para lado izquierdo
- Distancia del punto fl para lado izquierdo
- Distancia del punto f para lado izquierdo
- Distancia del punto dl para lado izquierdo
- Distancia del punto d para lado izquierdo
- Distancia del punto cl para lado izquierdo
- Distancia del punto c para lado izquierdo
- Distancia del punto b para lado izquierdo
- Distancia del punto a para lado izquierdo
- Distancia del punto b para lado derecho
- Distancia del punto c para lado derecho
- Distancia del punto cl para lado derecho
- Distancia del punto d para lado derecho
- Distancia del punto dl para lado derecho
- Distancia del punto f para lado derecho
- Distancia del punto fl para lado derecho
- Distancia del cero para lado derecho
- Distancia del muro para lado derecho

3.- El tercer tipo de registro contiene los siguientes datos:

- Elevacion de la subrasante
- Desnivel del muro para lado izquierdo
- Densivel del cero para lado izquierdo
- Densivel del punto fl para lado izquierdo
- Densivel del punto f para lado izquierdo
- Densivel del punto dl para lado izquierdo
- Densivel del punto d para lado izquierdo
- Densivel del punto cl para lado izquierdo
- Densivel del punto c para lado izquierdo
- Densivel del punto b para lado izquierdo
- Densivel del punto a para lado izquierdo
- Densivel del punto a para lado derecho
- Densivel del punto b para lado derecho
- Densivel del punto c para lado derecho
- Densivel del punto cl para lado derecho
- Densivel del punto d para lado derecho
- Densivel del punto dl para lado derecho
- Densivel del punto f para lado derecho
- Densivel del punto fl para lado derecho
- Densivel del cero para lado derecho
- Densivel del muro para lado derecho

- Capas subrasante y subscente. Archivo secuencial, contiene cuatro tipos de registros mostrados a continuación.

1.- El primer tipo de registro, encabezado, contiene el número de secciones proyectadas.

2.- El segundo tipo de registro contiene los siguientes datos:

- Distancia del cero de la semisección
- Desnivel del cero de la semisección
- Espesor de despalme
- Distancia del límite del estrato 2
- Densivel del límite del estrato 2
- Espesor del estrato 2

3.- El tercer tipo de registro contiene los siguientes datos:

- Número de puntos de la línea subrasante en la semisección
- Distancia de los puntos de la línea subrasante.
- Densivel de los puntos de la línea subrasante.

4.- El tercer tipo de registro contiene los siguientes datos:

- Numero de puntos de la línea subyacente en la semisección
- Distancia de los puntos de la línea subyacente.
- Densivel de los puntos de la línea subyacente.

- Curva masa longitudinal. Archivo secuencial, contiene solamente un tipo de registro y tiene la siguiente información para compensación:

- Cadenamiento de la estación proyectada, dato de tipo numerico con formato "#####.##".
- Ordenada de curva masa 1, dato de tipo numerico con formato "#####".
- Volumen geométrico de los cortes en los estratos, dato de tipo numerico con formato "#####.##".
- Volumen abudado de los cortes en los estratos, dato de tipo numerico con formato "#####.##".
- Ordenada de curva masa 2, dato de tipo numerico con formato "#####".
- Ordenada de curva masa 3, dato de tipo numerico con formato "#####".

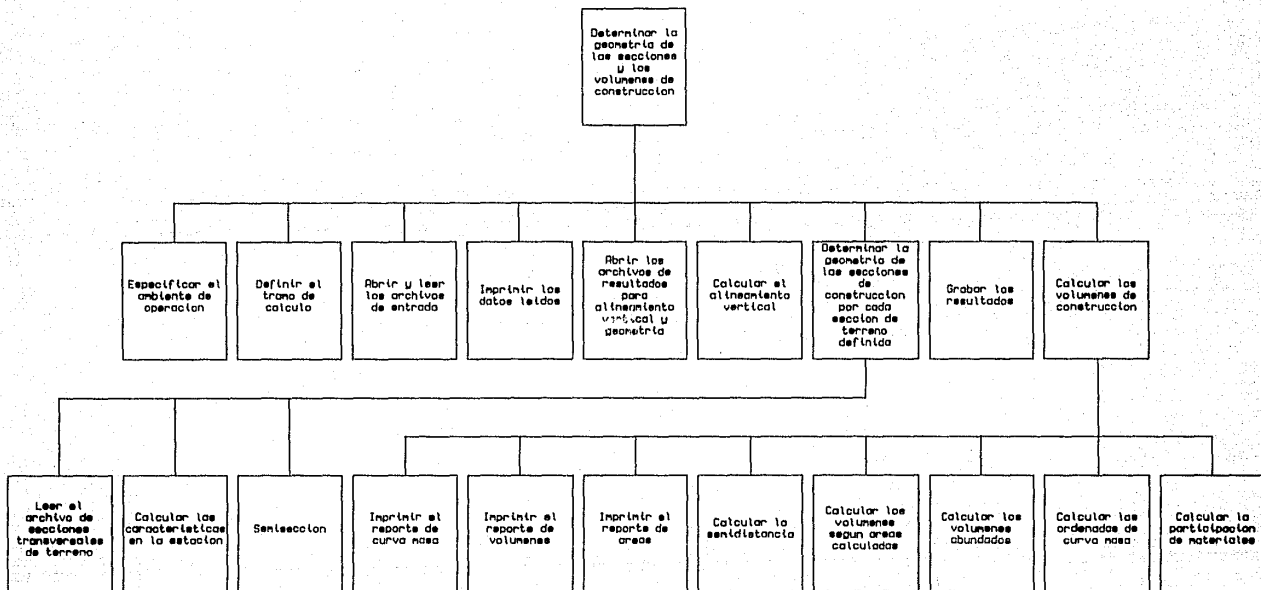
#### b). DISEÑO INTERNO

El diseño interno ha sido desarrollado en dos partes; la primera parte, presenta la arquitectura del sistema; mientras la segunda, consiste en la descripción jerárquica de las funciones realizadas por él.

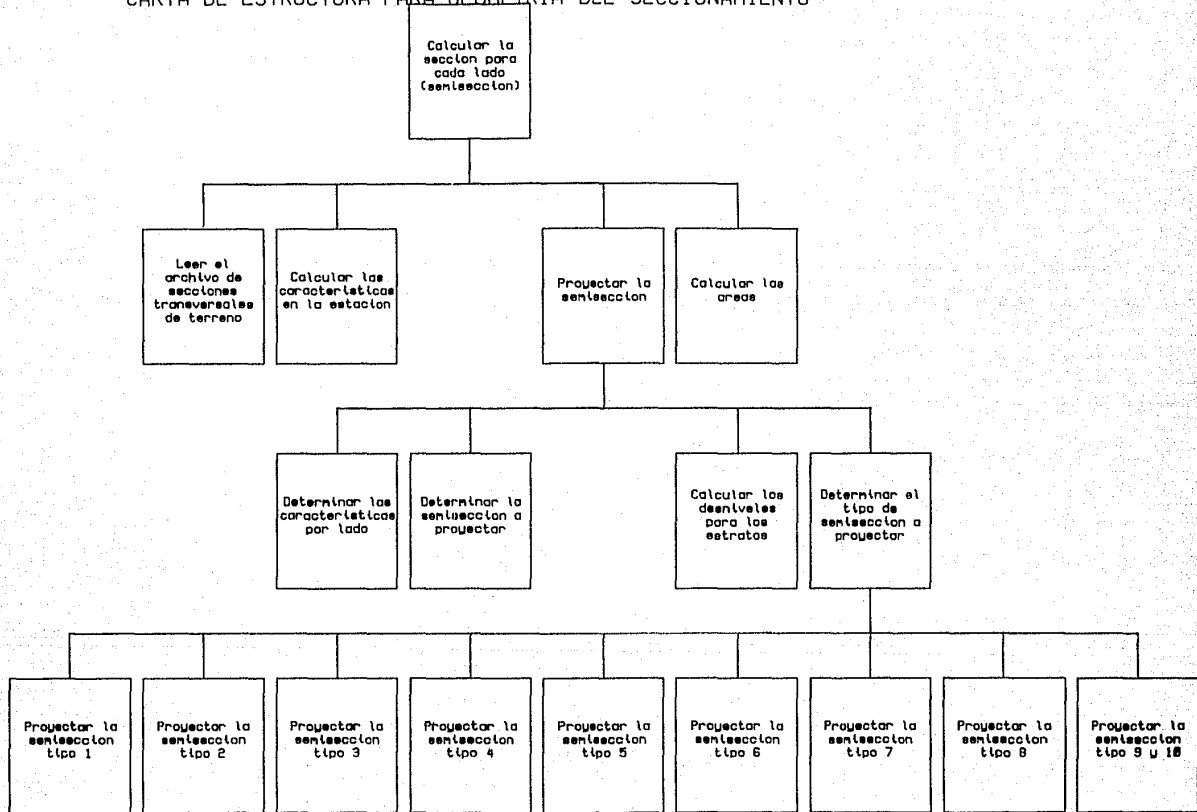
#### b.1). DISEÑO ARQUITECTÓNICO

En este inciso, se presentan los diagramas de estructura para el sistema, mostrando, de una manera jerárquica, las funciones realizadas por él. La jerarquización es aprovechada hasta lograr el nivel modular.

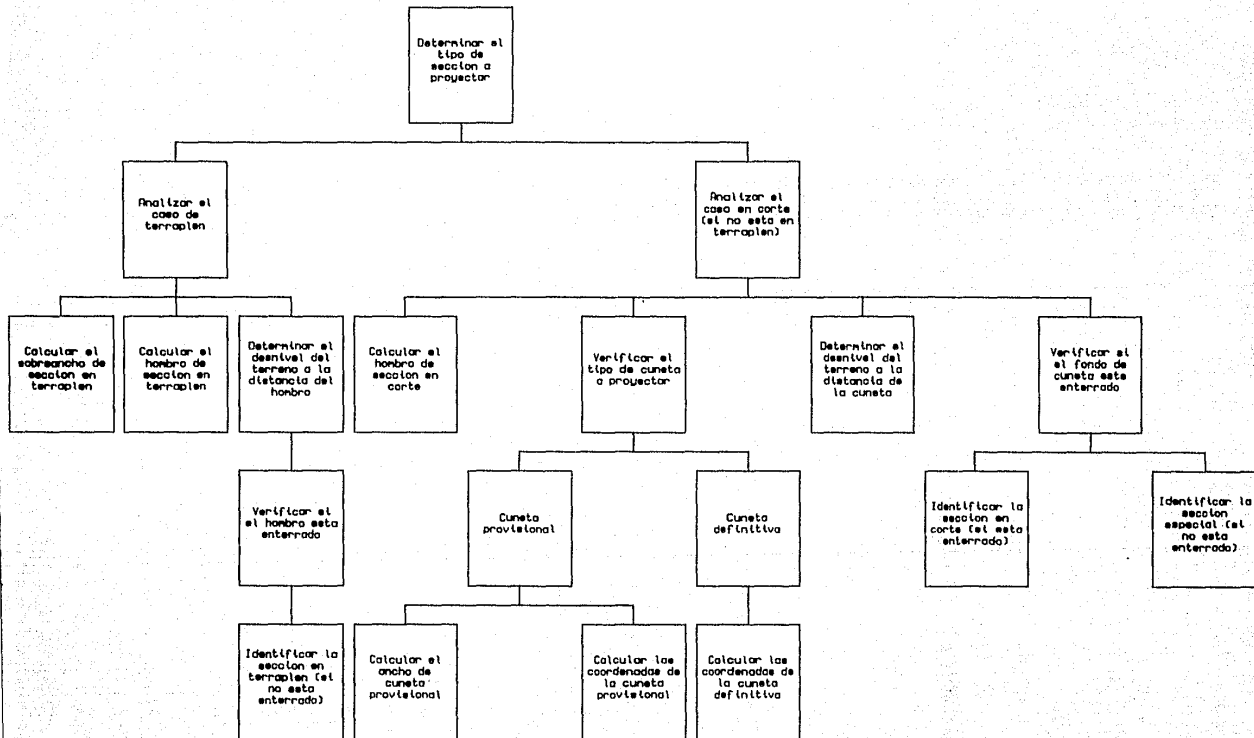
# CARTA DE ESTRUCTURA PARA EL SISTEMA CALCULO DE GEOMETRIA Y VOLUMENES



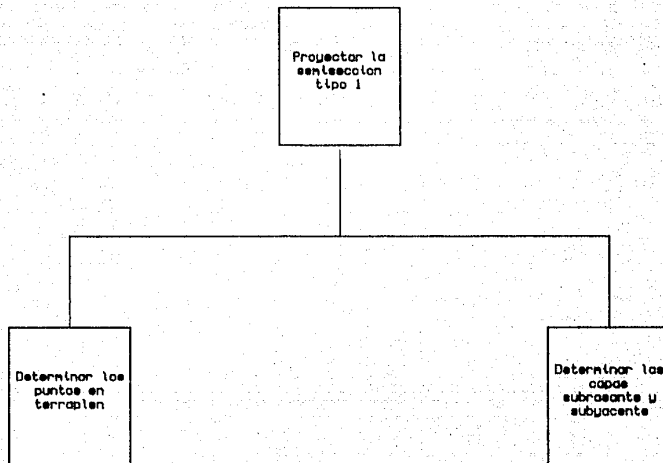
# CARTA DE ESTRUCTURA PARA GEOMETRIA DEL SECCIONAMIENTO



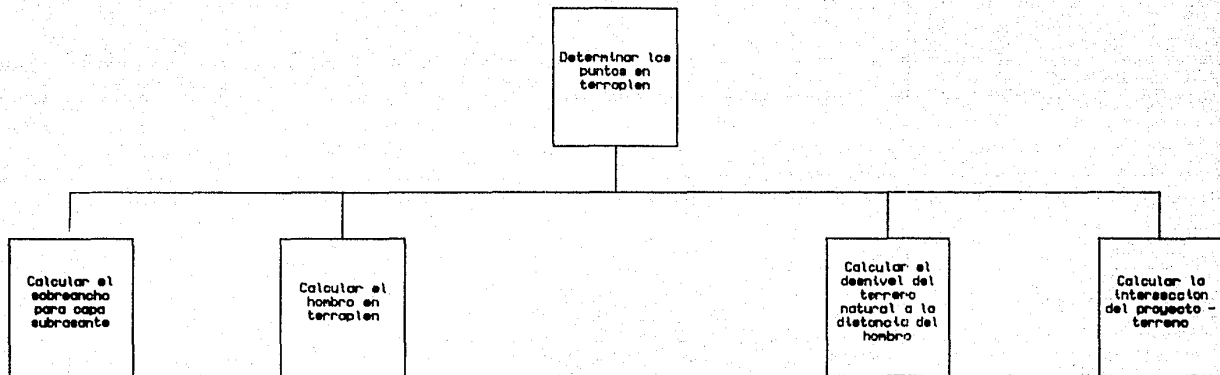
CARTA DE ESTRUCTURA PARA DEFINIR TIPO DE SECCION



# CARTA DE ESTRUCTURA PARA PROYECCION DE SECCION TIPO 1

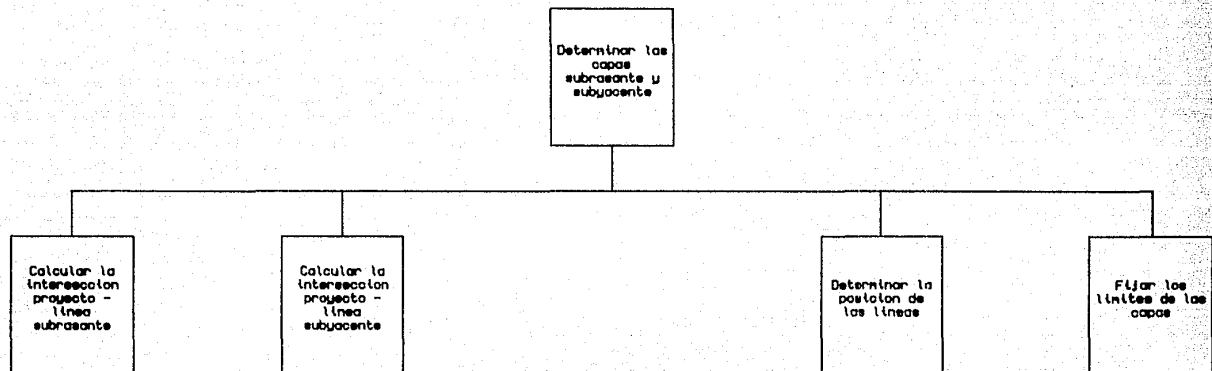


# CARTA DE ESTRUCTURA PARA DEFINIR LOS PUNTOS EN TERRAPLEN

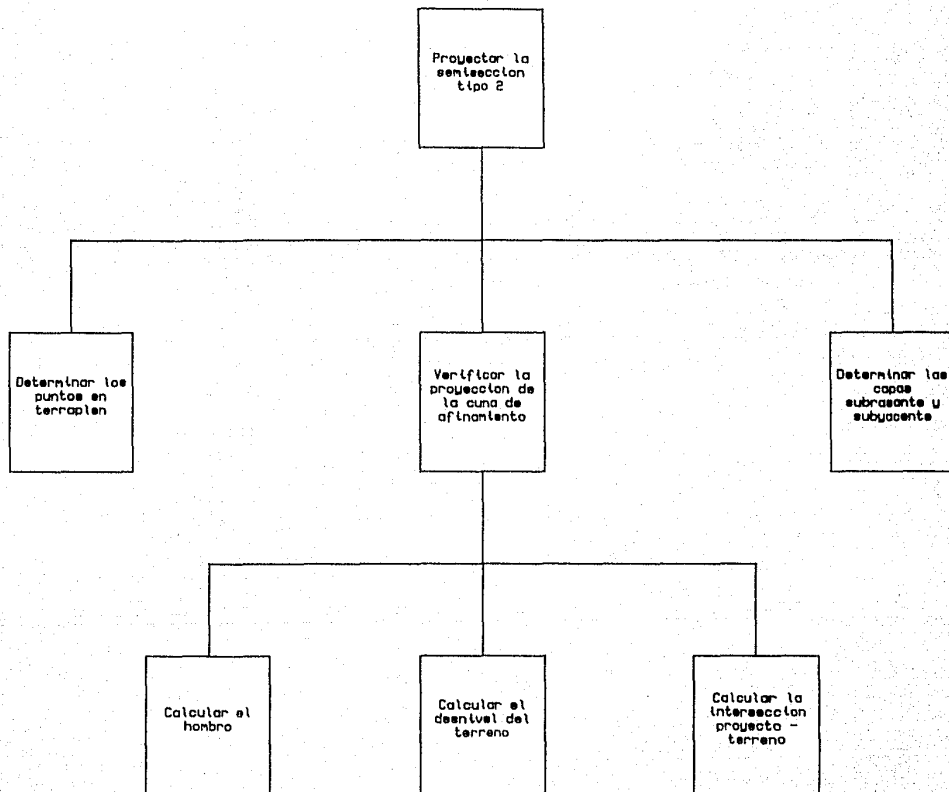




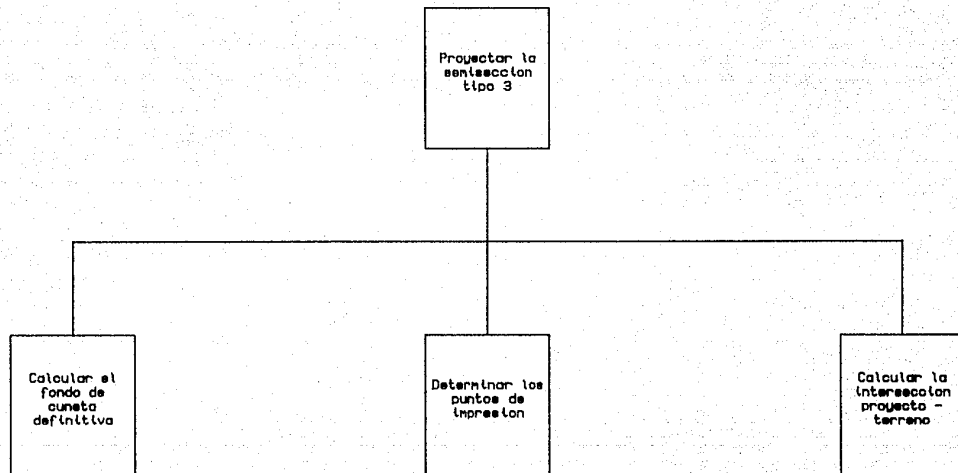
## CARTA DE ESTRUCTURA PARA DETERMINAR LAS CAPAS



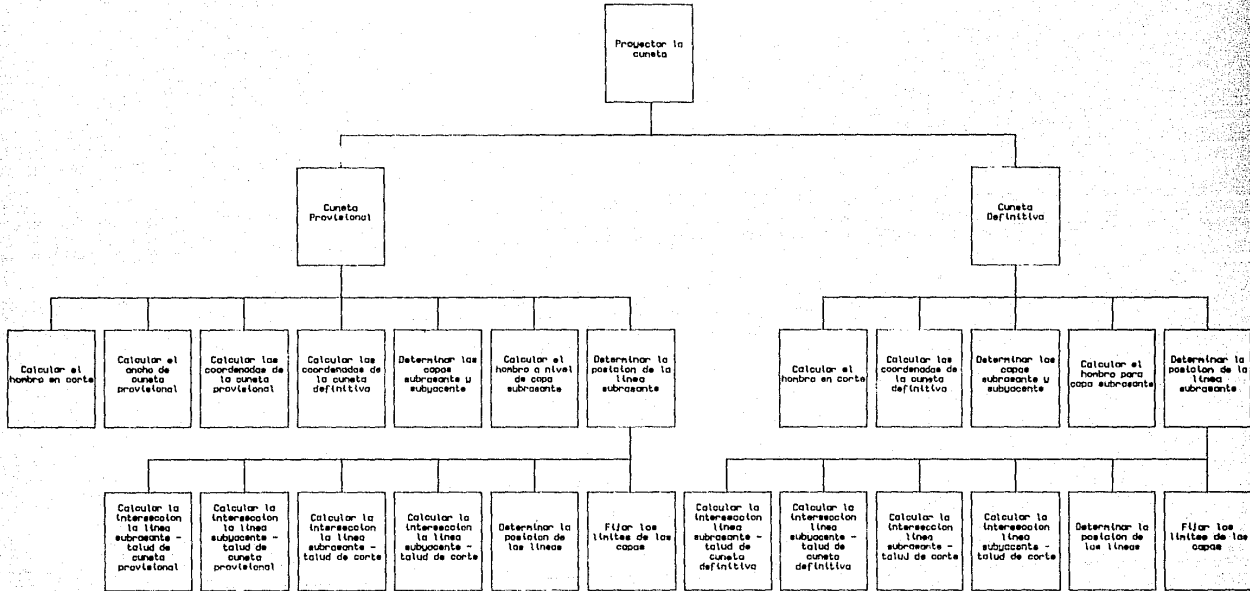
# CARTA DE ESTRUCTURA PARA PROYECCION DE SECCION TIPO 2



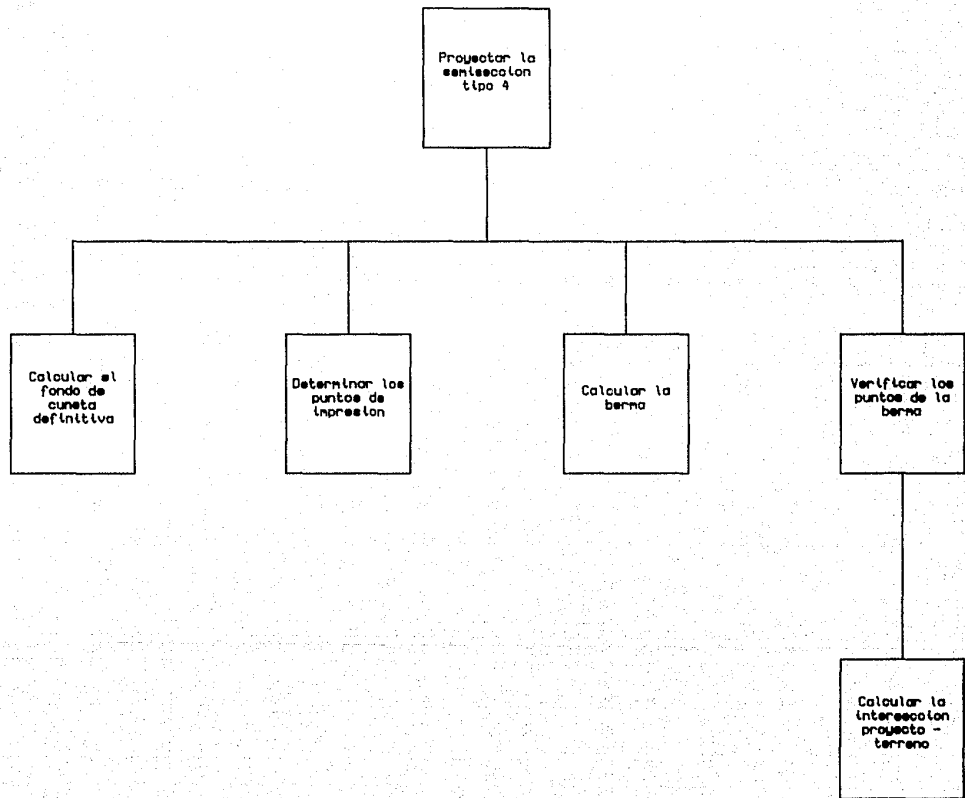
# CARTA DE ESTRUCTURA PARA PROYECCION DE SECCION TIPO 3



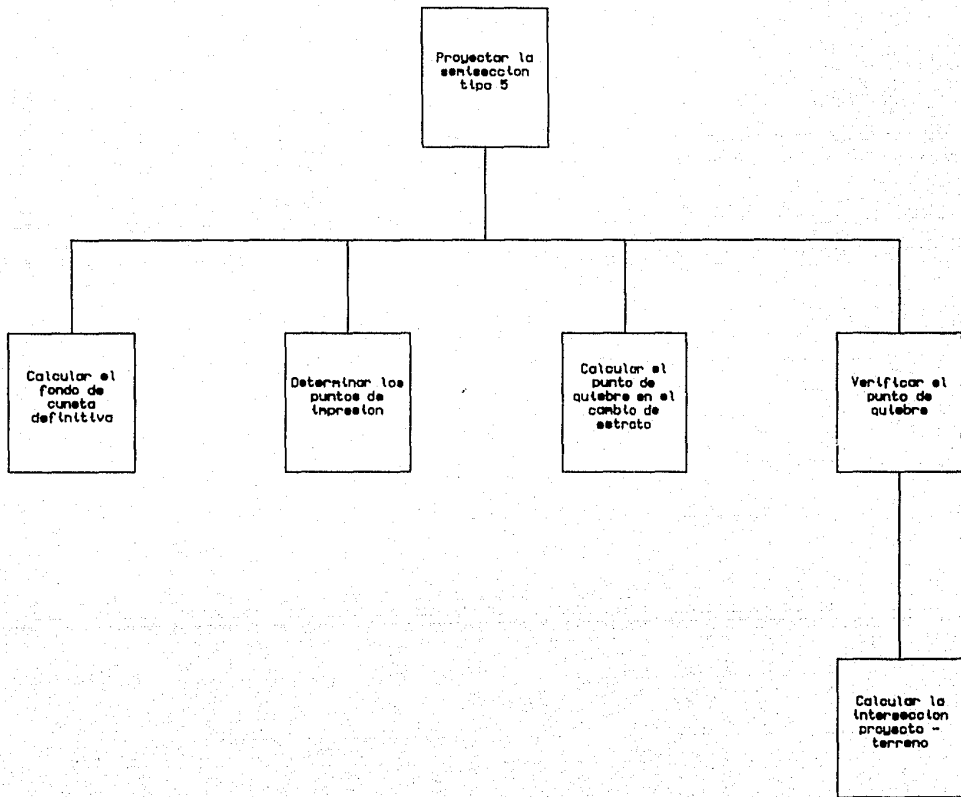
CARTA DE ESTRUCTURA PARA PROYECTAR LA CUNETA EN CORTE



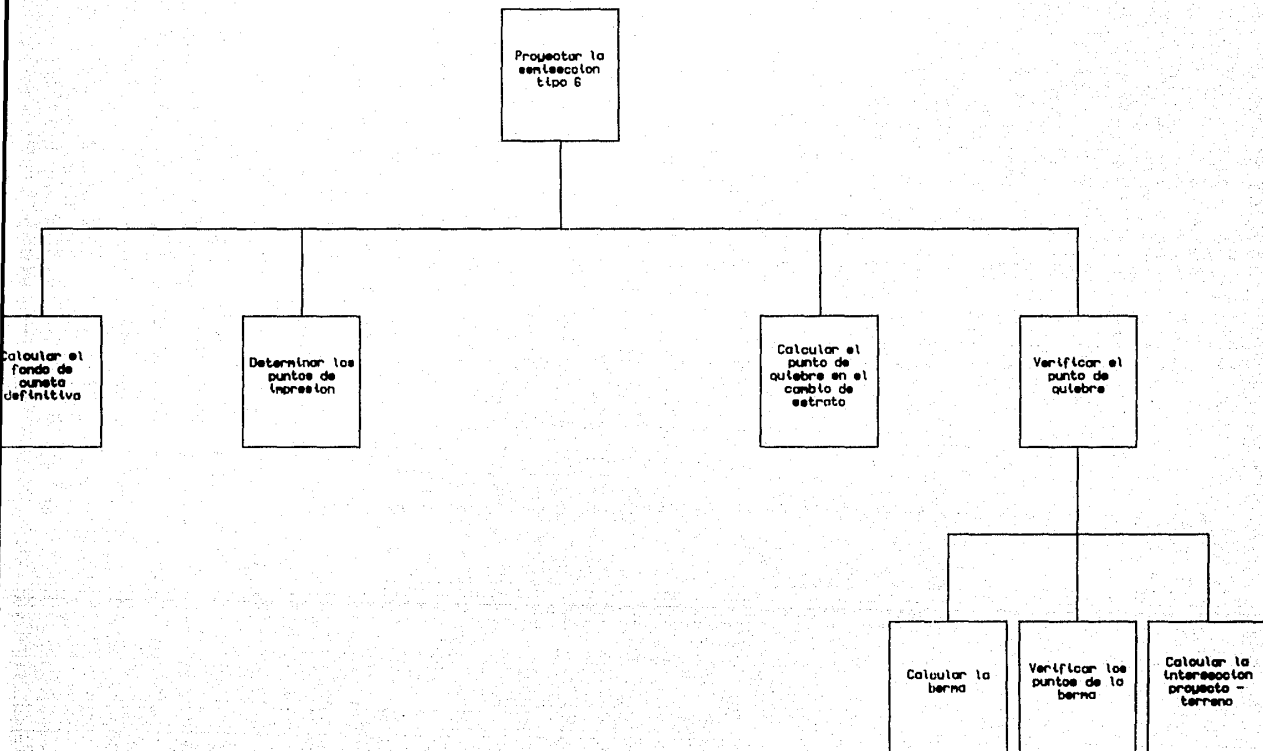
CARTA DE ESTRUCTURA PARA PROYECCION DE SECCION TIPO 4



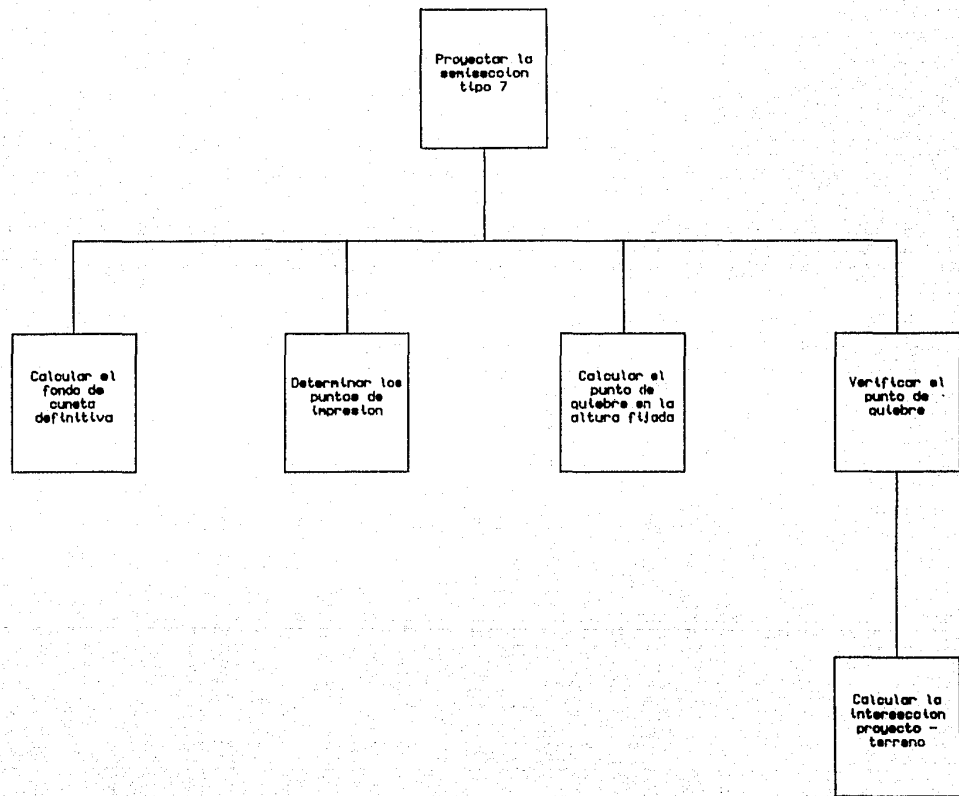
# CARTA DE ESTRUCTURA PARA PROYECCION DE SECCION TIPO 5



CARTA DE ESTRUCTURA PARA PROYECCION DE SECCION TIPO 6

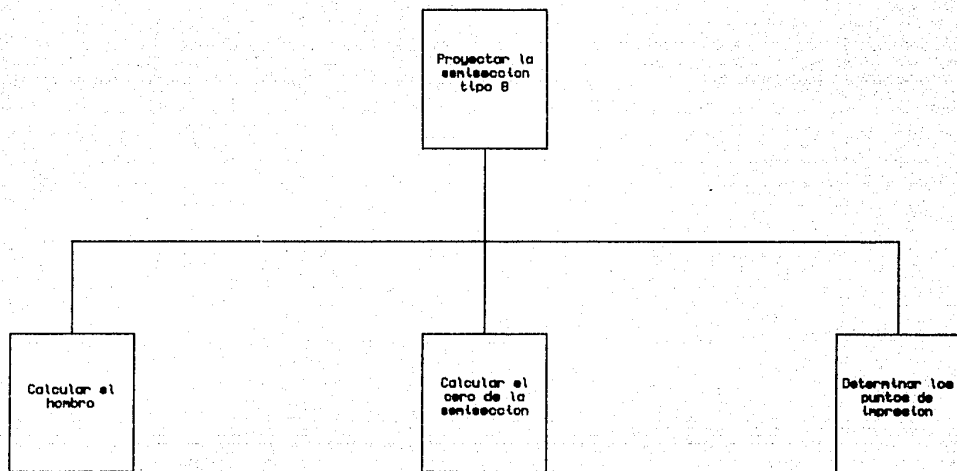


# CARTA DE ESTRUCTURA PARA PROYECCION DE SECCION TIPO 7

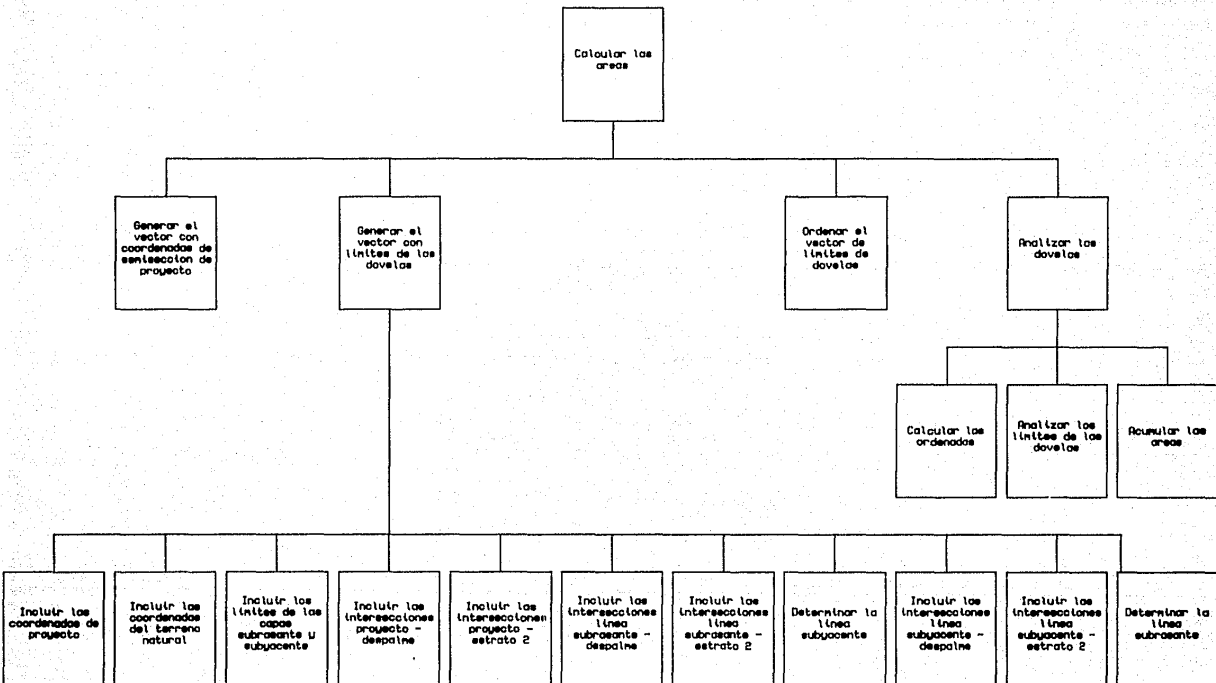




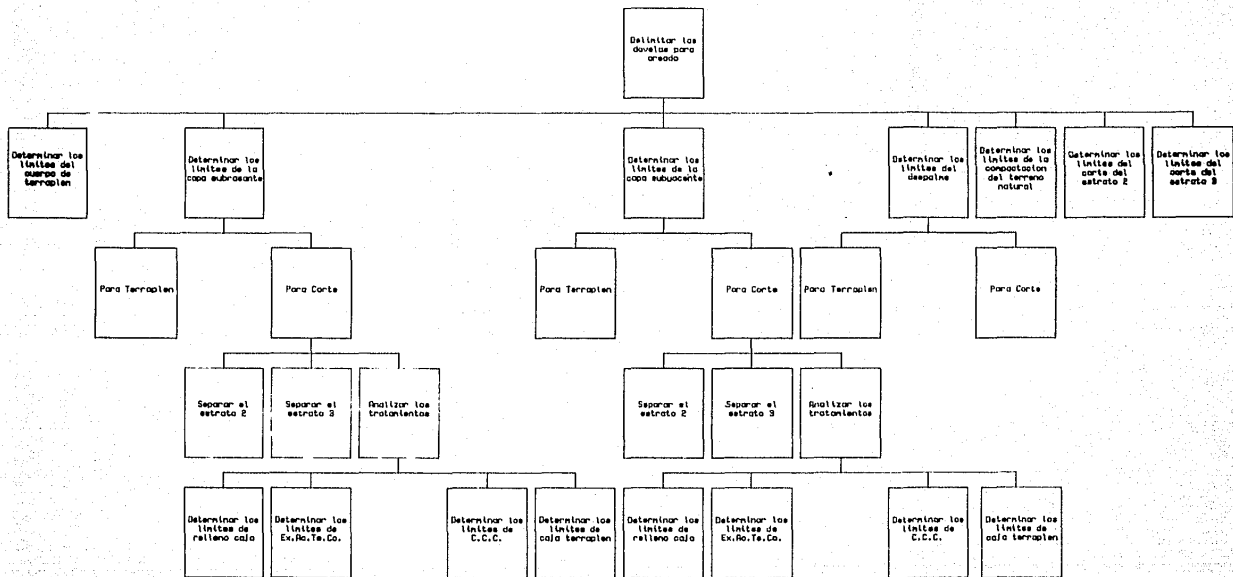
# CARTA DE ESTRUCTURA PARA PROYECCION DE SECCION TIPO 8



# CARTA DE ESTRUCTURA PARA CALCULAR LAS AREAS



CARTA DE ESTRUCTURA PARA DELIMITAR LAS DOVELAS



Los modulos identificados en el diseño arquitectonico son los siguientes:

Nombre	Funcion
datos	Imprime los datos proporcionados.
seccion	Calculo de la seccion.
confsec	Determina el tipo de semiseccion a proyectar.
terrapl	Determina puntos en terraplen.
limites	Determina capas subrasante y subyacente.
hombro	Calcula el hombro de la semiseccion.
detdesnivel	Calcula el desnivel del terreno natural.
interseccion	Calcula el punto de interseccion entre dos rectas.
cunetas	Determina el fondo de cuneta definitiva.
puntos	Determina puntos de impresion.
intproysec	Determina el punto de interseccion entre la seccion y el terreno.
berma	Calcula los puntos de las bermas.
interpola	Calcula datos por interpolacion lineal.
cunetadef	Calcula las coordenadas del fondo de cuneta def.
anchocp	Calcula el ancho de cuneta provisional.
coop	Prepara los puntos del terreno de la semiseccion.
sort	Ordena dos vectores en funcion del primero.
coorYdovela	Calcula los desniveles de las lineas de la seccion transversal.
analizadovela	Calcula los limites de las dovelas para areado.

## b.2). DISEÑO DETALLADO

El diseño detallado es presentado mediante el lenguaje natural estructurado. En primer termino es mostrado el programa principal y posteriormente, una seleccion de los modulos identificados en el diseño arquitectonico. En cada caso son reconocidas las funciones realizadas.

### SISTEMA PARA LA DETERMINACION DE LA GEOMETRIA DE LAS SECCIONES Y LOS VOLUMENES DE CONSTRUCCION

Inicializa

Especifica el ambiente

Abre el archivo de configuración  
Lee los registros de configuración (6)  
Cierra el archivo  
Carga el archivo de pantalla (CHI.LUL o CHI.PON)  
Define los parametros del proceso  
Lee el nombre generico de los archivos  
Lee el tipo de cuneta a proyectar en corte  
Lee el espesor de revestimiento  
Lee los archivos de entrada  
Abre el archivo de datos generales  
Manda el mensaje de error (no existe)  
Lee los registros del archivo (8)  
Transforma los cadenamientos (inicial y final) para impresion  
Abre el archivo de secciones de terreno  
Manda el mensaje de error (no existe)  
Lee el archivo de secciones de terreno (todos los que existan)  
Cuenta el numero de registros de secciones de terreno  
Determina los limites del tramo  
Abre el archivo de alineamiento Vertical  
Manda el mensaje de error (no existe)  
Lee el numero de registros de datos (1 vez)  
Define los vectores de datos del alineamiento vertical  
Lee los registros de datos (n veces segun el encabezado)  
Checa si esta desordenado el archivo  
Manda el mensaje de error (desordenado)  
Checa si hay traslape de curvas verticales  
Manda el mensaje de error (hay traslape)  
Checa si cubre todo el tramo  
Manda el mensaje de error (no cubre)  
Abre el archivo de Ampliaciones y Sobreelevaciones  
Manda el mensaje de error (no existe)  
Lee el numero de registros de datos (1 vez)  
Define los vectores de datos de ampliaciones y sobreelevaciones

Lee los registros de datos (n veces según el encabezado)  
Checa si está desordenado el archivo  
Manda el mensaje de error (desordenado)

Lee si cubre todo el tramo  
Manda el mensaje de error (no cubre)

Abre el archivo de Espesores y tratamientos  
Manda el mensaje de error (no existe)  
Lee el número de registros de datos (1 vez)  
Define los vectores de datos de espesores y tratamientos

Lee los registros de datos (n veces según el encabezado)  
Checa si está desordenado el archivo  
Manda el mensaje de error (desordenado)

Lee si cubre todo el tramo  
Manda el mensaje de error (no cubre)

Abre el archivo de geometría  
Manda el mensaje de error (no existe)  
Lee el número de registros de datos (1 vez)  
Define los vectores de datos de geometría

Lee los registros de datos (n veces según el encabezado)  
Checa si está desordenado el archivo  
Manda el mensaje de error (desordenado)

Lee si cubre todo el tramo  
Manda el mensaje de error (no cubre)

Abre el archivo de Suelos  
Manda el mensaje de error (no existe)  
Lee el número de registros de datos (1 vez)  
Define los vectores de datos de suelos

Lee los registros de datos (n veces según el encabezado)  
Checa si está desordenado el archivo  
Manda el mensaje de error (desordenado)

Lee si cubre todo el tramo  
Manda el mensaje de error (no cubre todo el tramo)

Abre el archivo de Terraplenes  
Manda el mensaje de error (no existe)  
Lee el número de registros de datos (1 vez)  
Define los vectores de datos de terraplenes

Lee los registros de datos (n veces según el encabezado)  
Checa si está desordenado el archivo  
Manda el mensaje de error (desordenado)

Checa si cubre todo el tramo  
Manda el mensaje de error (no cubre todo el tramo)

Abre el archivo de bermas si existe  
Lee el número de registros de datos (1 vez)  
Define los vectores de datos de bermas

Lee los registros de datos (n veces según el encabezado)  
Checa si está desordenado el archivo  
Manda el mensaje de error (desordenado)

Checa si cubre todo el tramo  
Manda el mensaje de error (no cubre todo el tramo)

Abre el archivo de muros si existe  
Lee el número de registros de datos (1 vez)  
Define los vectores de datos de muros

Lee los registros de datos (n veces según el encabezado)  
Checa si está desordenado el archivo  
Manda el mensaje de error (desordenado)

Abre el archivo de supresiones si existe  
Lee el número de registros de datos (1 vez)  
Define los vectores de datos de supresiones

Lee los registros de datos (n veces según encabezado)  
Checa si está desordenado el archivo  
Manda el mensaje de error (desordenado)

Cierra los archivos de entrada

Imprime los datos leídos  
RUTINA de Impresión de datos

Abre los archivos de resultados

Abre el archivo de numeración de PUNOS, geometría y volúmenes  
RUTINA para impresión de la portada

Abre el archivo de Secciones de construcción  
Léase el encabezado del archivo (número de secciones a proyectar)

Abre del archivo de Subrasante y Subyacente  
Graba el encabezado del archivo (numero de secciones a proyectar)

Calcula el alineamiento vertical

Calcula las pendientes entre PIV's

Calcula los PIV's y PCV's

Imprime el Alineamiento Vertical

Determina la geometria de las secciones de construccion y las areas

Lee el archivo de secciones transversales de terreno  
Integra los puntos de una seccion de terreno

Proyecta la seccion (n veces segun las secciones de terreno)  
ROUTINA para proyectar la seccion

Calcula los volúmenes de construccion

Genera el reporte de curva masa  
Imprime los encabezados  
Imprime los totales por pagina  
Imprime los totales por filometro  
Imprime la curva masa por estacion

Genera el reporte de volúmenes  
Imprime los encabezados  
Imprime los totales por pagina  
Imprime los totales por kilometro  
Imprime los volúmenes de construccion por estacion

Genera el reporte de areas  
Imprime los encabezados  
Imprime las areas por estacion

Calcula la semidistancia  
Si existe supresiones en la estacion  
Imprime el aviso de supresion  
Elimina la semidistancia

Calcula los volúmenes segun areas calculadas

Calcula los volúmenes abundados  
Para el estrato 2  
Para el estrato 3



Calcula las ordenadas de curva masa  
Agrupa en una ordenada  
Agrupa en dos ordenadas  
Agrupa en tres ordenadas

Calcula la participación de materiales en corte  
Para material A  
Para material B  
Para material C

#### RUTINA DE IMPRESIÓN DE DATOS

datos:

Abre el archivo de impresión de datos  
Imprime los datos geométricos  
Imprime los datos geotécnicos  
Imprime los datos de terraplenes  
Imprime los datos de ampliaciones y sobreelevaciones  
Imprime los datos de espesores  
Imprime los datos de bermas  
Imprime los datos de muros  
Imprime los datos de supresiones  
Cierra el archivo de impresión de datos

RETURN

#### RUTINA PARA PROYECTAR LA SECCIÓN

seccion:

Calcula las características en la estación  
Asigna para espesores (subrasante y subyacente) y tratamientos  
Interpola las ampliaciones y sobreelevaciones  
RUTINA de interpolación  
Calcula la elevación de la subrasante  
Para la sección proyectada en tangente vertical  
Para la sección proyectada en curva vertical

Interpola los datos de bermas.

RUTINA de interpolación

Determina las alturas máximas de berma (izquierda y derecha)

Interpola los datos de geometría

RUTINA de interpolación

Interpola los taludes de los estratos

RUTINA de interpolación

Asigna los espesores de los estratos

Interpola los taludes de los terraplenes

RUTINA de interpolación

Asigna el espesor de la compactación del terreno natural

Identifica los muros en la sección

### Semisección

Determina las características por lado

RUTINA para preparar los puntos del terreno de la semisección

Determina sección a proyectar

RUTINA para determinar sección a proyectar

Determina el tipo de sección

Para semisección sin proyecto

Para semisección en terraplen

Para semisección en corte

Para semisección especial

Calcula los desniveles para los estratos

Proyecta la semisección tipo 1

Determina los puntos de la geometría en terraplen

RUTINA para determinar puntos en terraplen

Determina las capas subrasante y subyacente

RUTINA para determinar capas subrasante y subyacente

Proyecta la semisección tipo 2

Determina los puntos de la geometría en terraplen

RUTINA para determinar puntos en terraplen

Verifica la proyección de la coña de afinamiento

Calcula el hombro de la sección en terraplen

RUTINA para calcular el hombro

Calcula el cero de la semisección

RUTINA para determinar desnivel del terreno natural

RUTINA para intersectar proyecto-terreno

Determina las capas sobresaliente y subyacente

RUTINA para determinar capas sobresaliente y subyacente

Proyecta la semisección tipo 3

Calcula el fondo de cuneta definitiva

RUTINA para calcular fondo de cuneta definitiva

Define los puntos de impresión

RUTINA para determinar puntos de impresión

Calcula el cero de la semisección

RUTINA para intersectar proyecto-terreno

Proyecta la semisección tipo 4

Calcula el fondo de cuneta definitiva

RUTINA para calcular fondo de cuneta definitiva

Define los puntos de impresión

RUTINA para determinar puntos de impresión

Calcula los puntos de las bermas

RUTINA para calcular los puntos de las bermas

Checa los puntos de berma

Calcula el cero de la semisección

RUTINA para intersectar proyecto-terreno

Proyecta la semisección tipo 5

Calcula el fondo de cuneta definitiva

RUTINA para calcular fondo de cuneta definitiva

Define los puntos de impresión

RUTINA para determinar puntos de impresión

Calcula el quiebre en el cambio de estrato

Checa la condición de altura mínima y posición con los estratos

Calcula el cero de la semisección (punto de quiebre válido)

RUTINA para intersectar proyecto-terreno

Proyecta la semisección tipo 3 (punto de quiebre inválido)

Proyecta la semisección tipo 6

Calcula el fondo de cuneta definitiva

RUTINA para calcular fondo de cuneta definitiva

Define los puntos de impresión

RUTINA para determinar puntos de impresión

RUTINA para calcular intersección entre dos rectas

RUTINA para calcular el desnivel del terreno

Checa la condición de altura mínima

RUTINA para intersectar la sección de proyecto

Determina la posición de la berma

RUTINA para calcular la berma

Proyecta la semisección tipo 7

Calcula el fondo de cuneta definitiva

RUTINA para calcular fondo de cuneta definitiva

Define los puntos de impresión

RUTINA para determinar puntos de impresión

Calcula el quiebre a altura fijada

Checa la condición de altura mínima y posición en los estratos

Calcula el cero de la semisección (punto de quiebre válido)

RUTINA para intersectar proyecto-terreno

Proyecta la semisección tipo 3 (punto de quiebre inválido)

Proyecta la semisección tipo 8

RUTINA para calcular el hombro

Calcula el cero de la sección

RUTINA para intersectar proyecto-terreno (cuneta provisional)

RUTINA para calcular desnivel del terreno (cuneta definitiva)

Fija los límites de las capas

RUTINA para determinar puntos de impresión

Calcula los muros para secciones en terrapién (si están definidos)

Checa si está dentro de los límites de la semisección

RUTINA para calcular desnivel del terreno

Calcula los puntos de impresión

Fija los límites de las capas

Asigna los puntos de impresión

Guarda los valores a imprimir

Determina los mensajes a imprimir

Supresión de cuña

Sección insuficiente

Muro

Calcula las áreas

Genera el vector con coordenadas de semisección de proyecto

Genera el vector con límites de las dovelas

Incluye las coordenadas de proyecto

Incluye las coordenadas del terreno natural

Incluye los límites de las capas subrasante y subyacente

Corte

Terrapién

Incluye las intersecciones proyecto-despalme

Incluye las intersecciones proyecto-estrato 2

Incluye las intersecciones línea subrasante-despalme

Incluye las intersecciones línea subrasante-estrato 2

Determina la línea subyacente

Incluye las intersecciones línea subyacente-despalme

Incluye las intersecciones línea subyacente-estrato 2

Determina la línea subrasante

Ordena el vector de límites de dovelas  
analiza las dovelas

RUTINA para calcular las ordenadas  
RUTINA para analizar los límites de las dovelas  
RUTINA para sombreadar las áreas

Graba líneas del terreno

Graba líneas Subrasante y Subyacente

Imprime la geometría de la sección de construcción

Mensajes a imprimir

Encabezados

Puntos de la sección de construcción

RETURN

#### RUTINA PARA DETERMINAR LOS PUNTOS EN TERRAPLEN

terrapl:

Calcula sobreaancho para capa subrasante

RUTINA para calcular el sobreaancho

Calcula el hombro en terraplen

RUTINA para calcular el hombro

Calcula el desnivel del terreno natural a la distancia del hombro

RUTINA para determinar desnivel del terreno

Calcula la intersección del proyector-terreno

RUTINA para intersectar proyector-terreno

RETURN

#### RUTINA PARA DETERMINAR LAS CAPAS SUBRASANTE Y SUBYACENTE

limites:

Intersecta proyector-línea subrasante

RUTINA de intersección de dos rectas

Intersecta proyector-línea subyacente

RUTINA de intersección de dos rectas

Determina posición de las líneas

Fija límites de las capas

RETURN

## RUTINA PARA CALCULAR EL FONDO DE CUNETA DEFINITIVA

cunetas:

### Cuneta Provisional

Calcula el hombro en corte

RUTINA para calcular el hombro

Calcula el ancho de cuneta provisional

RUTINA para calcular el ancho de cuneta provisional

Calcula las coordenadas de la cuneta provisional

RUTINA para calcular las coordenadas de la cuneta provisional

Calcula las coordenadas de la cuneta definitiva

RUTINA para calcular las coordenadas de la cuneta definitiva

Determina las Capas Subrasante y subyacente

Calcula el hombro a nivel de capa subrasante

RUTINA para calcular el hombro

Determina la posición de la línea subrasante

Intersecta la línea subrasante-talud de cuneta provisional

RUTINA para intersección

Intersecta la línea subyacente-talud de cuneta provisional

RUTINA para intersección

Intersecta la línea subrasante-talud de corte

RUTINA para intersección

Intersecta la línea subyacente-talud de corte

RUTINA para intersección

Determina la posición de las líneas

Fija los límites de las capas

### Cuneta Definitiva

Calcular hombro

RUTINA para calcular el hombro

Calcular coordenadas de la cuneta definitiva

Determinar Capas Subrasante y subyacente

Calcular hombro para capa subrasante

Determinar posición de la línea subrasante  
Intersectar línea subrasante-talud de cuneta definitiva  
Intersectar línea subyacente-talud de cuneta definitiva  
Intersectar línea subrasante-talud de corte  
Intersectar línea subyacente-talud de corte  
Determinar posición de las líneas  
Fijar límites de las capas

RETURN

#### RUTINA PARA CALCULAR LOS DESNIVELES DE LAS LINEAS DE LA SECCION

ordenada:

Calculo del desnivel de la sección de proyecto  
RUTINA interpola  
Calculo del desnivel de la línea subrasante  
RUTINA interpola  
Calculo del desnivel de la línea subyacente  
RUTINA interpola  
Calculo del desnivel del terreno natural  
RUTINA interpola  
Calculo del desnivel del despalme  
Calculo del desnivel del estrato 2

RETURN

#### RUTINA PARA DELIMITAR LAS AREAS

analizado/vela:

Determina los límites del cuerpo de terrapién  
Determina los límites de la capa subrasante  
Para Terrapién  
Para Corte  
Separa el estrato 2  
Separa el estrato 3  
Analiza los tratamientos  
Determina los límites de relleno caja  
Determina los límites de Ex.Ac.Te.Co.  
Determina los límites de C.C.C.  
Determina los límites de caja terrapién  
Determina los límites de la capa subyacente  
Para Terrapién  
Para Corte  
Separa el estrato 2  
Separa el estrato 3

Analiza los tratamientos

Determina los límites de relleno caja

Determina los límites de E.A.C. Te.Co.

Determina los límites de C.C.C.

Determina los límites de caja terraplén

Determina los límites del despalme

Para Terraplén

Para Corte

Determina los límites de la compactación del terreno natural

Determina los límites del corte del estrato 2

Determina los límites del corte del estrato 3

RETURN

#### RUTINA PARA DETERMINAR LOS PUNTOS DE IMPRESTON

Puntos:

Determina el punto A

Determina el punto B

RETURN

#### RUTINA PARA PREPARAR LOS PUNTOS DE LA SEMISECCION DE TERRENO

SUB coor

Separa los puntos según lado

Determina el número de puntos

Ordena los puntos de la semisección

END SUB

#### RUTINA PARA DETERMINAR EL TIPO DE SECCION

SUB confsec

Analiza el caso de terraplén

Calcula sobreebanco de sección en terraplén

RUTINA para calcular el sobreebanco

Calcula hombro de sección en terraplén

RUTINA para calcular el hombro

Determina el desnivel del terreno a la distancia del hombro

RUTINA de interpolación

Verifica que el hombro no está enterrado

Identifica la sección en terraplén (si no está enterrado)



Analiza el caso en corte (si no está en terrapieno)

Calcula hombro de sección en corte

RUTINA para calcular el hombro

Checks el tipo de cuneta a proyectar

Cuneta provisional

Calcula el ancho de cuneta provisional

RUTINA para calcula el ancho de la cuneta provisional

Calcula las coordenadas de la cuneta provisional

RUTINA para calcular las coordenadas de la cuneta prov.

Cuneta definitiva

Calcula las coordenadas de la cuneta definitiva

RUTINA para calcular las coordenadas de la cuneta def.

Determina el desnivel del terreno a la distancia de la cuneta

RUTINA de interpolacion

Verifica que el fondo de cuneta esté enterrado

Identifica la sección en corte (si está enterrado)

Identifica la sección especial (si no está enterrado)

END SUB

#### RUTINA PARA EL HOMBRO DE LA SEMISECCION

SUB hombro

Calcula la distancia

Calcula el desnivel

END SUB

#### RUTINA LAS COORDENADAS DEL FONDO DE CUNETA DEFINITIVA

SUB cunetadef

Calcula la distancia

Calcula el desnivel

END SUB

**V**

**DESARROLLO  
DEL  
SISTEMA**

## 7.- DESARROLLO DEL SISTEMA

### a). PROGRAMACION

El lenguaje de programación FORTRAN BASIC se considero adecuado, para el desarrollo del sistema, por muchas razones prevalecientes, entre ellas podemos mencionar las siguientes:

- Se han desarrollado, en el ambito del proyecto de carreteras, diversos sistemas utilizandolo, sin que se haya presentado problema alguno.
- Es un lenguaje, que supera las características del BASIC tradicional, cuenta con un compilador, que incrementa la velocidad del proceso, esta constituido por un conjunto de instrucciones versatil, que permite considerarlo como un lenguaje estructurado poderoso, permite definir subprogramas, procedimientos y funciones; y finalmente, proporciona un ambiente de desarrollo propio y facil de usar.
- Se adapta perfectamente a los requerimientos del sistema.
- No es necesario comprarlo puesto que se cuenta con el. Existen otros lenguajes con superiores características pero, como fue mencionado, se requiere de mucho tiempo para adquirirlos.

El desarrollo se ha realizado mediante programacion estructurada y utiliza subprogramas y procedimientos, los cuales se han agrupado de la siguiente manera:

1. Programa Principal
2. Subprogramas generales
3. Subprogramas particulares
4. Procedimientos generales
5. Procedimientos particulares

1. Programa principal. Una muestra SELECtiva, de este programa, se proporciona en las siguientes líneas.

```
PROGRAMA      : CHL.DOS  
VERSION      : 2.00  
COMPILADOR   : TURBO BASIC 1.00  
FECHA       : 14/NOVIEMBRE/1989  
EQUIPO      : HCR PC-6  
OBJETIVO    : CALCULO DE GEOMETRIA, AREAS Y VOLUMENES DE UN  
              CAMINO
```

#### INICIALIZACION

```
1  CLEAR : CLS : SCREEN 0,1  
   $DYNAMIC  
   $SEGMENT  
   ON ERROR GOTO errorarchivos  
   KEY OFF  
   KEY 1,"CANCEL"  
   KEY 2,""  
   KEY 3,""  
   KEY 4,""  
   KEY 5,""  
   KEY 6,""  
   KEY 7,""  
   KEY 8,""  
   KEY 9,""  
   KEY 10,"SALIDA"  
   KEY ON  
   KEY(1) ON  
   ON KEY(1) GOSUB cancela  
   KEY(10) ON  
   ON KEY(10) GOSUB termina
```

#### ESPECIFICACION DEL AMBIENTE DE OPERACION

```
2  OPEN "i",#1,"config.dat"  
   INPUT #1,compenia$  
   INPUT #1,drivedat$  
   INPUT #1,direcdat$  
   INPUT #1,drivores$  
   INPUT #1,direcres$  
   INPUT #1,monitor$  
CLOSE #1
```

## LECTURA DE LA PANTALLA SEGUN EL TIPO DE MONITOR

C = color      M = monocromatico

```

IF monitor#="C" THEN
  procesa#="CM1,COL"
  zm=4:zn=15:o=0:mm=14:nn=0
ELSE
  procesa#="CM1,MOR"
  zm=0:zn=7:o=0:mm=15:nn=0
END IF
DEF SEG=#hb000
BLOAD procesa#.0

```

## LECTURA DEL ARCHIVO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL

```

cadvpiv      cadenamiento del PIV
elevpiv      elevacion del PIV
lcv          longitud de curva vertical
s            pendiente entre tangentes verticales
ncv          numero de curvas verticales

```

```

Error 301    fuera de secuencia
          302    los PIV's no cubren el tramo de calculo
          303    curvas traslapadas

```

```

LOCATE 8,63:PRINT "A.VER"
22 OPEN "I",#2,drivedat#1+direcdat#1+gnalet#1,.VER"
LINE INPUT #2,ncv#:ncv=VAL(ncv#)                    ENCABEZADO
DIM cadpiv(ncv),elevpiv(ncv),lcv(ncv),s(ncv)
FOR K%=1 TO ncv
23 INPUT #2,cadvpiv(K%),elevpiv(K%),lcv(K%)    DATOS
IF K%>1 THEN
  IF cadpiv(K%)<cadvpiv(K%-1) THEN ERROR 301
  cad1 = cadpiv(K%-1)+lcv(K%-1)/2
  cad2 = cadpiv(K%)+lcv(K%)/2
  IF cad1>cad2 THEN ERROR 303
END IF
NEXT K%
IF cadpiv(1)>estafin1 OR cadpiv(ncv)<estafin THEN ERROR 302
LOCATE 19,45:PRINT USING"###":ncv-2

```

2. Subprogramas generales. Subrutinas con variables globales, están agrupadas en el archivo "CM01.BAS" y son las siguientes:

- cancela
- termina
- salida
- errorarchivos

Una de las más representativas, de este grupo, se muestra a continuación.

#### SUBROUTINA PARA LA CANALIZACION DE ERRORES

errorarchivos:

-- 4 --

```
SELECT CASE err
```

```
CASE 53
```

```
IF er1=80 THEN RESUME contmir      Miras
IF er1=62 THEN RESUME contber      Bermas
IF er1=85 THEN RESUME contsup      Supresiones
```

```
CLS
```

```
LOCATE 1,1
```

```
IF er1=2 THEN PRINT "ARCHIVO DE CONFIGURACION NO EXISTE"
IF er1=3 THEN PRINT "ARCHIVO DE LA PANTALLA NO EXISTE"
IF er1=10 THEN PRINT "ARCHIVO *.GRA NO EXISTE"
IF er1=20 THEN PRINT "ARCHIVO *.VF NO EXISTE"
IF er1=30 THEN PRINT "ARCHIVO *.ESP NO EXISTE"
IF er1=40 THEN PRINT "ARCHIVO *.GEO NO EXISTE"
IF er1=50 THEN PRINT "ARCHIVO *.COR NO EXISTE"
IF er1=60 THEN PRINT "ARCHIVO *.TER NO EXISTE"
```

```
CASE 62
```

```
CLS:LOCATE 1,1
```

```
IF er1=23 THEN PRINT " # DE REGS. DE PIV'S INCORRECTO"
IF er1=25 THEN PRINT " # DE REGS. DE SOB. Y AMP. INCORRECTO"
IF er1=32 THEN PRINT " # DE REGS. DE ESPESORES INCORRECTO"
IF er1=42 THEN PRINT " # DE REGS. DE GEOMETRIA INCORRECTO"
IF er1=52 THEN PRINT " # DE REGS. DE CORTES INCORRECTO"
IF er1=61 THEN PRINT " # DE REGS. DE TERRAPLENES INCORRECTO"
IF er1=63 THEN PRINT " # DE REGS. DE BERMAS INCORRECTO"
```

```
CASE ELSE
```

```
CLS
```

```
LOCATE 1,1
```

```
SELECT CASE err
```

CASE 301  
PRINT "Archivo de PIV s DESORDENADO"

CASE 302  
PRINT "Archivo de PIV s NO CUBRE EL TRAMO"

CASE 303  
PRINT "Archivo de PIV s CON TRASLAFE DE CURVAS"

CASE 311  
PRINT "Archivo de amp. y sob. DESORDENADO"

CASE 312  
PRINT "Archivo de amp. y sob. NO CUBRE EL TRAMO"

CASE 321  
PRINT "Archivo de espesores DESORDENADO"

CASE 322  
PRINT "Archivo de espesores NO CUBRE EL TRAMO"

CASE 331  
PRINT "Archivo de geometria DESORDENADO"

CASE 332  
PRINT "Archivo de geometria NO CUBRE EL TRAMO"

CASE 341  
PRINT "Archivo de cortes DESORDENADO"

CASE 342  
PRINT "Archivo de cortes NO CUBRE EL TRAMO"

CASE 351  
PRINT "archivo de terrapienes DESORDENADO"

CASE 352  
PRINT "Archivo de terrapienes NO CUBRE EL TRAMO"

CASE 361  
PRINT "Archivo de bermas DESORDENADO"

CASE 362  
PRINT "Archivo de bermas NO CUBRE EL TRAMO"

CASE 371  
PRINT "Archivo de muros DESORDENADO"

```
CASE 381
  PRINT "Archivo de supresiones DESORDENADO"
```

```
CASE 391
  PRINT "Archivo de secciones DESORDENADO"
```

```
CASE ELSE
  PRINT USING"Error      #####":ERF
  PRINT USING"Linea      #####":ERL
  PRINT USING"Dirección #####":ERADK
  PRINT USING"Sec tipo  #";bsec%
  PRINT USING"Caso     #";caso%.blado%
  PRINT USING"Lado     #";blado%
  IF binsuf%=1 THEN PRINT "SECCION INSUFICIENTE"
  PRINT USING"x dovela  #####.###"::dy
  PRINT USING"No de puntos dovelas #";:j1%
  PRINT USING"No de puntos de suby #";:j1%
  PRINT USING"No de puntos de subr #";:j2%
  PRINT USING"No de puntos de semi #";indice%
END SELECT
```

```
END SELECT
```

```
WHILE fins1%<>CHR$(27)
```

```
  LOCATE 23,1:PRINT"Presione [ESC] para terminar . . . "
```

```
  fins1%=INKEY$(1)
```

```
WEND
```

```
END
```

3. Subprogramas particulares. Subrutinas con variables globales y con un fin específico. Están agrupadas en los archivos "CM02", "CM05" y "AREAS" y son las siguientes:

- cunetas
- puntos
- finsubyacente
- coordovela
- analizadovela
- acumuladovela
- encabezado
- encabezasec
- portada
- datos
- limites
- terrapien
- seccion ("CM05" y "AREAS")



A continuación se presenta una muestra representativa de este bloque.

cunetas:

-- 5 --

SUBROUTINA PARA DETERMINAR LAS COORDENADAS DE LOS PUNTOS 1, 2, 3 Y 4 EN SECCIONES EN CORTE PARA CUNETAS PROVISIONAL Y DEFINITIVA.

DEFINICION DE VARIABLES DE ENTRADA

ampl	ampliacion
ancta	ancho de cuneta
anscor	semiancho de corona
eb	espesor de revestimiento
esp	diferencia algebraica de las elevaciones del terreno y la subrasante
sbr	espesor de capa subrasante
sbyc	espesor de capa subyacente
sobreel	sobreelevacion
tacta	talud de cuneta
talud	talud de corte

DEFINICION DE VARIABLES DE SALIDA

caso:	4	cuneta provisional capa subrasante limitada con el talud de cuneta y con talud de corte capa subyacente limitada con el talud de cuneta
	5	cuneta provisional capas subrasante y subyacente limitadas con el talud de cuneta
	6	cuneta provisional capa subrasante limitada con talud de cuneta capa subyacente limitada con el talud de cuneta y con talud de corte
	7	cuneta definitiva capas subrasante y subyacente limitadas con el talud de corte

- 8 cuneta definitiva  
capa subrasante limitada con el talud  
de cuneta y con talud de corte  
capa subyacente limitada con el talud  
de cuneta
- 9 cuneta definitiva  
capa subrasante limitada con talud  
de cuneta  
capa subyacente limitada con el talud  
de cuneta y con talud de corte
- 10 cuneta definitiva  
capas subrasante y subyacente limitadas  
con el talud de cuneta

c1x, c1y coordenadas del hombro  
c2x, c2y coordenadas del fondo de cuneta  
c3x, c3y coordenadas de la interseccion de  
capa subrasante con el talud  
c4x, c4y coordenadas de la interseccion de  
capa subyacente con el talud  
limsr limite de la capa subrasante  
limsv limite de la capa subyacente

#### DEFINICION DE VARIABLES INTERNAS

anep ancho de cuneta provisional  
esr sobreancho  
psbr desnivel de la subrasante con respecto al  
terreno natural  
psby desnivel de la subyacente con respecto al  
terreno natural  
sob sobreelevacion sin porcentaje  
xcd, ycd coordenadas del fondo de cuneta definitiva

psbr = esp-sbr  
psby = psbr-sbyc  
sob = sobre/100  
IF cuneta#="Provisional" THEN

    Cuneta provisional

```

CALL hombro (anscor, ampl, 0, esp, sobre1, c1x, c1y)
CALL anchocp (eb, ancta, tacta, tald, ancpl)
CALL coordcp (tacta, anca, c1x, c1y, c2x, c2y)
CALL cunetader (eb, tacta, ancta, c1x, c1y, ycd, ycd)
CALL sobreancho (sbr, tacta, sobre1, esr)
CALL hombro (anscor, ampl, esr, psbr, sobre1, c3x, c3y)

```

Determina las intersecciones de las líneas  
sobreante y subyacente

```

IF c3x<c2x THEN
  caso%=4
  CALL interseccion (c2x, c2y, xcd, ycd, sob, 0, psbr, c3x, c3y)
  CALL interseccion (c2x, c2y, xcd, ycd, sob, 0, psby, c4x, c4y)
  lmsr=c2x
  lmsy=c3x
ELSE
  caso%=6
  CALL sobreancho (sbr, sbyc, tacta, sobre1, esy)
  CALL hombro (anscor, ampl, esy, psby, sobre1, c4x, c4y)

  IF c4x<c2x THEN
    CALL interseccion (c2x, c2y, xcd, ycd, sob, 0, psby, c4x, c4y)
    lmsr=c2x
    lmsy=c2x
  ELSE
    caso%=5
    lmsr=c3x
    lmsy=c4x
  END IF
END IF
ELSE

```

Cuneta definitiva

```

te1 = ed+sbr
te2 = te1+sbyc
CALL hombro (anscor, ampl, 0, esp, sobre1, c1x, c1y)
CALL cunetader (eb, tacta, ancta, c1x, c1y, xcd, ycd)
CALL sobreancho (eb, tacta, sobre1, esr)
c2x=xcd : c2y=ycd

```

Determina las intersecciones de las líneas  
subsistente y subyacente

```
IF esr=ancta THEN
  caso%=7
  CALL sobreancho2 (veb,sobre1,tacta,talud,esr,ancta)
  CALL hombre (anscor,ampl,esr,esp,sobre1,c1x,c1y)
  CALL sobreancho2 (te1,sobre1,tacta,talud,esy,ancta)
  CALL hombre (anscor,ampl,esy,psbr,sobre1,c3x,c3y)
  CALL sobreancho2 (te2,sobre1,tacta,talud,est,ancta)
  CALL hombre (anscor,ampl,est,psby,sobre1,c4x,c4y)
  lmsr=c2x
  lmsy=c3x
ELSE
  CALL hombre (anscor,ampl,esr,esp,sobre1,c1x,c1y)
  CALL sobreancho (te1,tacta,sobre1,esy)
  CALL hombre (anscor,ampl,esy,psbr,sobre1,c3x,c3y)

  IF c3x<=cd THEN
    caso%=8
    CALL sobreancho2 (te1,sobre1,tacta,talud,esy,ancta)
    CALL hombre (anscor,ampl,esy,psbr,sobre1,c3x,c3y)
    CALL sobreancho2 (te2,sobre1,tacta,talud,est,ancta)
    CALL hombre (anscor,ampl,est,psby,sobre1,c4x,c4y)
    lmsr=c2x
    lmsy=c3x
  ELSE
    CALL sobreancho (te2,tacta,sobre1,est)
    CALL hombre (anscor,ampl,est,psby,sobre1,c4x,c4y)

    IF c4x<=cd THEN
      caso%=9
      CALL sobreancho2 (te2,sobre1,tacta,talud,est,ancta)
      CALL hombre (anscor,ampl,est,psby,sobre1,c4x,c4y)
      lmsr=c3x
      lmsy=c2x
    ELSE
      caso%=10
      lmsr=c3x
      lmsy=c4x
    END IF
  END IF
END IF
END IF
RETURN
```

coordovela:

--- 8 ---

### SUBROUTINA PARA CALCULAR LOS DESNIVELLES DE LAS FRONTERAS DE LAS DOVELAS

#### DEFINICION DE VARIABLES DE ENTRADA

lmsr	Limite de la capa subrasante
lmsy	Limite de la capa subyacente
sbr	Espesor de la capa subrasante
sby	Espesor de la capa subyacente
x() , y()	Coordenadas del terreno natural
xdv	Distancia de la dovela
xse() , yse()	Coordenadas de la subrasante
xsv() , ysv()	Coordenadas de la subyacente
xsp() , ysp()	Coordenadas de la seccion de proyecto

#### DEFINICION DE VARIABLES DE ENTRADA

ypn	desnivel de las lineas del proyecto en xdv
vsr	desnivel de la subrasante en xdv
vsy	desnivel de la subyacente en xdv
yn	desnivel del terreno natural en xdv
ydes	desnivel del terreno despalado en xdv
ve2	desnivel del cambio de estrato (2 a 3)

#### CALCULO DEL DESNIVEL DEL PROYECTO

```
WHILE NOT (odv= xsp(1) AND odv=xsp(1+1))  
  INCR 12  
WEND  
CALL interpola (xsp(1), ysp(1), xsp(1+1), ysp(1+1), xdv, ypr)
```

#### CALCULO DEL DESNIVEL DE LA SUBRASANTE

```

IF sbw%=>0 THEN
  ys=ysr
ELSE
  IF xdv <= 1mas THEN
    WHILE NOT (xdv= xar(12%) AND xdv<=xar(12%+1))
      INCR 12%
    WEND
    CALL interpola(xar(12%), ysr(12%), xar(12%+1), ysr(12%+1), xdv, ysr)
  ELSE
    ys=ysr
  END IF
END IF

```

#### CALCULO DEL DESNIVEL DE LA SUBYACENTE

```

IF bsbv%=>0 THEN
  ys=ysr
ELSE
  IF xdv <= 1mas THEN
    WHILE NOT (xdv= xsy(11%) AND xdv<=xsy(11%+1))
      INCR 11%
    WEND
    CALL interpola(xsy(11%), ysv(11%), xsy(11%+1), ysv(11%+1), xdv, ysv)
  ELSE
    ys=ysr
  END IF
END IF

```

#### CALCULO DE LOS DESNIVELES DEL TERRENO Y ESTRATOS

```

CALL detdesnivel(x0,y0),xdv,ytn, binsur(2%)
ydes=ytn-des
ye2=ydes-e2

```

RETURN

4. Procedimientos generales. Subrutinas de uso general con ocultamiento de información, están agrupadas en el archivo "CM03.BAS" y son las siguientes:

- escoge
- campo
- limpiapantalla
- cadenamieto
- interpola

A continuación se presenta una muestra de estos procedimientos.

```
SUB escoge (op#(0),ni,nf,ren,col,lon,ca,zn,e1#) STATIC
```

SUBROUTINA PARA ESCOGER UN VALOR DE LOS MOSTRADOS  
POR MEDIO DE LA BARRA ESPACIADORA

DEFINICION DE VARIABLES DE ENTRADA

op#(0)	Vector alfanumerico de valores a mostrar
ni	elemento inicial del vector
nf	elemento final del vector
ren	renglon de despliegue de valores
col	columna de despliegue de valores
lon	longitud de los elementos del vector
ca	color de las letras
zn	color del fondo

DEFINICION DE VARIABLES DE SALIDA

e1#	valor elegido
-----	---------------

DEFINICION DE VARIABLES DE INTERNAS

selec	Clave para indicar si la eleccion ya se realizo (selec = 1)
opcion%	Contador interno de los elementos del vector

```
COLOR zn+16,zn
LOCATE ren,1
PRINT "P/cambiar con BARRA ESPACIADORA y PULIJAR con (RETURN)"
selec=0
opcion%=ni
LOCATE ren,col,0
PRINT op#(opcion%)

WHILE selec=0
  n#=INPUT#(1)
  SELECT CASE n#
```

```

CASE CHR%(C3) <ENTER>
  coloc=1
  COLOR zm,zn
  LOCATE ren,col1
  PRINT op$(opcion%)
  el=op$(opcion%)
  COLOR 7,0
  LOCATE 22,1,0
  PRINT SPACE$(75)

CASE CHR%(C2) <BARRA ESPACIADORA>
  LOCATE ren,col1
  PRINT SPACE$(lon)
  opcion%=opcion%+1
  IF opcion% > nf THEN opcion%=n1
  LOCATE ren,col1
  PRINT op$(opcion%)

CASE ELSE <TECLA INVALIDA>
  BEEP
END SELECT
WEND
END SUB

```

SUB Limpiaantalla (ren1,col1,ren2,col2,letr,fond) STATIC

SUBROUTINA PARA LIMPIAR PARTE DE LA PANTALLA

DEFINICION DE VARIABLES DE ENTRADA

```

ren1      renglon inicial de la limpieza
col1      columna inicial de la limpieza
ren2      renglon final de la limpieza
col2      columna final de la limpieza
letr      color de las letras
fond      color del fondo

```

NO HAY VARIABLES DE SALIDA

```

LOCAL i%
COLOR letr,fond
FOR i%=ren1 TO ren2
  LOCATE i%,col1:PRINT SPACE$(col2-col1+1)
NEXT i%
END SUB

```



5. Procedimientos particulares. Están agrupados en el archivo "CNCI.EMS". son rutinas con obtención de información y con una función que forma parte de un proceso definido, pertenecen a dicho grupo las siguientes:

- coor
- contsec
- hombro
- cunetader
- sobreeancho
- sobreeanchod
- anchocp
- coorcp
- intproysec
- detdesnivel
- inter
- bermas

A continuación se realiza la descripción de algunas de ellas, mediante la codificación correspondiente.

#### SUBROUTINA PARA PREFABRICAR LAS COORDENADAS DE LA SEMISECCION DEL TERRENO

##### DEFINICION DE DATOS DE ENTRADA

- di() Vector con las distancias de los puntos de la sección del terreno
- de() Vector con los desniveles de los puntos de la sección del terreno
- blado: Indicador del lado de la semisección

##### DEFINICION DE DATOS DE SALIDA

- ko Vector con las distancias de los puntos de la semisección del terreno
- vo Vector con los desniveles de los puntos de la semisección del terreno

```

SUB coordi(d),de(1),x(d),y(d),blado%)
LOCAL i%,i%
i%=1; i%=1
x(d)=0
y(d)=0

```

MIENTRAS dt TENGA VALOR DIFERENTE DE CERO ES FUERA

```

WHILE d(i%)<>0
  IF d(i%)<0 AND blado%<0 OR d(i%)>0 AND blado%=1 THEN
    INCR i%
    x(i%)=ABS(d(i%))
    y(i%)=de(i%)
  END IF
  INCR i%
WEND
CALL sort (i%,x(i),y(i))
END SUB

```

```

SUB consec (cuneta+,b,esp+,x(i),y(i),ansc,ampl,sobrel,tcun,
          acun,tter,cun%,cuna,btipo%)

```

SUBROUTINA PARA DETERMINAR EL TIPO DE SECCION A PROYECTAR

DEFINICION DE DATOS DE ENTRADA

cuneta+	Tipo de cuneta a proyectar en corte
b	Espesor de revestimiento
esp	Diferencia algebraica entre los desniveles de la subrasante y el terreno natural
x(i)	Vector con las distancias de los puntos de la semiseccion de terreno
y(i)	Vector con los desniveles de los puntos de la semiseccion de terreno
ansc	Semiacho de corona
ampl	Ampliacion
sobrel	Sobreelevacion
tcun	Talud de cuneta
acun	Ancho de cuneta
tter	Talud de terraplén
cun%	Indicador para proyectar cuna de afinamiento
cuna	Ancho de cuna de afinamiento

## DEFINICION DE VARIABLES DE SALIDA

btipo%      Indicador de tipo de seccion a proyectar  
 1      Seccion en terraplen  
 2      Seccion en corte  
 3      Seccion especial  
 4      Indica la insuficiencia de datos para  
       determinar la seccion a proyectar

LOCAL i%, flag%

btipo%=4

IF cun%=0 THEN cun%=0

## ANALISIS PARA TERRAPLEN

CALL sobreancho (b.ter,sobrel,e)

CALL hombro (anac,ampl,e,cuna,esp,sobrel,zht,yht)

i%=1

flag%=0

DO

IF x(i)%>=zht AND x(i+1)%<=zht THEN

CALL interpola (x(i)%,y(i)%,x(i+1)%,y(i+1)%,zht,yht)

flag%=1

ELSE

INCR i%

IF x(i)%=0 OR x(i+1)%=0 THEN flag%=2

END IF

LOOP UNTIL flag%>=0

IF flag%=1 AND yht>=yht THEN

btipo%=1

ELSE

## ANALISIS PARA CORTE

CALL hombro (anac,ampl,0,esp,sobrel,zhc,zhc)

IF cuneta%="Provisional" THEN

CALL anchoch (b.acun,tcun,ter,anac)

CALL coordcp (tcun,anac,zhc,zhc,zcd,ycd)

ELSE

CALL cunetader (b,tcun,acun,zhc,zhc,zcd,ycd)

END IF

i%=1

flag%=0

```

DO
  IF x(1%)/=xrd AND y(1%)/=yrd THEN
    CALL interpola (x(1%),y(1%),x(1%+1),y(1%+1),xrd,yrd)
    flag%=1
  ELSE
    INCR 1%
    IF x(1%)/=0 OR y(1%)/=0 THEN flag%=2
  END IF
LOOP UNTIL flag%=0

IF flag%=2 THEN
  IF ycu > ytrc THEN
    btipo%=2
  ELSE
    btipo%=3
  END IF
END IF
END IF
END SUB

```

Como se podra notar en todos los casos rigen las siguientes reglas para la codificacion del sistema.

- Son declarados los datos de entrada y salida, relacionados, con cada subrutina del sistema.
- Es presentado un codigo fuente indentado con la finalidad de facilitar la comprension de las funciones realizadas y permitir un mantenimiento apropiado.
- Es utilizada moderadamente la instruccion GO TO.
- Se intenta verificar la consistencia de los datos aun cuando debieron ser verificados con anterioridad.
- Los archivos de datos, estan disenados con una filosofia uniforme, tienen un formato de entrada simple sin presentar estructuras de datos complejas.
- El registro de encabezado, presente en los archivos, tiene la finalidad de permitir la utilizacion de vectores dinamicos que optimicen la memoria al tiempo de ejecucion.

## 67. DEPURACION

La depuración efectuada tiene como fuente los errores generados durante el periodo de pruebas; los cuales, los clasificamos en dos tipos:

- De los resultados esperados
- Los que ocasionan la terminación anormal del sistema

Para eliminar los errores se utilizo una mezcla de los métodos de depuración siguientes:

- fuerza bruta
- vuelta atrás
- eliminación de causa.

En todos los casos: siempre se realizó la depuración en una copia de los programas fuentes hasta corregir satisfactoriamente el error detectado; cuando esto sucede, la versión corregida, se convierte en la principal, borrando la anterior y registrando los cambios efectuados en la historia correspondiente.

En la operación del sistema se despliegan mensajes en la pantalla para ubicar la estación y la parte del proceso efectuada; cuando un error aparece ocasionando la terminación anormal del sistema, está determinada la región en donde ocurrió. Posteriormente, se reúne la información disponible utilizada en la región donde el error se detectó.

Son reunidos y examinados los datos relacionados con el error ocurrido. Posteriormente, son formuladas las hipótesis para determinar la causa del error. El siguiente paso, es demostrar o desechar cada hipótesis propuesta. Y finalmente, se establecen y verifican las correcciones.

Cuando el error es detectado en los resultados, frecuentemente es utilizado el metodo de vuelta atras mezclado con el de eliminacion de causa. Para esto: en primera instancia, es localizada la seccion en el reporte de geometria; es tomada la seccion tipo proyectada y analizada en base a los datos proporcionados; son establecidas las hipotesis; es revisado, hacia atras, el codigo fuente de la seccion identificada; son determinadas y efectuadas las correcciones necesarias; finalmente, son probados nuevamente los datos para asegurar la correccion del error.

**VI**

**PRUEBAS  
AL  
SISTEMA**

## VI.- PRUEBAS

En este capítulo son descritas las pruebas efectuadas al sistema, con el objeto de descubrir los errores en la implementación. Son narradas conforme se presentaron: primero, las realizadas en los módulos; y posteriormente, las de integración.

### a). PRUEBAS DE UNIDAD

Es necesario considerar que los tipos de variables usadas solo comprenden:

- Reales. Los nombres de las variables de tipo real no tienen ningún carácter adicional.
- Enteros. Los nombres de las variables de tipo entero tienen un carácter adicional (Z) para identificarlos.
- Cadenas. Los nombres de las cadenas de caracteres tienen un carácter adicional (F) para identificarlos.

Primero se realizó una revisión en los módulos y sus llamadas para determinar la correspondencia entre el número y el tipo de parámetros que intervienen.

Después se efectuó otra revisión en cada módulo para verificar las estructuras de datos locales utilizadas.

Las pruebas de caminos independientes y de manejo de errores realizadas en los módulos fue bastante extensa, por lo que solo se muestra una selección de las rutinas probadas.



- Pruebas para la subrutina nombre

Consideraciones :

- Es referenciada por las rutinas: "cunetas", "seccion", "terrapl" y "conisee"
- Es una rutina con variables locales

Prototipo de prueba :

```
CLS
OPEN "1",1,"PRUEBA"
WHILE NOT EOF(1)
  INPUT #1,ansc,amp1,e,esp,sobrel
  CALL nombre(ansc,amp1,e,esp,sobrel,xh,yh)
  PRINT xh,yh
WEND
CLOSE #1
END

SUB nombre (ansc,amp1,e,esp,sobrel,xh,yh) STATIC
  xh=ansc*amp1+e
  yh=esp+(sobrel/100)*xh
END SUB
```

Prueba de valores limites:

Valores considerados:	0.00	≤	ansc	≤	99.99
	0.00	≤	amp1	≤	99.99
	0.00	≤	e	≤	99.99
	-999.99	≤	esp	≤	999.99
	-99.99	≤	sobrel	≤	99.99

Resultados obtenidos: normales

- Pruebas para la subrutina sobreancho.

Consideraciones :

- Es referenciada por las rutinas: "confsec", "Cunetas" y "terrapl".

Prototipo de prueba :

```
CLS
OPEN "1",1,"PRUEBA"
WHILE NOT EOF(1)
  INPUT #1,b,tter,sobrel
  CALL sobreancho(b,tter,sobrel,e)
  PRINT e
WEND
CLOSE #1
END

SUB sobreancho (b,tter,sobrel,e) STATIC
  e=b/(1/tter+sobrel/100)
END SUB
```

Prueba de valores limites:

Valores considerados:	0.00 <=	b	<=	99.99
	0.00 <=	tter	<=	99.99
	-99.99 <=	sobrel	<=	99.99

Resultados obtenidos: Cuando el talud de terrapien es igual a cero termina la ejecucion del proceso, por lo que es necesario detectarlo al tiempo de lectura. Con los otros datos no se presenta ningun error.

- Pruebas para la subrutina anchoop, coorop, sobreanchoz y cunetadef.

Consideraciones :

- Los resultados obtenidos son similares a los de la rutina sobreancho, detectando la necesidad de evaluar, en la lectura de datos, que el talud de corte de los estratos y el talud de cuneta sean diferentes de cero.

b). PRUEBAS DE INTEGRACION

Una vez realizadas las pruebas de unidad sobre los componentes basicos del sistema, se van uniendo los modulos en bloques funcionales hasta lograr la integracion total del sistema. Las pruebas descritas a continuacion son realizadas considerando una integracion en forma ascendente.

- Pruebas para la subrutina interproysec

Consideraciones :

- Solo es referenciada por la rutinas "seccion" y "terrapl".
- Utiliza la rutinas "interseccion".

Prototipo de prueba :

```
CLS
#DYNAMIC
OPEN "1".PRUEBA"
WHILE NOT EOF(1)
  INPUT #1, bpunto%, m, xprov, yprov, n%
  DIM x(n%), y(n%)
  FOR i%=1 TO n%
    INPUT #1, x(i%), y(i%)
  NEXT i%
```

```

CALL interoysec (bpunto%,x(i),y(i),m,aproy,vprow,xinter,
                yinter) STATIC
PRINT xinter,yinter
WEND
CLOSE #1
END

SUB interoysec (bpunto%,x(i),y(i),m,aproy,vprow,xinter,
                yinter) STATIC
LOCAL ix
binsu(i)=0
ix=1
bint%=0
WHILE x(i%+1)>=0 AND bint%=0
CALL interseccion (x(i%),y(i%),x(i%+1),y(i%+1),m,
                  aproy,vprow,xi,yi)
IF x(i%)<xi AND x(i%+1)>xi THEN
IF bpunto%<xi AND m>aproy THEN
bint%=0
ELSE
bint%=1
END IF
END IF
INCR ix
WEND
xinter=xi:yinter=yi
END SUB

```

Prueba de valores límites:

Valores considerados:	0	<=	bpunto%	<	1
	-999.99	<=	m	<=	999.99
	0.00	<=	aproy	<=	999.99
	-999.99	<=	vprow	<=	999.99
	2	<=	n%		
	0.00	<=	x(i)	<=	999.99
	-999.99	<=	y(i)	<=	999.99

Resultados obtenidos: Es necesario modificar la rutina para contemplar cuando los puntos del terreno sean insuficientes para el cálculo de la intersección. El código a continuación mostrado permite superar este problema.

```

IF bin%2=0 AND x(1%2)=0 THEN
  x(1%2)=999; y(1%2)=y(1%1)
  CALL interseccion (x(1%1),y(1%1),
    x(1%2),y(1%2),m.proy,yproy,xi,yi)
  binsuf:=1
  bin%2=1
END IF

```

Es necesario aumentar un parámetro de tipo entero para indicar si existe insuficiencia de datos en el cálculo.

**Prueba de caminos independientes:** Para realizarla es necesario identificar los caminos existentes, con ayuda del diagrama de flujo de control de la hoja 137 se reconocieron los caminos básicos siguientes:

- 1.- 1 2 10
- 2.- 1 2 3 4 8 9 2 ...
- 3.- 1 2 3 4 5 6 8 9 2 ...
- 4.- 1 2 3 4 5 7 8 9 2 ...

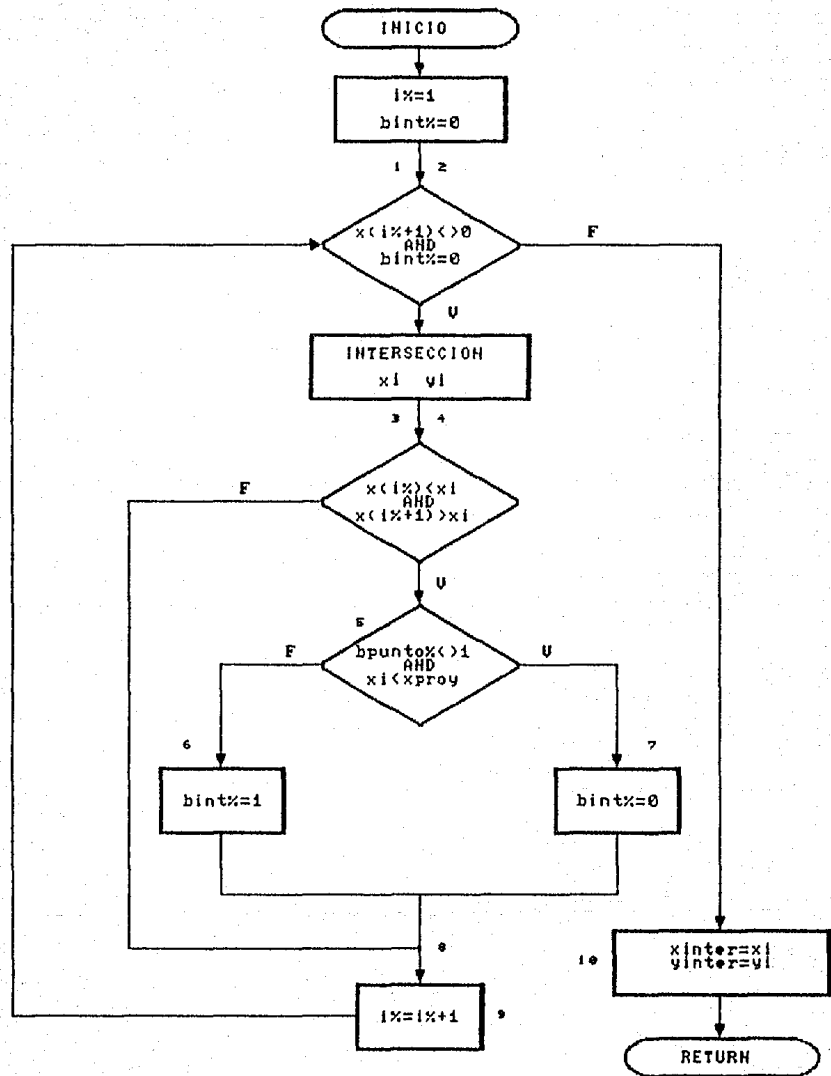


DIAGRAMA DE FLUJO DE CONTROL  
RUTINA INTPROYSEC

- 1.-  $x(iZ+1)=0$  OR  $bintZ<0$ . Se presenta cuando los puntos de terreno son insuficientes ( $x(iZ+1) = 0$ ) o cuando ya se determino la interseccion ( $bintZ < 0$ ). No se puede probar por si mismo.
- 2.-  $x(iZ+1)<0$  AND  $bintZ=0$  AND  $x(iZ)<xi$  OR  $x(iZ+1)>xi$ . Se presenta cuando la interseccion se encuentra fuera de los limites establecidos por la linea de terreno. No se puede probar por si mismo.
- 3.-  $x(iZ+1)<0$  AND  $bintZ=0$  AND  $x(iZ)>xi$  AND  $x(iZ+1)<xi$  AND  $bpunto\%=1$ . Se presenta cuando la interseccion se encuentra dentro de los limites establecidos por la linea de terreno, sin importar la distancia del punto de proyecto.

Valores considerados:

$bpunto\%$	=	1
$m$	=	0.0
$eproy$	=	5.0
$vproy$	=	5.0
$x(1)$	=	0.0
$y(1)$	=	0.0
$x(2)$	=	2.0
$y(2)$	=	2.0
$x(3)$	=	10.0
$y(3)$	=	10.0

Resultados esperados:

$xinter$	=	5.0
$yinter$	=	5.0

Resultados obtenidos: correctos

Observaciones : Tambien recorre los caminos 1 y 2.

- 4.-  $x(iZ+1)<0$  AND  $bintZ=0$  AND  $x(iZ)<xi$  AND  $x(iZ+1)>xi$  AND  $bpunto\%=0$ . Se presenta cuando la interseccion se encuentra dentro de los limites establecidos por la linea de terreno y posterior a la distancia del punto de proyecto.

Valores considerados:      bprunto% = 0  
                                 m        = 0.0  
                                 xprov   = 1.0  
                                 yprov   = 1.0  
                                 x(1)    = 0.0  
                                 y(1)    = 0.0  
                                 x(2)    = 0.5  
                                 y(2)    = 2.0  
                                 x(3)    = 3.5  
                                 y(3)    = 0.0

Resultados esperados:      xinter = 2.0  
                                 yinter = 1.0

Resultados obtenidos:      correctos

Observaciones            :    tambien recorre los caminos  
                                 1 y 2.

- Pruebas para la subrutina cunetas

Consideraciones :

- Solo es referenciada por la rutina "seccion".
- Es ejecutada cuando la semiseccion está en corte.
- Es una rutina con variables globales

Prototipo de prueba :

```
$DYNAMIC
CLS
cuna = .20
FOR i%=1 to 2

  IF i%=1 THEN
    cuneta%="Provisional"
  ELSE
    cuneta%="Definitiva "
  END IF
  PRINT cuneta%
```



```
OPEN "F", 1, "FROUT.G"
```

```
WRITE DOT EOF CD
```

```
WRITE #1, amp1, ancta, anscor, eb, esp, sbr, sbvc, sobrel, tacta, talud
```

```
GOSUB icunetas
```

```
PRINT #1, c1x, c1y, c2x, c2y, c3x, c3y, c4x, c4y, lmsr, lmsy, caso%
```

```
WRITE
```

```
CLOSE #1
```

```
NEXT I3
```

```
END
```

```
subrutina:
```

```
psbr = esbr/sbr
```

```
psby = nsbr/sbvc
```

```
sob = sobrel/100
```

```
IF cuneta%="provisional" THEN
```

```
CALL hombre (anscor, amp1, 0, esp, sobrel, c1x, c1y)
```

```
CALL anchorc (eb, ancta, tacta, talud, ancp)
```

```
CALL coordcp (tacta, ancp, c1x, c1y, c2x, c2y)
```

```
CALL cunetadef (eb, tacta, ancta, c1x, c1y, xcd, ycd)
```

```
CALL sobreancho (sbr, tacta, sobrel, esr)
```

```
CALL hombre (anscor, amp1, esr, psbr, sobrel, c3x, c3y)
```

```
IF c3x=c2x THEN
```

```
  caso%=4
```

```
  CALL interseccion (c2x, c2y, xcd, ycd, sob, 0, psbr, c3x, c3y)
```

```
  CALL interseccion (c3x, c3y, xcd, ycd, sob, 0, psby, c4x, c4y)
```

```
  lmsr=c2x
```

```
  lmsy=c3x
```

```
ELSE
```

```
  caso%=6
```

```
  CALL sobreancho (sbr/sbvc, tacta, sobrel, esr)
```

```
  CALL hombre (anscor, amp1, esr, psby, sobrel, c4x, c4y)
```

```
  IF c4x=c2x THEN
```

```
    CALL interseccion (c2x, c2y, xcd, ycd, sob, 0, psby, c4x, c4y)
```

```
    lmsr=c3x
```

```
    lmsy=c2x
```

```

ELSE
  caso%=5
  lmsr=c3x
  lmsv=c4x
END IF
END IF

ELSE
  te1 = eb1str
  te2 = tel1sbvc
  CALL hombre (anscor, ampl, 0, esp, sobrel, c1x, c1y)
  CALL cunetadef (eb, tacta, ancta, c1x, c1y, rcd, vcd)
  CALL sobreancho (eb, tacta, sobrel, esr)
  c2=acd : c2y=vcd
  IF esr, ancta THEN

    caso%=7
    CALL sobreancho2 (eb, sobrel, tacta, talud, esr, ancta)
    CALL hombre (anscor, ampl, esr, esp, sobrel, c1x, c1y)
    CALL sobreancho2 (te1, sobrel, tacta, talud, esv, ancta)
    CALL hombre (anscor, ampl, esv, psbr, sobrel, c3x, c3y)
    CALL sobreancho2 (te2, sobrel, tacta, talud, est, ancta)
    CALL hombre (anscor, ampl, est, psby, sobrel, c4x, c4y)
    lmsr=c1x
    lmsv=c3x

  ELSE

    CALL hombre (anscor, ampl, esr, esp, sobrel, c1x, c1y)
    CALL sobreancho (te1, tacta, sobrel, esy)
    CALL hombre (anscor, ampl, esv, psbr, sobrel, c3x, c3y)
    IF c3x=acd THEN

      caso%=8
      CALL sobreancho2 (te1, sobrel, tacta, talud, esy, ancta)
      CALL hombre (anscor, ampl, esv, psbr, sobrel, c3x, c3y)
      CALL sobreancho2 (te2, sobrel, tacta, talud, est, ancta)
      CALL hombre (anscor, ampl, est, psby, sobrel, c4x, c4y)
      lmsr=c2x
      lmsv=c3x

    ELSE

      CALL sobreancho (te2, tacta, sobrel, est)
      CALL hombre (anscor, ampl, est, psby, sobrel, c4x, c4y)
      IF c4y=vcd THEN

```

```

      caso%=9
      CALL sobreancho2 (te2,sobre1,tacta,tajud,est,ancta)
      CALL hombro (anscor,ampl,est,psby,sobre1,c4%.c4y)
      l1mar=c3%
      l1msy=c2%

      ELSE

      caso%=10
      l1mar=c3%
      l1msy=c4%
      END IF
    END IF
  END IF
  END IF
  RETURN

```

Prueba de caminos independientes: Para realizarla es necesario identificar los caminos existentes, con ayuda del diagrama de flujo de control de la hoja 145 se reconocieron los caminos básicos siguientes:

```

1.- 1  2  3  4  5  9
2.- 1  2  3  4  6  7  9
3.- 1  2  3  4  6  7  8  9
4.- 1  2  10 11 12  9
5.- 1  2  10 11 13 14 15  9
6.- 1  2  10 11 13 14 16 17 18  9
7.- 1  2  10 11 13 14 16 17 17  9

```

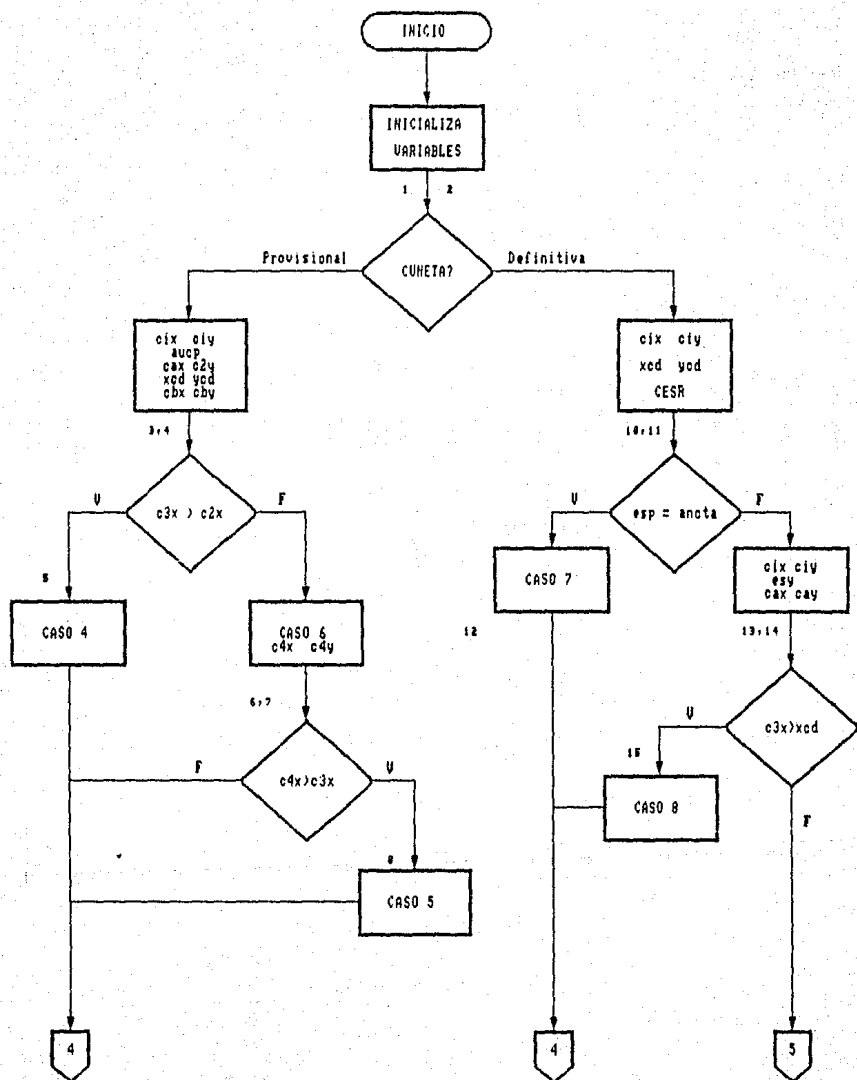


DIAGRAMA DE FLUJO DE CONTROL  
RUTINA CUNETAS

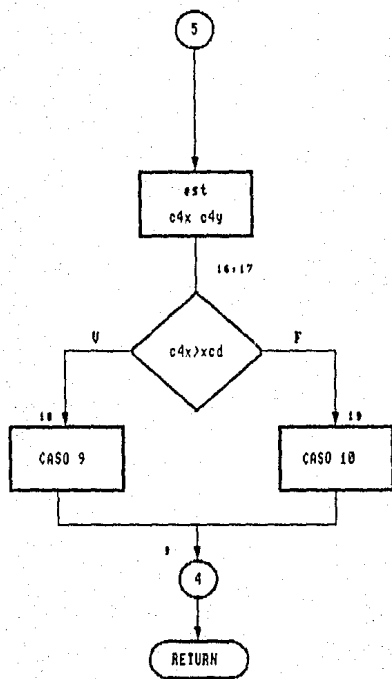


DIAGRAMA DE FLUJO DE CONTROL  
RUTINA CUNETAS

1.- Caso 4. Ver los dibujos en la hoja 152.

Valores considerados:

anpl	=	0.00
ancta	=	1.00
anscor	=	10.00
eb	=	0.40
esp	=	0.00
sbr	=	0.50
sbyc	=	0.50
sobrel	=	0.00
tacta	=	3.00
talud	=	0.50
cuneta	=	"Provisional"

Base/Lados	operados	obtenidos
c1x	10.00	10.00
c1y	0.00	0.00
c2x	10.83	10.828
c2y	-0.28	-0.276
c3x	10.82	10.816
c3y	-0.30	-0.299
c4x	10.57	10.566
c4y	-0.80	-0.799

Resultados obtenidos: correctos

Observaciones : ninguna

2.- Caso 6. Ver los dibujos en la hoja 152.

Valores considerados:

anpl	=	0.00
ancta	=	1.00
anscor	=	10.00
eb	=	0.40
esp	=	0.00
sbr	=	0.20
sbyc	=	0.50
sobrel	=	0.00
tacta	=	3.00
talud	=	0.50
cuneta	=	"Provisional"

Resultados	esperados	obtenidos
c1x	10.00	10.000
c1y	0.00	0.000
c2x	10.83	10.829
c2y	-0.10	-0.276
c3x	10.60	10.600
c3y	-0.20	-0.200
c4x	10.62	10.616
c4y	-0.70	-0.699

Resultados obtenidos: correctos

Observaciones : ninguna

### 5. Caso 5. Ver los dibujos en la hoja 152.

Valores considerados:	ampl	=	0.00
	ancta	=	1.00
	anscor	=	10.00
	ab	=	0.20
	esp	=	0.00
	sbr	=	0.10
	sbvc	=	0.20
	sobre1	=	0.00
	tacta	=	3.00
	tahd	=	0.50
	cuneta	=	"Provisional"

Resultados	esperados	obtenidos
c1x	10.00	10.000
c1y	0.00	0.000
c2x	10.92	10.914
c2y	-0.31	-0.305
c3x	10.30	10.816
c3y	-0.10	-0.099
c4x	10.90	10.899
c4y	-0.30	-0.299

Resultados obtenidos: correctos

Observaciones : ninguna

4.- Caso 7. Ver los dibujos en la hoja 152.

Valores considerados:      ampl = 0,00  
                                   ancta = 1,00  
                                   anscor = 10,00  
                                   eb = 0,40  
                                   esp = 0,00  
                                   sbr = 0,50  
                                   sbyc = 0,50  
                                   sobrel = 0,00  
                                   tacta = 3,00  
                                   talud = 0,50  
                                   cuneta = "Definitiva"

Resultados	esperados	obtenidos
c1s	11,00	10,97
c1v	0,00	0,00
c2s	11,00	11,00
c2v	0,00	0,066
c3s	10,82	10,816
c3v	-0,50	-0,299
c4v	11,57	10,566
c4y	-0,50	-0,799

Resultados obtenidos:      correctos

Observaciones            :      ninguna

5.- Caso 8. Ver los dibujos en la hoja 152.

Valores considerados:      ampl = 0,00  
                                   ancta = 1,00  
                                   anscor = 10,00  
                                   eb = 0,40  
                                   esp = 0,00  
                                   sbr = 0,50  
                                   sbyc = 0,50  
                                   sobrel = 0,00  
                                   tacta = 3,00  
                                   talud = 0,50  
                                   cuneta = "Definitiva"



Resultados	esperados	obtenidos
c1x	10.60	10.000
c1y	0.00	0.000
c2x	11.00	11.000
c2y	-0.13	-0.133
c3x	10.82	10.816
c3y	-0.50	-0.500
c4x	10.57	10.566
c4y	-1.00	-0.999

Resultados obtenidos: correctos

Observaciones : ninguna

6.- Caso 9. Ver los dibujos en la hoja 152.

Valores considerados:

ampl	=	0.00
ancta	=	1.00
anscor	=	10.00
eb	=	0.20
esp	=	0.00
sbr	=	0.10
shvc	=	0.50
sobrel	=	0.00
tacta	=	3.00
talud	=	0.50
cuneta	=	"Definitiva"

Resultados	esperados	obtenidos
c1x	10.60	10.600
c1y	0.00	0.000
c2x	11.00	10.999
c2y	-0.13	-0.133
c3x	10.90	10.899
c3y	-0.10	-0.100
c4x	10.77	10.766
c4y	-0.60	-0.600

Resultados obtenidos: correctos

Observaciones : ninguna

7.- Caso 10. Ver los dibujos en la hoja 152.

Dimensiones consideradas:    ampl    =    0,00  
                                      anch    =    1,00  
                                      anscor =    10,00  
                                      gb      =    0,10  
                                      esp    =    0,00  
                                      sbr    =    0,10  
                                      sbvc   =    0,10  
                                      sobrel =    0,00  
                                      tacta   =    3,00  
                                      talud   =    0,50  
                                      cuneta =    "Definitiva"

Resultados	esperados	obtenidos
c1x	10,30	10,30
c1y	0,00	0,00
c2x	11,00	11,000
c2y	-0,23	-0,233
c3x	10,60	10,599
c3y	-0,10	-0,099
c4x	10,90	10,899
c4y	0,30	-0,199

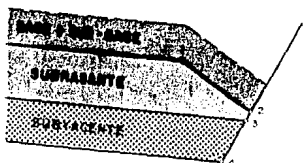
Resultados obtenidos:    correctos

Observaciones:            ninguna

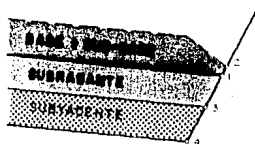
CASO QUE SE PRESENTAN EN LA DETERMINACION  
DE LOS PUNTOS PARA IMPRIMIR EN GEOMETRIA DE  
SECCIONES SEGUN TIPO DE CUNETETA

CUNETETA PROVISIONAL

CUNETETA DEFINITIVA



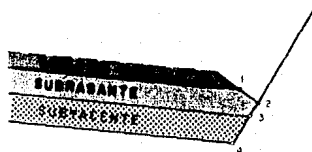
CASO ( 4 )



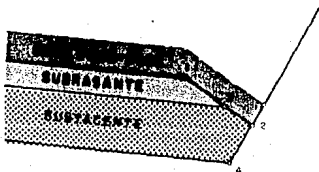
CASO ( 7 )



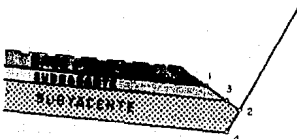
CASO ( 5 )



CASO ( 8 )



CASO ( 6 )

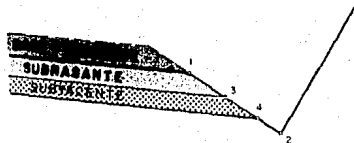


CASO ( 9 )

LINEAS PARA GRAFICACION

Ø — PUNTO 3 LINEA SUBRASANTE

Ø — PUNTO 4 LINEA SUBYACENTE



CASO ( 10 )

# VII

# MANUAL DE USUARIO Y OPERACION

## VII.- MANUAL DE USUARIO Y OPERACION

El presente capítulo tiene como función describir los manuales para el usuario y el operador, considerando que las funciones de codificación y operación son realizadas por diferentes personas, según el análisis presentado anteriormente.

### a). MANUAL DE USUARIO

A continuación se presenta el manual para que el usuario pueda codificar los datos del sistema "Cálculo de la geometría de las secciones y los volúmenes de construcción", cuyo propósito es el de calcular los puntos que describen la geometría de la sección proyectada y los calores volúmenes de construcción, fijados en las normas técnicas.

#### a.1). GENERALIDADES

Los datos necesarios para el funcionamiento del sistema están agrupados en once bloques y éstos son:

- 1.- DATOS GENERALES
- 2.- ALINEAMIENTO VERTICAL
- 3.- SOBREELEVACIONES Y AMPLIACIONES
- 4.- GEOMETRIA
- 5.- SECCIONES TRANSVERSALES DE TERRENO
- 6.- DATOS DE TERRAPLEN
- 7.- ESPESORES Y TRATAMIENTOS
- 8.- ESPECIFICACION PARA CORTES
- 9.- MUROS
- 10.- SUPRESION DE VOLUMENES
- 11.- BERMAS

Los tres últimos: supresiones, muros y bermas: son opcionales, según lo requiera el proyecto.

EL USUARIO DEBE APEGARSE A LAS SIGUIENTES CONSIDERACIONES PARA EL LLENADO DE LAS HOJAS DE CODIFICACION.

- a). Respetar los espacios asignados para cada uno de los campos.
- b). Anotar claramente el nombre del archivo en cada forma.
- c). Llenar las hojas de codificación con tinta y letra clara.
- d). En todas las formas el primer cadenamiento a codificar, debe corresponder al cadenamiento de la primera sección transversal a procesar.
- e). El último cadenamiento especificado en todas las hojas de codificación debe ser mayor a la última sección transversal a procesar, en ningún caso terminará con un cadenamiento menor o igual.
- f). Respetar siempre la posición del punto decimal, marcada con un pequeño triángulo invertido en el encabezado de las formas. Considere siempre las unidades correspondientes.
- g). Es necesario tener definida una sección transversal de terreno donde cambien los datos de cualesquiera de los bloques antes definidos con excepción de los datos generales, alineamiento vertical y secciones transversales de terreno, de lo contrario no se efectuarán dichos cambios.
- h). Los cadenamientos están en metros y tienen aproximación al centímetro.
- i). Los bloques de datos deben estar ordenados por el cadenamiento de lo contrario se generará un error.
- j). Ningun talud deberá tener un valor de cero, por los cálculos realizados en determinar todas las opciones posibles, en ocasiones se calcula con estos, la pendiente resultando una división entre cero.

### 3.3. CODIFICACION

Como se menciono, para proporcionar los datos, se cuenta con once formas de codificacion. A continuacion indicamos la manera de llenarlas.

#### 1. - DATOS GENERALES

En esta forma se especifican los datos generales del tramo a procesar, estos son:

CAMINO	Nombre del camino.
TRAMO	Nombre del tramo del camino.
ALTERNATIVA	Nombre de la alternativa.
ORIGEN	Origen del camino.
PROYECTISTA	Nombre del proyectista o compa $\tilde{n}$ ia encargada en realizar el proyecto de terracerias.
CADENAMIENTO INICIAL	Cadenamiento inicial del tramo.
CADENAMIENTO FINAL	Cadenamiento final del tramo.
TIPO DE CAMINO	Tipo de camino, segun especificaciones de proyecto (A4S, A4, A2, B, C, D, E).

Estos datos seran empleados solo para identificar el proyecto, no seran involucrados en el proceso; los siguientes datos si se utilizan en los calculos a realizar.

CUNETA	Esta puede ser provisional o definitiva, para especificarlo, se debe subrayar la opcion.
--------	--

ESPESOR DE SUBBASE + BASE Este es el espesor de revestimiento y debe especificarse en metros con aproximación al centímetro.

## 2. - ALINEAMIENTO VERTICAL

En esta forma se describe el alineamiento vertical por medio de los puntos de inflexión vertical y longitudes de las curvas. El proyectista debe haber verificado la consistencia de dichos datos, los cuales deben cubrir todo el tramo a procesar.

Cada punto de inflexión vertical (PIV) se describirá con los siguientes datos:

### CADENAMIENTO DEL PIV

ELEVACION DEL PIV En metros con aproximación al centímetro.

LONGITUD DE CURVA VERTICAL En metros con aproximación al centímetro.

RESTRICCIONES: El usuario deberá codificar, en el principio y final del tramo del alineamiento vertical, puntos sobre tangente vertical, es decir, PIV's no asociados a ninguna curva (longitud de curva cero).

## 3. - SOBREELEVACIONES y AMPLIACIONES

Para sobreelevaciones y ampliaciones, se deben codificar los siguientes datos:

CADENAMIENTO Cadenamiento donde exista alguna variación en los valores de las ampliaciones y las sobreelevaciones.

SOBREELEVACION IZQUIERDA Valor de la sobreelevación izquierda que tendrá a partir de este cadenamiento.



**SOBREELEVACION DERECHA** Valor de la sobreelevación derecha que tendrá a partir de este cadenamiento.

**AMPLIACION IZQUIERDA** Valor de la ampliación izquierda que tendrá a partir de este cadenamiento.

**AMPLIACION DERECHA** Valor de la ampliación derecha que tendrá a partir de este cadenamiento.

Las sobreelevaciones están dadas en porcentaje, por ejemplo si se codifica +2.00 significa una sobreelevación del +2%.

Las ampliaciones están dadas en metros con aproximación al centímetro.

#### 4.- DATOS GEOMETRICOS

Estos datos se refieren a la geometría de las secciones de construcción y es necesario especificar los cadenamientos en los que se observan cambios en dichos datos.

A continuación se explican los datos geométricos comprendidos en este bloque y las consideraciones para su codificación.

**CADENAMIENTO** Estación donde se localiza la sección a partir de la cual se desea un cambio geométrico.

**SEÑALADO DE CORONA** Izquierda y derecha. Se proporciona en metros con aproximación al centímetro.

**ANCHO DE CUNETA** Izquierda y derecha. Se proporciona en metros con aproximación al centímetro.

**TALUD DE CUNETA** Izquierda y derecha. Se proporciona en metros con aproximación al centímetro.

**ALTURA DE QUIETISE** Izquierda y derecha. Se proporciona en metros con aproximación al centímetro.

**COSA DE AFINAMIENTO** En esta clave se indicara un 1 si se proyecta, en las seccion en terrapien, cuña de afinamiento o un 0 si no.

#### 5.- SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO

Las secciones transversales del terreno se suponen contenidas en un plano vertical normal al eje y definidas por puntos del sectionamiento entre los cuales existe variacion lineal del terreno.

Para cada seccion trasversal del terreno reportada, se proyectara la correspondiente seccion de construccion.

Se considera el eje del proyecto como el origen del sistema de referencia, se toman distancias y desniveles a cada lado del eje, tomando como negativas las distancias a la izquierda y positivas hacia la derecha; para los desniveles, seran negativos los encontrados por debajo del eje del proyecto y positivos los que esten por encima.

El usuario especificara para cada seccion:

**CADENAMIENTO DE LA SECCION DE TERRENO** Cadenamiento de la estacion donde se efectuó el levantamiento topografico

**ELEVACION DEL TERRENO** En dicha estacion. Se proporciona en metros con aproximación al centímetro

Y para cada punto:

**DISTANCIA** Medida a partir del eje de trazo. Se proporciona en metros con aproximación al centímetro.

**DESNIVEL** Medido a partir del eje de trazo. Se proporciona en metros con aproximación al centímetro.

El número máximo de puntos, que se podrá reportar, en cada sección es de 25.

#### 6.- DATOS DE TERRAPLEN

Estos datos se relacionan con las secciones proyectadas en terraplén y con los diagramas de masas.

Para el terraplén en las secciones, los datos utilizados son:

**CADENAMIENTO** Para cambiar los datos de terraplenes y/o ordenadas de curva masa.

**ESPESOR DE C.I.N.** Espesor de compactación del terreno natural. Se proporciona en metros con aproximación al centímetro.

**TALUD DE TERRAPLEN** Izquierdo y derecho. Se proporciona en metros con aproximación al centímetro.

En relación a los diagramas de masas se tienen:

**O C M DE LOS DIAGRAMAS** Ordenadas de curva masa 1, 2 y 3; iniciales. Se proporcionan en metros cúbicos con aproximación al entero.

#### 7.- DATOS DE ESPESORES Y TRATAMIENTOS

En esta forma se describen los espesores de las capas subrasante y subvacante de la sección de construcción y el tipo de tratamiento de las mismas en función de su localización en los estratos 2 y 3.

Se deberán identificar los tramos en los que se dividirá el camino según los espesores y tratamientos a emplear.

Los datos utilizados, para espesores, son:

CAMBIO DE ESTACION      Estación donde cambian los espesores y/o tratamiento.

SBR      Espesor de subrasante. Se proporciona en metros con aproximación al centímetro

SBT      Espesor de subyacente en corte y terrapien. Se proporciona en metros con aproximación al centímetro

y para tratamientos:

Tanto para estrato 2 como 3, subyacente y subrasante, se codifica según las siguientes claves:

CLAVE

1 Caja      El material no sirve y es necesario hacer una caja (se deben generar al menos dos ordenadas de curva masa).

2 EnAcleCo      El material sirve, se excava, acamellona, tiende y compacta.

3 C. C. C.      El material sirve, compactación de la cama de los cortes.

4 Sin tratamiento      El material sirve y no es necesario cortar, ni compactar.

## B. - DATOS DE CORTES

En esta forma se describen las especificaciones para cortes, resultado de los estudios geotécnicos: los datos utilizados son:

**CADEMAMIENTO** Lugar en donde existan cambios en los datos de los estratos.

**ESPESOR DE DESPALME** En metros con aproximación al centímetro.

**ESPESOR DEL ESTRATO** 2 En metros con aproximación al centímetro.

**CLASIFICACION** Se refiere a la clasificación por tipo de material (A, B, o C), se debe dar en porcentaje, por ejemplo:

### CLASIFICACION

A	B	C
80	20	0

Significa que hay 80% de material A y 20% de material B en el estrato.

**TALUD** Talud de corte izquierdo y derecho que se recomienda para el estrato. Sin unidades con aproximación al centésimo.

**CVV** Coeficiente de variabilidad volumétrica para el estrato. Se determina en base a las características presentadas en los cortes y en los terraplenes en el tramo (Geotécnia y la altura de terraplenes). Sin unidades con aproximación al centésimo.

**CLAVE DE LATA**

Se refiere al material que se requiere cortar, en terrapienes, para completar los espesores definidos para la subrasante y la subyacente. La clave es para indicar si dicho material se desperdicia lateralmente o si se refleja en la ordenada de curva masa longitudinal, se debe codificar un 1 si se desperdicia lateralmente o un 0 si se refleja en la ordenada de curva masa.

**CLAVE DE OCH**

Clave para definir el número de ordenadas de curva masa que se requieren en el tramo, y se codificara de la siguiente forma:

CLAVE	No. DE ORDENADAS	DESCRIPCION
1	Una	Agrupando subrasante, subyacente, cuerpo de terrapien y los cortes.
2	Dos	La primera agrupa subyacente, cuerpo de terrapien y cortes; la segunda, sólo subrasante.
3	Dos	La primera agrupa cuerpo de terrapien y cortes; la segunda, subrasante y subyacente.
4	Tres	La primera agrupa cuerpo de terrapien y cortes; la segunda, subyacente; y la tercera, subrasante.

**9.- MUROS**

En este bloque de datos, se proporcionan los cadenamientos en donde se desea ubicar un muro en la sección transversal, para esto se especifican los siguientes datos:

**CADENAMIENTO**

Lugar donde se desea proyectar un muro.

DISTANCIA                      Distancia a la izquierda y/o a la derecha donde se ubicará el muro.

EL USUARIO debe de ubicar el CADENAMIENTO donde se haya reportado una sección transversal de terreno y considerar que solamente se proyectará en secciones en terreno.

#### 10.- SUPRESIONES

Aquí se proporcionan los cadenamientos entre los cuales se suprimirán los volúmenes de construcción. La forma de especificar estos, es la siguiente:

**CADENAMIENTO INICIAL**      Cadenamiento a partir del cual se suprimen los volúmenes.

**CADENAMIENTO FINAL**      Cadenamiento en el que termina la supresión.

**NOMBRE DE LA SUPRESION**              Este es un carácter informativo y aparecerá en los listados correspondientes. aquí se indicará el nombre de la supresión: sea puente, viaducto o túnel.

Si en la codificación define un cadenamiento inicial  $x$

ESTACION	$x$	ESTACION
$x-1$		$x+1$

CADENAMIENTO  
INICIAL

Los volúmenes que aparecen en la estación  $x$  son generados entre  $x-1$  y  $x$  por lo cual los volúmenes suprimidos inician en la ESTACION  $x+1$ .

Tomando a X como el cadeneramiento final.

ESTACION	ESTACION	ESTACION
X-1	X	X+1
	CADENAMIENTO	
	FINAL	

Los volúmenes suprimidos terminan en la ESTACION X.

## 11.- BERMAS

Si se desean proyectar secciones en corte con bermas, es necesario incluir esta forma. Los cortes deberán ser grandes para necesitar bermas.

El programa considera hasta 3 bermas por lado, para cada una es necesario proporcionar los siguientes datos:

CADENAMIENTO	Estacion donde se proyecta seccion en CORTE con bermas.
ANCHO DE BERMA	Para cada lado (izquierdo y derecho) en metros con aproximacion al centimetro.
ALTURA DE BERMA	Para cada lado (izquierdo y derecho) en metros con aproximacion al centimetro.

Y para todas sus correspondientes:

PENDIENTE	Fendiente de la berma, se proporciona en porcentaje.
-----------	--



### a.3). OPERACIONES DE DATOS

Existen 3 formas de realizar los cambios codificados en los tramos de datos: interpolación lineal, escalonada y redondeada.

Interpolación lineal: Se utiliza para estaciones intermedias en un tramo, calcula el valor de un dato en el tramo de la siguiente manera:

$$DAT = \frac{DATFIN - DATINI}{CABFIN - CABIN} (CAB - CABIN) + DATINI$$

Donde:

CABINI } Cadenciamiento inicial y final del tramo  
CABFIN }

DATINI } Valor de los datos al inicio y fin del tramo  
DATFIN }

CAB Cadenciamiento en el tramo

DAT Valor del dato en el cadenciamiento CAB

En los siguientes datos se usa la interpolación lineal para determinar un valor intermedio.

- Sobreelevaciones
- Ampliaciones
- Semiancho de corona
- Ancho de cuneta
- Talud de cuneta
- Altura de quiebre
- Talud de corte
- Talud de terraplen
- Altura de berma
- Ancho de berma
- Pendiente de las bermas

Escalonamiento.- Al definirse el dato se mantiene constante hasta que se cambie su valor.

Los siguientes datos utilizan escalonamiento:

- Cuña de afinamiento
- Espesor de despaime
- Espesor de estratos
- Compactación del terreno natural
- Espesor de subrasante
- Espesor de subyacente
- Tratamientos

Redefinida.- Un dato definido puede ser actualizado en cualquier cadenamiento, esto se aplica en las ORDENADAS INICIALES para el diagrama de masa.

El calculo de la ordenada de curva masa inicia a partir de la ordenada inicial definida en un cadenamiento; es posible redefinir una ordenada con la cual a partir de ese cadenamiento se tomara como inicial.

#### 4.3.17. TRANSFORMACION DE OPERACION DE DATOS

Para evitar que un parametro variando en forma lineal actue como tal, es necesario definir un cambio inmediato en el cadenamiento, esto se logra de la siguiente forma:

Si codificamos, por ejemplo, el talud de cuneta de la siguiente forma:

	120	DEF
10000	3.00	3.50
10360	2.00	2.00

Para una seccion intermedia, el talud de cuneta se obtiene por interpolacion.

Si deseamos, en el cadenamamiento 10200, recibir un cambio escalonado lo podemos definir de la siguiente manera:

Cadenamiento	Talu de cuneta	
	120	DEF
10000	3.00	3.00
10200	3.00	3.00
10200	2.00	2.00
10360	3.00	3.00

Así, en la sección 10200, el cambio a 2.00, en el talud de cuneta será inmediato, el cadenamamiento anterior tendrá un talud de cuneta igual a 3.00 y las estaciones siguientes tendrán el valor correspondiente por interpolación de 3.00 a 2.00.

Si tomamos como ejemplo la forma de codificación de los datos de terraplén, podemos mostrar los 3 tipos de variación explicados:

ESTACION	ESPESOR C/A	TALUDES		O.C.H.		
		120	DEF	1	2	3
10000.00	120	1.50	1.50	100000	200000	0
10040.00	150	1.50	1.50	0	0	0
10500.00	120	1.50	1.50	0	0	0
12000.00	120	3.00	3.00	50000	200000	0
15000.00	120	3.00	3.00	0	0	0

Las ordenadas del diagrama de masas, serán actualizadas cuando el valor de cada una de ellas sea diferente de cero, en forma redefinida, así las ordenadas del tramo 10000 a 12000 iniciarán en 100000 y 200000 y al llegar a la estación 12000 tomarán los valores de 50000 y 200000 respectivamente.

El espesor de compactación del terreno natural tiene una variación escalonada con lo que cambiará su valor en el cadenamamiento 10040 y este se conservará en todas las estaciones hasta el cadenamamiento 10500 donde cambia a 120.

En esta forma, los taludes se calculan por interpolación y se tomarán de la siguiente manera.

DE ESTACION	A ESTACION	TALUD	
		IZQ	DER
10000.00	10020.00	1.50	1.50
10040.00	10480.00	1.50	1.50
10500.00	12000.00	1.50 A 3.00	1.50 A 3.00
12000.00	15000.00	3.00	3.00

#### a.4). INTERPRETACION DE RESULTADOS

Los resultados del programa de curva masa FC se dividen en:

- Alineamiento vertical.
- Geometria de secciones de construccion
- Volúmenes de construccion
- Ordenadas de curva masa
  
- ALINEAMIENTO VERTICAL

Los resultados del alineamiento vertical describen los puntos de inflexion vertical por medio de la siguiente forma:

PCV	PIV	PTV	L. CURVA	FENDIENTE	IV LIBRE
CAD/ELV	CAD/ELV	CAD/ELV		DE SALIDA	

Donde:

L. CURVA	Longitud de la curva vertical asociada al PIV
CAD	Cadenamiento
ELV	Elevacion

Las columnas segunda y cuarta (punto de inflexion vertical y longitud de curva) fueron proporcionadas como datos, se imprimen para checar que esten correctamente capturadas.

La primera y tercera columna representan PCV punto donde empieza y PIV punto donde termina la curva vertical, es evidente que se localizarán:

$$CPCV = CPV - (L/2)$$

$$CPTV = CPV + (L/2)$$

Donde:

LCV Longitud de la curva  
 CPV Cadenamiento del PIV  
 CPCV Cadenamiento del PCV  
 CPTV Cadenamiento del PIV

La elevación de los puntos PCV y PIV dependerán del anterior y posterior PIV.

La quinta columna se refiere a la pendiente establecida entre dos PIVs, el actual y el siguiente.

La sexta columna se refiere a la distancia entre el PIV y el PCV de dos puntos de inflexión consecutivos, es decir, a la distancia sin afectación de ninguna curva vertical (tangente vertical libre).

#### - GEOMETRÍA DE SECCIONES DE CONSTRUCCIÓN

En esta parte se describen los puntos claves de la geometría de las secciones de construcción, identificando el tipo de sección y las observaciones obtenidas al realizar los cálculos. La forma en la cual se presentan los datos es:

Para secciones con un sistema de una línea

	LADO IZQUIERDO						LADO DERECHO					
ESTACION	E	B	D	C	C	F	E	B	D	C	D	E
EL-SR							EL					SEC

Para secciones con dos o tres bermas, se divide el reporte en dos partes: la primera, corresponde al lado izquierdo; la segunda, al lado derecho. El encabezado para cada uno es:

LADO IZQUIERDO:

ESTACION	EL-TN	H	E	F	F'	D'	D	C'	C	B	A	FRM
	EL-SB											SEC

LADO DERECHO:

FRM	E	F	F'	D'	D	C'	C	B	A	H	EL-TN	ESTACION
SEC											EL-SB	

La primera columna (estacion) es el cadenamiento donde se localiza la seccion de construccion y corresponde a la seccion de terreno capturada.

En la segunda columna se imprimen la elevacion del terreno (EL-TN) y abajo la elevacion de la subrasante (EL-SB) en la estacion.

La tercera columna (H), es la diferencia entre las elevaciones de la subrasante y el terreno natural para esta estacion.

Los puntos A B C C' D E y para secciones con 2 y 3 bermas A B C C' D D' F F' E separados por cada lado de la seccion de construccion y representan segun el tipo de seccion lo siguiente:

- A Hombro de la seccion.
- B Fondo de cuneta (corte) y limite de capa subrasante (terraplen).
- C Inicio de berma (corte).
- C' Termino de berma (corte).

- D Punto de quiebre para seccion en corte con sobree. Cambio de estrato (1 a 2), para seccion en corte con una berma inicio de berma 2, para seccion en corte con dos o mas bermas.
- D' Término de berma 2 (corte). Seccion en corte con 2 o 3 bermas.
- F Inicio de berma 3. Seccion en corte con 3 bermas.
- F' Término de berma 3. Seccion en corte con 3 bermas.
- E Interseccion de la seccion con el terreno natural.

Cada punto esta descrito por la distancia al eje y desnivel con respecto a la sutrasante.

La columna marcada con PFI-SEC se refiere a la forma de la seccion proyectada en ese cadenamiento.

Para determinar la forma de la seccion se calcula el fondo de cuneta (ya sea provisional o definitiva). Si esta enterrado se proyecta la seccion en corte, de lo contrario se procede a calcular el hombro para una seccion en terrapien. Si el hombro no esta enterrado se dice que la seccion esta en terrapien, si esta enterrado se procesa como una seccion especial y se identifica como una seccion tipo B (ver anexo).

Para secciones en terrapien tenemos dos tipos que son:

- 1 Con cuña de afinamiento.
- 2 Sin cuña de afinamiento.

Para secciones en corte tenemos cinco tipos que son:

- 3 Básica de corte, sin bermas y sin quiebres.
- 4 Berma con talud de entrada y salida igual.
- 5 Con quiebre en el cambio del estrato 3 al 2.
- 6 Con berma y quiebre en el cambio del estrato 3 al 2 si queda después de la berma.
- 7 Con quiebre a la altura especificada.
- 9 Sección con 2 bermas. La pendiente de entrada de la primera berma es obtenida con el talud del estrato 3 y la de salida es obtenida con el talud del estrato 2, así como, la de salida de la segunda berma.
- 10 Sección con 3 bermas, las pendientes son iguales a la anterior, la pendiente de salida de la tercera berma es igual a la de la entrada a la misma.

Para secciones especiales

- 0 Limita las capas hasta el hombro de la sección

En algunos casos aparecerán cualesquiera de los siguientes:

- 1 32040.00 SECCION INSUFICIENTE LADO IZQUIERDO

Este es un mensaje de error que se puede solucionar ampliando la sección de terreno.

- 2 32040.00 MURD LADO IZQUIERDO 15.00 2.40



Esta indica la existencia de un muro de contención en la estación.

### 3. Sección SUPRESIÓN DE COÑA DE ARRANQUE

Indica sección en terraplen con diferencia de desnivel entre el punto A y el E menor de 60 cms. por lo que se suprime la coña de arrancamiento.

#### 4. VOLUMENES DE CONSTRUCCIÓN

Para la generación de los volúmenes de construcción se delimitan las siguientes áreas en la sección.

##### 1.- DESPALME EN CORTE

A despalmar cuando en la sección de construcción la línea de la subrasante se encuentra abajo del terreno, se cuantifica con el espesor de despalme multiplicado por la distancia donde la sección cumple lo anterior.

##### 2.- DESPALME EN TERRAPLEN

A despalmar cuando en la sección de construcción la línea subrasante se encuentra arriba del terreno, se cuantifica con el espesor de despalme multiplicado por la distancia donde la sección cumple lo anterior.

##### 3.- CORTE DEL ESTRATO 2

Corte correspondiente al estrato 2 que se intersecta con la sección de construcción. Se determina por las intersecciones del mismo con las líneas de la sección de construcción.

#### 4.- CORTE DEL ESTRATO 3

En corte correspondiente al estrato 3 que se intersecta con la seccion de construccion. Se determina por las intersecciones del mismo con las lineas de la seccion de construccion.

#### 5.- CORTE CAJA

Producida por terrapienes donde las lineas subrasante v/o subyacente se encuentran enterradas y el material se requiere cortar pues no sirve. Se determina por medio de los desniveles del terreno y la linea subyacente.

#### 6.- COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL

Producida en terrapienes donde existe cuerpo de terrapien, es cuantificada mediante el espesor de C.T.N. proporcionado en la forma de terrapienes multiplicado por la distancia que cumple lo anterior.

#### 7.- COMPACTACION EN LA CAMA DE LOS LORTES

Generada cuando en una seccion de corte se le indica que el tratamiento para subrasante v/o subyacente es la compactacion del estrato donde se localicen

#### 8.- CUERPO DE TERRAPIEN

En terrapien comprendida entre la linea subyacente y el terreno despartado. Cuando la linea subyacente no esta enterrada.

#### 9.- CAPA SUBYACENTE

En terrapien comprendida entre la linea subrasante y la linea paralela cuyo desnivel entre ambos es el codificado en la forma de espesores.

## 10. - CAPA SUBRASANTE

En terraplén comprendida entre el revestimiento y la capa subyacente su espesor es el codificado en la forma de espesores. No está enterrada.

## 11. - RELLENO CAJA

En cortes producida por no servir el material cortado por lo que se requiere la formación de la caja. Depende de los tratamientos indicados para subrasante y subyacente.

## 12. - ESTAC. I.C.O.

En cortes que se considera para las capas subrasante y subyacente cuando el material sirve para la formación de las mismas.

Con las cuales se calculan los volúmenes entre dos estaciones: la actual y la anterior, reportándose en la estación actual.

Además se proporcionan los totales de materiales A, B y C por kilómetro producto de los cortes de los estratos 2 y 3, y dependientes de la clasificación proporcionada por tramos en los datos de cortes.

## - ORDENADA DE CURVA MADA

Las ordenadas de curva mada se reportan mediante el siguiente formato:

ESTACION	VMH-G	COEF	VMH-A	VMH-B	COEF	VMH-C	CORTE	VOLUMEN
	CR-E2	ABND	CR-E3	CR-E3	ABND	CR-E3	COMP5	TR 90

ESTACION            Donde se calcularan los volúmenes

VMH-G                Volumen geométrico del corte en el estrato G  
CR-E2

COEF  
ABND Coeficiente de abundamiento del estrato 2

VLM-A  
CR-E2 Volumen abundado del corte en el estrato 2

VLM-G  
CR-E3 Volumen geometrico del corte en el estrato 3

COEF  
ABND Coeficiente de abundamiento del estrato 3

VLM-A  
CR-E3 Volumen abundado del corte en el estrato 3

CORTE  
COMPS Suma de los volúmenes abundados de los cortes de los estratos 2 y 3

VOLUM  
TR-90 Volumen del cuerpo de terrapién

VOLUM  
TR-95 Volumen de la capa subyacente en terrapién

VOLUMEN  
TR-100 Volumen de la capa subrasante sumada con el de la caja.

TRRPL La integración de este volumen depende de la clave de UCM si:

CLAVE	VOLUMEN DE TERRAPIÉNES A CONFECCIONAR
1	Volumen de las capas subrasante y subyacente, cuerpo de terrapién y relleno caja.
2	Volumen de subyacente, Cuerpo de terrapién.
3 y 4	Volumen de cuerpo de terrapién.

LUKVA  
hr5A

Representa la ordenada de curva masa. El primero es para compensación y se ven afectadas por diversos volúmenes. Parten de un valor fijado en la forma de terraplén y ordenadas de curva masa. Los volúmenes que las afectan son:

a) de la clave de UCH

CLAVE	VOLUMENES QUE AFECTAN LA UCH	UCH	UCH3
1	Corte a compensar Subrasante Subyacente Cuerno de terraplén Relleno caja	ninguna	ninguna
2	Corte a compensar Cuerno de terraplén Subyacente	Subrasante Relleno caja	ninguna
3	Corte a compensar Cuerno de terraplén	Subrasante Relleno caja Subyacente	ninguna
4	Corte a compensar	Subyacente	Subrasante Relleno caja

b) de la clave de caja

Para la ordenada UCH3 se incrementa con el volumen de caja en terraplén.

Además, se proporcionaron las sumas de los volúmenes por hoja

## b). MANUAL DE OPERACION

En este inciso se presentan las normas de operacion, que rigen en el sistema "Calculo de la geometria de las secciones y los volúmenes de construccion", con la finalidad de facilitar las funciones del operador.

### b.1). REQUIRIMIENTOS DE HARDWARE

El sistema esta diseñado para operar en una computadora personal que cuente con las siguientes características:

- Cualesquiera de los siguientes procesadores:

8086  
8088/2  
80286 ( \* recomendado )

- Con un mínimo de 512 K de memoria RAM para trabajar con el archivo ejecutable CH1.EXE generado con TURBO BASIC.
- Dos unidades de diskette o un disco duro.
- Monitor tipo VGA (color o monocromatico).
- Con puerto paralelo para conectar una impresora.
- Coprocesador aritmético (opcional).

### b.2). INSTALACION

El sistema esta compuesto de cuatro archivos:

- Archivo ejecutable de cálculo de curva masa.

- Archivos de pantalla del programa.
- Archivo de configuración.

El archivo ejecutable para el cálculo de curva masa es: CMI.EXE.

Los archivos que contienen la pantalla del programa son: CMI.CDL y CMI.MOH, el primero es utilizado cuando se trabaja con monitor a color y el segundo con monitor monocromático.

El archivo de configuración "CMI.CFG" contiene código ASCII y direcciona la localización de los archivos de entrada y de salida. Presenta los siguientes registros:

NO. REGISTRO	CONTENIDO
1	Nombre de la compañía
2	Manejador para los archivos de entrada
3	Récordido para los archivos de entrada
4	Manejador para los archivos de salida
5	Récordido para los archivos de salida
6	Tipo de monitor (C/D)

En el primer registro contiene el nombre o encabezado general para los reportes, éste puede tener, por ejemplo, el nombre de la compañía o estar en blanco.

El segundo registro, especifica el manejador donde se encuentran los datos de entrada; el tercero, el récordido a seguir en el manejador antes especificado; por ejemplo, si los datos se encuentran en el directorio DA105 del disco duro único en el sistema, se especifica una C: en el registro dos y en el tres, /DA105/.

El cuarto registro, indica el manejador donde se generan los archivos de resultados y en el quinto el recorrido para estos.

El sexto registro, contiene el tipo de monitor donde se efectuara el procesamiento; este puede ser a color, en cuyo caso contendra una C, o monocromatico, conteniendo una M.

Por ejemplo, si los archivos de datos se encuentran en el manejador "A", los resultados se generaran en el directorio "RESULT" del disco duro y ademas, se procesa con un monitor a color, el contenido del archivo "CONFIG.DAT" sera:

Direccion General de Carreteras Federales

A:

C:

RESULT

C

Este archivo, puede ser modificado mediante cualquier editor de proposito general y DEBE EXISTIR en el directorio actual.

### b.3). FUNCIONAMIENTO

Los archivos de datos, para el proceso de CURVA MASA, son identificados segun el tipo de datos que contienen y representados por la extension del nombre de archivo.

Los archivos utilizados son:

CONTENIDO	EXTENSION
DATOS GENERALES	.GRA
ALINEAMIENTO VERTICAL	.VER
SECCIONES	.VF
SOBRELEVACIONES Y AMPLIACIONES	.SYA
DATOS GEOMETRICOS	.GEO
ESPECIFICACION PARA CORTES	.COR



ESPESORES Y TRATAMIENTOS	.ECP
DATOS DE TIERRAPLEN	.TER
BERMAS	.BER
SUPRESIONES	.SUP
DESCRIPCION DE TUBOS	.TUB

Los últimos tres archivos, de supresiones, bermas y muros, son opcionales, solamente estarán definidos si lo requiere el usuario.

Para iniciar el procesamiento, es necesario generar el archivo de configuración "CONFIG.DAT", indicando el ambiente de operación, posteriormente, se ejecuta el programa "CMI", el cual mostrará la siguiente pantalla:

```

-----
| PROGRAMA      |                | CURVA PASA |
|-----|-----|-----|
| PARAMETROS DEL PROCESO |                | Disco # :  |
|                |                | ARCHIVOS  |
|                |                |           |
| ALIBRAMIENTO VERTICAL No : |                |           |
|                |                |           |
|                |                |           |
|                |                |           |
| CUBIERTA :      |                |           |
|                |                |           |
| ESPESOR DE REVESTIMIENTO : |                |           |
|-----|-----|-----|
| Camino :      |                | Tramo :    |
| Cadenamiento inicial : |                | Cadenamiento final : |
|-----|-----|-----|
|                |                |           |
|                |                |           |
|                |                |           |
| Estaciones :  | Curvas verticales : | Cadenamiento: |
|-----|-----|-----|
| CANCEL  2  3  4  5  6  7  8  9  0 SALIDA |
-----

```

Donde en la parte superior derecha se indican el manejador y recorrido especificados en el archivo config.dat.

Como datos solicita el nombre del archivo, este debe indicarse sin extensión, el número del alineamiento vertical y el tipo de cuneta, la cual se selecciona por medio de la barra espaciadora y RETORNA.

Finalmente pregunta el espesor de SUPERBASE o revestimiento.

Una vez tecleados estos datos, se inicia el cálculo, en la parte inferior indicará el proceso en que se encuentra, ya sea "lectura", "areado", "gravado" y el cadenamiento que está procesando, al llegar a la última sección del archivo, indicará:

"FIN DEL PROCESO "

Si desea cancelar antes de terminar oprima F11 o F10.

Finalmente, los archivos de resultados generados son:

CONTENIDO	EXTENSIÓN
GEOMETRÍA Y VOLUMENES CALCULADOS	.RCM
ORDENADA DE CURVA HAGA	.OCH
DATOS	.DAT
GEOMETRÍA DE SECCIONES	.GSC
SUPERASANTE Y SUBYACENTE	.SBY
ÁREAS	.ARE

#### 6.4). ERRORES EN LA OPERACION DEL SISTEMA

En el funcionamiento del sistema se pueden generar diversos errores. Estos se indicaran, por medio de la pantalla, con una descripción entendible para el operador.

Una lista de los mensajes de error, que pueden aparecer en la pantalla, es la siguiente:

Los siguientes mensajes se refieren a que el archivo mencionado no se encuentra en el directorio actual.

- ARCHIVO DE CONFIGURACION NO EXISTE
- ARCHIVO DE LA FAMILIA NO EXISTE

El siguiente bloque se refiere a los archivos de entrada que no existen en el manejador y recibido especificado en el archivo de configuración.

- ARCHIVO \*.OBJ NO EXISTE
- ARCHIVO \*.MF NO EXISTE
- ARCHIVO \*.EEL NO EXISTE
- ARCHIVO \*.GEO NO EXISTE
- ARCHIVO \*.LUM NO EXISTE
- ARCHIVO \*.TER NO EXISTE

El siguiente bloque corresponde a los archivos que no tienen correcto el encabezado (numero de registros de datos existentes).

- # DE REGS. DE EIV'S INCORRECTO
- # DE REGS. DE SUB. Y APL. INCORRECTO
- # DE REGS. DE ESPESORES INCORRECTO
- # DE REGS. DE GEOMETRIA INCORRECTO
- # DE REGS. DE CORTES INCORRECTO
- # DE REGS. DE TERRAPLENES INCORRECTO
- # DE REGS. DE BERMAS INCORRECTO

El siguiente bloque corresponde a los archivos que se encuentran desordenados.

- Archivo de EIV'S DESORDENADO
- Archivo de sub. y apl. DESORDENADO
- Archivo de espesores DESORDENADO
- Archivo de geometria DESORDENADO"
- Archivo de cortes DESORDENADO"
- Archivo de terraplenes DESORDENADO"
- Archivo de bermas DESORDENADO"
- Archivo de autos DESORDENADO"
- Archivo de supresiones DESORDENADO"
- Archivo de secciones DESORDENADO"

El siguiente bloque corresponde a los archivos que no cubren el tramo de cálculo fijado con las secciones transversales de terreno.

- Archivo de FIV : "NO CUBRE EL TRAMO"
- Archivo de emp. y sob. "NO CUBRE EL TRAMO"
- Archivo de espesores "NO CUBRE EL TRAMO"
- Archivo de geometría "NO CUBRE EL TRAMO"
- Archivo de cortes "NO CUBRE EL TRAMO"
- Archivo de terrapienes "NO CUBRE EL TRAMO"
- Archivo de bermas "NO CUBRE EL TRAMO"

El siguiente mensaje aparece debido al traslape de dos curvas verticales consecutivas.

- Archivo de FIV : "CON TRASLAPE DE CURVAS"

Los siguientes mensajes aparecen cuando no se detectó la fuente de error.

```
Error          : xxxxxxxx
Linea          : xxxxxx
Direccion      : xxxxxxxx
Sec tipo      : x
Caso          : x
Lado          : x
A dovela      : xxxxxxxx
No de puntos dovelas : x
No de puntos de subv : x
No de puntos de subr : x
No de puntos de sem : x
```

# VIII

# CONCLUSIONES

## VIII.- CONCLUSIONES

El trabajo realizado es resultado de un esfuerzo para mejorar las condiciones en la realización de los proyectos para carreteras. La inquietud surgió en la Dirección de Proyecto de Carreteras con la finalidad de contemplar todas las alternativas posibles en un menor tiempo y con menos recursos, facilitando las funciones de los proyectistas y uniformizando los criterios de cálculo, basados en las Normas de Servicios Técnicos, y la forma de presentar los resultados.

Es importante resaltar que el sistema desarrollado es obtenido mediante un trabajo interdisciplinario, en donde la Ingeniería en Computación colaboró a la solución de un problema de Ingeniería Civil.

Con respecto al sistema anterior, podemos afirmar que ha sido superado ampliamente en todos los sentidos. Se creó un sistema con más y mejores alcances, cumpliendo con las necesidades y las políticas establecidas, con una programación más fácil de entender y mantener, y ha logrado la aceptación de los usuarios.

El nuevo sistema ha sido utilizado con éxito en el proyecto de las carreteras siguientes:

- a). MEXICO - ACAPULCO
- b). MEXICO - TOLUCA

Los proyectistas, usuarios del sistema, han sido de los más beneficiados ya que disminuyen los cálculos realizados manualmente y consideran las mismas alternativas en menor tiempo. Las críticas son positivas y solo se han propuesto pequeñas modificaciones.

El proceso inició con el planteamiento del problema, en donde se determinaron las limitaciones presentadas en la realización de un proyecto para carreteras. En esta etapa se presentaron algunos problemas entre los que se encuentran:

- Los proyectistas, teniendo conocimiento de las diferencias existentes, se aplicaron esmerados en relación a los beneficios y a la factibilidad de la realización del nuevo sistema, y al inicio, no cooperaron determinadamente. Fue importante adquirir la confianza de los usuarios del sistema para realizar más fácilmente nuestro trabajo.
- La alternativa electa no fue la mejor de las propuestas, pero se apego a los lineamientos establecidos por políticas a seguir. No es fácil la adquisición de equipo y software, con lo que se utilizó solo lo disponible.

Al finalizar el planteamiento, se inició el análisis de los requerimientos del sistema para la alternativa electa contando con la asesoría de los encargados de las secciones más relacionadas con el proyecto definitivo de carreteras. El procedimiento llevado es el siguiente:

- 1.- Se realizó una reunión para determinar o afinar las necesidades específicas, las tareas realizadas y la secuencia de trabajo seguida.
- 2.- Se ordenó sintético el material aportado.
- 3.- Se revisó y si existían errores se retrocedía al paso 1.

En este procedimiento se presentaron algunos problemas, debido a las diferencias existentes en los estudios realizados, en el enfoque dado o en la forma de analizar el proyecto. En algunas ocasiones fue necesario actuar como mediador entre los usuarios para lograr definir sus necesidades y unificar los métodos y/o criterios utilizados por ellos, en cierta medida.

Posteriormente, se trató sobre el diseño del sistema basándose en el análisis anterior. En este paso, no se presentaron dificultades con el usuario y en relación a las técnicas de diseño utilizadas podemos afirmar que fueron adecuadas a la situación enfrentada.

En lo que respecta a la instrumentación se consideró adecuada la programación estructurada, intentando la codificación clara: indentando, para separar los bloques o los ciclos; documentando internamente el código fuente, separando las instrucciones de las variables utilizadas mediante minúsculas, para las variables, y mayúsculas para las instrucciones. El resultado: una programación clara facilitando el mantenimiento del sistema.

En relación a las pruebas efectuadas, podemos decir que cumplieron su objetivo en un alto porcentaje, pero a pesar del número elevado de estas, hubieron bastantes problemas en la aceptación del sistema.

La presentación del manual descrito es diferente al entregado al operador y al usuario, pero básicamente su contenido y forma son iguales. A pesar del intento de presentar de una manera clara y concisa la función, operación y utilización del sistema se presentaron confusiones en algunos casos.

Finalmente, considerando necesario, recalcar que la Ingeniería en Computación puede colaborar con otras disciplinas para facilitar la solución a problemas de cualquier nivel. En este caso: las carreteras, áreas de comunicación necesarias para el desarrollo nacional, con el objeto del estudio interdisciplinario cuyo resultado se muestra con la utilización exitosa del nuevo sistema en el proyecto de las carreteras México-Toluca y México-Atlixco.



# IX

## APENDICES

APENDICE <<A>>

GLOSARIO DE TERMINOS

## 17. - REFERENCIAS

### a). GLOSARIO DE TERMINOS

- Acarreo.** Transporte del material producto de un corte a un terraplén o una zona de tiro; o producto de un préstamo a un terraplén.
- Acarreo Libre.** Acarreo a una distancia menor o igual a veinte metros.
- Acofamiento.** Superficie de la corona definida entre la calzada y el hombro de la carretera.
- Alineamiento Horizontal.** Proyección de la subrasante sobre el plano horizontal.
- Alineamiento Vertical.** Proyección de la subrasante sobre el plano vertical.
- Ampliación.** Sobreancho que se da a la calzada y a la corona en el lado interior de una curva horizontal.
- Bandeado.** Proceso mecánico al que se somete un material que por las dimensiones de sus fragmentos no se puede compactar.
- Banqueta.** Superficie destinada para el paso de peatones, se ubica generalmente a un nivel superior que el de la calzada.
- Bombeo.** Pendiente que se da a la corona y sus coronas para escurrir el agua.

- Calzada. Superficie destinada para el tránsito vehicular.
- Cero. Punto de intersección entre el terreno y donde termina la sección de proyecto.
- Compactación. Proceso mecánico de reducir el volumen de un material con el objeto de mejorar su resistencia y no se deforme.
- Compensación. Proceso de definir los aceros de terracerías de una manera económica.
- Contracuneta. Canal que se encuentra arriba de la línea de ceros, en corte.
- Corona. Superficie de la carretera terminada comprendida entre los hombros.
- Cuneta. Canal que se encuentra al lado del hombro de la carretera y sirve para recibir los escurrimientos de la corona y el talud de corte.
- Curva circular horizontal. Curva sobre el alineamiento horizontal que une dos tangentes consecutivas.
- Curva de transición horizontal. Curva espiral que une una tangente a una curva circular con la característica de que su radio se varía desde infinito hasta el radio de la curva circular.
- Curva vertical. Arco de parábola del alineamiento vertical que une dos tangentes verticales.
- Curva vertical en columpio. Curva de alineamiento vertical cóncava.
- Curva vertical en cresta. Curva del alineamiento vertical convexa.

**Berchón de vía.** Superficie de terreno que se requiere para el uso, construcción, conservación, reconstrucción, ampliación y protección de cualquier vía de comunicación.

**Distancia de visibilidad de encuentros.** Distancia de seguridad mínima necesaria para que en carreteras de un solo carril, los conductores de dos vehículos, que circulan en sentido contrario, se puedan detener antes de encontrarse.

**Distancia de visibilidad de escape.** Distancia de seguridad mínima necesaria para que en carreteras con el pavimento mojado, un conductor pueda detener su vehículo antes de encontrarse con algún objeto que vga.

**Distancia de visibilidad de rebaje.** Distancia de seguridad mínima necesaria para que un vehículo se adelante a otro que circule en el mismo carril sin interferir con algún otro vehículo que circule en sentido contrario y le vga el conductor al iniciar la maniobra.

**Normas para el proyecto geométrico.** Disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones que la secretaría tita o dicta para la elaboración de sus proyectos geométricos.

**Paja separadora central.** Zona que tiene como finalidad prevenir que los vehículos en un sentido invadan los carriles del sentido opuesto.

**Grado máximo de curvatura.** Límite del grado de curvatura que podrá proyectarse, en una curva horizontal, con la máxima sobreelevación a la velocidad fijada al proyecto.

**Hombro.** Punto de intersección entre la línea de la corona y el talud de terraplen o el talud exterior de la cuneta.

**Longitud crítica.** Distancia máxima de una tangente vertical con una pendiente mayor a la gobernadora y menor a la máxima.

**Pendiente.** Relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos.

**Pendiente gobernadora.** Pendiente media que teóricamente se puede dar a la línea subrasante para lograr un desnivel determinado.

**Pendiente máxima.** Es la mayor pendiente que permite el proyecto, se puede usar en una longitud que no exceda la crítica.

**Pendiente mínima.** Es la menor pendiente que permite el proyecto en los tramos de corte para el buen funcionamiento del drenaje.

**Préstamo.** Lugar de donde extraer material para construir los terraplenes.

**Préstamo lateral.** Préstamo comprendido dentro de una faja menor a cien metros y paralela al eje del camino.

**Préstamo de banco.** Préstamo comprendido fuera de la faja de cien metros o dentro pero no lateral al terraplén que lo utiliza para su construcción.

**Rasante.** Proyección del desarrollo del eje de la corona en el plano vertical.

**Sección transversal.** Proyección, en el plano vertical normal al eje del alineamiento horizontal, de la carretera.

**Sobreacarreo.** Acarreo a una distancia mayor a veinte metros.

- Sobreelevacion.** Pendiente que se da a la corona y a la sub-corona en las curvas del alineamiento horizontal, para contrarrestar la fuerza centrífuga que afecta a los vehículos.
- Talud.** Inclination de la superficie de los cortes o terrapienes, es el inverso de la pendiente.
- Tangente Horizontal.** Tramo recto del alineamiento horizontal que une dos curvas horizontales consecutivas.
- Tangente vertical.** Tramo recto del alineamiento vertical que une dos curvas verticales consecutivas.
- Transición mixta.** Tramo para pasar de una tangente a una curva circular horizontales.
- Velocidad de marcha.** Velocidad de todos o un grupo determinado de vehículos, obtenida de dividir la suma de las distancias recorridas entre la suma de los tiempos de recorrido en que efectivamente estuvieron en movimiento.
- Velocidad de proyecto.** Velocidad máxima para que un vehículo en condiciones favorables pueda circular con seguridad sobre un tramo de carretera.
- Zona de tiro.** Lugar donde se deposita el material producto de un corte que por sus características geotécnicas no sirve para formar un terraplén o por que no se utilizó en la compensación.

#### b). FORMAS DE CODIFICACION

A continuación se muestran las formas utilizadas para la toma de los datos en la utilización del sistema.

APENDICE <ABV>

FORMAS DE CODIFICACION



















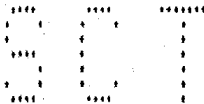






## APENDICE A.10

### FORMATOS DE REPORTE



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA  
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES  
DIRECCIÓN DE PROYECTO DE CARRETERAS  
SUBDIRECCIÓN DE FOTOGRAMETRÍA Y PROCESO DE DATOS

PROYECTO DE TERRACERIAS  
NUEVO PROGRAMA FC/1989

CAMINO	: MEXICO ACAPULCO	NUMERO DE TRABAJO	: CM6197AA
TRAMO	: CHILFANCIÑO TIERRA COLORADA	PROYECTO	: ANTONIO BECERRIL GARC
ALTERNATIVA	: COTONA DE 21.00 M.	FECHA DE PROCESO	: 05-03-1990
ORIGEN	: CHILFANCIÑO, GRO.	HORA DE PROCESO	: 20:16:39

KILOMETRO INICIAL : 10+000.00      KILOMETRO FINAL : 15+000.00

ARCHIVO	: CM6197AA
ALINEAMIENTO VERTICAL tipo	: 1
PROCESADO CON CURVA	: Definitiva
ESPESOR DE REVESTIMIENTO	: 0.40

PROYECTO GENERAL DE OBRAS DE RECONSTRUCCION

ALINEAMIENTO VERTICAL

Hoja No. 2

Casino : MECICO ACAPULCO  
 Tramo : CHILFANCINGO TIERRA COCOPADA  
 Alternativa : CORONA DE 21.00 M.  
 Origen : CHILFANCINGO, GRU.

Proyectista : ANTONIO ELEAZAR GARCIA  
 Archivo : CH1976  
 Fecha : 02-09-1990  
 Hora : 20:50:46

FC. 1985

ALINEAMIENTO No. 1

PCV Cvd/Elev	PIV Cvd/Elev	P1V Cvd/Elev	L. CURVA	PENDIENTE DE SALIDA	IV LIBRE
9820.00 1222.77	9820.00 1222.79	9820.00 1222.79	0.00	4.00 %	1050.00
10850.00 1263.99	10850.00 1265.99	10850.00 1268.49	100.00	5.00 %	1780.00
12770.00 1357.49	12770.00 1357.99	12770.00 1361.99	100.00	4.00 %	480.00
13310.00 1361.19	12520.00 1371.19	12810.00 1384.94	500.00	-2.50 %	470.00
14280.00 1373.19	14400.00 1370.19	14520.00 1375.79	200.00	3.00 %	160.00
14700.00 1379.19	14900.00 1385.19	15100.00 1381.19	400.00	-2.00 %	100.00
15200.00 1379.19	15200.00 1379.19	15200.00 1379.19			

OBRAS DE OBRAS DE CONSTRUCCION DEL CAMINO INTERMUNICIPAL FEDERAL DEL  
LADO IZQUIERDO

GEOGRAFIA DEL SECCIONAMIENTO DE CONSTRUCCION

Hoja No. 1

Casino : HELLU HERRERA

Tramo : CHILFANCIAGO TIERRA COLOMBIA

Alternativa : CARRETA DE 21.00 M.

Origen : CHILFANCIAGO, G.F.O.

Proyectista : ANTONIO BECERRIL GARCIA

Archivo : CM4193AA

Fecha : 05-02-1980

Hora : 20:16:44

FE 1980

ESTACION	EL-TN EL-SB	H	E	F	F	L	E	C	C	B	A	FM SEC
1000.00	1229.69	10.10	12.41							12.41	11.94	2
	1230.99		-14.06							-0.80	-0.48	
10020.00	1233.70	8.29	12.41							12.41	11.94	2
	1231.99		-12.79							-0.80	-0.48	
10040.00	1228.04	4.95	12.41							12.41	11.94	2
	1232.99		-28.47							-0.80	-0.48	
10060.00	1233.25	0.74	12.41							12.41	11.94	2
	1233.99		-22.39							-0.80	-0.48	
10080.00	1237.50	-2.51	11.10							11.10	11.10	8
	1234.99		-0.23							-0.44	-0.44	
10100.00	1241.41	-5.42	14.49							12.10	12.02	3
	1235.99		2.81							-0.78	-0.48	
10112.00	1244.58	-7.99	12.23							12.10	12.02	3
	1236.59		5.12							-0.78	-0.48	
10120.00	1247.21	-10.22	18.14							12.10	12.02	3
	1236.99		7.68							-0.78	-0.48	
10140.00	1251.13	-13.14	19.19							12.10	12.02	3
	1237.99		9.08							-0.78	-0.48	
10153.50	1254.44	-15.77	19.89							12.10	12.02	3
	1238.67		10.01							-0.78	-0.48	
10160.00	1255.24	-16.25	19.98							12.10	12.02	3
	1238.99		10.12							-0.78	-0.48	
10180.00	1256.00	-16.01	19.79							12.10	12.02	3
	1239.99		9.88							-0.78	-0.48	
10200.00	1254.24	-13.25	19.17							12.10	12.02	3
	1240.99		9.06							-0.78	-0.48	
10220.00	1250.18	-8.19	14.06							12.10	12.02	3
	1241.99		2.24							-0.78	-0.48	
10240.00	1241.67	1.32	32.58							12.41	11.94	2
	1242.99		-14.37							-0.80	-0.48	
10260.00	1230.79	15.20	50.65							12.41	11.94	2
	1243.99		-26.41							-0.80	-0.48	
10280.00	1225.32	17.67	62.59							12.42	11.94	2
	1244.99		-34.37							-0.80	-0.48	
10297.00	1223.76	21.68	63.14							12.42	11.94	2
	1245.64		-36.07							-0.80	-0.48	
10300.00	1220.56	25.43	59.41							12.42	11.94	2
	1245.99		-32.25							-0.80	-0.48	
10320.00	1217.80	29.19	52.82							12.41	11.94	2
	1246.99		-27.86							-0.80	-0.48	
10340.00	1217.99	30.00	46.12							12.41	11.94	2
	1247.99		-22.38							-0.80	-0.48	
10360.00	1218.57	30.42	46.49							12.22	11.74	1
	1248.99		-23.63							-0.75	-0.47	
10380.00	1223.12	26.87	42.80							12.22	11.74	1
	1249.99		-21.18							-0.75	-0.47	
10400.00	1227.82	23.17	37.98							12.22	11.74	1
	1250.99		-17.97							-0.75	-0.47	
10409.50	1230.77	20.67	34.55							12.22	11.74	1
	1251.46		-15.68							-0.75	-0.47	
10420.00	1231.33	20.66	30.02							12.22	11.74	1
	1251.99		-12.66							-0.75	-0.47	

LADO DERECHO

COMUNIDAD DEL SECTORAMIENTO DE CONSTRUCCIÓN

Hoja No. 3

Casino : MEXICO ACAPULCO Proyectista : ANTONIO BECERRIL GARCIA  
 Trato : CHILFANCIÑO TIERRA COLORADA Archivo : 0619304  
 Alternativa : CORDA DE 21.00 M. Fecha : 05-03-1999  
 Origen : CHILFANCIÑO, GFO. Hora : 20:16:44

PRM SEC	A	B	C	D	E	F	F'	E	H	EL-Dr EL-SB	ESTADIGN
2	11.27	11.68						17.87	10.10	120.07	1000.00
	0.45	0.17						-4.10		130.99	
2	11.27	11.67						15.42	8.29	123.70	1000.00
	0.45	0.17						-2.46		121.99	
2	11.27	11.63						12.52	4.95	128.04	1000.00
	0.45	0.17						-0.53		122.99	
2	11.48	11.50						15.22	6.74	123.25	1000.00
	0.46	0.49						5.45		123.99	
3	11.48	11.50						17.77	-2.51	127.50	1000.00
	0.46	0.49						8.85		124.99	
4	11.48	11.50	18.93	22.93				25.92	-5.42	121.41	1000.00
	0.46	0.49	10.40	10.40				14.38		125.99	
4	11.48	11.50	18.93	22.93				25.46	-7.99	124.58	1012.00
	0.46	0.49	10.40	10.40				13.77		126.59	
4	11.48	11.50	18.93	22.93				26.28	-10.22	124.21	1020.00
	0.46	0.49	10.40	10.40				14.86		126.99	
4	11.48	11.50	18.93	22.93				20.54	-12.14	125.12	1040.00
	0.46	0.49	10.40	10.40				20.54		127.99	
4	11.48	11.50	18.93	22.93				25.69	-15.77	124.44	1045.50
	0.46	0.49	10.40	10.40				27.41		128.67	
4	11.48	11.50	18.93	22.93				24.66	-12.25	125.24	1040.00
	0.46	0.49	10.40	10.40				26.05		128.99	
4	11.48	11.50	18.93	22.93				24.45	-16.01	126.00	1040.00
	0.46	0.49	10.40	10.40				25.75		129.99	
4	11.48	11.50	18.93	22.93				33.10	-17.25	124.24	1050.00
	0.46	0.49	10.40	10.40				23.95		124.99	
4	11.48	11.50	18.93	22.93				28.95	-8.19	128.18	1020.00
	0.46	0.49	10.40	10.40				18.42		121.59	
2	11.48	11.50						13.73	1.32	121.67	1020.00
	0.46	0.49						3.45		124.99	
2	11.27	11.68						19.54	12.20	120.79	1020.00
	0.45	0.17						-5.21		124.99	
2	11.27	11.67						21.44	19.67	125.32	1020.00
	0.45	0.17						-13.14		124.99	
2	11.27	11.67						31.78	21.88	123.76	10297.00
	0.45	0.17						-13.27		124.64	
2	11.27	11.67						22.14	25.43	120.54	1000.00
	0.45	0.17						-13.60		124.99	
2	11.27	11.67						23.15	29.19	121.80	1030.00
	0.45	0.17						-14.27		124.99	
2	11.27	11.67						37.39	30.03	121.99	1020.00
	0.45	0.17						-17.11		124.99	
1	11.07	11.49						25.61	30.42	128.57	1020.00
	0.44	0.16						-16.56		124.99	
1	11.07	11.49						43.46	26.87	127.12	1020.00
	0.44	0.16						-21.16		124.99	
1	11.07	11.49						49.03	22.17	127.82	1040.00
	0.44	0.16						-24.87		125.99	
1	11.07	11.49						52.05	30.69	120.77	10409.50
	0.44	0.16						-26.88		121.46	
1	11.07	11.49						47.70	20.66	121.33	10420.00
	0.44	0.16						-23.98		121.99	

DEPARTAMENTO GENERAL DE OBRAS PUBLICAS FEDERALES  
VOLUMENES DE CONSTRUCCION

Foja No : 17

Camino : MEXICO ACAPULCO  
Tramo : CHILFANCIINGO TIERRA COLEGADA  
Alternativa : LONJANA DE 21.00 M.  
Origen : CHILFANCIINGO, GRO.

Proyectista : ANTONIO BECERRIL GARCIA  
Archivo : CM6192AM  
Fecha : 05-03-1990  
Hora : 20:19:55

ESTACION	DESP CORT	DESP TIERR	CORTE E2	CORTE E3	CORTE CAJA	L.T.M TIERR	C.C.C	CU. TIERR	SBY TIERR	SIN TIERR	HELL CAJA	E+M TeCo
1000.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10020.00	0	184	0	0	0	184	0	8475	248	142	0	0
10040.00	0	177	0	0	0	177	0	4773	248	142	0	0
10060.00	25	133	203	0	0	129	50	2315	193	114	0	8
10080.00	83	50	987	0	0	46	161	517	69	47	0	95
10100.00	139	0	1610	0	0	0	224	0	0	0	0	137
10112.00	99	0	2560	0	0	0	136	0	0	0	0	84
10120.00	69	0	2324	0	0	0	91	0	0	0	0	56
10140.00	188	0	8212	0	0	0	227	0	0	0	0	140
10153.50	142	0	7694	0	0	0	153	0	0	0	0	94
10160.00	72	0	4235	0	0	0	74	0	0	0	0	45
10180.00	218	0	13062	0	0	0	227	0	0	0	0	140
10200.00	213	0	11907	0	0	0	227	0	0	0	0	140
10220.00	191	0	8116	0	0	0	227	0	0	0	0	140
10240.00	104	75	2682	0	0	70	153	1031	79	50	0	90
10260.00	18	215	86	0	0	216	40	7628	204	121	0	20
10280.00	0	728	0	0	0	328	0	17917	248	142	0	0
10293.00	0	248	0	0	0	248	0	16811	162	92	0	0
10300.00	0	132	0	0	0	132	0	10424	87	50	0	0
10320.00	0	355	0	0	0	255	0	31228	248	142	0	0
10340.00	0	339	0	0	0	339	0	32073	248	142	0	0
10360.00	0	729	0	0	0	729	0	31967	247	141	0	0
10380.00	0	345	0	0	0	345	0	31324	245	140	0	0
10400.00	0	347	0	0	0	347	0	29676	245	140	0	0
10409.50	0	165	0	0	0	165	0	13100	116	66	0	0
10420.00	0	173	0	0	0	173	0	12256	128	73	0	0
10440.00	0	194	0	0	0	294	0	16056	245	140	0	0
10460.00	0	214	0	0	0	214	0	7116	245	140	0	0
10480.00	53	76	482	132	0	76	1	1099	122	70	0	197
10500.00	115	0	1066	1313	0	0	1	0	0	0	0	381
10520.00	129	0	1218	3001	0	0	0	0	0	0	0	368
10540.00	145	0	1209	4103	0	0	0	0	0	0	0	366
10541.85	14	0	124	425	0	0	0	0	0	0	0	34
10560.00	144	0	1317	4801	0	0	0	0	0	0	0	331
10580.00	167	0	1662	6655	0	0	0	0	0	0	0	363
10600.00	174	0	1673	8012	0	0	0	0	0	0	0	361
10620.00	186	0	1771	9025	0	0	0	0	0	0	0	369
10640.00	198	0	1859	9973	0	0	0	0	0	0	0	360
10660.00	203	0	1958	11109	0	0	0	0	0	0	0	360
10680.00	206	0	1989	11739	0	0	0	0	0	0	0	369
10681.50	16	0	150	894	0	0	0	0	0	0	0	27
10700.00	187	0	1903	5952	0	0	0	0	0	0	0	333
10720.00	181	0	1743	8044	0	0	0	0	0	0	0	360
10740.00	149	0	1414	4868	0	0	0	0	0	0	0	360
10760.00	124	0	1164	2399	0	0	0	0	0	0	0	359
10780.00	191	15	876	748	0	9	27	21	17	13	0	298
10788.00	33	13	249	100	0	8	20	19	17	13	0	69
10800.00	56	11	446	180	0	7	26	16	15	11	0	158
10820.00	110	0	784	747	0	0	21	0	0	0	0	240
10840.00	111	0	1039	880	0	0	0	0	0	0	0	359
10850.00	54	48	569	334	0	9	80	6	35	46	0	201
10866.00	0	36	0	0	0	24	24	273	46	34	0	7
10867.00	0	9	0	0	0	9	9	286	12	7	0	0
10880.00	0	148	0	0	0	142	0	6092	156	69	0	0
10880.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10900.00	0	228	0	0	0	228	0	9319	239	136	0	0
10920.00	0	190	0	0	0	190	0	5949	239	136	0	0
10940.00	21	120	133	6	2	114	24	1662	187	112	38	0
10960.00	44	76	287	15	3	63	73	333	126	85	84	0
SUMAS	4482	5093	92072	99345	5	4590	2327	297614	4716	2772	122	7941



DEPARTAMENTO GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS - PUERTO RICO

ORDENADA DE CURVA NASA

Hoja No : 1

Camino : RAGUA-AGUA - MANZANILLO  
 Tramo : COLIMA - MANZANILLO  
 Alternativa : CUEFFO IZQUIERDO  
 Origen : COLIMA COL.

Proyectista : JOEL BALTIERRA IZQUIERDO  
 Archivo : CM14875  
 Fecha : 03-07-1990  
 Hora : 15:01:48

ESTACION	VLN-B CR-E2	COEF ABND	VLN-A CR-E2	VLN-B CR-E3	COEF ABND	VLN-A CR-E3	PC/1986 CORTE COMPS	VOLUM TR-90	VOLUM TR-95	VOLUM TR-100	TRFPL COMPS	CURVA NASA-1	CURVA NASA-2	CURVA NASA-3
61500.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	377	145	78	496	287383		
61520.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	303	145	78	526	288887		
61540.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	281	145	78	544	288361		
61560.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	235	145	78	458	285867		
61580.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	253	145	78	476	285399		
61600.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	323	145	78	546	284923		
61620.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	427	146	78	651	284377		
61640.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	512	146	78	776	283726		
61660.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	600	146	78	824	282990		
61680.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	548	145	78	601	282165		
61700.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	371	145	78	584	281365		
61720.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	300	142	79	421	280771		
61740.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	136	135	78	349	280250		
61760.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	81	125	78	284	280001		
61780.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	82	119	78	279	279717		
61800.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	97	113	77	287	279436		
61820.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	147	111	74	332	279151		
61840.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	244	116	74	424	278819		
61860.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	245	117	76	438	278385		
61880.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	186	114	73	373	277947		
61900.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	122	103	71	296	277574		
61920.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	56	90	73	219	277278		
61940.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	48	84	77	219	277059		
61960.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	141	116	76	325	276640		
61980.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	319	139	79	537	276205		
62000.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	356	145	78	579	275948		
62020.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	341	145	78	564	275389		
62040.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	347	145	78	570	274825		
62060.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	325	145	78	548	274255		
62080.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0	383	146	78	607	273707		
62100.00	0	0.96	0	0	0.96	0	0					273100		
SUMAS :	0		0	0		0	0	8012	3950	3950	14283			

INVENTARIO CANTIDAD DE MATERIALES PROYECTADA

AREAS DE LAS SECCIONES DE CONSTRUCCION

Nota No : 1

Casino : GUADALUPE - MARAVILLO Proyectista : JOSE BALTERRA IGUERRO  
 Tramo : COLIMA - MARAVILLO Archivo : CM14875  
 Alternativa : CUERPO IGUERRO Fecha : 02-07-1999  
 Origen : COLIMA ECL. Hora : 15:01:48

ESTACION	FC. 1999					C.C.C	DESP TERR	LPU TERR	SBY TERR	SER TERR	C.T.N TERR	CORTE CAJA
	DESP CORT	CORTE E2	CORTE E3	RELL CAJA	ELAC TeDo							
61500.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	14.6	7.2	3.9	3.7	0.0
61520.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	12.7	7.2	3.9	3.6	0.0
61540.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	17.6	7.3	3.9	3.7	0.0
61560.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	10.6	7.3	3.9	3.5	0.0
61580.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	12.9	7.3	3.9	3.6	0.0
61600.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	12.4	7.3	3.9	3.6	0.0
61620.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	19.9	7.3	3.9	3.7	0.0
61640.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	22.8	7.3	3.9	3.8	0.0
61660.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	28.4	7.3	3.9	4.0	0.0
61680.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	31.5	7.3	3.9	4.0	0.0
61700.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	26.2	7.3	3.9	3.8	0.0
61720.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	10.9	7.2	3.9	3.2	0.0
61740.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	9.1	7.0	3.9	3.0	0.0
61760.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	4.5	6.5	3.9	2.4	0.0
61780.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	3.6	6.0	3.9	2.2	0.0
61800.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	4.6	5.8	3.9	2.2	0.0
61820.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	5.0	5.4	3.8	2.1	0.0
61840.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	9.7	5.7	3.5	2.8	0.0
61860.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	14.7	5.6	3.8	2.8	0.0
61880.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	2.4	9.7	5.7	3.8	2.5	0.0
61900.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	8.6	5.7	3.5	2.5	0.0
61920.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	3.3	4.6	3.5	1.8	0.0
61940.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	2.3	3.3	4.5	3.8	1.5	0.0
61960.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	2.6	5.0	3.9	1.7	0.0
61980.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	11.6	6.7	3.9	2.9	0.0
62000.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	20.4	7.2	3.9	3.5	0.0
62020.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	15.2	7.2	3.9	3.5	0.0
62040.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	18.9	7.3	3.9	3.6	0.0
62060.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	15.8	7.3	3.9	3.6	0.0
62080.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	16.7	7.3	3.9	3.6	0.0
62100.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	21.6	7.3	3.9	3.8	0.0
62120.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	14.8	7.3	3.9	3.7	0.0
62140.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	13.8	7.3	3.9	3.7	0.0
62160.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	16.1	7.3	3.9	3.7	0.0
62180.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	17.3	7.3	3.9	3.7	0.0
62200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	22.0	7.3	3.9	3.9	0.0
62220.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	21.1	7.3	3.9	3.9	0.0
62240.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	19.5	7.3	3.9	3.8	0.0
62260.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	21.0	7.3	3.9	3.8	0.0
62280.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	14.2	7.3	3.9	3.7	0.0
62300.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	5.4	7.2	3.9	3.3	0.0
62320.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	2.3	0.7	6.5	3.7	0.9	0.0
62340.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	3.7	7.2	3.9	3.2	0.0
62360.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	13.4	7.3	3.9	3.6	0.0
62380.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	15.8	7.3	3.9	3.7	0.0
62400.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	27.7	7.3	3.9	4.0	0.0
62420.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	25.9	7.3	3.9	4.0	0.0
62440.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	18.0	7.3	3.9	3.8	0.0
62460.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	15.6	7.3	3.9	3.7	0.0
62480.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	13.6	7.3	3.9	3.7	0.0
62500.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	10.4	7.3	3.9	3.6	0.0
62520.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	9.3	7.3	3.9	3.5	0.0
62540.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	8.0	7.2	3.9	3.4	0.0
62560.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	8.9	7.3	3.9	3.5	0.0
62580.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	9.8	7.3	3.9	3.4	0.0
62600.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	11.3	7.3	3.9	3.6	0.0
62620.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	14.0	7.3	3.9	3.7	0.0
62640.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	15.3	7.3	3.9	3.7	0.0
62660.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	13.2	7.3	3.9	3.7	0.0

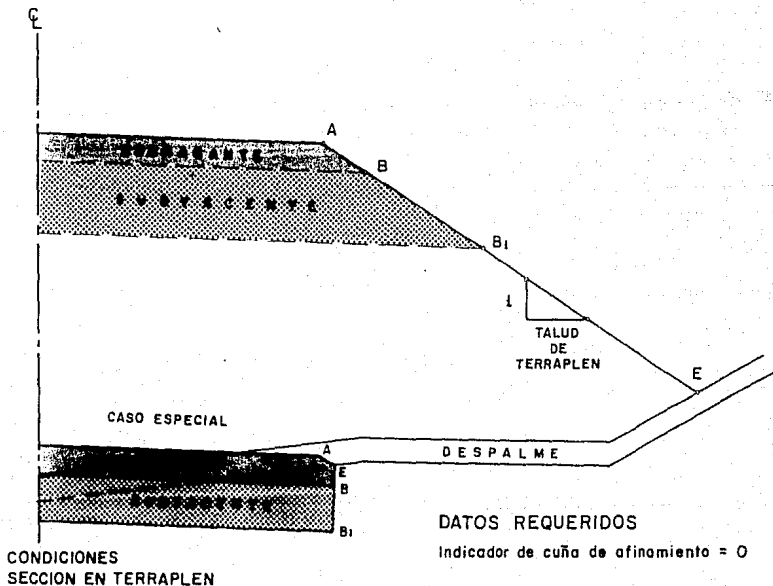
## APENDICE <CD>

### SECCIONES TIPO

SECCION TIPO: 1  
TERRAPLEN SIN CUÑA DE AFINAMIENTO

PUNTOS DE IMPRESION

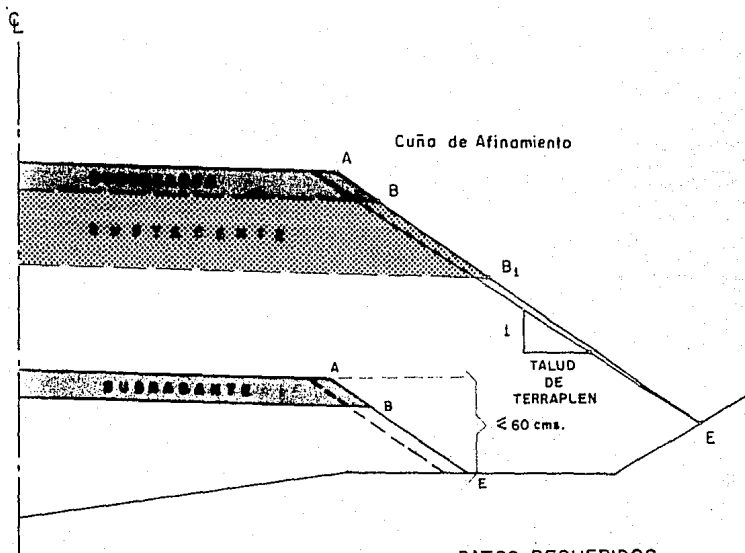
- A Hombro
- B Límite de capa subrasante
- E Intersección de proyecto-terreno natural



SECCION TIPO: 2  
TERRAPLEN CON CUÑA DE AFINAMIENTO

PUNTOS DE IMPRESION

- A Hombro
- B Límite de capa subrasante
- E Intersección de proyecto-terreno natural



CONDICIONES  
SECCION EN TERRAPLEN

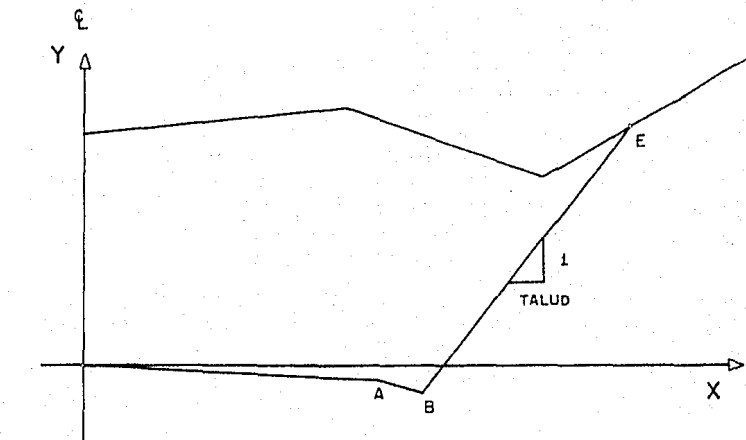
DATOS REQUERIDOS

Indicación A cuña de afinamiento = 1.

# SECCION TIPO: 3

## PUNTOS DE IMPRESION

- A Hombro
- B Fondo de cuneta definitiva
- E Intersección de proyecto terreno natural



CONDICIONES  
SECCION EN CORTE  
( Fondo de cuneta enterrado )

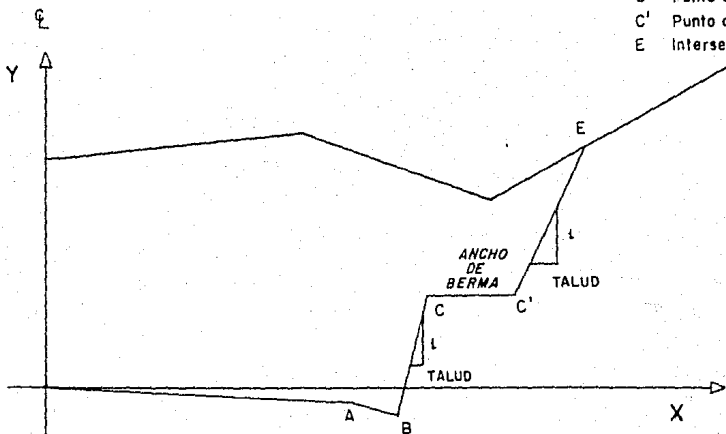
## DATOS REQUERIDOS

TALUD = TALUD DE CORTE ESTRATO 2 : TALUD DE CORTE DEL ESTRATO 3  
ANCHO DE BERMA = 0

# SECCION TIPO: 4

## PUNTOS DE IMPRESION

- A Hombro
- B Fondo de cuneta definitiva
- C Punto de inicio de berma
- C' Punto de fin de berma
- E Intersección de proyecto-terreno natural



### CONDICIONES

SECCION EN CORTE

( Fondo de cuneta enterrado )

PUNTOS C y C' enterradas y encima de la altura mínima de berma

### DATOS REQUERIDOS

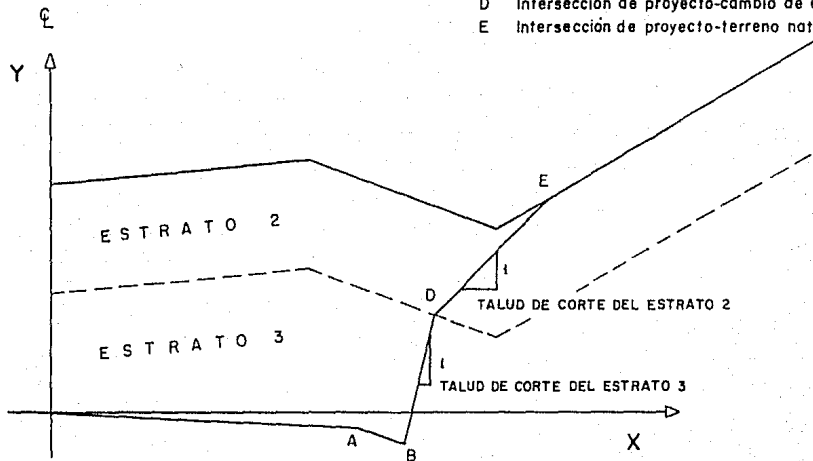
TALUD = TALUD DE CORTE ESTRATO 2 = TALUD DE CORTE ESTRATO 3

ANCHO DE BERMA  $<> 0$

# SECCION TIPO: 5

## PUNTOS DE IMPRESION

- A Hombro
- B Fondo de cuneta definitiva
- D Intersección de proyecto-cambio de estrato (2 a 3)
- E Intersección de proyecto-terreno natural



## CONDICIONES SECCION EN CORTE

- PUNTO B en el estrato 3
- PUNTO D encima de la altura mínima de berma

## DATOS NECESARIOS

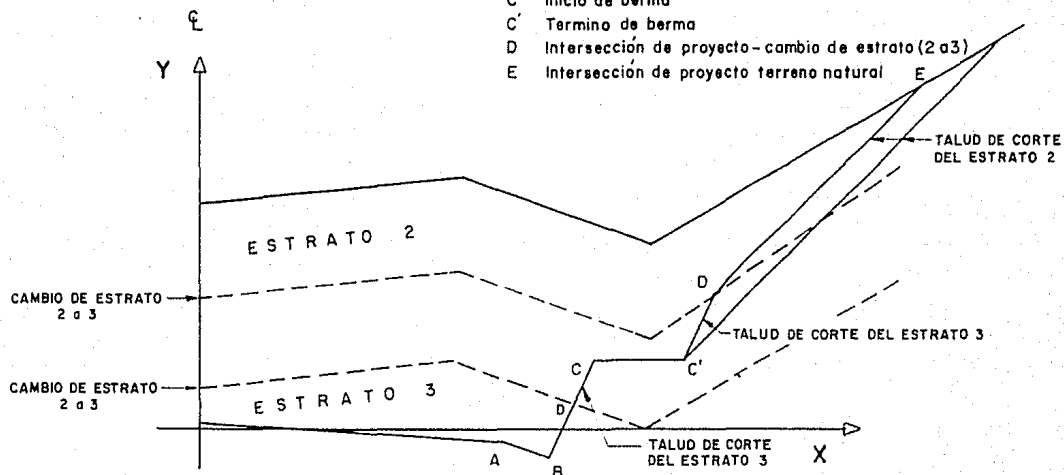
- TALUD DE CORTE DEL ESTRATO 2 < > TALUD DE CORTE DEL ESTRATO 3
- ANCHO DE BERMA = 0
- ALTURA DE QUIEBRE = 0



# SECCION TIPO: 6

## PUNTOS DE IMPRESION

- A Hombro
- B Fondo de cuneta definitiva
- C Inicio de berma
- C' Termina de berma
- D Intersección de proyecto-cambio de estrato (2 a 3)
- E Intersección de proyecto terreno natural



### CONDICIONES

SECCION EN CORTE

(Fondo de cuneta enterrado)

PUNTOS C y C' encima de la altura mínima de berma

### DATOS REQUERIDOS

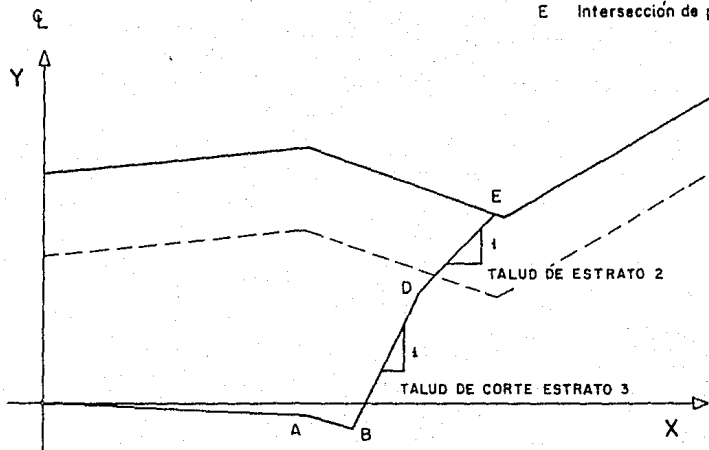
TALUD DE CORTE DEL ESTRATO 2 <> TALUD DE CORTE DEL ESTRATO 3

ANCHO DE BERMA <> 0

# SECCION TIPO: 7

## PUNTOS DE IMPRESION

- A Hombro
- B Fondo de cuneta definitiva
- D Quiebre
- E Intersección de proyecto-terreno natural



### CONDICIONES

SECCION EN CORTE

( Fondo de cuneta enterrado )

PUNTO D encima de la altura mínima de berma y en el estrato 3

### DATOS REQUERIDOS

TALUD DE CORTE DEL ESTRATO 2 DIFERENTE AL DEL ESTRATO 3

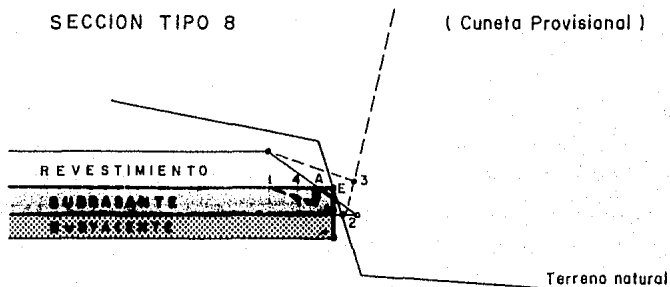
ANCHO DE BERMA = 0

ALTURA DE QUIEBRE  $\neq$  0



DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES  
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS  
SUBDIRECCION DE FOTOGRAMERIA Y PROCESO DE DATOS  
DEPARTAMENTO DE PROCESO DE DATOS

SECCION TIPO 8



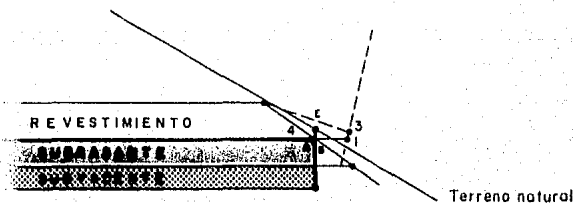
PUNTOS IMPORTANTES

- 1.- Hombro de la sección proyecto corte
- 2.- Fondo de cuneta provisional proyecto corte ( no enterrada )
- 3.- Fondo de cuneta definitiva proyecto corte
- 4.- Hombro de la sección proyecto terraplen ( enterrado )

PUNTOS DE IMPRESION

- A - Hombro  
B - Hombro  
E - Intersección proyecto - terreno natural

( Cuneta Definitiva )



# X

## BIBLIOGRAFIA

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
"MANUAL DEL PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS"
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
"NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN, CARRETERAS Y AEROPUERTOS, TERRESTRES"  
1984
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
"NORMAS DE SERVICIOS TÉCNICOS, PROYECTO GEOMÉTRICO, CARRETERAS"  
1984
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
"MEMORIA DE LA TERCERA REUNION HISPANO - MEXICANA DE TÉCNICO EN VIAS TERRESTRES"  
1986
- Richard Fairley  
"INGENIERIA DE SOFTWARE"  
McGraw Hill, 1988
- Roger S. Pressman  
"INGENIERIA DE SOFTWARE: UN ENFOQUE PRACTICO"  
McGraw Hill, 1980
- Borland Internacional, INC.  
"TURBO BASIC, Owner's Handbook"  
1987