

LECCION 6. – CONCEPTOS DE ROADCALC.

El término “proyecto geométrico” abarca todos los aspectos del proyecto de un camino bajo el punto de vista de la ingeniería, con excepción de los que se refieren al proyecto de sus elementos estructurales.

El diseño geométrico de un camino, se encontrará preponderadamente influenciado por dos factores:

Por la configuración del terreno que debe atravesar.

Por las exigencias del tránsito que debe soportar.

Cuando el tránsito es reducido, el diseño del camino deberá estar más influenciado por el primer factor. En cambio, cuando el tránsito es intenso, las necesidades de los usuarios y las características del tránsito, serán los factores que intervendrán preponderadamente en su diseño.

Si bien todos estos factores influyen en la elección de un trazado, preponderadamente, para un tránsito dado, la topografía del terreno es la que determina el nivel de las normas de diseño geométrico.

Para tener en cuenta la topografía del terreno, es que RoadCalc utiliza los modelos de superficies generados en el módulo Surface Modeling.

Los métodos empleados por RoadCalc para el diseño de carreteras, derivan del diseño convencional, pero explotando al máximo la capacidad de precisión, velocidad e iteración de la PC.

Veamos la siguiente tabla que grafica las opciones de menú del RoadCalc donde se encuentran los pasos convencionales en el diseño de un camino.

ALIGNMENTS	Seleccionar líneas de tangente.	Convert Objects to Alignment.
	Calcular datos de curva de diseño.	Edit Data -> Curve Data -> Horizontal Speed Tables.
CROSS SECTIONS	Definir las superficies de Terreno Natural.	Manage Surfaces -> Original.
	Definir las superficies de diseño.	Manage Surfaces -> Design.
	Secciones transversales .	Extract Cross-Sections.
PROFILES	Perfil de suelo original	View Profile Graphics.
	Seleccionar Líneas tangentes	Convert Objects to Profile.
	Seleccionar longitudes de curva de diseño	Edit Data -> Curve Data -> Vertical Speed Tables.
TYPICAL SECTIONS	Ingresar la geometría del paquete estructural	Manage Typical Sections.
		Construct Typical Section.
		Manage Typical Sections -> Typical Section Library.
PROCESS	Tipos de pendientes definidas	Slopes Library.
	Condiciones de corte y de relleno	Manage Condition Tables.
	Ubicación de secciones típicas	Edit Design Locations.
OUTPUT	Dibujos de planos	Cross-Section Sheets.
		Plan and Profile Sheets.
	Diagrama de masa	Mass Diagram Sheets.
	Cálculo de volumen	Volumes.

La base del potencial de RoadCalc son los ciclos de diseño. El reajuste del alineamiento, perfil y otros elementos de diseño permite lograr el balance más apropiado de cantidades y un diseño estético con un esfuerzo mínimo.

LECCION 6.1. – CREAR UN SUBPROYECTO EN ROADCALC.

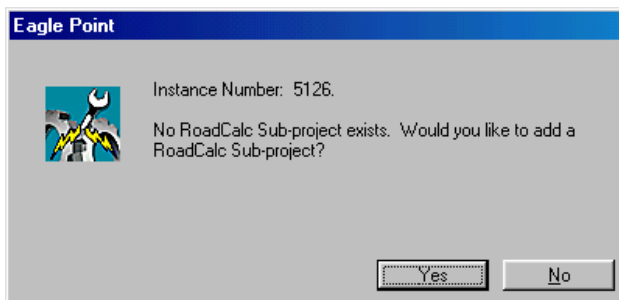
Para habilitar el módulo Roadcalc, debemos crear un subproyecto.

Los subproyectos sirven para separar los datos de distintos alineamientos y perfiles o diferentes alternativas de un mismo alineamiento o corredor de carretera.

Roadcalc puede tener 999 subproyectos en un proyecto.

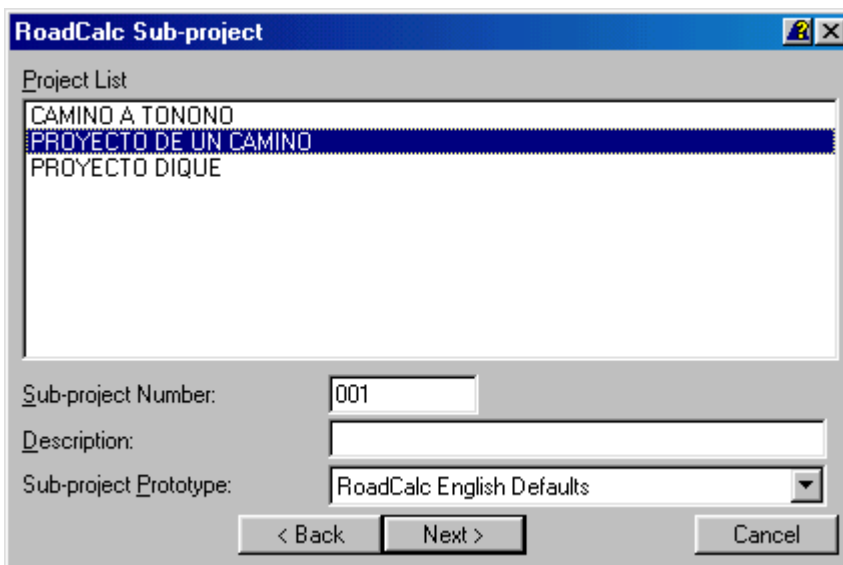
Para generar un subproyecto en Roadcalc, debemos seguir los siguientes pasos:

- 7) De la barra de ventana Eagle Point, clic en  (Roadcalc), se mostrará el siguiente mensaje:



El cual informa que no existen subproyectos en el módulo Roadcalc, y pregunta si queremos crear un subproyecto.

- 8) Clic en , se visualiza el siguiente cuadro de diálogo.



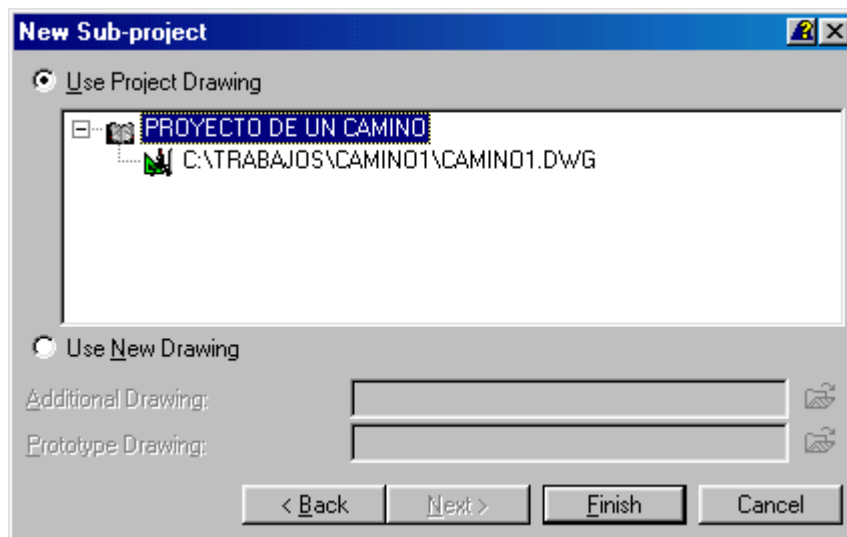
Del listado de proyectos, seleccionar el nombre del proyecto donde deseamos crear el subproyecto. Generalmente se selecciona por defecto el proyecto en el cual estamos trabajando.

- 9) En el campo , tipear un nombre para identificar el alineamiento de este proyecto. Puede ser alternativa :



- 10) Verificar que el campo se encuentre con la opción Roadcalc **Metric Defaults**, para trabajar con medidas en el sistema métrico.

- 11) Clic en , se visualiza :



12) Clic en **Finish**, para activar el menú del módulo Roadcalc.



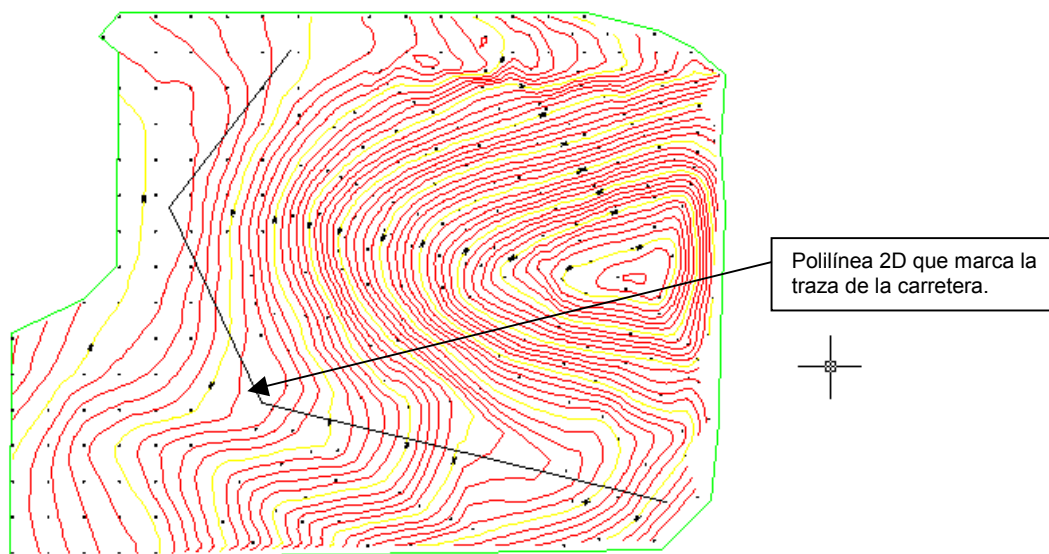
LECCION 7. – ALINEAMIENTOS.

Como en el proyecto convencional de carreteras, el alineamiento consistirá en una serie de tramos rectos (tangentes) conectados por curvas circulares. Las curvas espirales de transición son refinamientos adicionales que deben utilizarse en algunos casos con objeto de que el alineamiento sea compatible con las necesidades de operación de los vehículos. Estas transiciones entre los tramos en tangentes y las curvas circulares proporcionan medios para desviar suavemente el vehículo a la curva, y suministran una base racional para dar la sobreelevación al entrar y al salir de la curva circular.

Roadcalc representa los alineamientos como objetos 2D consistentes en líneas, arcos y espirales sin elevación y tiene comandos para establecer los parámetros de curvas con y sin espiral.

Para ingresar un alineamiento en nuestro proyecto, primero debemos dibujar una polilínea 2D en AutoCAD, para luego Convertirla en un alineamiento.

Entonces vamos a dibujar primero, con una polilínea 2D la traza de la carretera, como muestra la siguiente figura:



LECCION 7.1. – CONVERTIR UN OBJETO EN UN ALINEAMIENTO

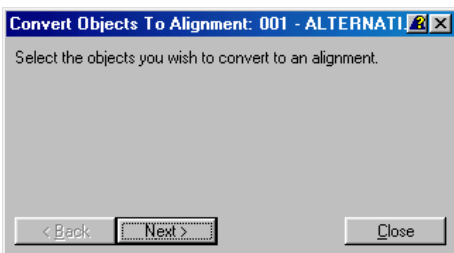
Una vez dibujada la traza con una polilínea 2D, debemos convertir esta polilínea en un alineamiento:

- 1) Del menú Roadcalc, clic en **A**lignments.
- 2) Luego clic en **C**onvert Objects to **A**lignment..., se visualiza en la zona de comandos:

```
Command: epcommand
Select the objects you wish to convert:
Select objects:
2796.6115, 569.8081, 0.0000  SNAP GRID ORTHO POLAR OSNAP OTRACK LWT MODEL
```

Que nos indica que debemos seleccionar el objeto a convertir en un alineamiento.

- 3) Clic sobre la polilínea dibujada anteriormente y luego presionamos el botón derecho del ratón y se muestra el siguiente cuadro:

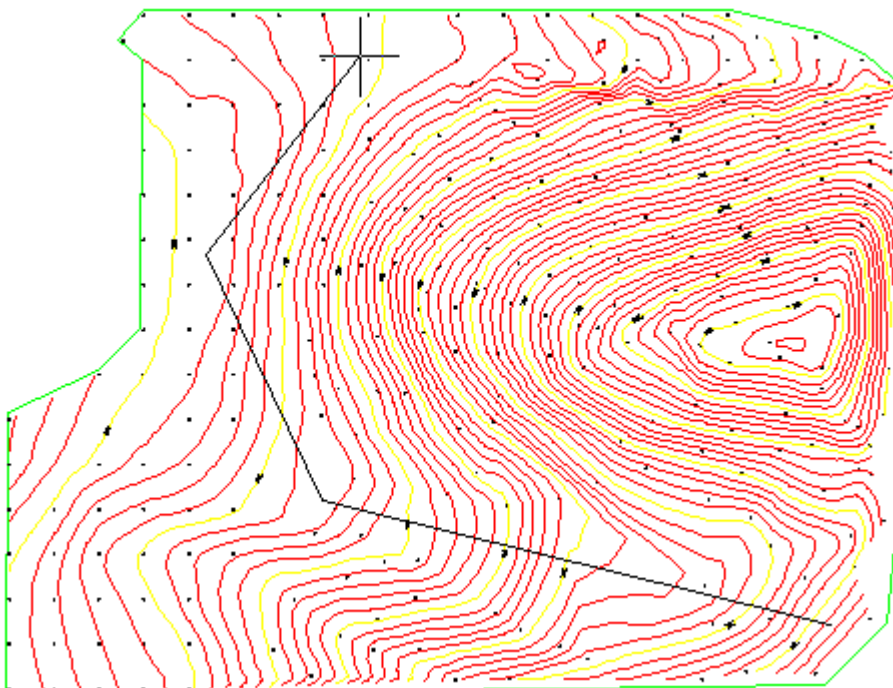


- 4) Clic en **N**ext >, se muestra en la zona de comandos:

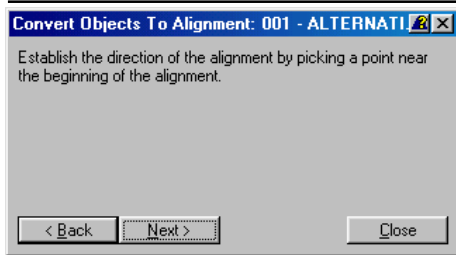
```
Command: *Cancel*
Command: epcommand
Pick a point near the beginning of the alignment:
1665.5484, 560.9132, 0.0000  SNAP GRID ORTHO POLAR OSNAP OTRACK LWT MODEL
```

Que nos indica que debemos hacer un clic cerca del punto de arranque del alineamiento, en otras palabras, debemos hacer clic en el extremo del alineamiento de donde se comenzará a contar los valores de las estaciones.

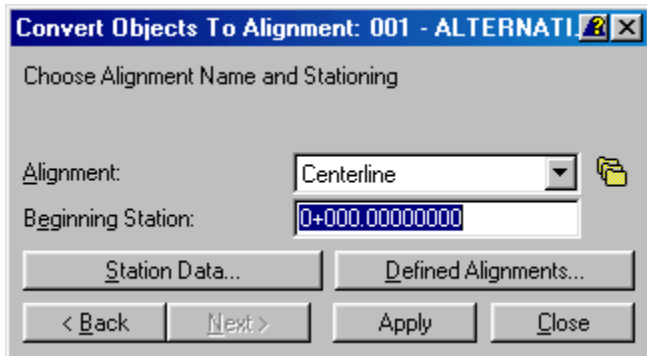
- 5) En nuestro ejemplo haremos clic en el extremo que se encuentra más al norte.



Se muestra el siguiente cuadro:



6) Clic en **Next >**, y se muestra:



En este cuadro debemos especificar el tipo de Alineamiento que corresponde la polilínea que acabamos de designar, en nuestro ejemplo es un alineamiento de línea central, por lo tanto lo dejamos en Centerline.

También en este cuadro podemos especificar el valor de arranque de las estaciones (progresivas). En nuestro ejemplo lo vamos a dejar con el valor por defecto (0+000.00000000).

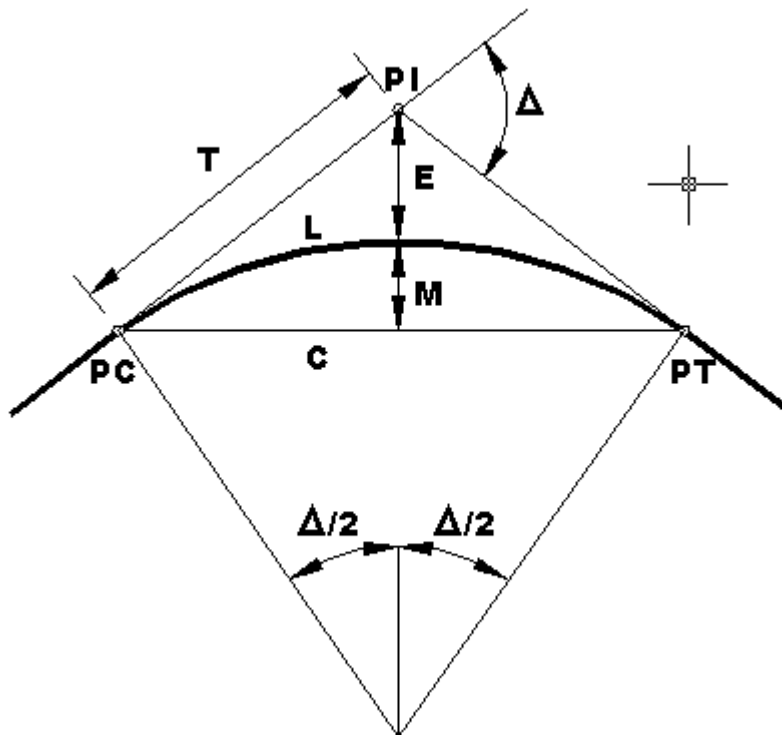
7) Clic en **Apply**, y observamos que la polilínea que señalamos, cambió de color y se ubicó en la capa Centerline.

De esta manera dimos a conocer un alineamiento de eje central a un subproyecto de Roadcalc. No obstante se pueden agregar hasta 99 alineamientos adicionales que controlan la geometría de offset a partir del eje central.

LECCION 7.2. – PARÁMETROS DE CURVA HORIZONTAL.

El eje de los caminos consta de una serie de líneas rectas y curvas. Técnicamente, a las rectas se les llama tangentes y a una curva que une dos tangentes que se cortan, las expresaremos por su radio o por el ángulo subtendido por un arco (o cuerda) de 10m, este último es llamado grado de curvatura de arco o de cuerda.

La siguiente figura muestra tal curva con todas sus líneas, o funciones que vamos a explicar.



Si se prolongan las tangentes se encontrarán en un punto de intersección llamado PI (o vértice, V).

Siguiendo la curva de izquierda a derecha, el punto A principio de la misma, se llama el PC (punto de curvatura) mientras que PT lo llamamos punto de tangencia.

Al ángulo externo de las tangentes se le llama ángulo de intersección o , ángulo de desviación. Este ángulo (Δ) es igual al central subtendido por el arco AB.

La distancia VA (=VB) desde el PI al PC (o al PT) es la llamada distancia tangente T. Será:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta \quad (1)$$

A la distancia en línea recta AB desde el principio al final de la curva se le llama Longitud de cuerda C. De la figura tenemos:

$$\operatorname{Sen} \frac{1}{2} \Delta = \left(\frac{1}{2} \frac{C}{R} \right) \quad (2)$$

De la cual $C = 2 R \operatorname{sen} \frac{1}{2} \Delta$.

La distancia exterior E es la distancia desde el PI al punto medio de la curva. De la figura,

$$\operatorname{Cos} \frac{1}{2} \Delta = \frac{R}{R + E}$$

Donde

$$E = R (\operatorname{sec} \frac{1}{2} \Delta - 1) = R \operatorname{ex} \operatorname{sec} \frac{1}{2} \Delta. \quad (3)$$

Combinando las ecuaciones 4 y 5 se deduce que:

$$E = T \operatorname{tg} \frac{1}{4} \Delta \quad (4)$$

La ordenada media M es la longitud de la ordenada comprendida entre el punto medio de la cuerda larga y el de la curva. De la Fig. 9,

$$\operatorname{Cos} \frac{1}{2} \Delta = \frac{R - M}{R} \quad (5)$$

De donde

$$M = R (1 - \operatorname{cos} \frac{1}{2} \Delta)$$

Como observamos, todos los parámetros geométricos de la curva, son función del radio de la misma, pero para seleccionar el radio debemos tener en cuenta la velocidad directriz y el peralte que adoptaremos para la curva. No es necesario derivar aquí las relaciones fundamentales para el cálculo del radio de las curvas circulares. Es suficiente decir que la fórmula:

$$R = \frac{V^2}{127.10 (s+f)}$$

Donde:

- V : velocidad
- s: peralte o sobreelevación
- f: coeficiente de rozamiento

Resulta de un análisis de la condición dinámica de equilibrio presente cuando un vehículo pasa por una curva.

Cuando hablamos de peralte, estamos hablando implícitamente del coeficiente de rozamiento lateral "f".

La relación que liga el coeficiente de rozamiento lateral "f" de un vehículo que en una curva de radio "R" en metros y peralte "s" se mueve a una velocidad "V" (Km/hora), es la siguiente:

$$f = 0.007865 \frac{V^2}{R} - s$$

Existen valores máximos de peraltes, los cuales se fijaron de acuerdo:

- Condiciones topográficas (llanura o montaña).
- Condiciones climáticas (zonas de heladas y nevadas frecuentes o no).
- Condiciones de operación de los vehículos (zonas de bajas velocidades, por frecuente presencia de intersecciones, o zonas sub-urbanas o urbanas).

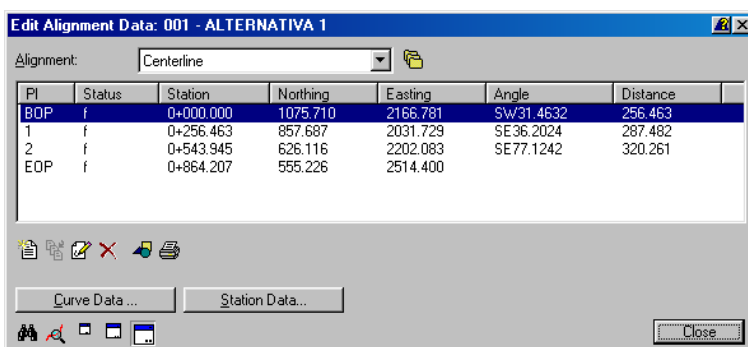
Se han fijado en base a la condición de dichas características tres valores máximos del peralte a saber:

Peralte	Condiciones en que se desarrolla la carretera
10%	En zonas rurales montañosas, con heladas o nevadas poco frecuentes.
8%	En zonas rurales llanas con heladas o nevadas poco frecuentes.
6%	En zonas próximas a las urbanas, con vehículos que operan a bajas velocidades, o en zonas rurales, llanas o montañosas, sujetas a heladas o nevadas frecuentes.

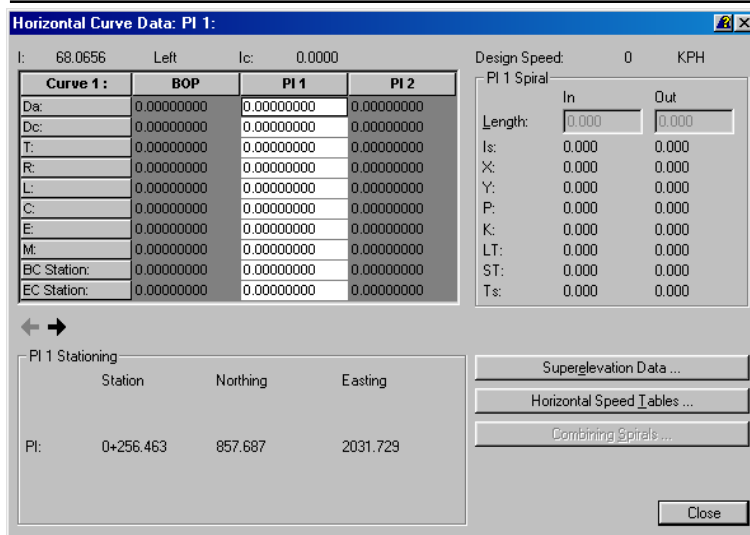
RoadCalc tiene definidas una serie de tablas de parámetros geométricos, donde se contemplan los radios mínimos de curvatura de acuerdo a la velocidad directriz, y donde se utilizaron los coeficientes de fricción recomendados por la A.A.S.H.O. que ofrece un razonable margen de seguridad sin proporcionar molestias al conductor medio.

En nuestro ejemplo tenemos dos PI, en los cuales se necesita definir los parámetros de curva horizontal. Para ello debemos seguir los siguientes pasos.

- Del menú descolgable de RoadCalc, clic en **Alignments**.
- Luego clic en **Edit Data...**, se muestra el siguiente cuadro de diálogo:

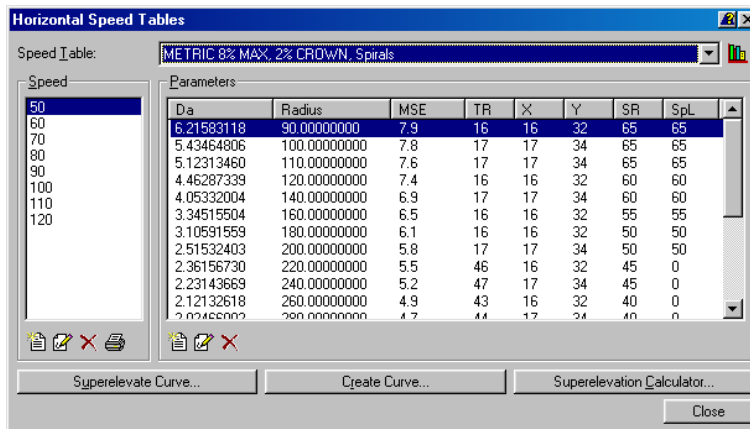


- Clic en **Curve Data...**, se muestra el siguiente cuadro de diálogo:



Vamos a elegir los parámetros de curva para el PI 1, los cuales los tomaremos de la tabla proporcionada por el RoadCalc.

4) Clic en Horizontal Speed Tables ...



En el campo **Speed Table**, se muestra una lista descolgable, donde tenemos las diferentes opciones de tablas predefinidas con los parámetros geométricos y de peraltado de la curva.

Vamos a suponer en PI 1, tenemos una curva circular simple, que la velocidad directriz es de 60 KPH y que el peraltado máximo será del 8% .

Entonces seleccionaremos la tabla: **METRIC 8% Max, 2% CROWN, No Spiral**

En esta primera curva elegiremos una tabla sin espiral de transición por tratarse de una curva simple, en el siguiente PI veremos con espiral de transición.

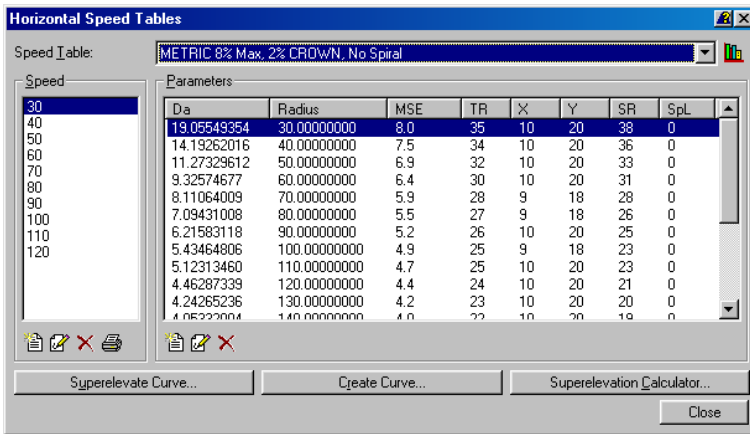
5) Entonces en el campo **Speed Table**, elegimos la tabla.



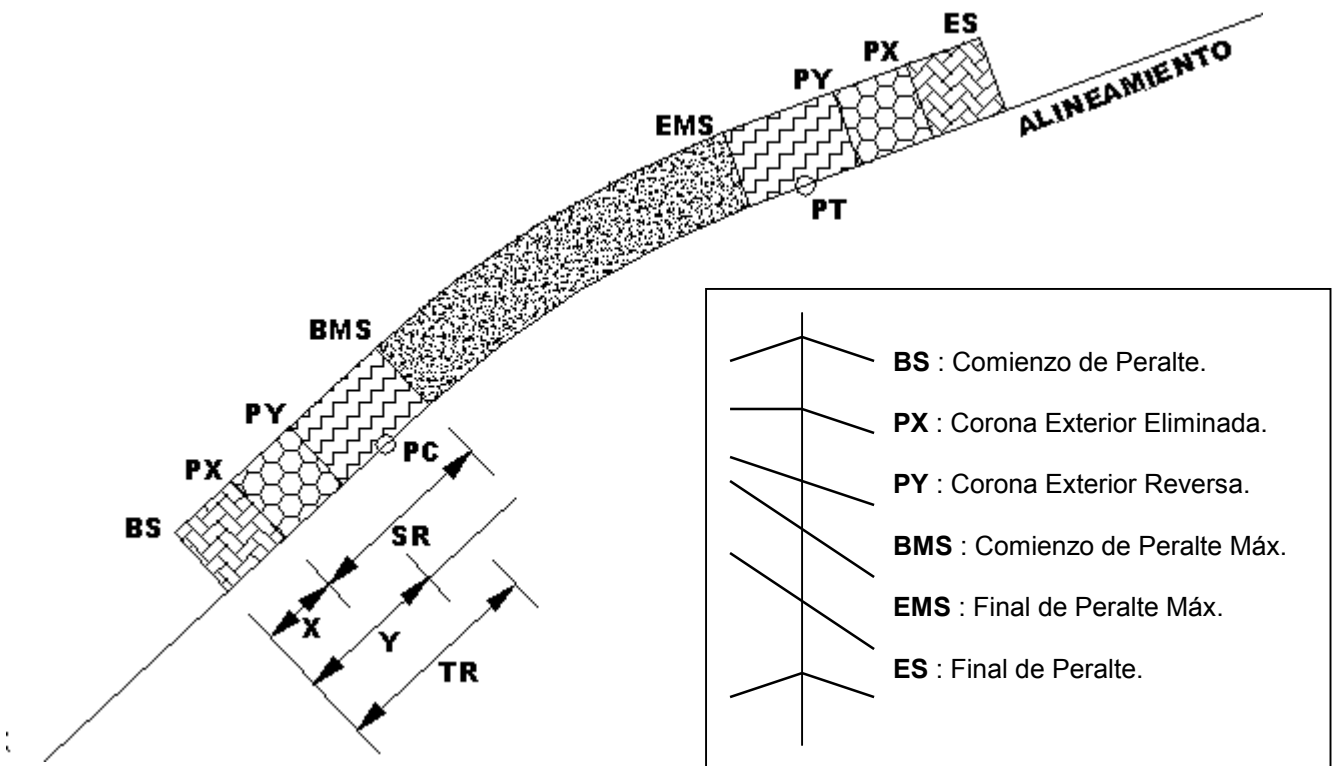
El texto 2% CROWN, se refiere a que los valores de peraltado de esta tabla, fueron calculados para una calzada, cuya pendiente transversal tiene un valor de 2%.

Ya veremos más adelante como podemos definir nuestra propia tabla de parámetros de curvas con que se ajuste a un reglamento específico.

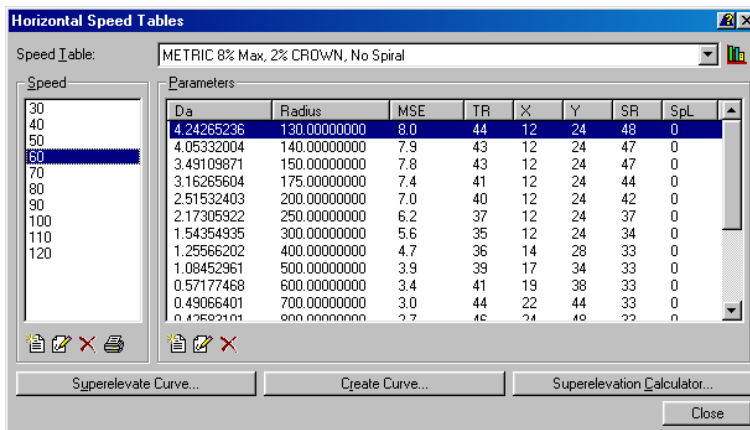
Tenemos:



La siguiente figura muestra la ubicación en el alineamiento horizontal, de los parámetros de peralte que aparecen en el cuadro de diálogo de la figura anterior.

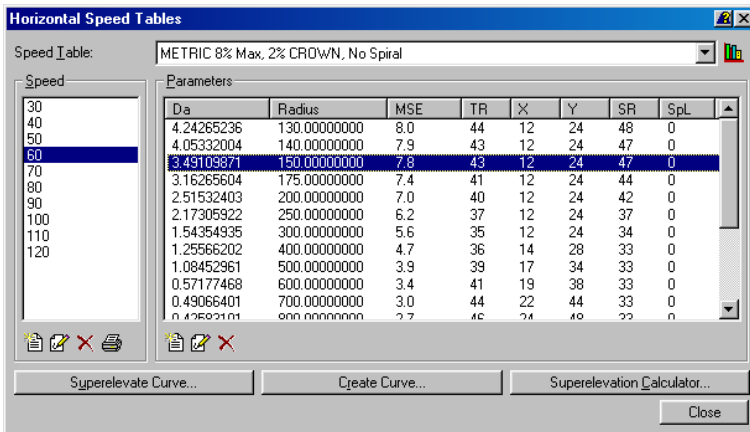


6) En el listado de velocidades (**Speed**), seleccionar el número 60 y tenemos:

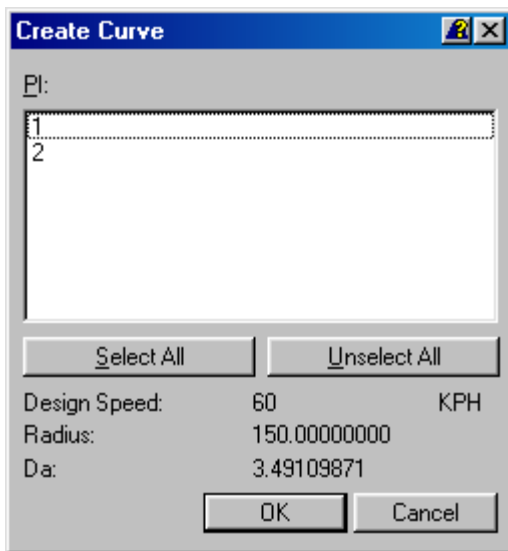


Vamos a suponer que necesitamos un radio de 150 m para el PI 1, entonces hacemos.

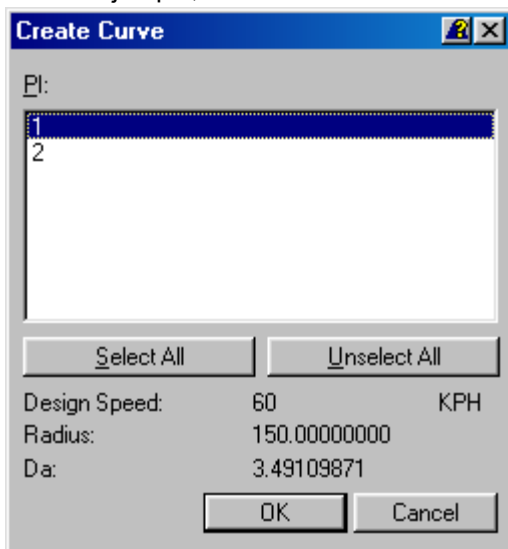
7) En el listado Parámetros (**Parameters**), seleccionar la fila correspondiente a un radio de 150m.



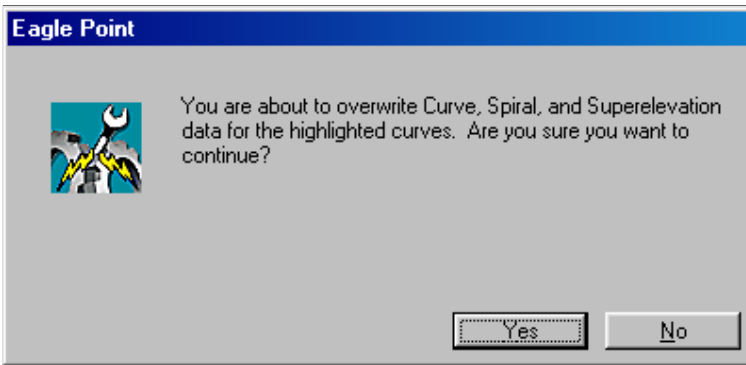
8) Clic en **Create Curve...**, y visualizamos:



9) Clic sobre el PI que asignaremos los parámetros seleccionados con anterioridad. Para seguir con nuestro ejemplo, hacemos clic en el 1.

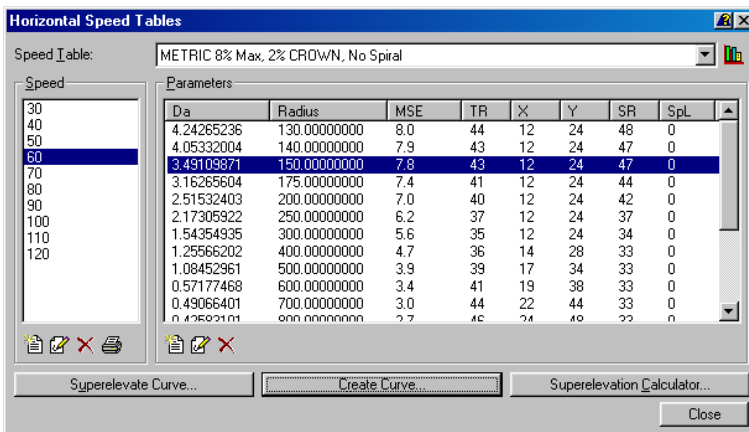


10) Clic en **OK**, y se muestra el siguiente cuadro:

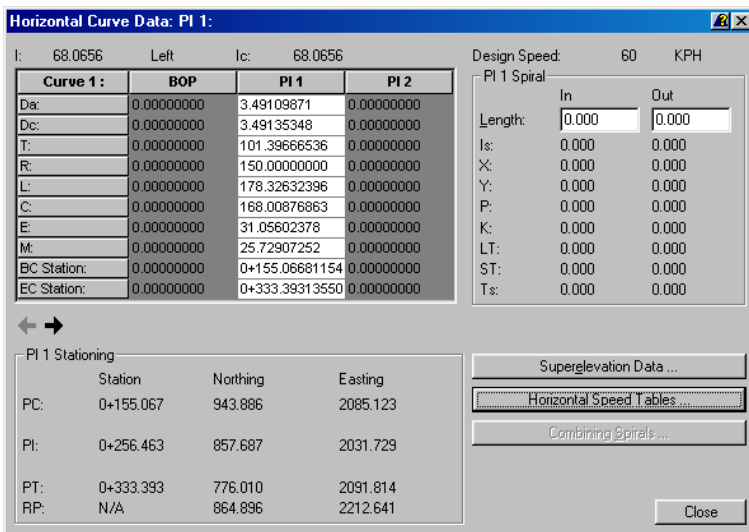


11) Clic en

Eagle Point Procesa los datos elegidos y los asigna a la curva seleccionada, y luego queda en pantalla el cuadro de diálogo elegido anteriormente.



12) Clic en , se observan los datos asignados en el PI 1, como muestra la siguiente figura.



Para el **PI 2** , utilizaremos una curva horizontal con espiral de transición.

El concepto fundamental que sirve para determinar la longitud de las espirales de transición a una curva horizontal, es limitando la rapidez de la aceleración radial horizontal a un valor que no produzca molestias a los ocupantes de los vehículos.

Adoptando como transición la espiral de Euler o clotoide y en el caso en que, en cada uno de sus puntos, el peralte sea proporcional al desarrollo de la curva, se llega a que la longitud necesaria está dada por la siguiente fórmula:

$$Le = 2,72 \frac{V}{A} (0,007865 \frac{V^2}{R} - s)$$

Según diversos autores el valor "A" (aceleración de la aceleración centrífuga), que no proporciona ninguna sensación de incomodidad a los ocupantes de los vehículos, está comprendido entre 0,30 m/seg³ y 0,60m/seg³.

Y se considera que la transición debe tener una longitud mínima tal que un vehículo marchando a la velocidad directriz, no tarde menos de dos segundos en recorrerla. En consecuencia la longitud mínima en metros está dada por la siguiente expresión :

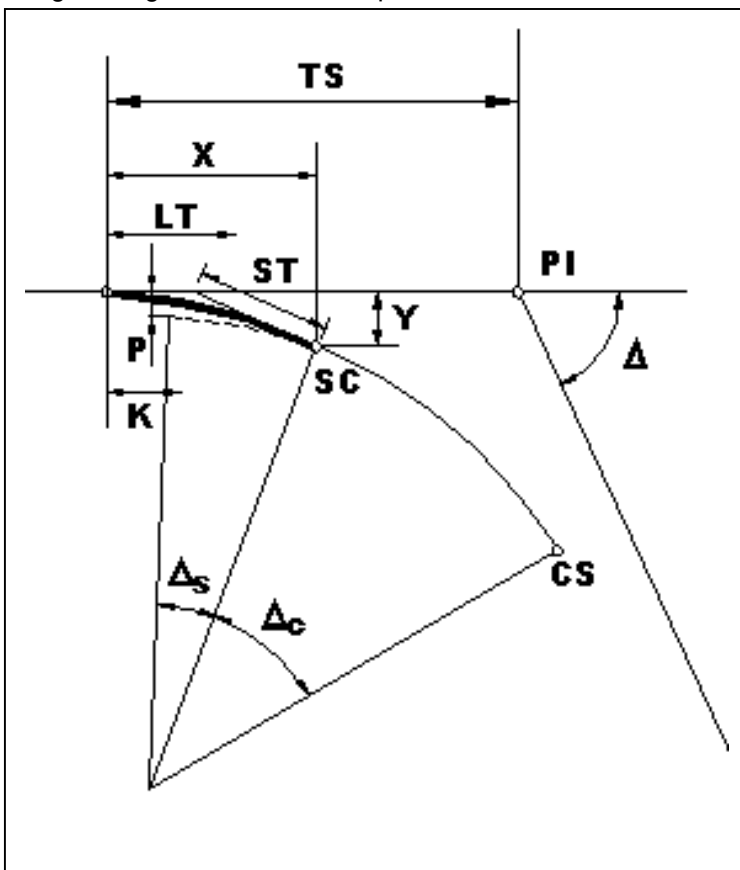
$$Le = \frac{V}{1,8}$$

Además para que el aspecto agradable de la curva de transición pueda ser apreciado por los usuarios, su longitud no deberá ser inferior a la décima parte de su radio. En ningún caso es conveniente introducir una longitud de transición inferior a 30 metros.

Para caminos de cuatro trochas indivisas, se considera conveniente aumentar las longitudes mínimas de las transiciones dadas anteriormente en un 20% y 50 % respectivamente.

Es importante también tener en cuenta los radios mínimos a partir de los cuales no es indispensable introducir espirales de transición. Se considera que cuando el desplazamiento "p" entre la curva circular y la tangente es menor que 0,10m es innecesario introducir una espiral de transición entre ambas, ya que el vehículo describirá de por sí una transición sin adaptarse más de 0,10m del eje de su trocha.

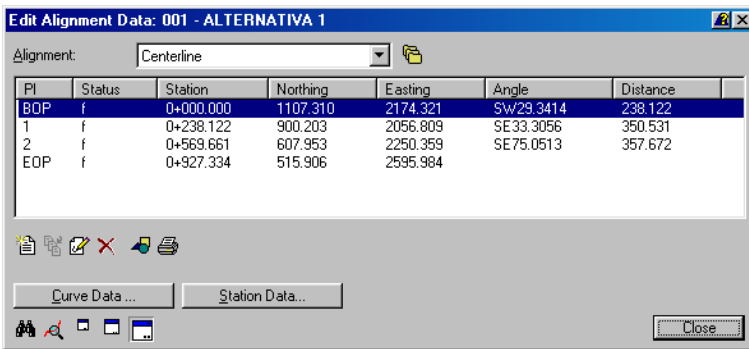
El siguiente gráfico muestra los parámetros de curvas horizontales con espirales de transición.



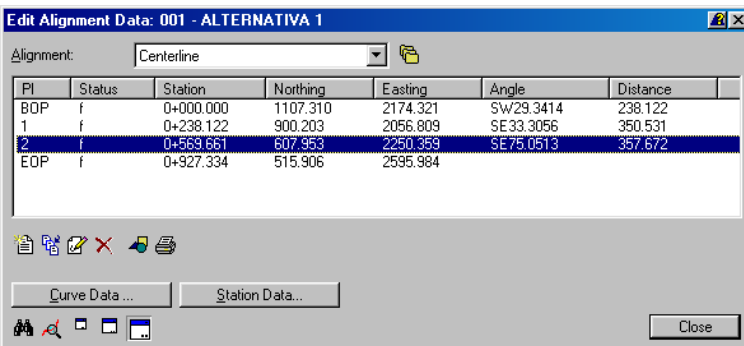
- TS** : Punto tangente a espiral.
- SC** : Punto espiral a curva.
- CS** : Punto Curva a espiral.
- PI** : Punto de intersección.
- R** : Radio de Curva Circular.
- Δ** : Angulo delta total.
- Δc** : Angulo delta circular.
- Δs** : Angulo delta espiral.
- L** : Longitud de espiral.
- LT** : Tangente larga.
- ST** : Tangente corta.
- T** : Longitud de tangente total.
- X** : Distancia, en la dirección de la tangente, desde el comienzo hasta el final del espiral.
- Y** : Distancia, perpendicular a la tangente, desde el comienzo hasta el final del espiral.
- P** : Offset desde la línea de tangente al PC de la curva circular desplazada.
- K** : abscisa del PC de la curva circular desplazada en referencia al extremo recto del espiral.

Veamos como le asignamos una curva con espiral de transición al **PI 2** de nuestro ejemplo.

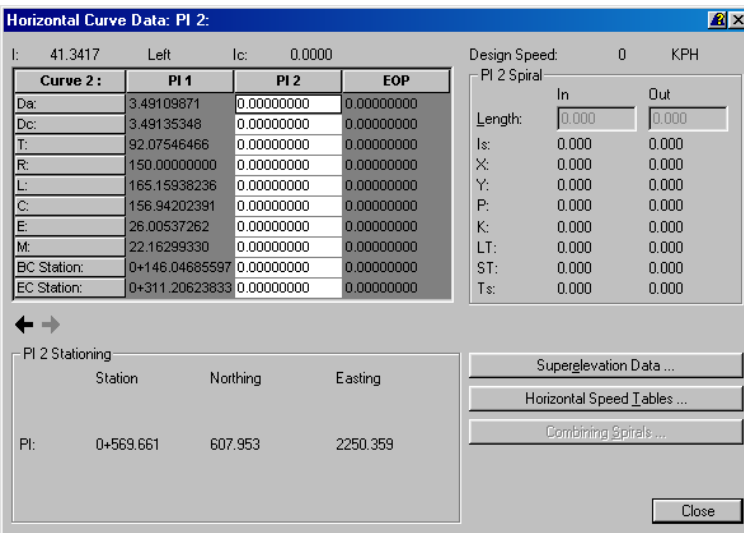
- 1) Del menú de RoadCalc, clic en **Alignments**.
- 2) Luego, clic en **Edit Data...**, se muestra:



- 3) Clic en la fila del **PI 2**, para seleccionarlo como muestra la siguiente figura:



- 4) Luego clic en el botón **Curve Data ...**, se visualiza:

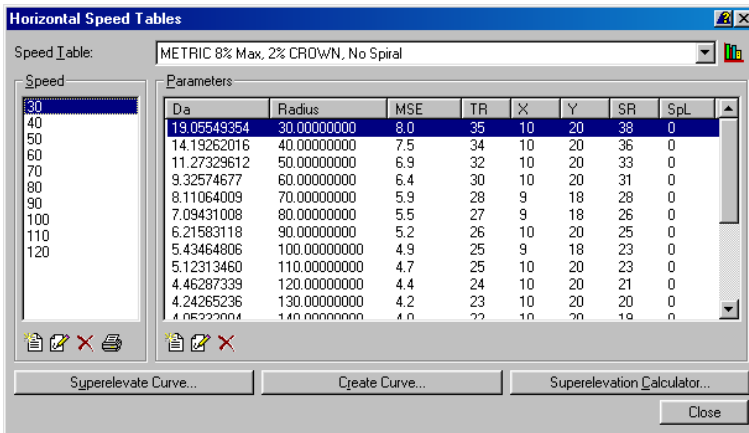


Observamos que el **PI 2** se encuentra en la columna central del listado de PI's, de manera que es el PI activo en estos momentos, los únicos parámetros que tienen valores son:

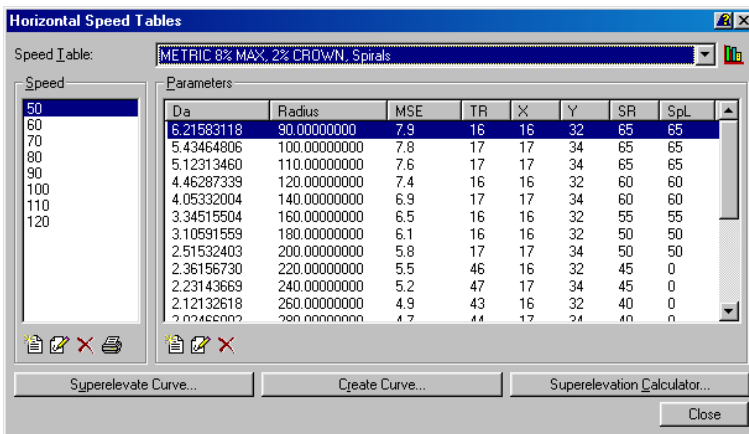
- I : 41.3417 Left , ángulo Delta total (Δ) hacia la izquierda.
- Station: 0+569.661 , progresiva del PI 2.
- Northing: 607.953, coordenada norte del PI 2.
- Easting: 2250.359, coordenada este del PI 2.

Procederemos de manera similar como lo hicimos para el PI 1, para asignarle los parámetros de curva horizontal circular, para ello debemos elegir una tabla proporcionada por RoadCalc, pero a diferencia del PI 1, seleccionaremos una tabla que contenga datos de espirales, veamos.

5) Clic en **Horizontal Speed Tables ...**, se muestra:

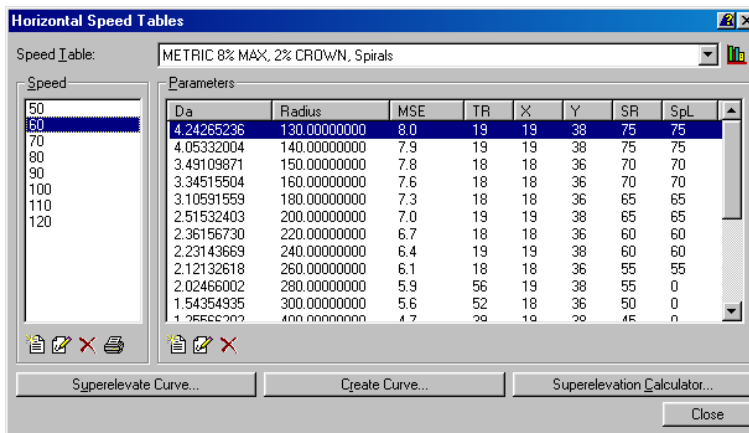


6) En la lista descolgable de tablas, debemos elegir **METRIC 8% Max, 2% CROWN, Spirals**, como muestra la siguiente figura:



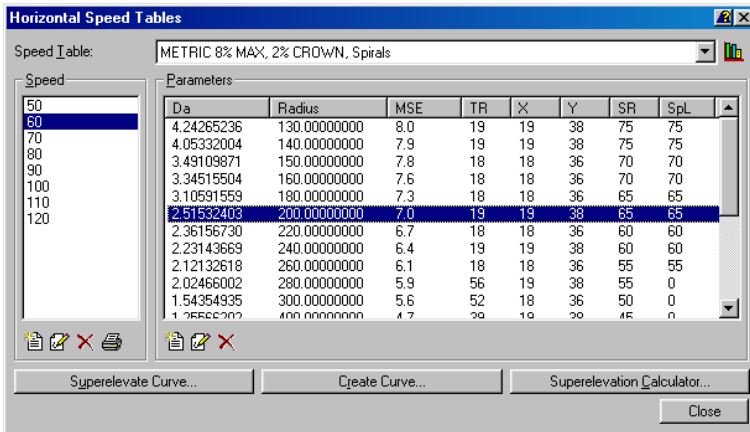
Como observamos, en la última columna de los valores proporcionados por esta tabla, tenemos el valor de la longitud del espiral

En la zona de velocidades seleccionamos la velocidad directriz para este tramo del proyecto, por ejemplo 60KPH, hacemos clic en 60 como muestra la figura:




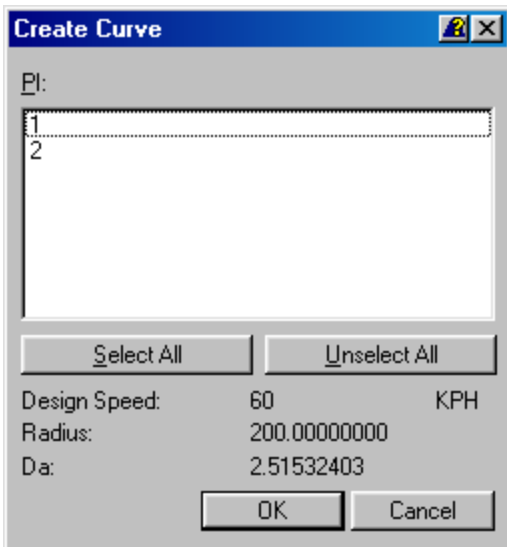
El radio que le asignaremos a esta curva será de 200m.

7) Clic en la fila que corresponde a 200.00, como muestra la siguiente figura:

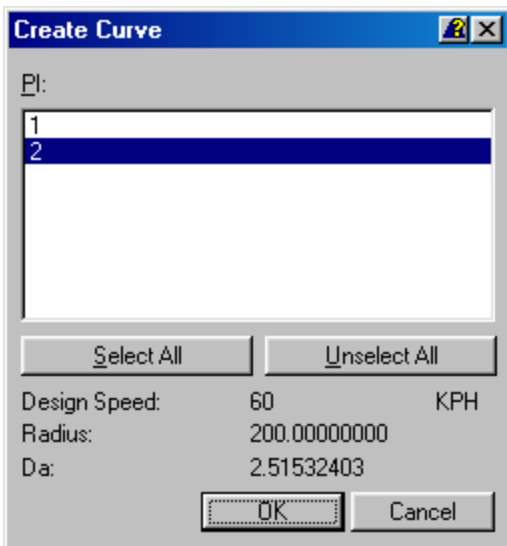


En muchas ocasiones, el valor de la longitud del espiral no es el deseado para asignarle al espiral en cuestión, pero este inconveniente lo podemos solucionar más adelante.

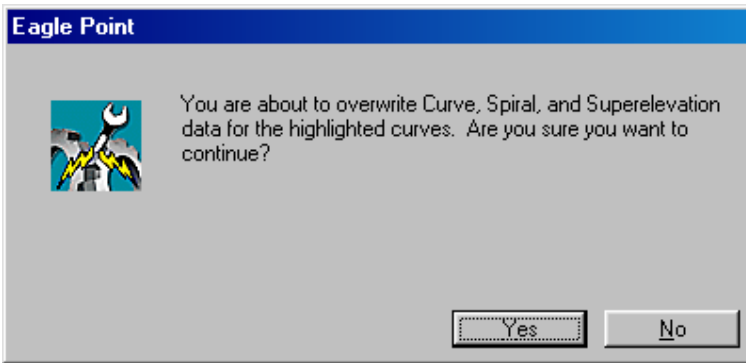
8) Clic en el botón , para asignarle los valores seleccionados al PI 2, se muestra:



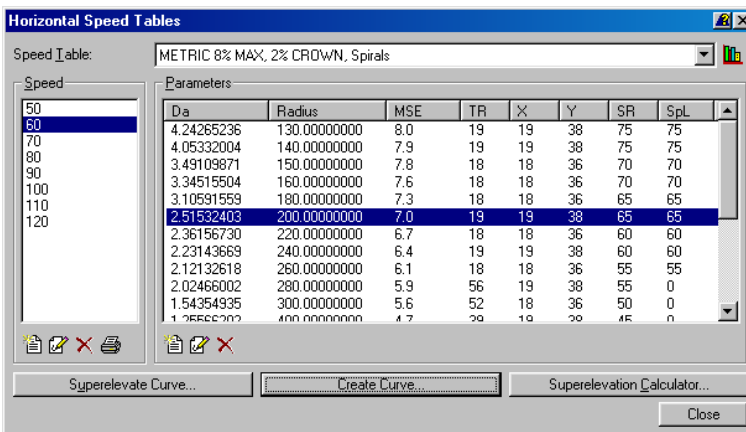
9) Seleccionar el 2 y luego clic en , como muestra la figura:



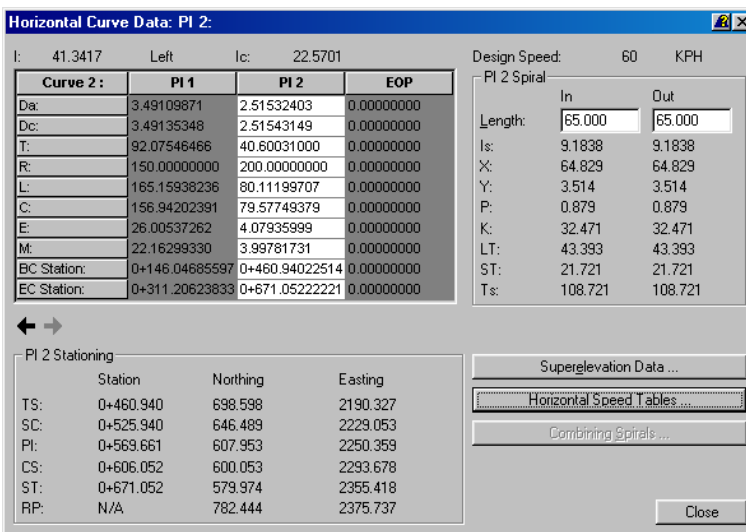
Se muestra el siguiente aviso:



10) Clic en **Yes**, entonces RoadCalc asigna los valores elegidos al PI 2. Se muestra el cuadro de diálogo anterior, como muestra la figura:



11) Clic en **Close**. Se muestra el siguiente cuadro de diálogo.



Donde podemos observar los parámetros de curva circular y espiral asignados. En caso de que la longitud de espiral se desee cambiar, procederemos de la siguiente forma.

12) Posicionarse y pintar con el puntero del ratón, el campo donde tiene el valor actual de la longitud de espiral, como muestra la siguiente figura:

Horizontal Curve Data: PI 2:

I: 41.3417 Left Ic: 22.5701 Design Speed: 60 KPH

Curve 2:	PI 1	PI 2	EOP
Da:	3.49109871	2.51532403	0.00000000
Dc:	3.49135348	2.51543149	0.00000000
T:	92.07546466	40.60031000	0.00000000
R:	150.00000000	200.00000000	0.00000000
L:	165.15938236	80.11199707	0.00000000
C:	156.94202391	79.57749379	0.00000000
E:	26.00537262	4.07935999	0.00000000
M:	22.16299330	3.99781731	0.00000000
BC Station:	0+146.04685597	0+460.94022514	0.00000000
EC Station:	0+311.20623833	0+671.05222221	0.00000000

PI 2 Spiral

	In	Out
Length:	35.000	65.000
Is:	9.1838	9.1838
X:	64.829	64.829
Y:	3.514	3.514
P:	0.879	0.879
K:	32.471	32.471
LT:	43.393	43.393
ST:	21.721	21.721
Ts:	108.721	108.721

PI 2 Stationing

Station	Northing	Easting	
TS:	0+460.940	698.598	2190.327
SC:	0+525.940	646.489	2229.053
PI:	0+569.661	607.953	2250.359
CS:	0+606.052	600.053	2293.678
ST:	0+671.052	579.974	2355.418
RP:	N/A	782.444	2375.737

Buttons: Superelevation Data..., Horizontal Speed Tables..., Combining Spirals..., Close

13) Tipear el valor deseado, por ejemplo 30 y luego presionar la tecla TAB, para que se actualicen los parámetros del espiral de acuerdo a la nueva longitud. Se obtendrá el siguiente cuadro de diálogo:

Horizontal Curve Data: PI 2:

I: 41.3417 Left Ic: 27.5750 Design Speed: 60 KPH

Curve 2:	PI 1	PI 2	EOP
Da:	3.49109871	2.51532403	0.00000000
Dc:	3.49135348	2.51543149	0.00000000
T:	92.07546466	49.79845527	0.00000000
R:	150.00000000	200.00000000	0.00000000
L:	165.15938236	97.61199707	0.00000000
C:	156.94202391	96.64606821	0.00000000
E:	26.00537262	6.10649225	0.00000000
M:	22.16299330	5.92557001	0.00000000
BC Station:	0+146.04685597	0+477.63434671	0.00000000
EC Station:	0+311.20623833	0+670.24634378	0.00000000

PI 2 Spiral

	In	Out
Length:	30.000	65.000
Is:	4.1750	9.1838
X:	29.983	64.829
Y:	0.750	3.514
P:	0.187	0.879
K:	14.997	32.471
LT:	20.006	43.393
ST:	10.005	21.721
Ts:	92.027	107.678

PI 2 Stationing

Station	Northing	Easting	
TS:	0+477.634	684.680	2199.545
SC:	0+507.634	660.096	2216.726
PI:	0+569.661	607.953	2250.359
CS:	0+605.246	600.322	2292.670
ST:	0+670.246	580.242	2354.411
RP:	N/A	782.712	2374.729

Buttons: Superelevation Data..., Horizontal Speed Tables..., Combining Spirals..., Close

Hacemos lo mismo para el espiral de salida y obtenemos:

Horizontal Curve Data: PI 2:

I: 41.3417 Left Ic: 32.5838 Design Speed: 60 KPH

Curve 2:	PI 1	PI 2	EOP
Da:	3.49109871	2.51532403	0.00000000
Dc:	3.49135348	2.51543149	0.00000000
T:	92.07546466	59.19933676	0.00000000
R:	150.00000000	200.00000000	0.00000000
L:	165.15938236	115.11199707	0.00000000
C:	156.94202391	113.52968552	0.00000000
E:	26.00537262	8.57747115	0.00000000
M:	22.16299330	8.22473406	0.00000000
BC Station:	0+146.04685597	0+478.67708904	0.00000000
EC Station:	0+311.20623833	0+653.78908611	0.00000000

PI 2 Spiral

	In	Out
Length:	30.000	30.000
Is:	4.1750	4.1750
X:	29.983	29.983
Y:	0.750	0.750
P:	0.187	0.187
K:	14.997	14.997
LT:	20.006	20.006
ST:	10.005	10.005
Ts:	90.984	90.984

PI 2 Stationing

Station	Northing	Easting	
TS:	0+478.677	683.810	2200.121
SC:	0+508.677	659.226	2217.301
PI:	0+569.661	607.953	2250.359
CS:	0+623.789	592.979	2309.498
ST:	0+653.789	584.539	2338.279
RP:	N/A	781.843	2375.305

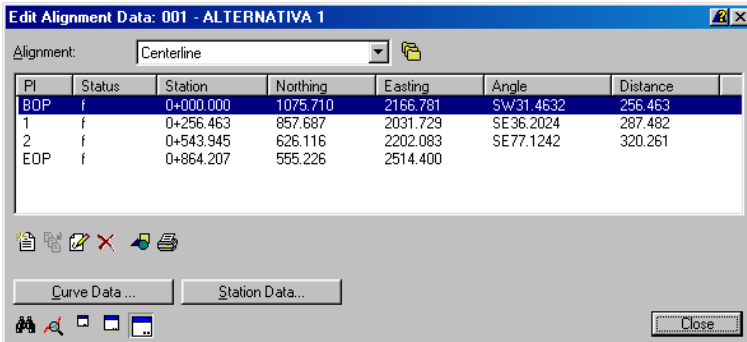
Buttons: Superelevation Data..., Horizontal Speed Tables..., Combining Spirals..., Close

14) Clic en **Close**.

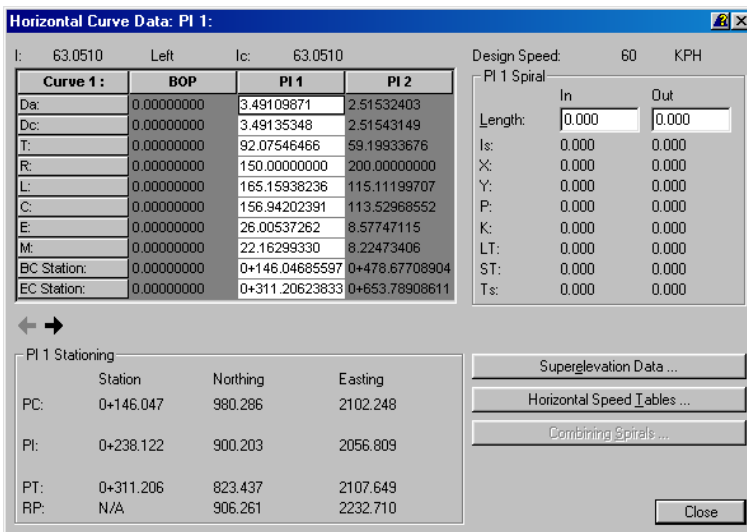
De esta manera asignamos los valores de los parámetros geométricos y de peraltado de las curva, ya sean circulares y en espiral.

Para ver los valores de los parámetros de peralte hacemos lo siguiente:

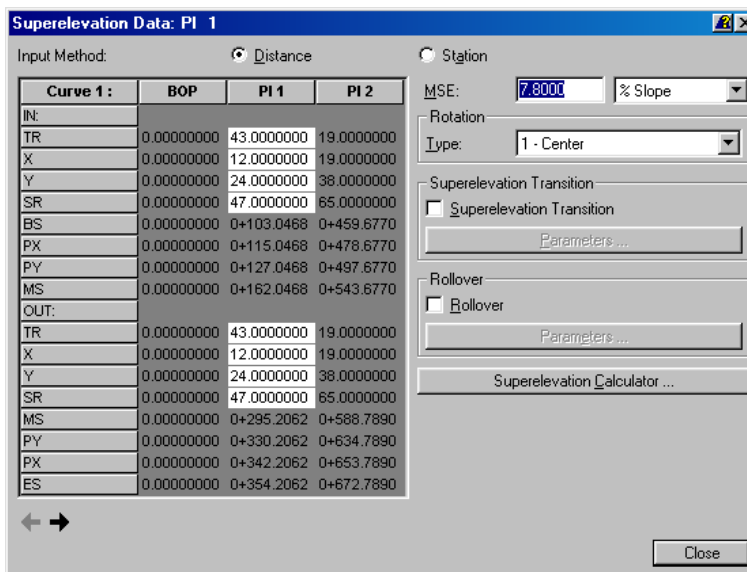
- 1) Del menú descolgable de RoadCalc, clic en **Alignments**.
- 2) Luego clic en **Edit Data...**, se muestra el siguiente cuadro de diálogo:



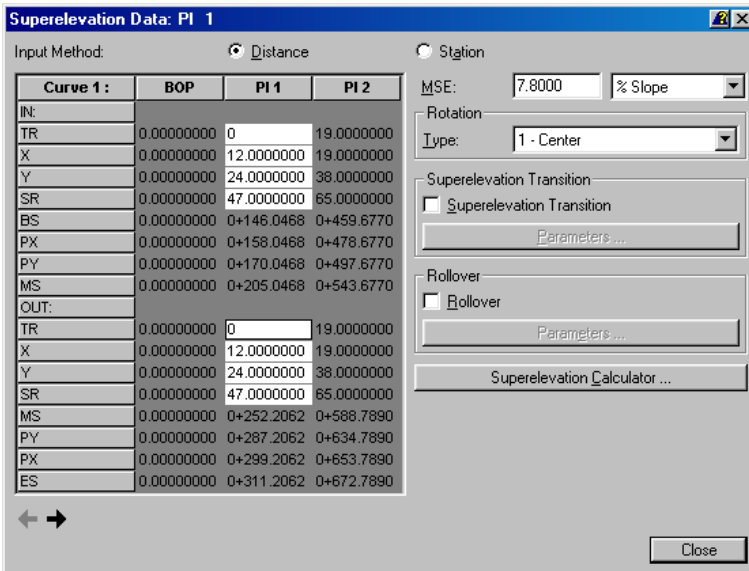
- 3) Clic en **Curve Data...**, se muestra el siguiente cuadro de diálogo:



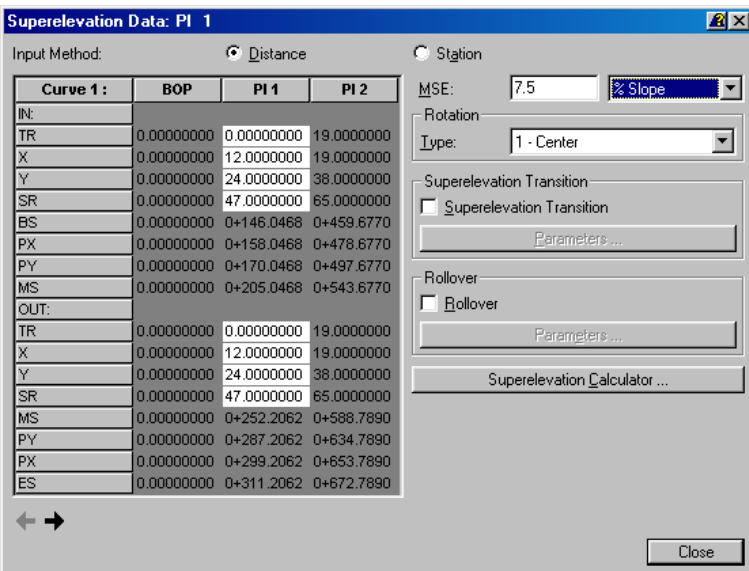
- 4) Clic en **Superelevation Data...**, se muestra:



Recordando la figura de la página 45, observamos que el valor TR corresponde a una longitud de transición de peralte antes del comienzo de la curva circular, este concepto solamente es válido, cuando la curva no contiene un espiral. Si deseamos que el peralte comience en el mismo punto donde comienza la curva (PC), en el campo correspondiente a TR, tipeamos 0 (cero) y luego presionamos la tecla TAB, tanto para la entrada a la curva como para su salida, como muestra la siguiente figura:



También en este cuadro de diálogo, podemos cambiar el valor de peralte máximo (MSE), cambiando su valor que se indica en el campo MSE como muestra la siguiente figura:

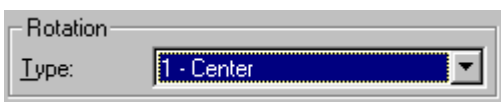


Presionar siempre la tecla TAB para actualizar los valores de acuerdo al último dato ingresado.

RoadCalc contempla tres tipos de rotación de pavimento:

- Tipo I: Rotación alrededor del eje central del pavimento.
- Tipo II: Rotación alrededor del borde interior del pavimento.
- Tipo III: Rotación alrededor del borde exterior del pavimento.

Debemos seleccionar de la lista descolgable que se encuentra en la zona **Rotation** el tipo de rotación deseado.



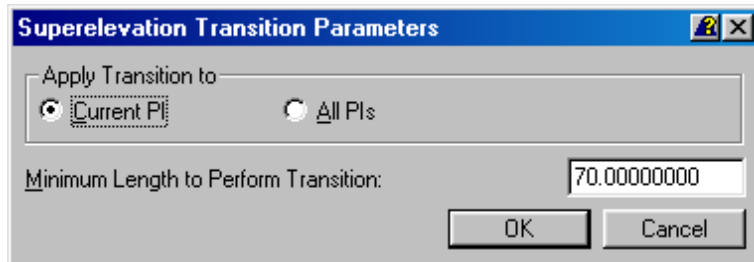
En caso de que dos curvas muy cercanas se superpongan, debemos especificar un valor de longitud donde se realizará la transición de los peraltes. Para ello hacemos:

- 5) Activamos la cajilla **Superelevation Transition**, como muestra la siguiente figura:



Como observamos, se activa el botón **Parameters ...**.

- 6) Clic en **Parameters ...**, activado recientemente, y se muestra:

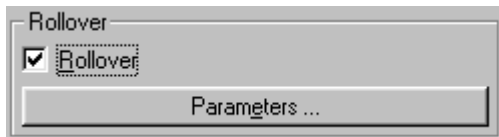


En el campo **Minimum Length to Perform Transition**, debemos especificar la longitud en donde se desarrollará la transición, por defecto tenemos un valor de 70 metros.

- 7) Una vez especificada la longitud de transición, clic en **OK**.

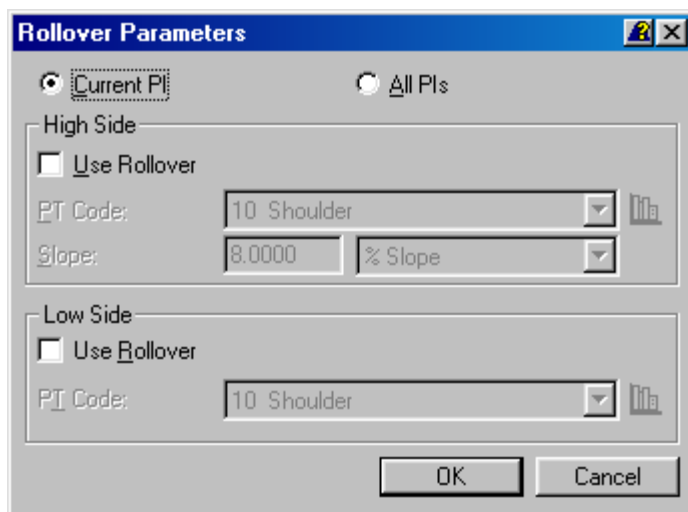
RoadCalc tiene también previsto ajustar la pendiente de banquina de un camino peraltado en base a la diferencia algebraica de pendiente máxima entre la pendiente de calzada peraltada y la pendiente de la banquina. Esto lo hacemos:

- 8) Activamos la cajilla **Rollover**, como muestra la siguiente figura:



Como observamos, se activa el botón **Parameters ...**.

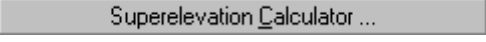
- 9) Clic en **Parameters ...**, activado recientemente, y se muestra:



Si activamos la cajilla Use Rollover perteneciente a la zona High Side, del cuadro de diálogo, RoadCalc permite ingresar la diferencia de pendiente máxima, este valor controla la pendiente de la banquina. También debemos

especificar el código PT que corresponde al punto final de la banquina, generalmente 10. RoadCalc calcula la cota del punto con código PT de fin de banquina en base a la pendiente máxima y coloca ese punto en el lugar calculado.

Si activamos la cajilla Use Rollover perteneciente a la zona Low Side, del cuadro de diálogo, RoadCalc ajusta la banquina interior (lado bajo) para seguir la pendiente de la calzada peraltada. En este caso debemos especificar el código PT que corresponde al punto final de la banquina, generalmente 10.

Por último podemos decir que el botón , se utiliza cuando los valores de las tablas de velocidad suministrados por RoadCalc, no correspondan con las especificaciones de diseño en uso.

LECCION 8. – SECCIONES TRANSVERSALES.

Como en el proyecto convencional de carreteras, las secciones transversales serán las que contengan los datos de las cotas ya sea de terreno original y las de diseño. Para ello primero debemos especificar las diferentes capas que componen el suelo original y la que componen el paquete estructural a utilizar. (Cuando se utilicen diferentes paquetes estructurales en un mismo alineamiento, es conveniente solamente declarar un solo tipo de capa para el paquete y otra capa que representará la sub-rasante).

LECCION 8.1. – SUPERFICIES.

RoadCalc llama superficie al las diferentes capas de material que tenemos en un perfil transversal o en una sección típica. Una superficie define la capa superior del material. Existen 3 tipos de superficies a saber:

Una superficie **original** representa el material existente en el lugar. RoadCalc necesita al menos una superficie de suelo original y por ello es que crea por defecto una superficie llamada "original". Cada superficie representa una capa de un material encontrado en el terreno, estos son cuantificados durante el procesamiento de secciones típicas para generar un informe de cantidad de tierra.

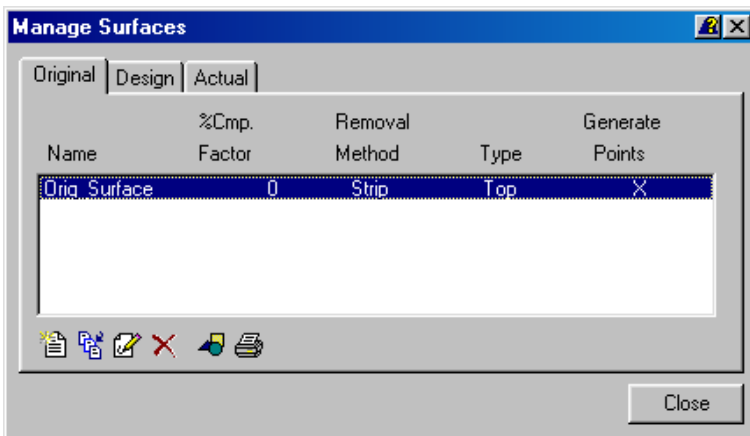
Las superficies de **diseño** se usan para representar los materiales que se colocan en el lugar.

Generalmente se desarrollan procesando secciones típicas sobre superficies originales.

Las superficies **actuales** se utilizan para representar condiciones construidas. Se pueden calcular volúmenes para cada superficie actual, estos valores pueden ser consultados por superficie individual o como volumen acumulado de superficies actuales previas.

Para ingresar las diferentes superficies, debemos seguir los siguientes pasos:

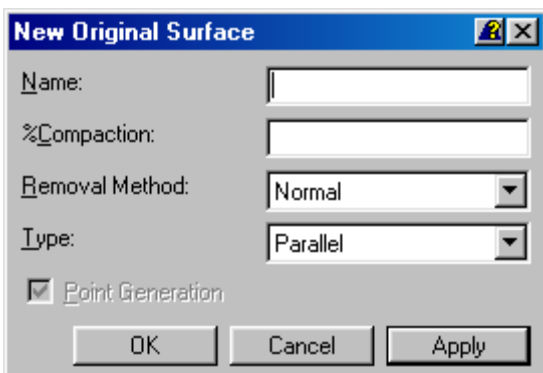
- 1) Del menú de RoadCalc, clic en **Cross-Sections**.
- 2) Clic en **Manage Surfaces...**, se visualiza:



Donde observamos que este cuadro tiene solapas, las cuales sirven para ingresar el tipo de superficie deseado, ya sean de terreno original (Original), de diseño (Design) o actual (actual).

Primero ingresaremos las capas de suelos encontradas en el terreno cuando se desarrolló la introspección en el lugar. Como observamos en la figura anterior nos encontramos ubicados en la solapa Original, y además observamos que por defecto tenemos un tipo de suelo llamado **Orig Surface**, el cual no puede ser eliminado y representa la capa superior del terreno. De todas maneras podemos ingresar otros suelos de la siguiente manera:

- 3) Clic en el icono  (nuevo), y se muestra:

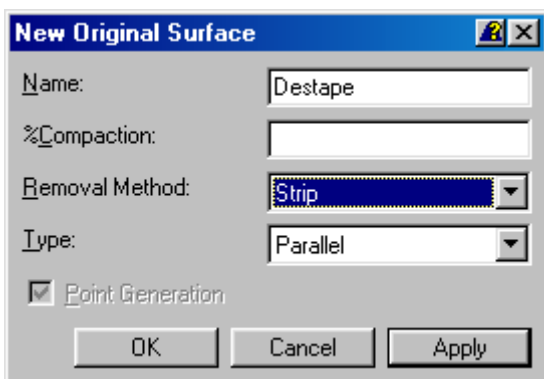


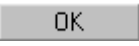
Generalmente en la ejecución de la obra de la carretera, se extrae una capa de suelo que se considera que debe ser reemplazado por considerar que no se puede utilizar como base del camino, este suelo lo llamaremos

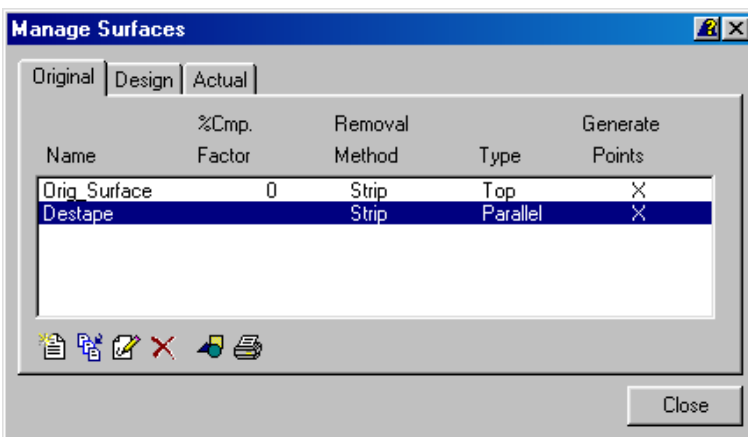
Destape y al suelo que utilizaremos como base lo llamaremos **Bueno**, entonces:

- 4) Típear **Destape** en el campo **Name**.
- 5) En el campo **%Compaction** no pondremos nada por ahora.
- 6) En **Removal Method**, elegiremos **Strip**, lo que indica que el suelo declarado no podrá ser utilizado para terraplenar otro sector del camino.
- 7) En el campo **Type**, seleccionaremos **Parallel**, para indicar que la capa superior de este suelo, se comporta en forma paralela a la capa superior del suelo **Orig_Surface**.

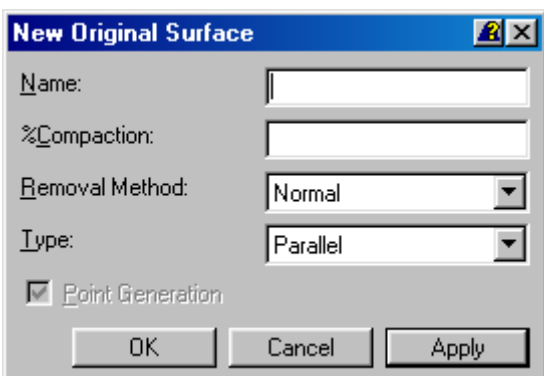
Si llenamos el cuadro con los datos indicados anteriormente tenemos algo similar a la siguiente figura:



- 8) Luego clic en , se muestra:



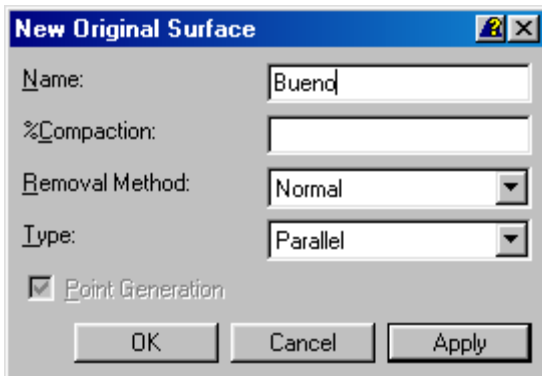
- 9) Nuevamente clic en  para ingresar la otra capa de suelo, se muestra:



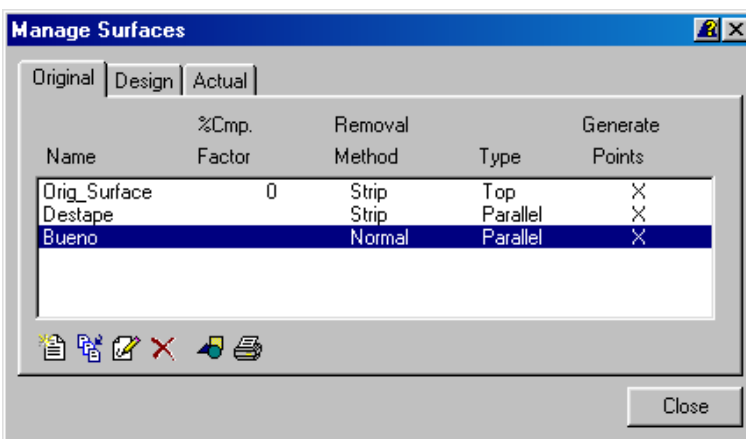
- 10) Típear **Bueno** en el campo **Name**.

- 11) En el campo **%Compaction** no pondremos nada por ahora.
- 12) En **Removal Method**, elegiremos **Normal**, lo que indica que el suelo en caso de corte podrá ser utilizado para terraplenar otro sector del camino.
- 13) En el campo **Type**, seleccionaremos **Parallel**, para indicar que la capa superior de este suelo, se comporta en forma paralela a la capa superior del suelo Orig Surface.

Si llenamos el cuadro con los datos indicados anteriormente tenemos algo similar a la siguiente figura:

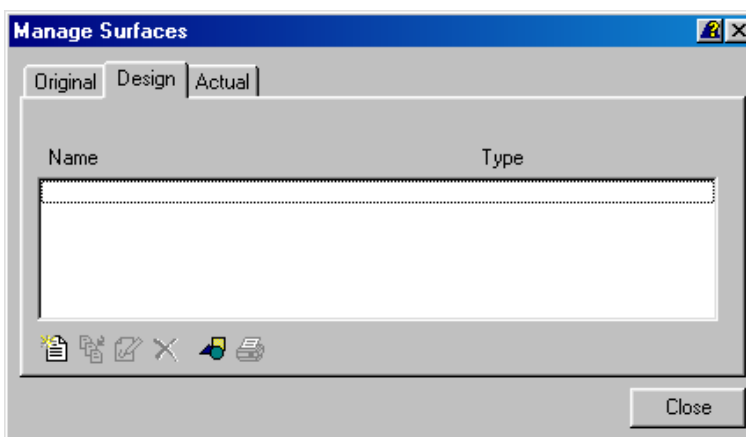



Luego clic en **OK**, se muestra:

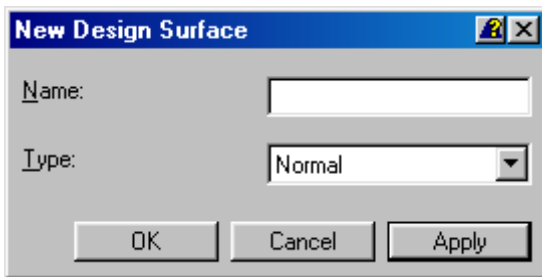


Para el caso de las capas de diseño, declararemos dos; la primera llamada Paquete, que comprenderá todo el paquete estructural y la otra llamada Sub-Rasante que será la que se encuentra debajo del paquete estructural.

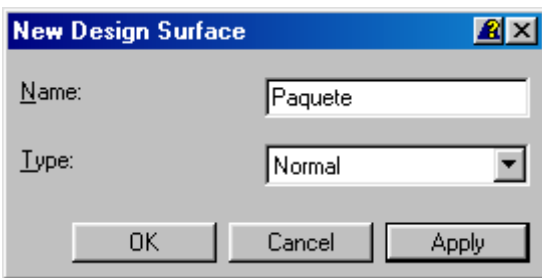
- 1) Clic en la solapa **Design**, y se muestra:




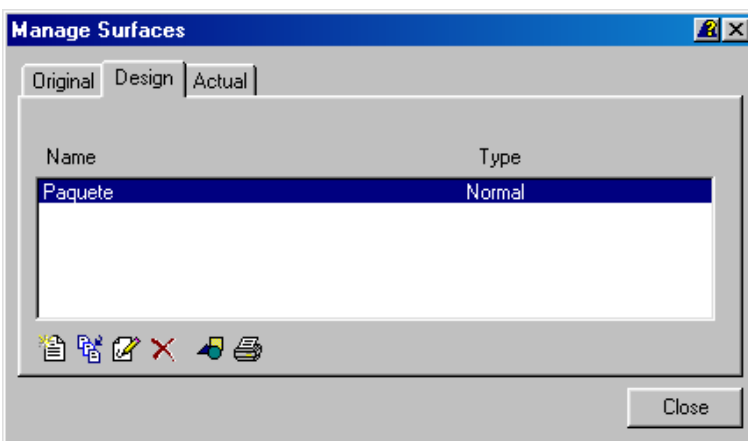
- 2) Clic en  (nuevo) y se visualiza:




3) En el campo Name, tipeamos Paquete, como muestra la siguiente figura:

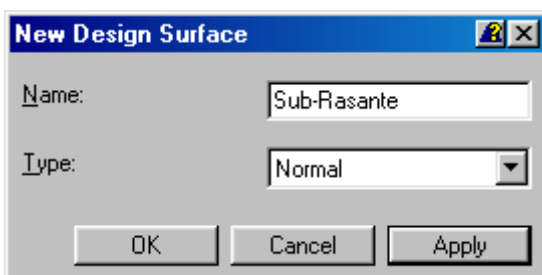



4) Clic en , se visualiza:




5) Nuevamente clic en  para ingresar la otra capa de diseño

6) Tipeamos Sub-Rasante en el campo Name, como muestra la siguiente figura:



7) Clic en , y se visualiza el cuadro de dialogo con la nueva superficie ingresada.

8) Clic en , para salir del cuadro **Manage Surfaces**.

LECCION 8.2. – SECCIONES TRANSVERSALES.

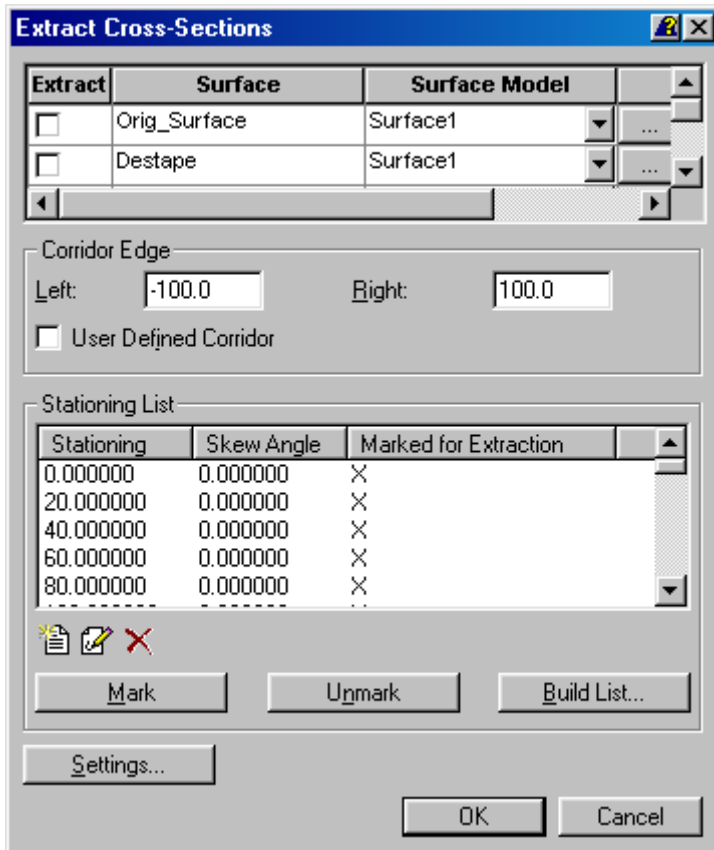
Ahora es necesario generar las secciones transversales al alineamiento para su posterior procesamiento con las secciones típicas. Para esto utilizaremos el modelo de superficie generado con el módulo Surface Modeling ya visto anteriormente.

- 1) De la barra de menú del RoadCalc, clic en **Cross-Sections**.
- 2) Luego clic **Extract Cross-Sections...**, se muestra:

En este cuadro debemos especificar las distancias de separación de las secciones transversales, de la siguiente manera:

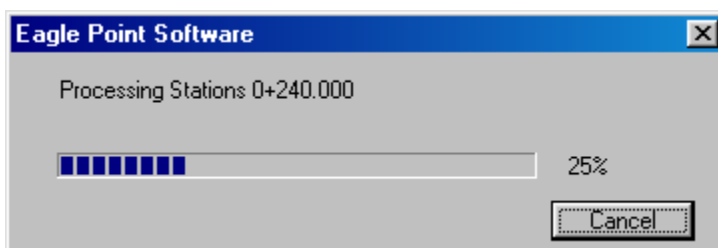
- 3) En el campo Stationing Interval, tipeamos 20, como muestra la siguiente figura:

4) Luego clic en , se muestra:

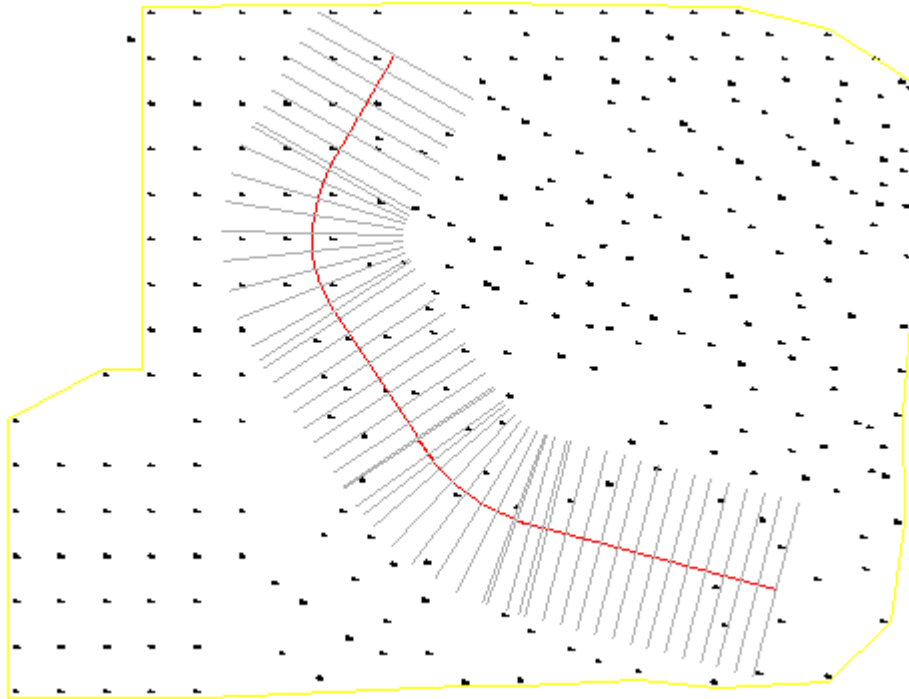


En la parte superior del cuadro, debemos activar la capa de superficie que deseamos generar y además debemos indicar la procedencia de los datos para generar la misma.

- 5) Activar la cajilla perteneciente a la capa de superficie **Orig_Surface** e indicar que los datos que nos servirán para generar esta capa, serán los que contienen los triángulos generados (anteriormente en el módulo Surface Modeling) en el modelo de superficie llamado Surface1.
- 6) En la zona **Corridor Edge**, en los campo Left y Right, debemos especificar el ancho que tendremos en cuenta para extraer los datos del modelo de superficie elegido. El valor por defecto es 100m para ambos lados medidos desde el alineamiento central (Centerline). En nuestro ejemplo dejaremos esos valores por defecto.
- 7) En la zona **Stationing List**, se muestra un listado de las progresivas donde se generarán las secciones transversales, esto fue especificado en el paso 3 (cada 20m), pero es importante verificar que en la columna **Marked for Extraction** se encuentre un carácter X, que indica que en esta progresiva se generará una sección transversal.
- 8) Clic en , se muestra un cuadro que indica el procesamiento de los datos de los triángulos para generar las secciones transversales:

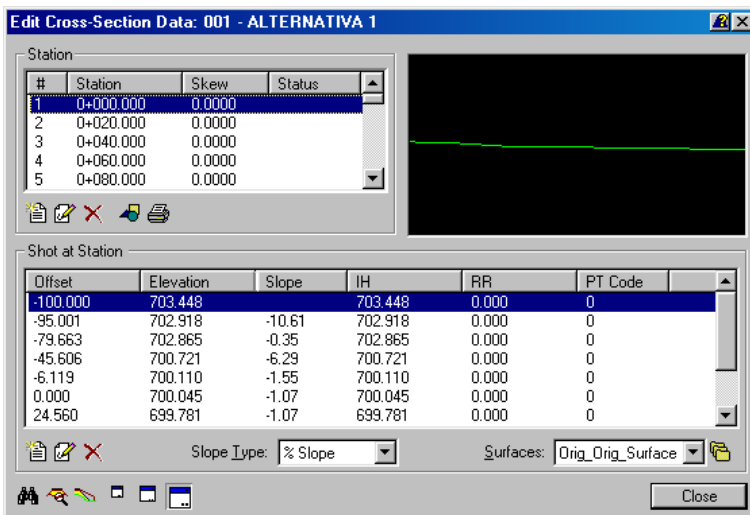


Luego se visualiza en el área gráfica del archivo DWG:



Para ver las secciones transversales generadas, hacemos:

- 1) De la barra de menú de RoadCalc, clic en **Cross-Sections**.
- 2) Luego clic en **Edit Cross-Section Data...**, se muestra:



En este cuadro observamos dos zonas bien definidas, **Station** y **Shot at Station**.

En la zona Station, podemos seleccionar la estación (progresiva) de la cual queremos ver la sección transversal.

En la zona Shot at Station, observamos el offset de los puntos de quiebre de la sección transversal correspondiente a la progresiva seleccionada en la ventana Station.

- 3) Para cerrar este cuadro, clic en **Close**.

LECCION 8.3. – SUBSUPERFICIES.

En la lección 8.1. declaramos dos tipos de suelos originales:

Destape

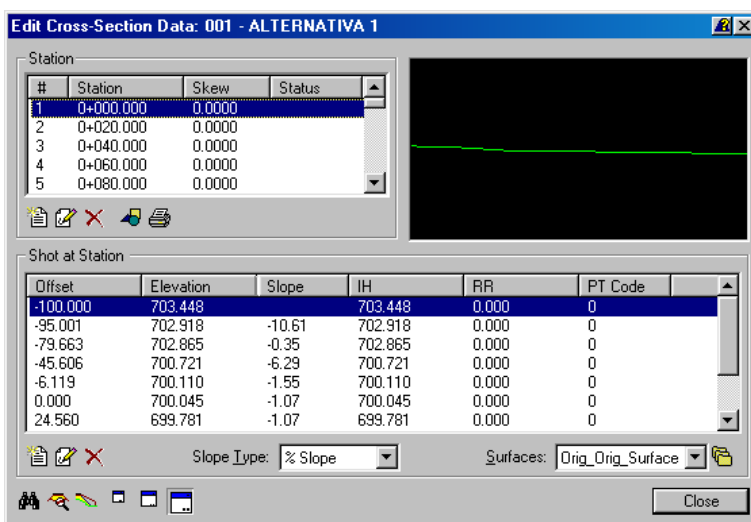
Bueno.

Dijimos también que el suelo Destape es el que se extrae del terreno natural por considerarse un suelo de poca resistencia. Generalmente se considera que este suelo tiene un espesor de 0,20m. Luego el suelo que encontramos después de los 0,20m de profundidad, lo llamamos Bueno.

Para que RoadCalc tenga en cuenta estos tipos de suelos en el balance de volúmenes, debemos ingresarlos en los perfiles de progresiva inicial y final, de esta manera, luego podremos generar las subsuperficies mencionadas.

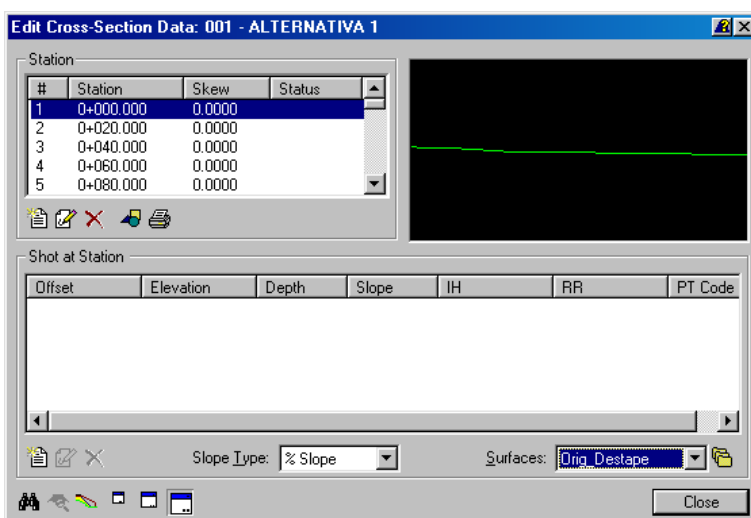
Veamos como ingresamos los datos de los subsuelos en el perfil inicial.

- 1) De la barra de menú de RoadCalc, clic en **Cross-Sections**.
- 2) Luego clic en **Edit Cross-Section Data...**, se muestra




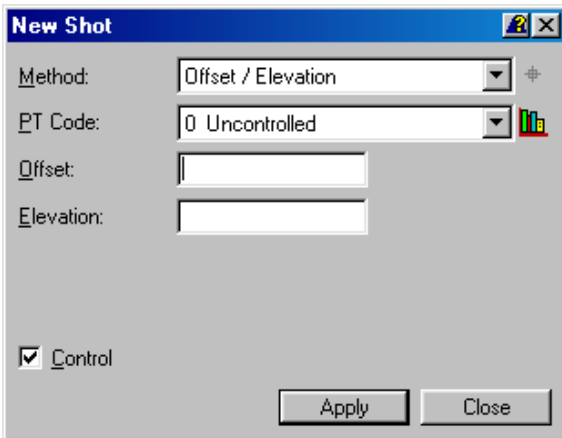
Como observamos en la figura anterior, nos encontramos visualizando la sección transversal de progresiva 0+000.000, entonces.

- 3) En el campo **Surfaces**, elegimos de la lista descolgable, la superficie **Orig_Destape**, como muestra el siguiente gráfico.

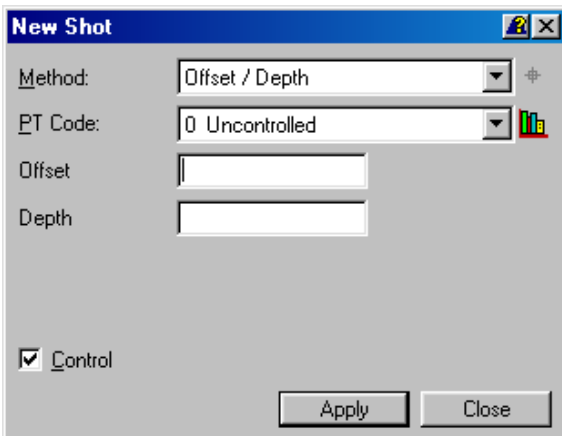


Y se observa que en la zona **Shot at Station** los valores de offsets desaparecieron. Esto es porque no tenemos todavía valores de offsets para la superficie Destape. Para ingresar los valores de offsets de la superficie Destape, hacemos lo siguiente:

- 4) En la zona Shot at Station, clic en  (New Shot), se muestra:

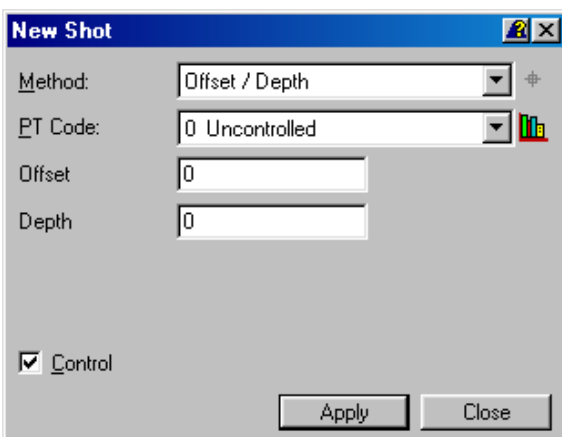


- 5) En el campo Method, seleccionar la opción Offset / Depth, como muestra la siguiente figura:



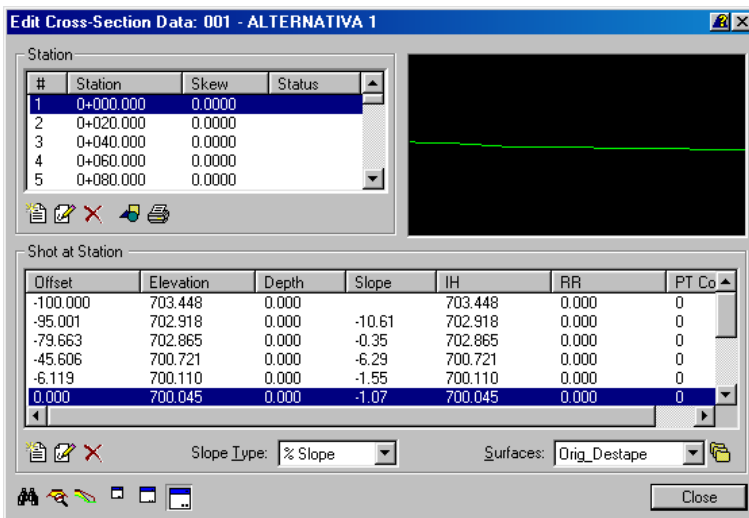
Con lo cual RoadCalc nos solicitará los datos del offset (distancia con respecto al alineamiento central) en la progresiva activa (0+000.000) y además nos solicitará el valor de la profundidad que se excavó para encontrar la superficie que estamos ingresando. Recordemos que la superficie que estamos ingresando es la de Destape, por lo cual el offset (Offset) y la profundidad (Depth) tienen el valor cero, por lo tanto:

- 6) En el campo Offset, tipear 0 (cero).
7) En el campo Depth, tipear 0 (cero), como indica la siguiente figura:



8) Clic en **Apply**.

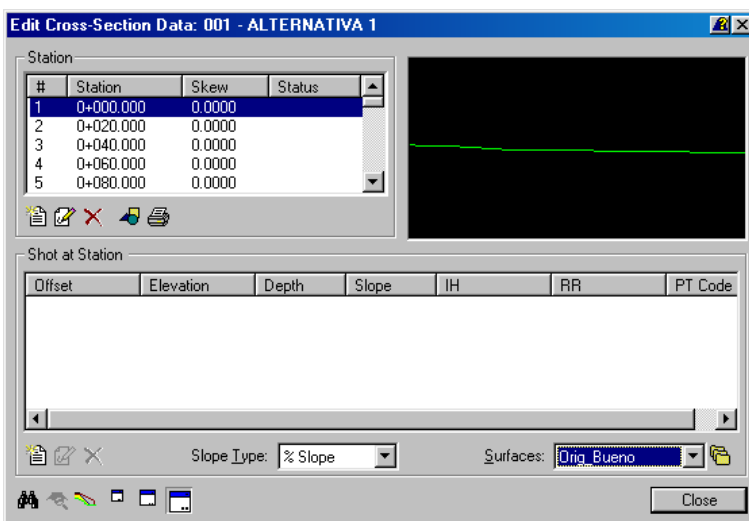
9) Luego, clic en **Close**, se muestra:




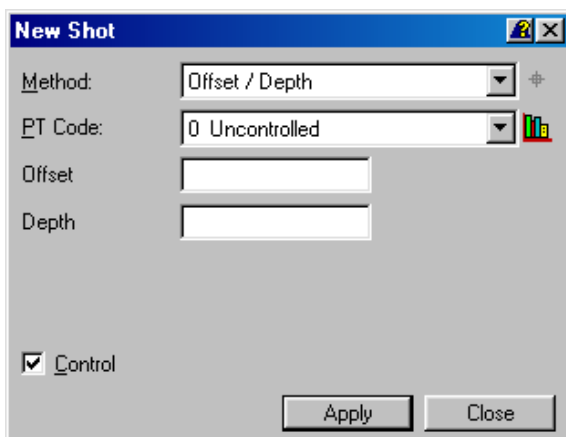
Donde se puede apreciar los offset's de la superficie Destape.

Ahora vamos a ingresar la superficie que declaramos en la lección 8.1., llamada Bueno, para ello hacemos:

10) En el campo **Surfaces**, elegimos de la lista descolgable, la superficie **Orig_Bueno**, como muestra el siguiente gráfico.

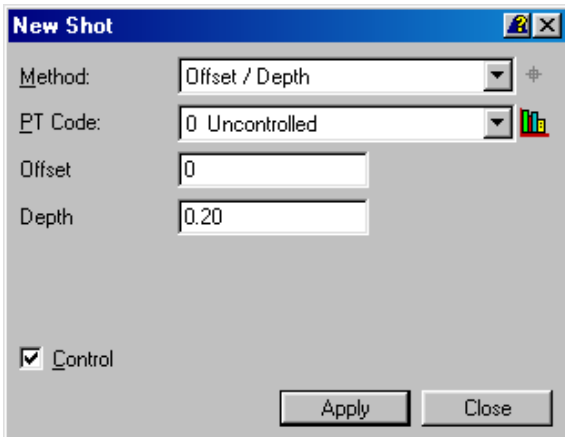


11) En la zona Shot at Station, clic en  (New Shot), se muestra:



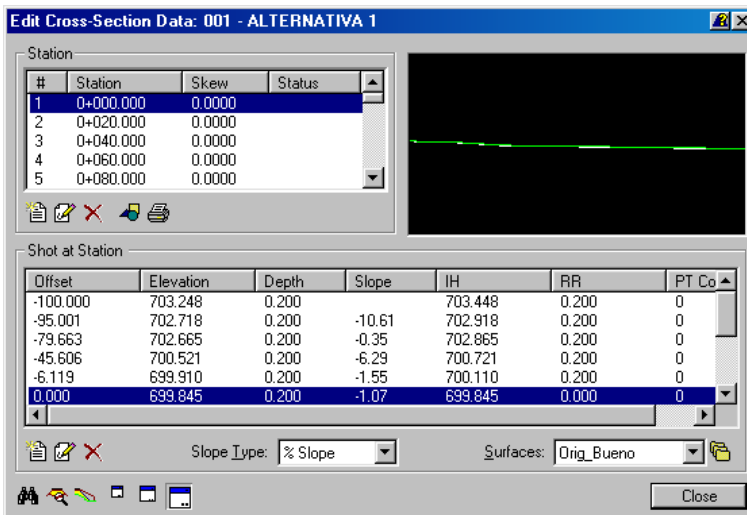
12) En el campo Offset, tipear 0 (cero).

13) En el campo Depth, tipear 0,20 que suponemos que se encuentra el suelo que sirve para asiento de la carretera, como indica la siguiente figura:



14) Clic en **Apply**.

15) Luego, clic en **Close**, se muestra:



Donde observamos los offset's generados para la superficie Bueno, en la progresiva 0+000.00.

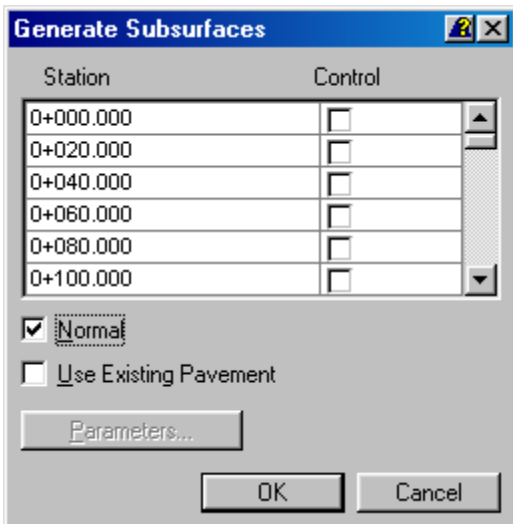
16) Clic en **Close**, para salir de este cuadro.

Procederemos de la misma forma, para ingresar las superficies Destape y Bueno en la progresiva final.

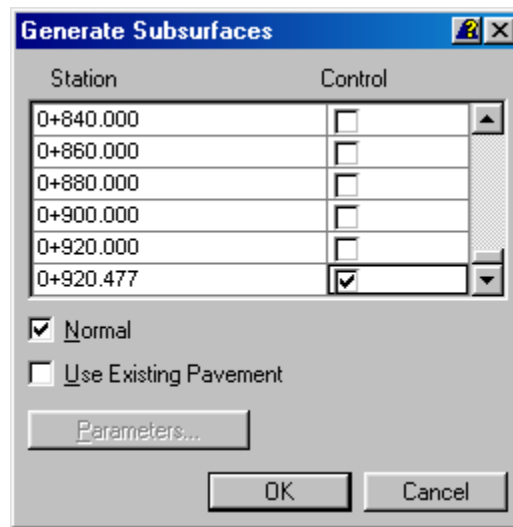
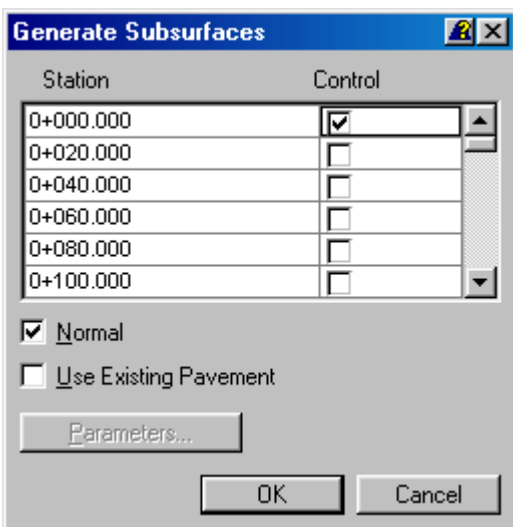
LECCION 8.4. – GENERAR SUBSUPERFICIES.

En la lección anterior ingresamos los valores de las muestras de suelos, hasta ahora éstas muestras sólo están en las progresivas de inicio y final, veremos como generamos estas subsuperficies para las progresivas que se encuentran entre la inicial y la final.

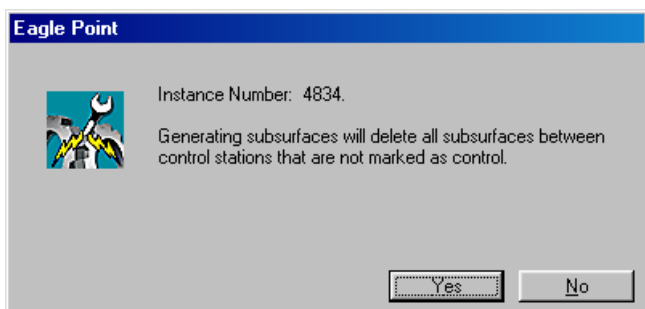
- 1) Del menú de RoadCalc, clic en **Cross-Sections**.
- 2) Luego clic en **Generate Subsurfaces...**, se muestra el siguiente cuadro.



- 3) Activar las cajillas correspondientes a las estaciones donde ingresamos los datos de las muestras, como muestra la siguiente figura:



- 4) Clic en **OK**, se muestra:



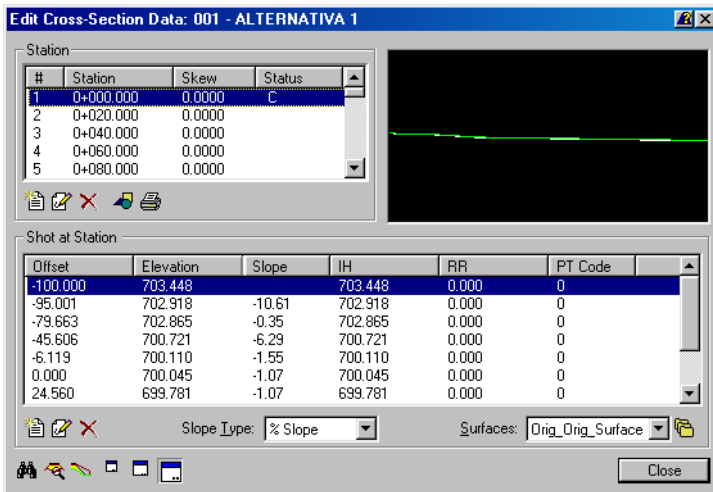
Este aviso nos indica que las subsuperficies se generarán entre las progresivas de los controles activados.

5) Clic en , y se generarán las subsuperficies.

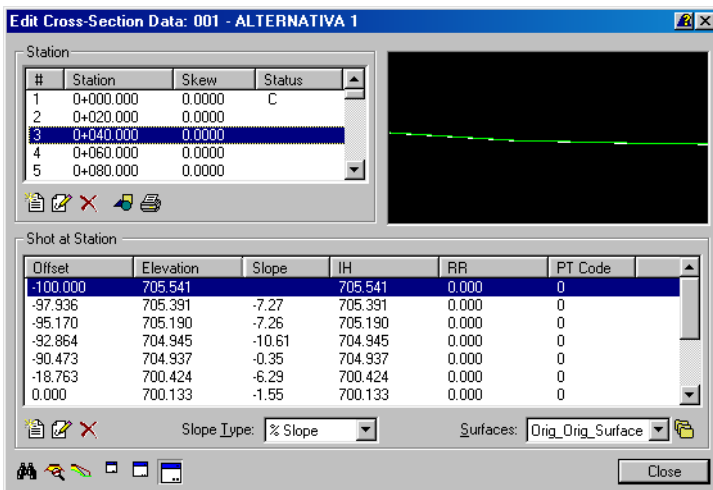
Para verificar y ver las subsuperficies generadas, debemos hacer:

1) Del menú RoadCalc, clic en .

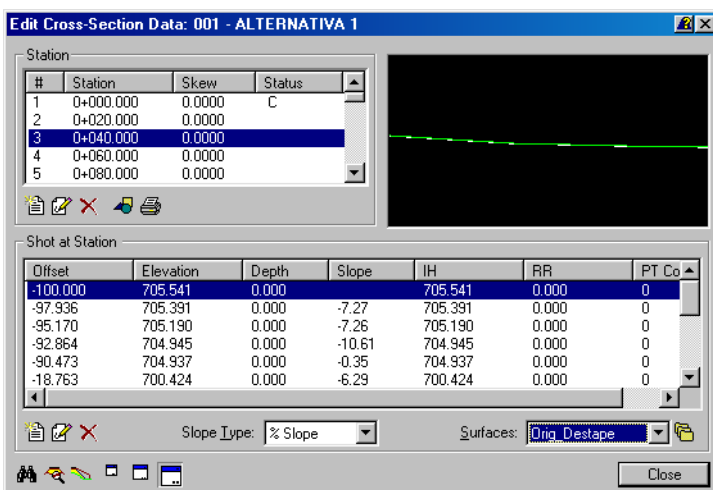
2) Luego clic en , y se muestra:



3) Con el puntero del ratón, podemos elegir las estaciones entre las estaciones de control, para visualizar las subsuperficies generadas.



4) En el campo Surfaces, podemos elegir Orig_Destape, y veremos que existen offsets en esta progresiva, las cuales se generaron automáticamente con el procedimiento de generar subsuperficies.



LECCION 9. – PERFILES.

Los perfiles de diseño son los que controlan las elevaciones de los puntos en las secciones típicas (paquete estructural). En las secciones típicas se define un punto por el cual se controla su trayectoria, tanto para la trayectoria horizontal como para la vertical, este punto tiene código PT = 1, pero generalmente cuando menciono los códigos PT que tiene el RoadCalc para controlar las trayectorias de las secciones típicas, comienzan los temores, pero no hay que asustarse porque estos códigos PT son muy fáciles de utilizar, ya lo veremos más adelante.

Necesariamente debemos definir el perfil que controla el código PT = 1, este perfil es el que generalmente denominamos rasante de la carretera.

Para el diseño de la rasante debemos tener en cuenta las pendientes de la misma, la cual con relación a la circulación de vehículos aislados, se hace sentir mucho más fuertemente sobre la velocidad de camiones que sobre la de automóviles, por cuya causa, en los proyectos, la magnitud de aquellas, deberá fijarse en función de las características y proporción de camiones dentro de la corriente vehicular, y teniendo en cuenta los siguientes conceptos:

- a) En pendientes de hasta 3% los automóviles no resultan afectados sino en un grado muy pequeño y la operación de camiones lo es solamente en largas pendientes.
- b) En pendientes del 5% los automóviles no tienen dificultad en operar eficientemente, pero los camiones pueden tener considerable dificultad sobre todo si se trata de una zona de mucha altura sobre el nivel del mar y fría conformación de hielo en la calzada.
- c) Los costos operativos y de mantenimiento aumentan con el valor de la pendiente.
- d) Se deberá tratar siempre de utilizar valores de pendientes que se encuentren por debajo de los máximos.

La influencia de la magnitud de las pendientes sobre la velocidad de los vehículos, es mucho más pronunciada para el caso de los camiones que para los automóviles.

Por esta causa se debe considerar como longitud crítica a la máxima deseable de un camino de dos trochas con una rasante de pendiente dada, que origina una reducción en la velocidad media de marcha de los vehículos comerciales (camión de 180 Kg de peso bruto por HP) de aproximadamente 25 Km / hora.

Esta reducción representa para caminos de velocidad directriz superior a 50 Km / hora una velocidad que se considera aceptable para los camiones, del orden de la mitad de la directriz.

Este es el criterio adoptado por la AASHO para cada velocidad directriz ha hallado las relaciones entre la magnitud de la pendiente y su longitud. Como dichas relaciones son prácticamente las mismas para diversas velocidades directrices, se ha determinado una única relación que vincula ambas variables, independientemente de la velocidad directriz.

Dicha relación puede expresarse, aproximadamente, en la siguiente forma:

$$L_c (i - 0,014) = H_c$$

Donde:

I : pendiente máxima deseable, en m / m

Lc : longitud crítica de la pendiente, en metros.

Hc : constante, en metros.

Para una diferencia de velocidades de 25 km / hora se tiene que : Hc = 9,00 m.

Esta expresión es válida siempre que el tramo anterior al de la pendiente ascendente considerada tenga una longitud suficiente, prácticamente en horizontal.

Si en cambio, dicha pendiente está precedida por una pendiente descendente de longitud apreciable y si el diseño geométrico del camino lo permite, podrá admitirse que el camión tipo considerado, inicie la subida por la pendiente ascendente con velocidades de 5, 10 o aún 15 km / hora, mayores que las previstas en el caso anterior.

Es decir, puede admitirse que la disminución de velocidad en la pendiente ascendente, sea de unos 30, 35 o 40 km / hora, en lugar de los 25 km / hora considerados anteriormente.

Por otra parte si la pendiente del tramo inmediatamente anterior es también ascendente y de una magnitud apreciable, la disminución de velocidad a considerar tendría que ser inferior a los 25 km / hora citados.

Las longitudes críticas de pendientes halladas precedentemente producen una disminución en la velocidad de un camión tipo que puede ser considerada para dicho vehículo, como aceptable.

Si bien es deseable no excederse de dichas longitudes, muchas veces no es posible hacerlo, especialmente en caminos de montaña.

No obstante, para longitudes de pendientes de magnitud apreciable, se ha fijado como límite máximo aquel que produce para la corriente de tránsito en la hora de pico, un grado de congestión que se encuentra en el extremo de lo tolerable.

RoadCalc representa las curvas verticales con líneas de segmentos muy pequeños, las cuales responden a una ecuación parabólica cuadrática.

Para la individualización de estas curvas parabólicas se utiliza su parámetro (K), que es el radio de curvatura en el vértice:

$$P = \frac{x^2}{2y}$$

Existen dos casos de curvas verticales, las convexas (cresta) y las cóncavas (sag).

Curvas verticales convexas:

Cuando diseñamos una curva vertical tratamos de determinar los parámetros de este tipo de curvas que permitan cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

- 1) Seguridad en el tránsito.
- 2) Comodidad para los ocupantes de los vehículos.
- 3) Apariencia estética de la rasante.
- 4) Drenaje superficial adecuado.

LECCION 9.1. – PARÁMETROS DE VISIBILIDAD.

Para satisfacer la condición de seguridad en el tránsito, es indispensable contar con distancias de visibilidad, desde el ojo del conductor hasta el posible obstáculo, iguales a las de detención. Se consideran los casos de operación diurna y nocturna para los dos casos de curvas verticales, convexas (cresta) y cóncavas (sag)

Curvas verticales convexas:

- Para la operación diurna, las distancias de detención elegidas, son las correspondientes a la velocidad directriz.
- Para la operación nocturna, teniendo en cuenta que en general los conductores no imprimen a sus vehículos las velocidades máximas a las que circularían de día, se han adoptado distancias de detención correspondientes a una velocidad igual al 90% de la directriz.

No obstante, se han considerado como deseables los parámetros que permiten una velocidad nocturna segura, igual a la directriz.

Curvas verticales cóncavas:

En este caso prevalecen las condiciones de operación nocturna, ya que dada la configuración de la curva, no hay problema de visibilidad en horas diurnas.

Se han adoptado como mínimos absolutos, los parámetros que permiten una suficiente iluminación nocturna a una distancia igual a la de frenado, correspondiente a una velocidad del vehículo equivalente al 90% de la velocidad directriz.

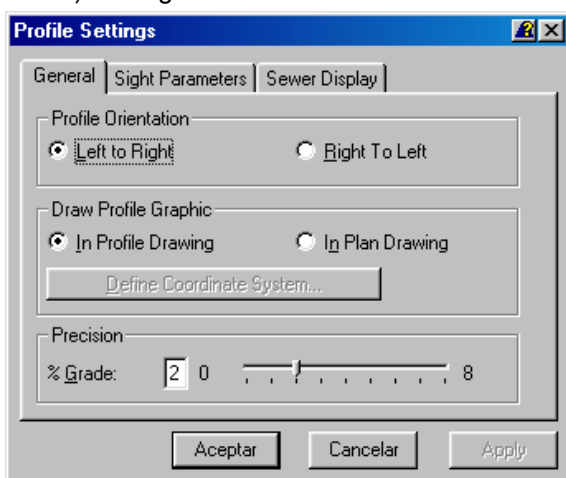
Se ha adoptado como altura del ojo del conductor sobre el pavimento, el valor de 1,07 m.

La altura del objeto que pueda ser considerada como un obstáculo peligroso, se adoptó en 0,15 m para el caso de frenado y 1,30 m para el caso de sobrepaso.

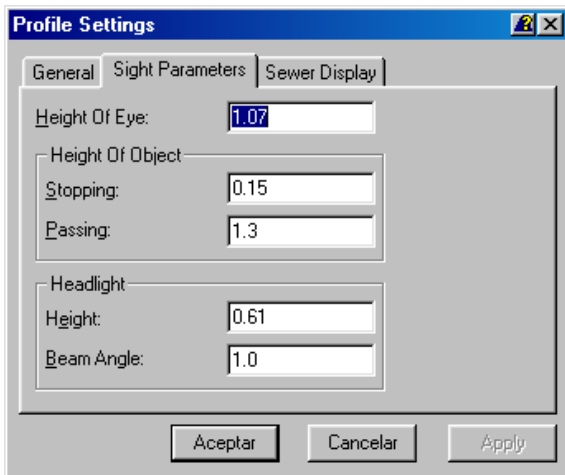
Los valores para la altura de los faros de los automóviles y el ángulo de divergencia del haz luminoso, adoptada son de 0,61 m y 1° respectivamente.

No obstante estos valores pueden modificarse haciendo:

- Del menú de RoadCalc, clic en **Profiles**.
- Luego clic en **Settings...**, se muestra:



- Clic en la solapa **Sight Parameters** (parámetros de visibilidad), y se muestra:



3) Luego de tipear los valores correspondientes a las normas de diseño establecidas, clic en **Aceptar**.

Se observa que se activa un archivo de dibujo con nombre rcprf001.dwg, el cual corresponde al archivo de dibujo en el cual debemos definir el perfil de diseño de la rasante.

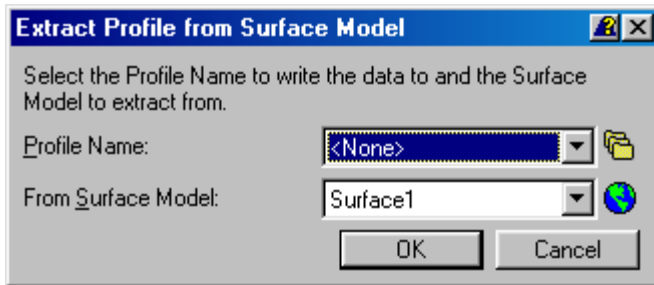
Este archivo de dibujo es completamente independiente del archivo donde estábamos trabajando hasta ahora. La particularidad de este archivo dwg, es que los valores de coordenadas del eje X, pertenecen a las progresivas del alineamiento definido en planta, y los valores de coordenadas del eje Y, corresponden a las elevaciones multiplicados por un factor resultante del cociente entre la escala horizontal y la vertical, seleccionadas en la lección 1.4.

LECCION 9.2. – PERFILES DE SUELO ORIGINAL.

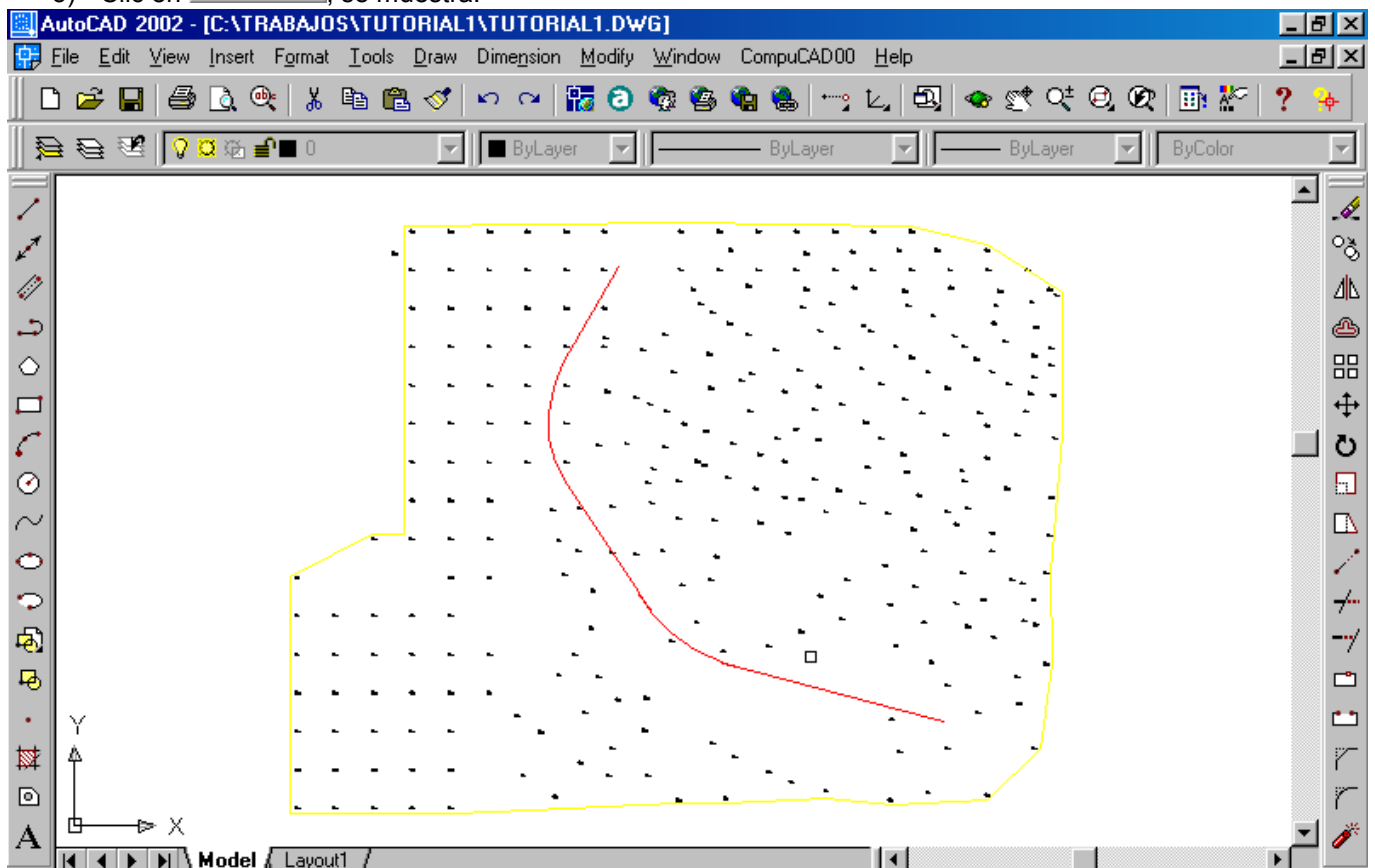
Existen tipos de perfiles de terreno natural, los cuales son creados desde el modelo de superficie generado con el módulo Surface Modeling, la diferencia entre estos dos perfiles es que uno de ellos se genera con los datos de terreno natural solamente de la sección transversal, o sea que representa en menor calidad el suelo original verdadero.

Veremos los pasos para generar el perfil de suelo original que se genera con todos los datos de la triangulación realizada con el módulo Surface Modeling.

- 1) Del menú de RoadCalc, clic en **Profiles**.
- 2) Luego clic en **Extract from Surface Model...**, se muestra:

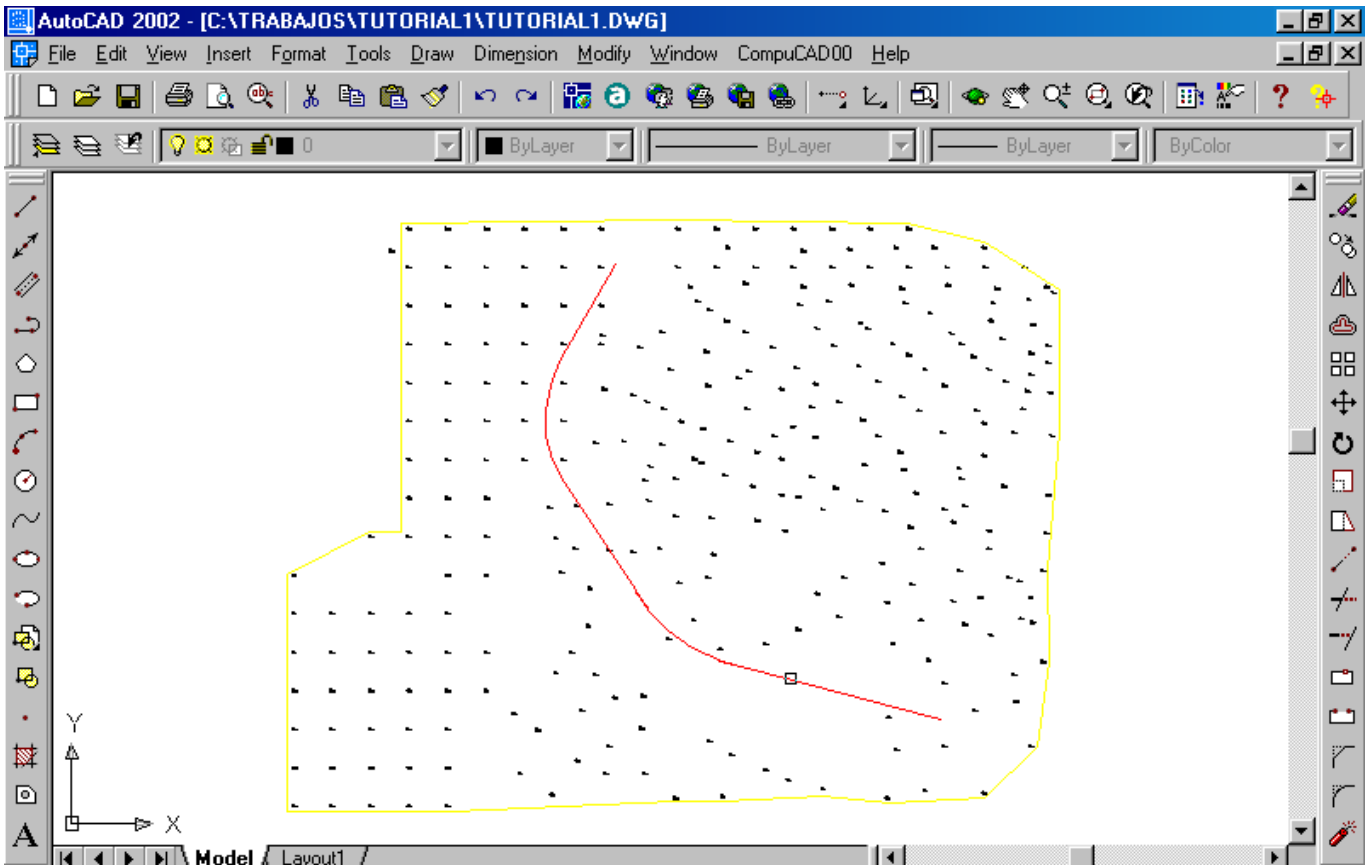


- 3) En el campo Profile Name dejamos el valor por defecto (None).
- 4) En el campo From Surface Model, debemos especificar el nombre del modelo de superficie generado con el módulo Surface Modeling, que corresponda al modelo de donde queremos extraer los datos del suelo original. En el ejemplo dejamos Surface1.
- 5) Clic en **OK**, se muestra:

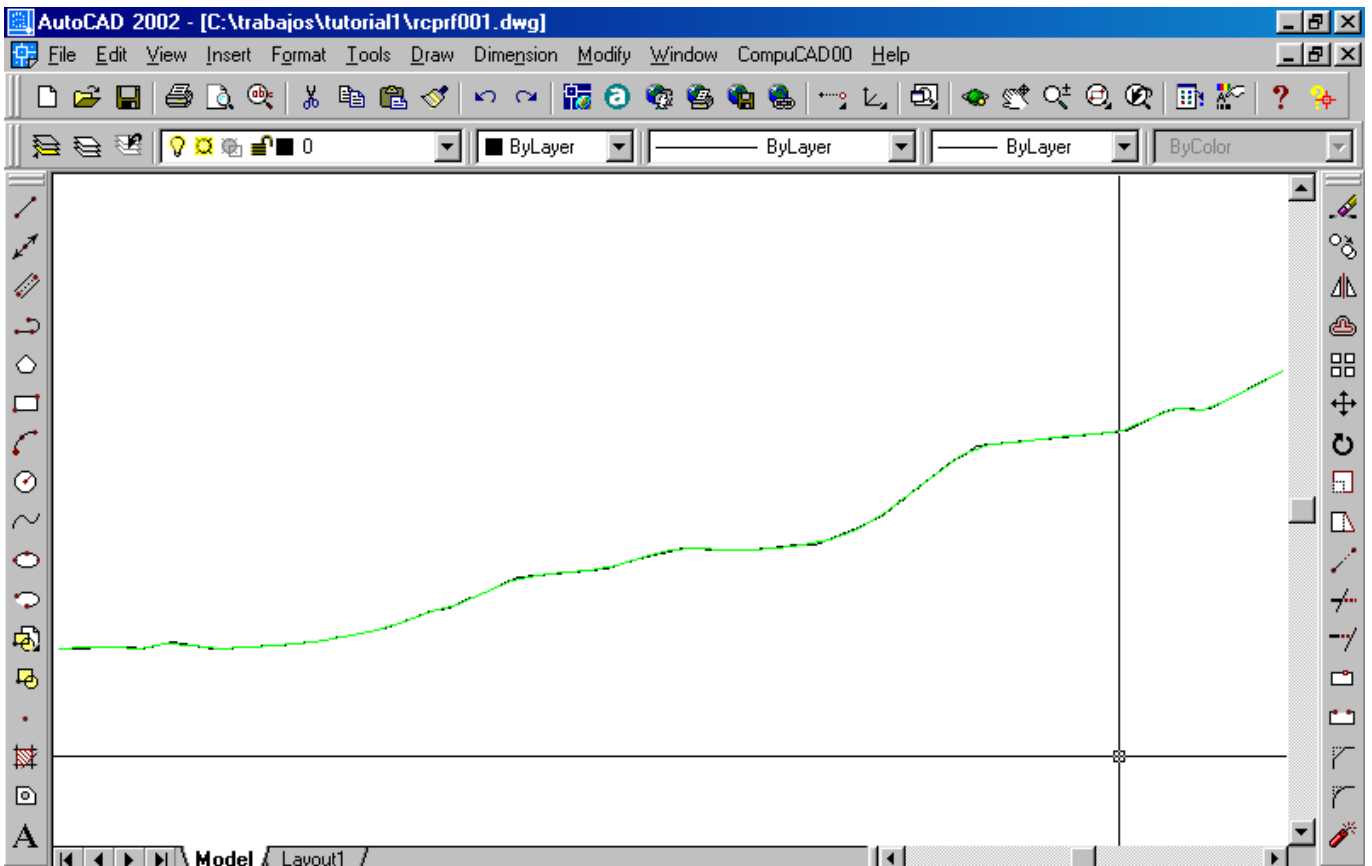


El puntero del ratón, tomó la forma correspondiente a la selección de objetos.

6) Clic sobre el alineamiento central (Centerline), como muestra la siguiente figura:



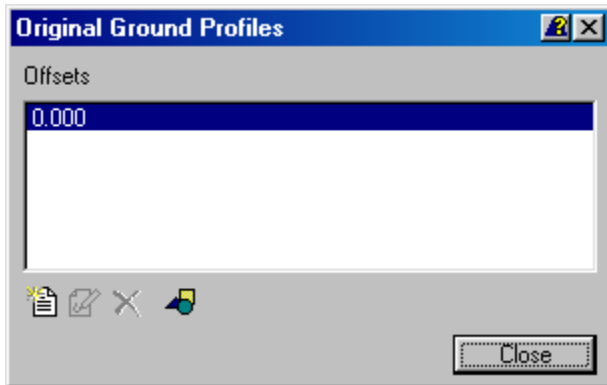
Automáticamente se dibujarán los perfiles de suelo original en el archivo **rcprf001.dwg**, como muestra la siguiente figura:



En caso de que no se visualicen los perfiles de suelo original, ejecutar el comando **Zoom Extensión**.

El perfil que se encuentra en el layer **ORIG_O**, corresponde al perfil generado con los datos de terreno natural de las secciones transversales, y el perfil que está en el layer **PROFILES_DES**, corresponde al perfil de suelo original que se encuentra a una distancia del alineamiento central (Centerline), la cual se especifica de la siguiente manera:

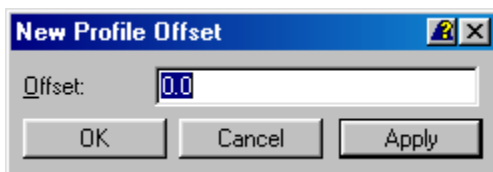
- 1) Del menú de RoadCalc, clic en **Profiles**.
- 2) Luego Clic en **Original Ground Profiles...**, se muestra:



Por defecto el valor de la distancia con respecto al Centerline es cero. Podemos generar nuevos perfiles a especificando una distancia con respecto al alineamiento central.

Para generar un perfil a una distancia del Centerline, debemos hacer:

- 3) Clic en  (New Profile Offset), se muestra:



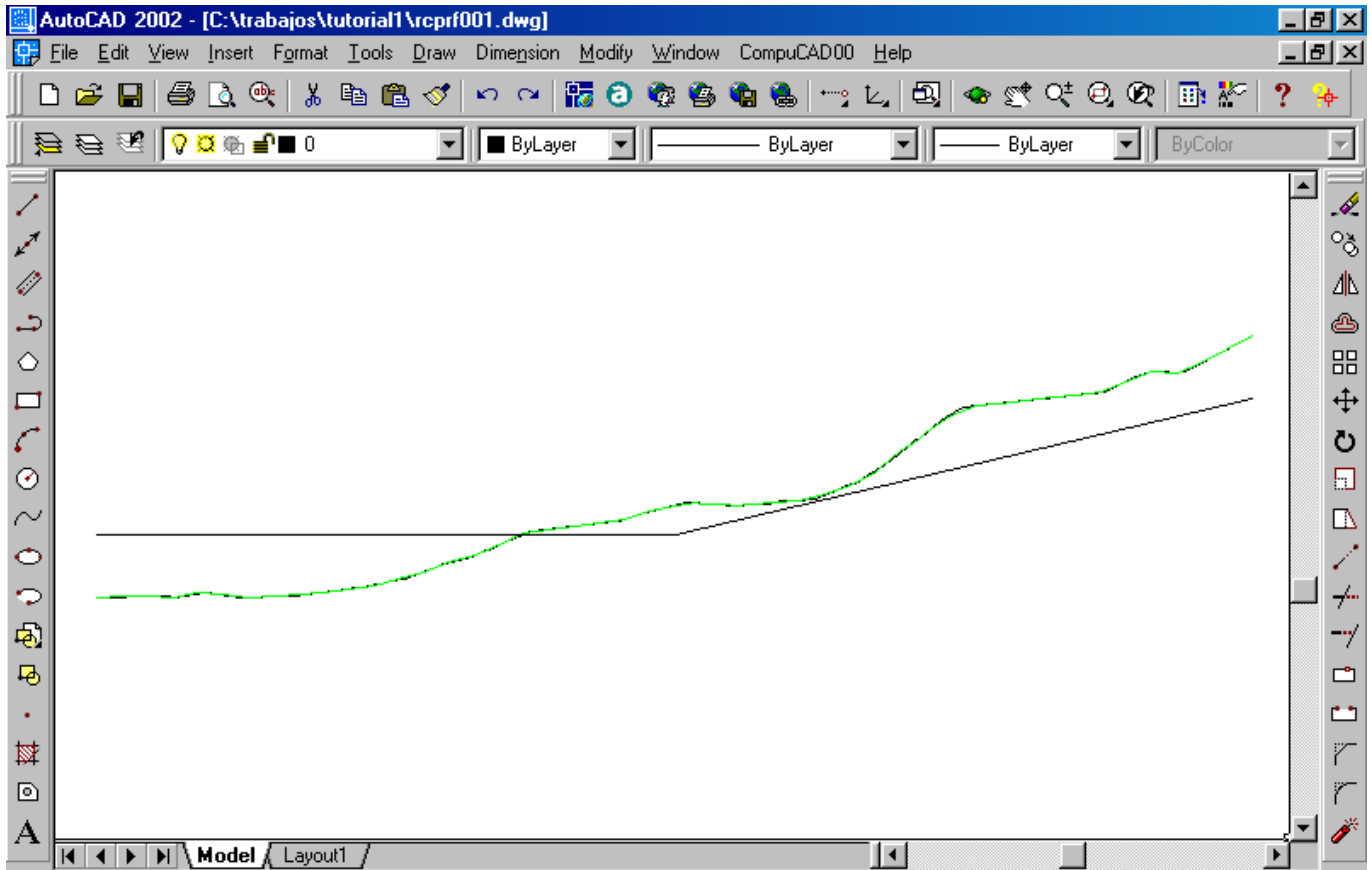
- 4) Un valor negativo indica que el perfil a generar estará ubicado a la izquierda del Centerline, en cambio especificar una distancia positiva para generar el perfil a la derecha del alineamiento central.
- 5) Luego clic en **OK**.

LECCION 9.3. – PERFIL DE DISEÑO DEL CENTERLINE (RASANTE).

Generalmente tomamos como base el perfil de terreno original para definir el perfil de la rasante de la carretera , en RoadCalc debemos dibujar la rasante con una Polilínea en el archivo rcprf001.dwg para luego convertir esta polilínea en el perfil de diseño.

Cuando dibujamos esta polilínea debemos tener en cuenta que la polilínea debe comenzar exactamente en la misma coordenada X donde comienza el perfil de suelo original, y debe terminar exactamente en la misma coordenada X donde termina el perfil de suelo original, para ello utilizaremos los modos de referencias proporcionados por el programa CAD.

Para el ejemplo trazamos la polilínea como indica la siguiente figura:

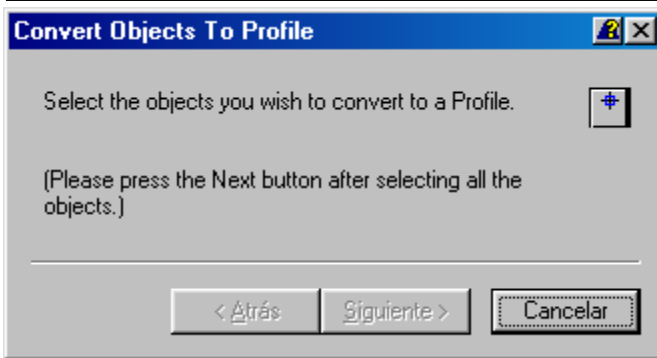


Para dibujar la polilínea, en el arranque se tomó como parámetro un relleno de 5 m de alto, y para el final de la polilínea, se adoptó una excavación de 5 m de profundidad. Recordemos que los valores de las coordenadas Y, están afectadas por un coeficiente que resulta del cociente entre la escala horizontal y la vertical. En nuestro caso este coeficiente resulta 10, o sea que para indicar los valores anteriormente citados (5 m), debemos multiplicar este valor por 10. Lo que significa que al consultar una distancia, al comienzo y al final de la polilínea, con respecto al perfil de suelo original, la distancia resultante debe ser 50.

Luego generamos un VPI en el centro del total del alineamiento, el cual tiene como pendiente de entrada 0% y la pendiente de salida la resultante de la unión entre el VPI y el punto final de la polilínea.

Ahora debemos convertir esta polilínea en el perfil de diseño, para ello hacemos:

- 1) Del menú de RoadCalc, clic en **Perfiles**.
- 2) Luego, clic en **Convert Objects to Profile...**, se muestra:



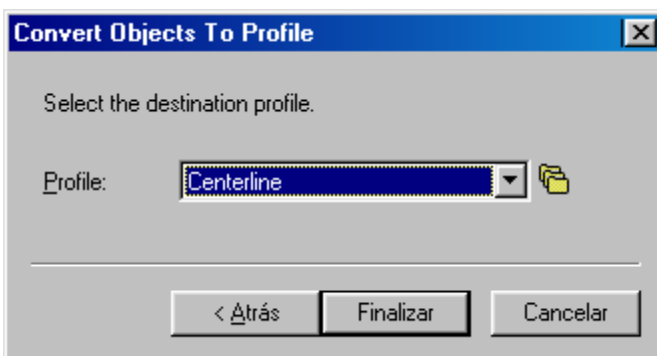
Se observa en la zona de comandos de AutoCAD.

```
Select the objects you wish to convert:
Select objects:
```

- 3) Clic sobre la polilínea.
- 4) Presionar el botón derecho del ratón para cancelar la selección, se muestra:



- 5) Clic en **Siguiete >**, se muestra:



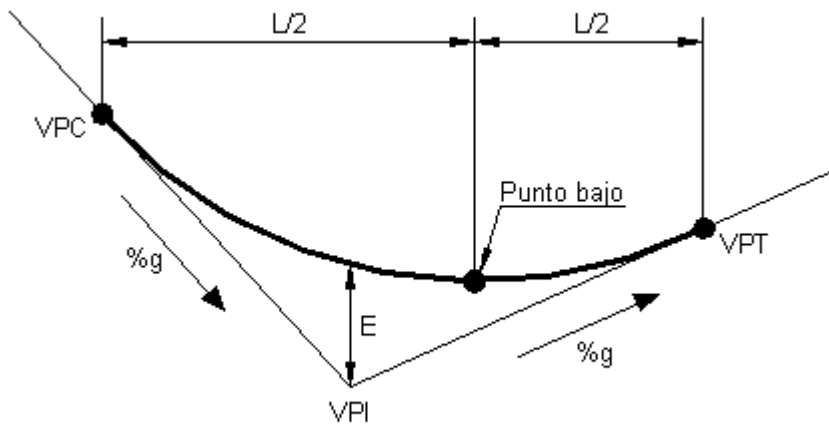
- 6) Clic en **Finalizar**, se observará que la polilínea se ubica en el layer Centerline y tiene color rojo. De esta manera ingresamos el perfil de diseño de eje central (rasante) de la carretera.

LECCION 9.4. – PARAMETROS DE CURVA VERTICAL.

RoadCalc ofrece diversas tablas que contienen los parámetros de curvas verticales.

Las tablas trabajan de dos formas: para elegir una velocidad de diseño, RoadCalc crea los datos de curva para cualquier VPI, luego, al visualizar los datos de curva, RoadCalc verifica los parámetros de la curva activa contra la tabla de velocidad de diseño. Si se modifican los parámetros, RoadCalc actualiza la velocidad de diseño adecuadamente.

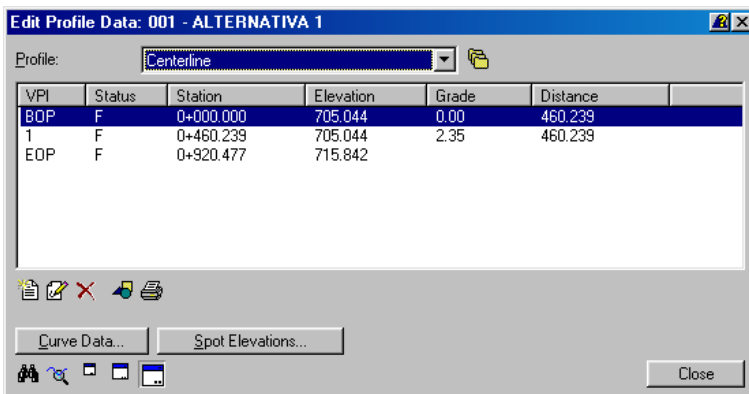
La siguiente figura muestra la ubicación de los parámetros:



- VPI:** Punto de intersección vertical.
- VPC:** Punto de curvatura Vertical.
- VPT:** Punto de tangencia vertical.
- L:** Longitud de Curva.
- K:** Factor K.
- E:** Distancia Externa.
- %g:** pendiente de entrada y salida.

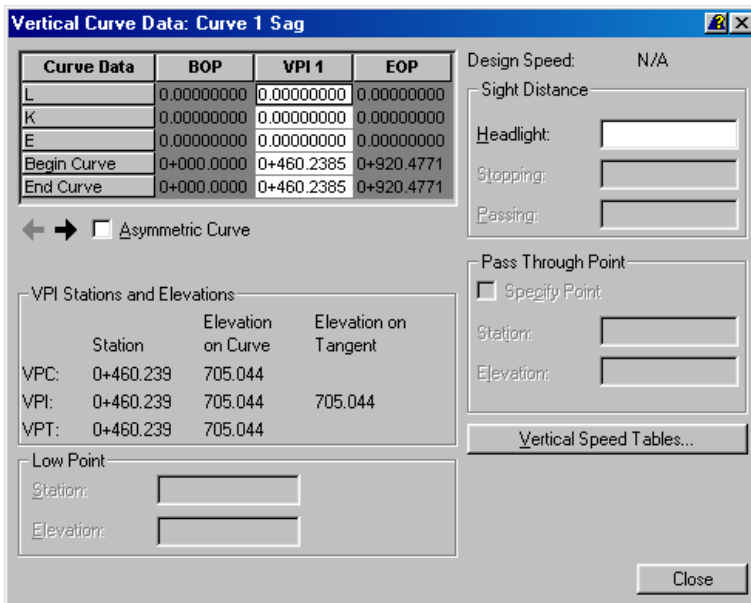
Para acceder a los cuadros de diálogo que permiten elegir estos parámetros, debemos hacer:

- 1) De la barra de menú descolgable de RoadCalc, clic en **Profiles**.
- 2) Luego clic en **Edit Data...**, y se visualiza el siguiente cuadro de diálogo:

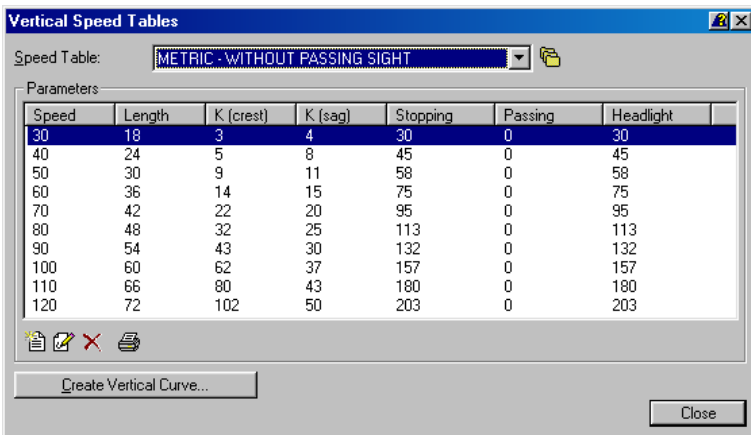


El cual muestra en un listado, todos los VPI que pertenecen al perfil generado anteriormente.

- 3) Clic en **Curve Data...**, y se muestra:

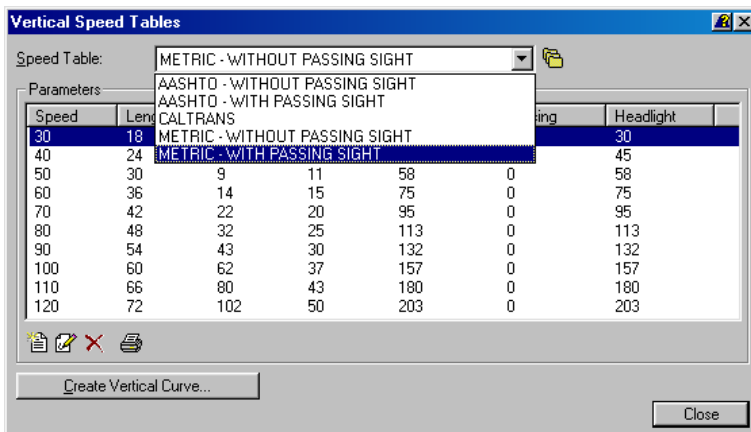


4) Clic en **Vertical Speed Tables...**, se visualiza:

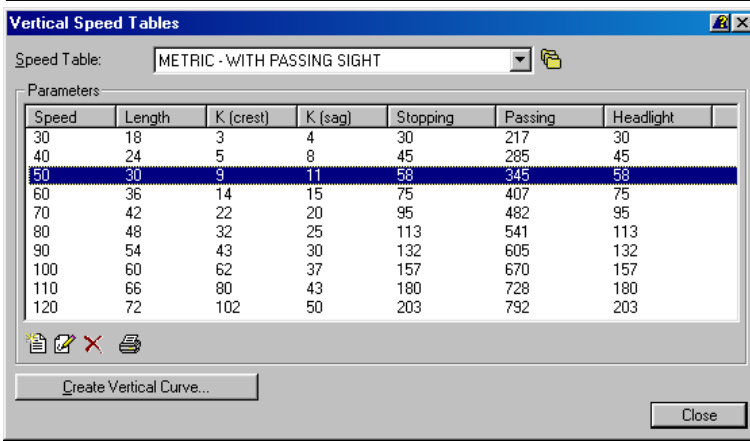


Estas tablas contienen las recomendaciones de la AASHTO sobre longitud de curva mínima, valores K y distancias de visibilidad en base a la velocidad de diseño, tanto para curvas verticales convexas (cresta) o cóncavas (sag).

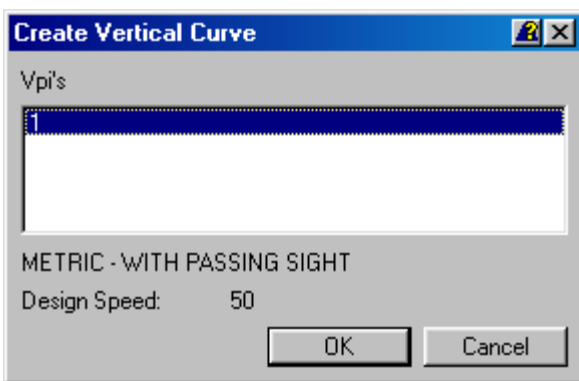
5) Seleccionaremos la tabla predefinida con valores métricos y con longitud de visibilidad de pasada, para ello hacemos clic en la lista descolgable del campo Speed Table, como muestra la siguiente figura:



6) seleccionaremos una velocidad de diseño, por ejemplo 50 KPH.



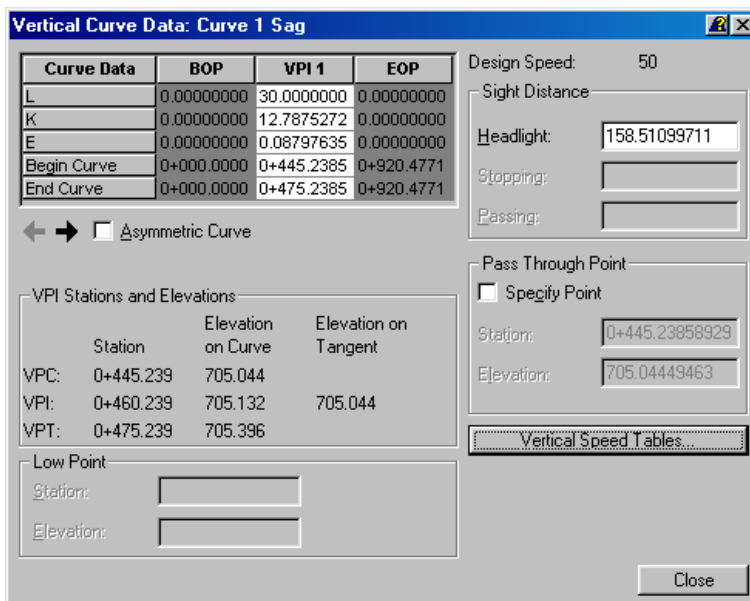
7) Le asignamos estos parámetros al VPI deseado, para ello hacemos clic en **Create Vertical Curve...**, se muestra:



8) Clic en el VPI al cual queremos asignarles los parámetros seleccionados. En este caso sólo tenemos un VPI, por lo tanto éste ya está seleccionado por defecto.

9) Luego clic en **OK**.

10) Luego Clic en **Close**, se muestra:



Se asignaron los parámetros seleccionados al VPI 1.

Si una curva se superpone con curvas vecinas, RoadCalc despliega el texto debajo de la opción Asymmetric Curve, indicando el lugar en que se produce la superposición. Ajustar los puntos VPI o las longitudes de curva para eliminar las superposiciones antes de salir del cuadro de diálogo.

11) Clic en .

LECCION 10. – SECCION TIPICA.

Lo que sigue se referirá exclusivamente a las características geométricas de la calzada, con exclusión de su diseño estructural.

Los anchos de calzada se han fijado en función de los volúmenes de tránsito futuro previstos, o sea de la categoría asignada al camino, y de la velocidad directriz.

Es decir, el criterio es proyectar la calzada con anchos mayores, cuanto más grandes sean los volúmenes de tránsito y las velocidades directrices.

Siguiendo la práctica corriente en nuestro medio, en alineamientos rectos, se ha adoptado como perfil transversal del pavimento, una sección compuesta por dos segmentos de rectas que se cortan en el eje.

Estas rectas deberán tener una pendiente transversal suficiente para evitar la formación de una lámina de agua sobre la calzada que pueda dar origen al fenómeno de "hidroplaneo". En los pavimentos de tipo superior, la superficie lisa ofrece poca resistencia de fricción para el escurrimiento de las aguas, permitiendo pendientes transversales mínimas. Por el contrario, los pavimentos con superficie de granulometría abierta deben tener una pendiente transversal más pronunciada que facilite dicho escurrimiento.

El valor máximo de esta pendiente se ve limitado, sin embargo, por factores tales como la apariencia que presenta la calzada, la mayor longitud de transición que se requiere para el peralte e, inclusive por la inseguridad en la conducción, resultante de la tendencia de los vehículos de desviarse hacia el borde del pavimento cuando circulan por la superficie demasiado inclinada.

Por todo lo expuesto, es que la práctica vial corriente adoptada, para la pendiente transversal de la calzada, valores variables con el tipo de pavimento y también con las características pluviométricas de la zona.

Para el caso de un camino de dos calzadas separadas por un cantero central sin drenaje longitudinal propio, los perfiles transversales de éstas tendrán una pendiente uniforme hacia afuera, para permitir el escurrimiento de las aguas superficiales en dirección a las cunetas laterales exteriores. En el caso contrario, cuando se proyecte un drenaje longitudinal ubicado en el cantero central, aquellas tendrán su perfil transversal normal.

El ancho de la banquina debe determinarse en función de la categoría del camino y de la topografía de la zona que atraviesa. Por ejemplo, en zonas montañosas, debido a la gran incidencia que generalmente tiene el costo de movimiento de suelos en el importe de la obra, se ha reducido el ancho de las banquetas en relación al adoptado en zonas llanas u onduladas.

Respecto de la pendiente transversal de las banquetas, la práctica usual es adoptar el 4%. No obstante se recomiendan los valores de la A.A.S.H.O. para pavimentos sin cordones, de acuerdo al tipo de recubrimiento previsto, a saber:

Banquetas con tratamiento bituminoso _____ del 3% al 5%.

Banquetas con grava o piedra partida _____ del 4% al 6%.

Banquetas recubiertas de pasto _____ 8%.

Estos valores no son rígidos y la A.A.S.H.O. recomienda que al adoptarlos se tenga en cuenta la pendiente transversal de la calzada, para evitar, entre ambas, diferencias algebraicas de pendiente muy pronunciadas.

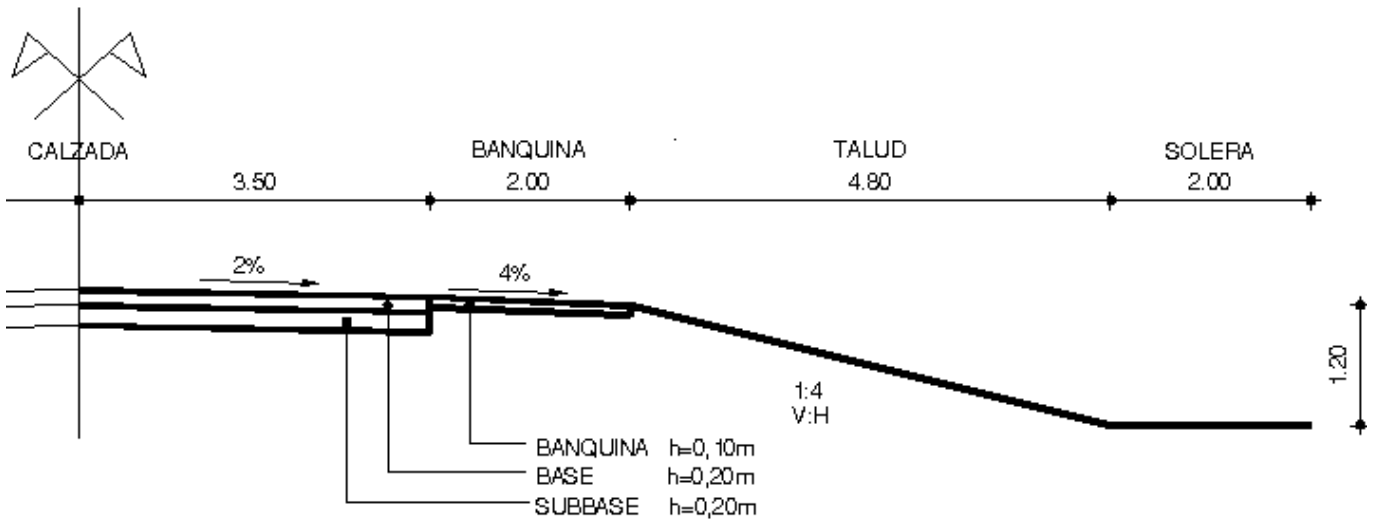
Cuando la calzada se encuentra en correspondencia con la curva horizontal y el peralte sea mayor que la pendiente transversal recomendada para la banquina, se adoptará para ésta el mismo valor del peralte.

En RoadCalc, llamamos Sección Típica a la geometría del paquete estructural adoptado, además de todas las capas de las superficies pavimentadas, se debe incluir las líneas del drenaje en caso de que se adopte una sección transversal de diseño final con drenaje.

Cada punto de encuentro de las líneas superiores (capa superior) que forman la sección típica, deben contener códigos PT, para que estos puntos se comporten de la manera deseada al procesar el proyecto.

El valor del código PT que utilizaremos en una sección típica, dependerá del tipo de sección típica a definir.

Veamos cómo debemos proceder para la construcción de un paquete estructural como muestra la figura:



Primeramente veamos los códigos PT que debemos usar:

El código PT 1 se le asigna al punto correspondiente al Centerline.

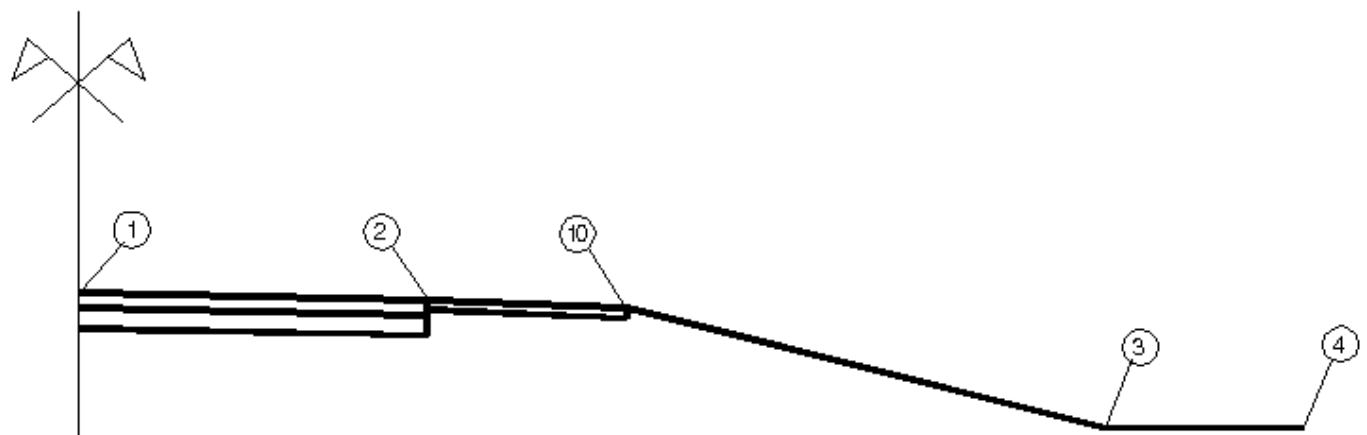
En el borde de la calzada, en este caso como se trata de una calzada simple, y necesitamos que peralte automáticamente en las curvas de acuerdo a las especificaciones que le dimos en los parámetros de curvas, le asignaremos código PT 2.

En el borde exterior de la banquina generalmente se le asigna código PT 10.

Para indicar el talud de una zanja, se utiliza el código PT 4.

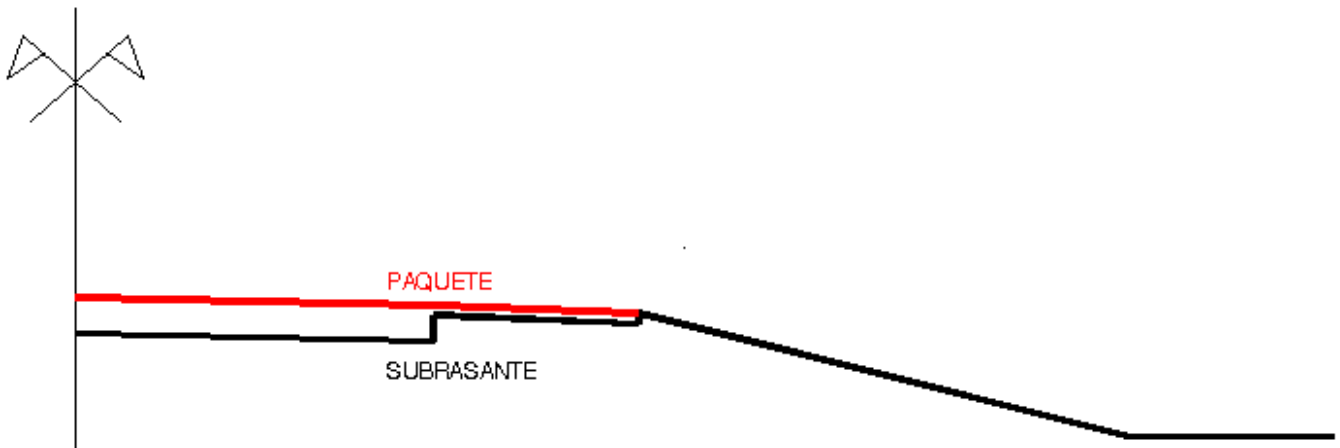
Por último debemos indicar el punto final de la zanja, esto lo hacemos con el código PT 3.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, surge la siguiente figura:



Antes de proceder a dibujar la sección típica, recordemos que en la lección 8.1. declaramos las superficies de diseño, las cuales eran dos, pero como observamos en la figura anterior, tenemos más capas de diseño, pero es recomendable (para evitar problemas de construcción de la sección típica) que al conjunto de Base, Subbase y

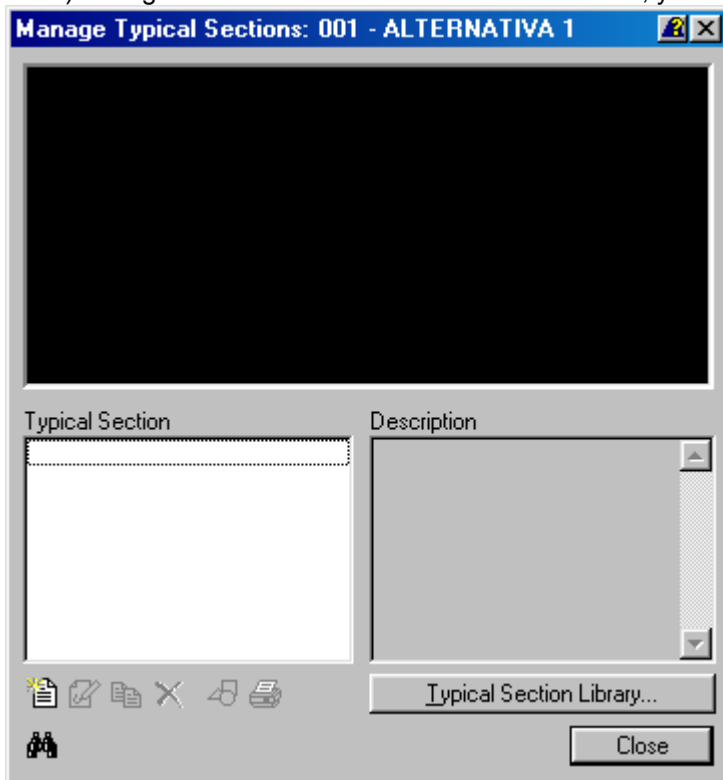
banquina, lo definamos en una sola superficie de diseño llamada “paquete” como vimos en la lección 8.1., entonces tenemos lo siguiente:



Es importante también aclarar, que el ingreso de los datos, se debe hacer por capas, o sea primero ingresar la capa “paquete” y luego la capa “subrasante”. La capa inferior debe contener a la capa superior para que al momento de definir las superficies, no se produzcan errores de interpretación por parte del RoadCalc, es por ello que conviene definir una sola capa para las superficies de diseño como mencionamos anteriormente.

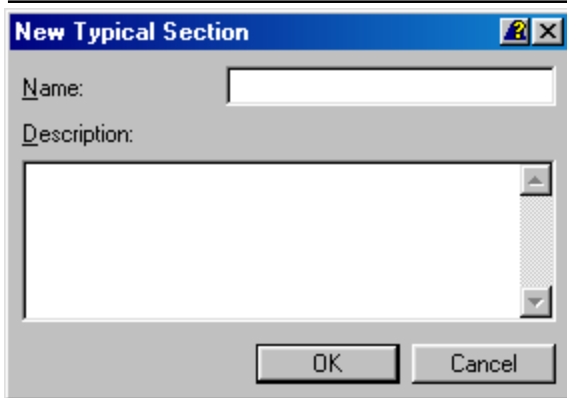
Aclaradas las recomendaciones, procederemos a construir la sección típica en cuestión.

- 1) De la barra de menú descolgable de RoadCalc, clic en **Typical Sections**.
- 2) Luego clic en **Manage Typical Sections...**, y se visualiza el siguiente cuadro de diálogo.

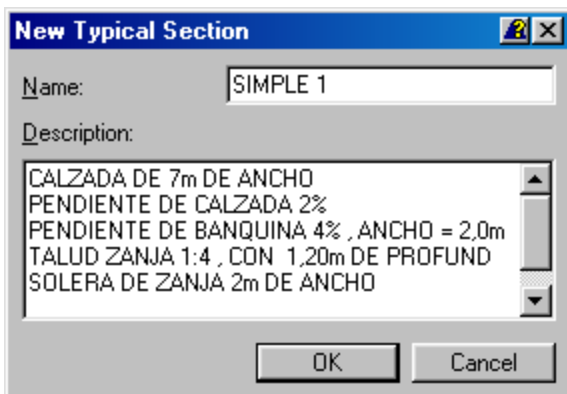


Como observamos en la zona de listado de las secciones típicas, no tenemos hasta ahora secciones típicas declaradas en este proyecto, entonces hacemos:

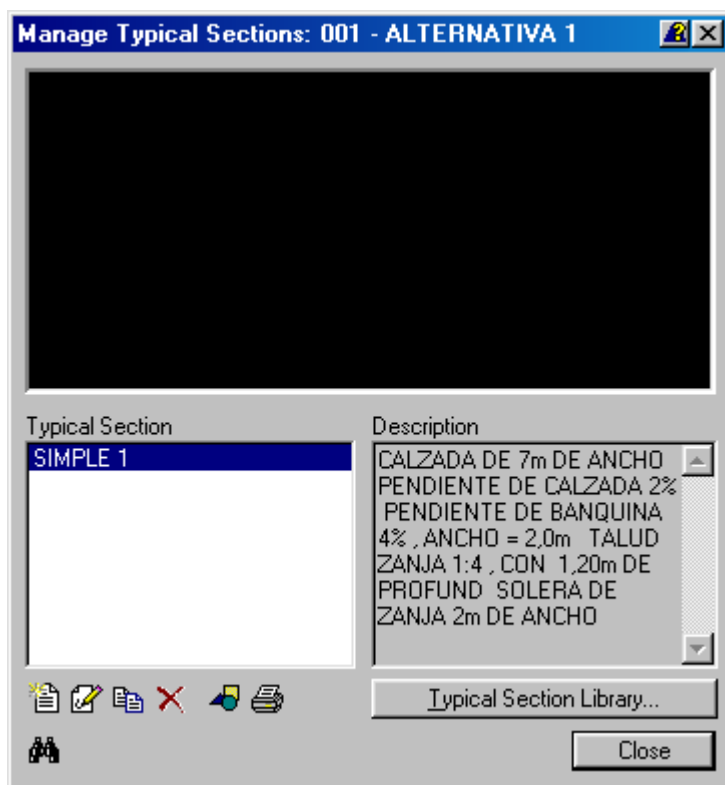
- 3) Clic en , para declarar una sección típica, a través del siguiente cuadro de diálogo



4) Llenamos los campos con los siguientes datos.



5) Luego clic en , se muestra:

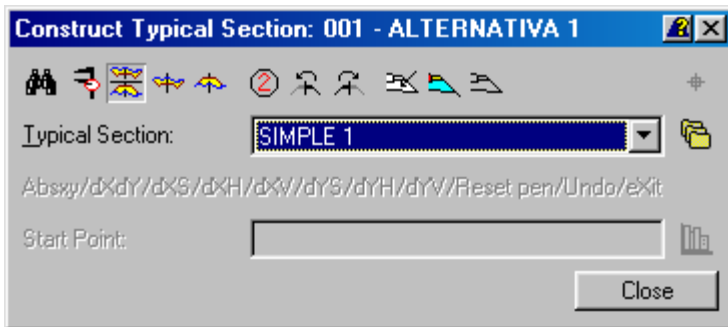


En donde podemos observar la sección típica declarada recientemente.

6) Luego clic en para salir de este cuadro de diálogo.


Hasta ahora, sólo tenemos declarada la sección típica "SIMPLE 1", para dibujarla hacemos:



- 1) De la barra de menú descolgable de RoadCalc, clic en **Typical Sections**.
- 2) Luego clic en **Construct Typical Section...**, y se muestra:




Este cuadro de diálogo es una especie de paquete de software de CAD, el cual contiene comandos específicos para realizar el dibujo de la sección típica.

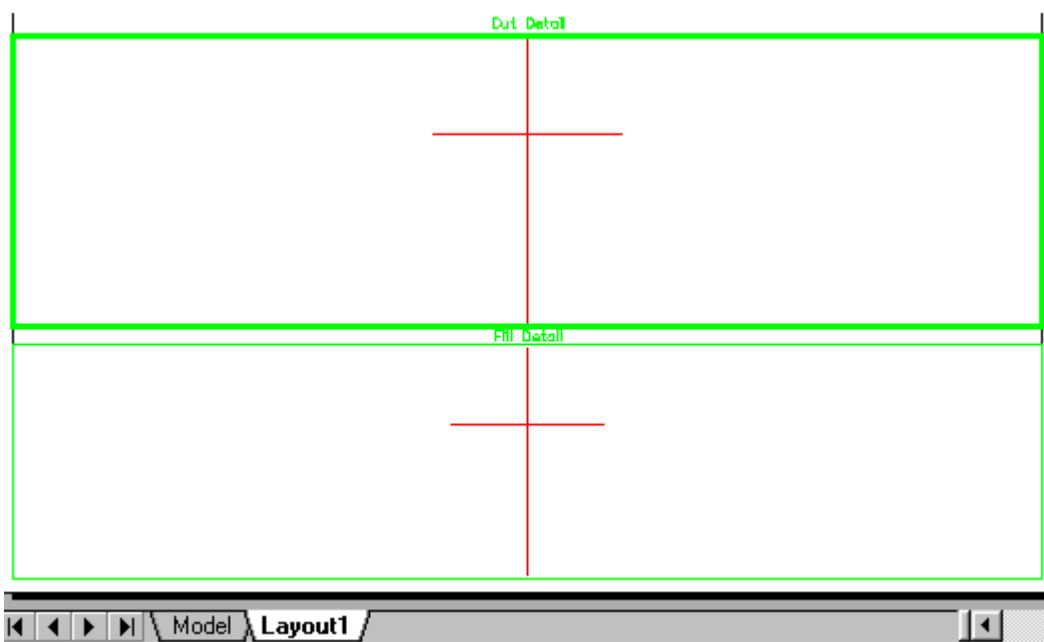
En el campo Typical Section, contiene el nombre de la sección típica declarada anteriormente. En el caso de que tengamos más de una sección típica en este subproyecto, debemos seleccionar de la lista descolgable la sección típica que deseamos dibujar.

El ícono , que está presionado, indica que la sección típica que dibujaremos, es la misma para una situación de corte o de relleno, esto es conveniente, ya de esa manera nos ahorramos de dibujar la sección típica dos veces. (una para corte y otra para relleno). Todo esto si es que el paquete estructural es el mismo en ambas situaciones y sólo varíe la zona de la zanja.

En caso que el paquete estructural sea diferente para una situación de corte, debemos dibujar la sección típica solamente para corte, para ello activamos el ícono , y para el caso de relleno, activamos el ícono .

En nuestro caso, el paquete estructural, será el mismo para ambos casos y sólo variará la zona de la zanja, la cual controlaremos con los códigos PT, como veremos más adelante, entonces:

- 3) Clic en , y observamos que se activa un nuevo dibujo en el AutoCAD, el cual está en blanco y en modo presentación 1(layout 1), como muestra la siguiente figura:



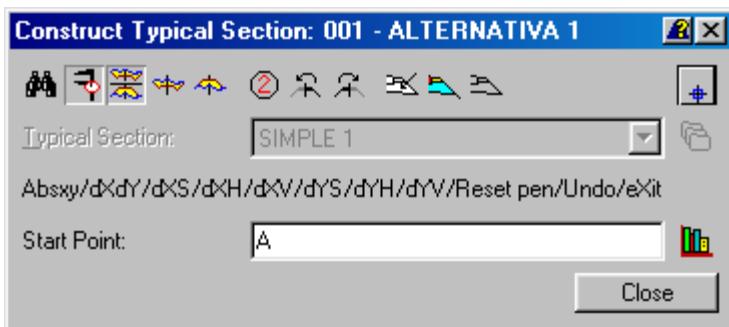
Observamos que en el Layout 1, tenemos dos **viewports**, una para la situación de corte llamada **Cut Detail**, y la otra para la situación de relleno, llamada **Fill Detail**.

La cruz de hilos de color rojo, representa un sistema cartesiano ortogonal, el cual se tiene como referencia, para el cálculo de alguna coordenada. El origen de este sistema de coordenadas corresponde al punto por dónde se desplazará la Centerline, tanto en sentido horizontal (Alignment Centerline), como en el sentido vertical (Profile Centerline).

Es conveniente dibujar las capas superiores de las superficies, desde el Centerline hacia fuera y de manera continua, para evitar errores de interpretación del RoadCalc a la hora de definir las superficies de diseño.

Entonces hacemos:

- 4) En el campo **Start Point**, tipeamos **A**, como muestra la siguiente figura:



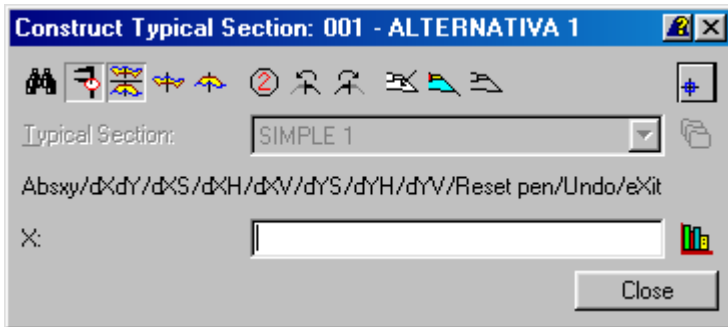
- 5) Presionamos la tecla ENTER, y observamos que el campo **Start Point**, se cambió por un nuevo campo, en este caso **X**.

Esta forma de ingreso de datos requiere una atención bastante particular, sobre todo en tener muy en cuenta, que dato me está solicitando el RoadCalc.

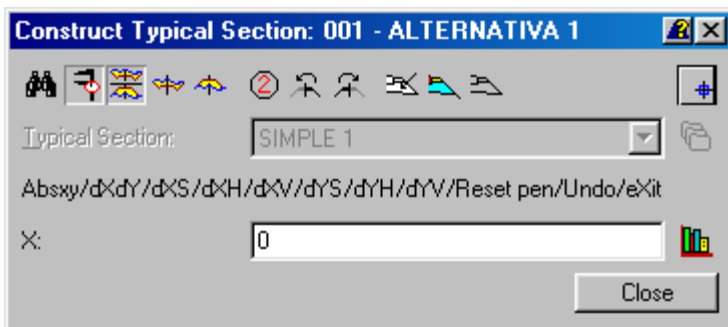
Los datos que solicitará el RoadCalc, dependerá del comando que seleccionemos en el momento que el campo mostraba el texto **Start Point**. La siguiente tabla muestra los comandos disponibles para el ingreso de datos de acuerdo a los datos que tenemos disponibles:

Absxy	Permite colocar el punto de quiebre usando los valores para una coordenada X absoluta y una Y absoluta.
dXdY	Permite colocar el punto de quiebre usando valores para un Delta X y un Delta Y.
dXS	Coloca el punto de quiebre usando los valores para un Delta X y un valor % de pendiente.
dXH	Coloca el punto de quiebre usando los valores para un Delta X y pendiente H/V, donde el valor de V se fija en 1.
dXV	Coloca el punto de quiebre usando los valores para un Delta X y pendiente V/H, donde el valor de H se fija en 1.
dYS	Coloca el punto de quiebre usando los valores para un Delta Y y un valor % de pendiente.
dYH	Coloca el punto de quiebre usando los valores para un Delta Y y pendiente H/V, donde el valor de V se fija en 1.
dYV	Coloca el punto de quiebre usando los valores para un Delta Y y pendiente V/H, donde el valor de H se fija en 1.
Reset pen	Deja los segmentos dibujados y permite comenzar de nuevo con Start Point. Se lo aplica cuando terminamos de dibujar una capa superior de una superficie de diseño.
Undo	Elimina el último segmento dibujado. Similar al comando UNDO del AutoCAD.
eXit	Detiene el ingreso de datos.

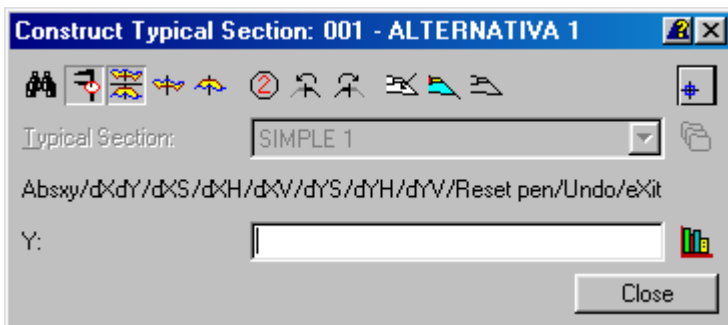
Volviendo a nuestro ejemplo, quedamos con el siguiente cuadro de diálogo:



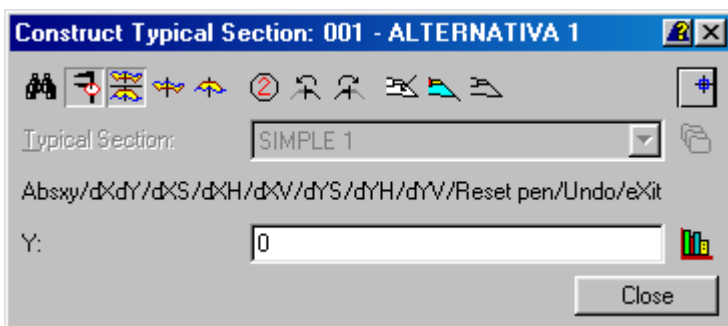
- 6) tipeamos 0, en el campo X, para indicar que arrancaremos en el origen del sistema de coordenadas, con nuestra sección típica, como muestra la siguiente figura:



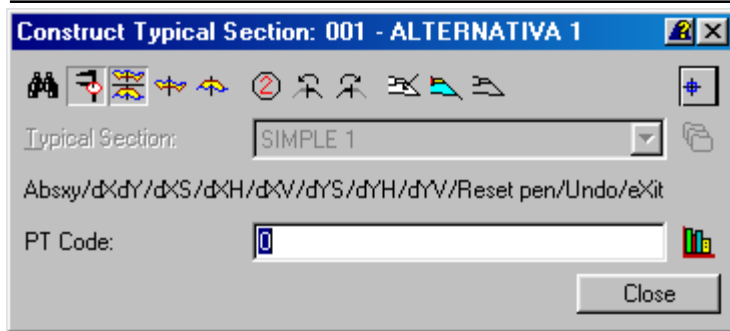
- 7) Presionamos ENTER, y se muestra:



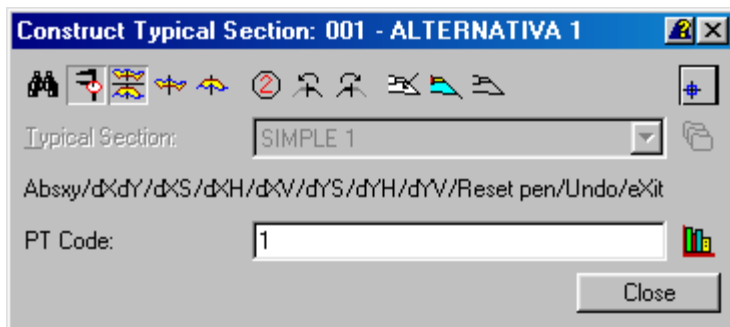
- 8) tipeamos 0, en el campo Y, para indicar que arrancaremos en el origen del sistema de coordenadas, con nuestra sección típica, como muestra la siguiente figura:



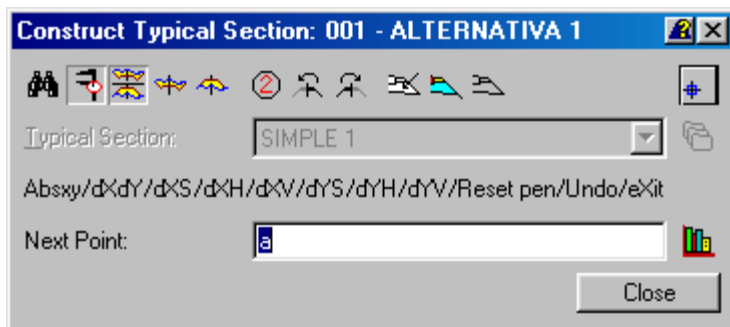
- 9) Presionamos ENTER y se muestra:



- 10) tipeamos 1 para indicar que el punto de quiebre en las coordenadas ingresadas, corresponde al Centerline, como muestra la siguiente figura:

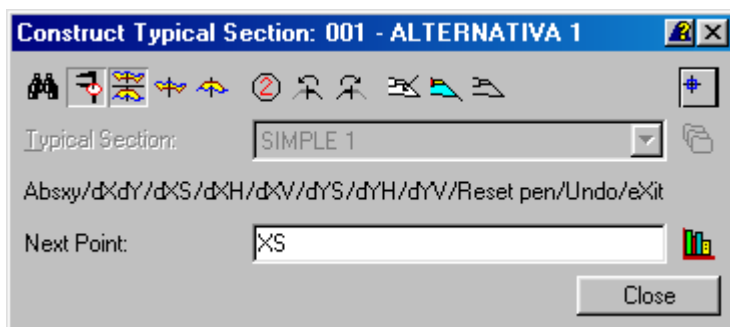


- 11) Presionamos ENTER, tenemos:

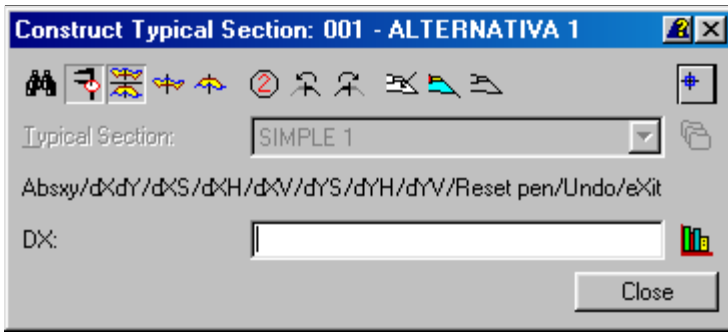


Hasta ahora, ingresamos el punto de arranque de una línea, debemos especificar ahora cómo deseamos ingresar el siguiente vértice de la línea, ya sea con AbsXY, dXdY, dXS, dXH, dXV, dYS, dYH o dYV. En nuestro caso como tenemos de dato el ancho de la media calzada y la pendiente de ella, nos conviene seleccionar el modo dXS, para ello hacemos:

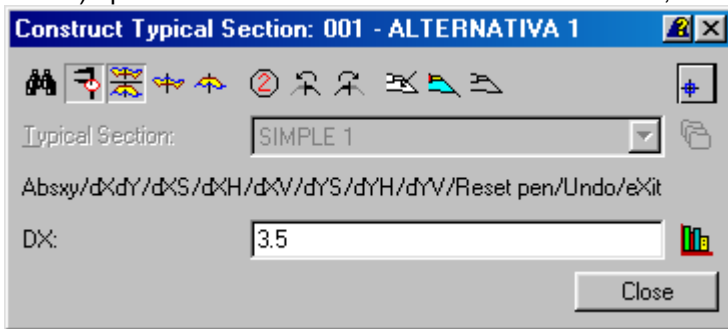
- 12) Tipeamos XS, como muestra la siguiente figura:



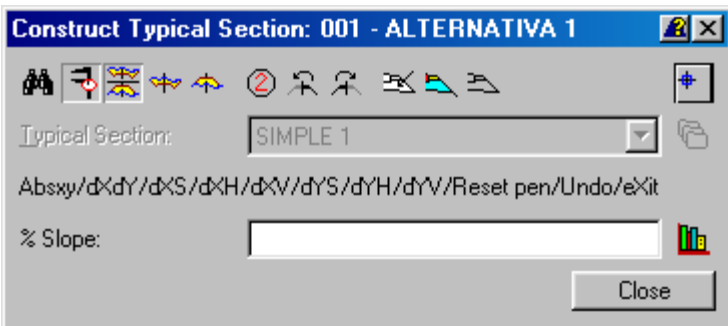
- 13) Presionamos la tecla ENTER, y se muestra:



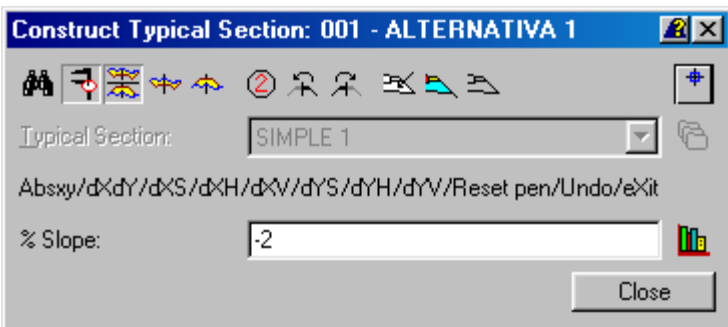
14) tipeamos el valor del ancho de la media calzada, como muestra la siguiente figura:



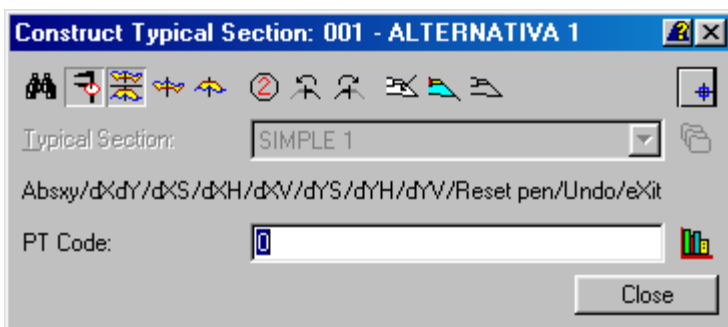
15) Presionamos ENTER, y se muestra:



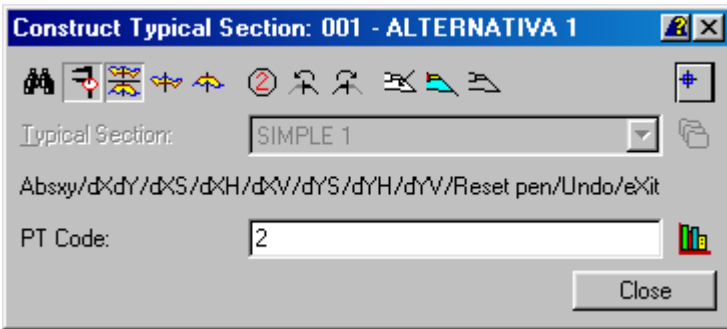
16) Tipeamos -2, para indicar la pendiente hacia abajo de la calzada:



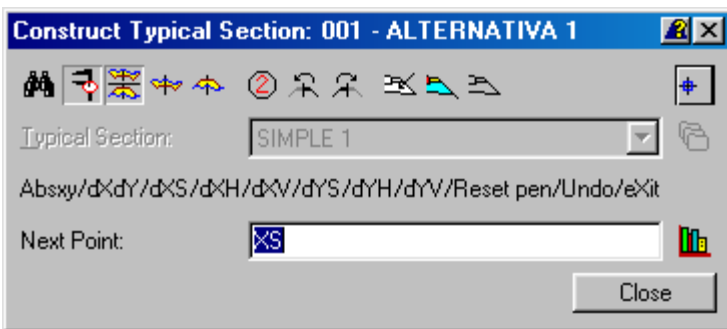
17) Presionamos ENTER y se muestra:



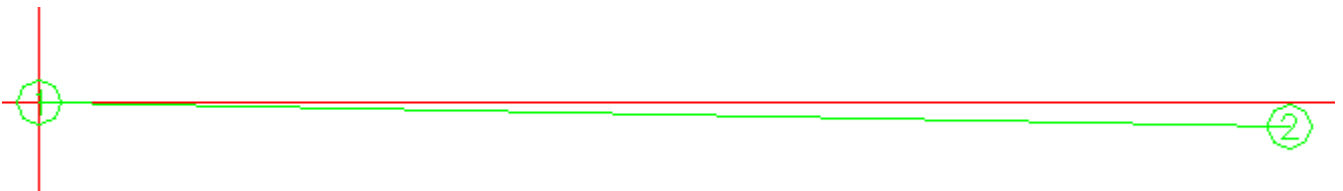
18) Tipeamos 2, que corresponde al borde de la calzada.



19) Presionamos ENTER y se muestra:



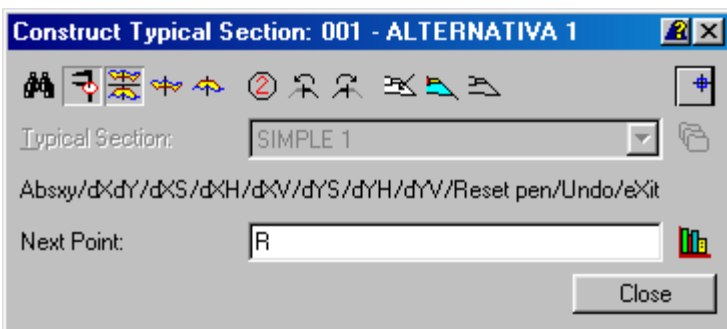
Y en el layout se visualiza :



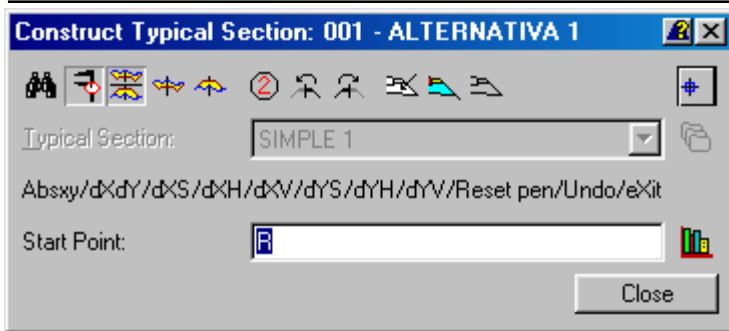
20) En el campo Next Point , tipeamos XS nuevamente e ingresamos el ancho y la pendiente de la banquina de la misma forma como hicimos para la calzada, pero le asignamos código PT 10 al borde de la banquina.

Una vez dibujada la capa superior del paquete estructural, debemos indicar que deseamos comenzar una línea desde una coordenada que no coincide con el último punto ingresado, en otras palabras queremos levantar el puntero de dibujo, hacemos:

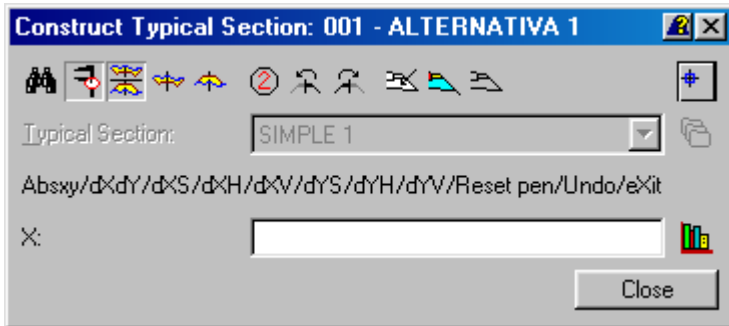
21) Tipeamos R (Reset pen) en el campo **Next Point**, como muestra la siguiente figura:



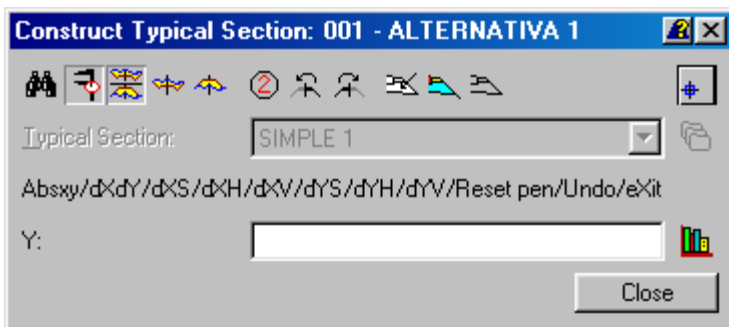
22) Presionamos ENTER y se muestra:



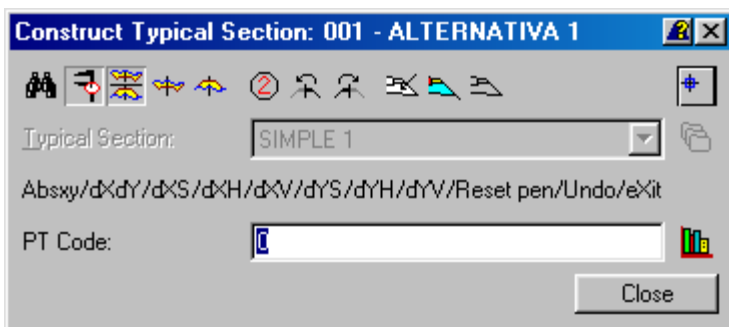
23) Tipeamos A, y presionamos ENTER., se muestra:



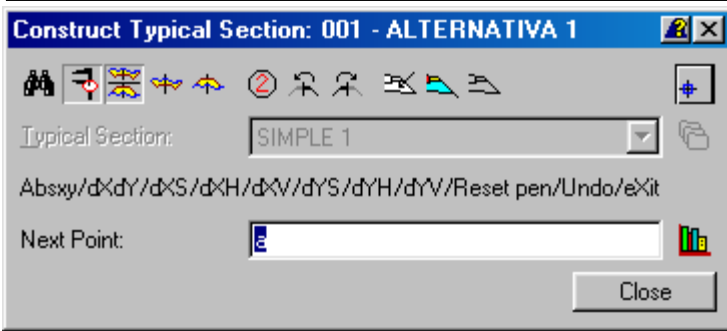
24) Tipeamos 0, para indicar que el arranque está sobre la Centerline, luego presionamos ENTER, se muestra:



25) Tipeamos -0.40, para indicar que el arranque de la línea está por debajo de la Centerline, luego presionamos ENTER, se muestra:

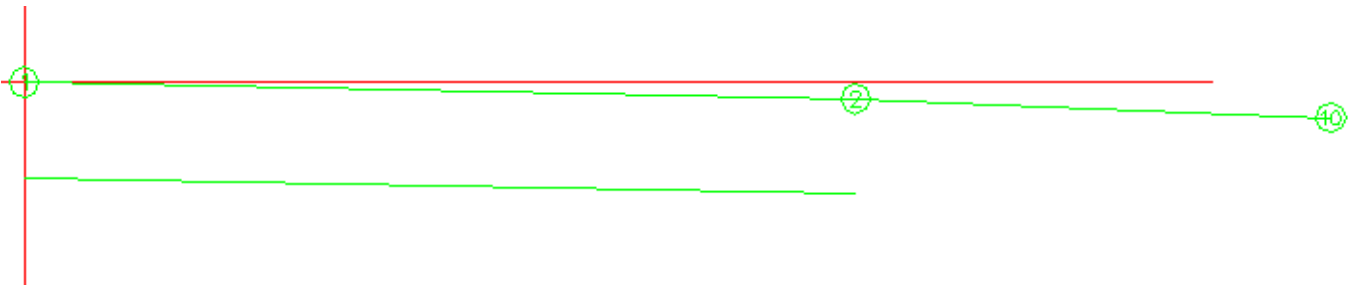


26) Tipeamos ENTER para aceptar el valor por defecto y se muestra:

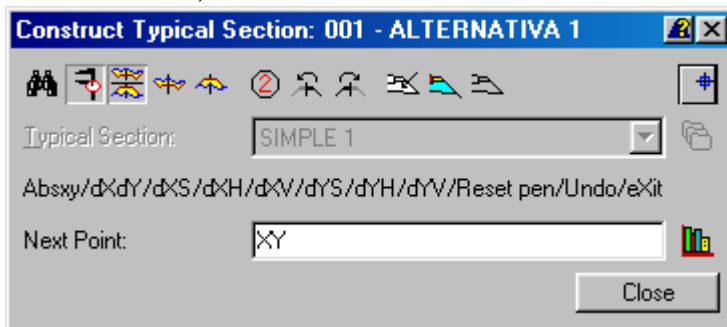


27) Tipeamos XS y presionamos ENTER.

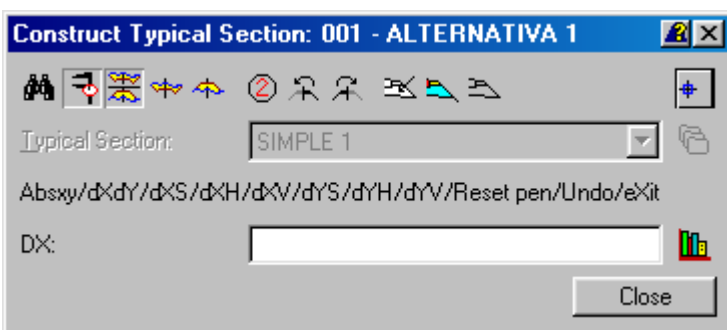
28) Ingresamos el ancho de la media calzada (3,50), su pendiente (-2), código PT 0 y tenemos:



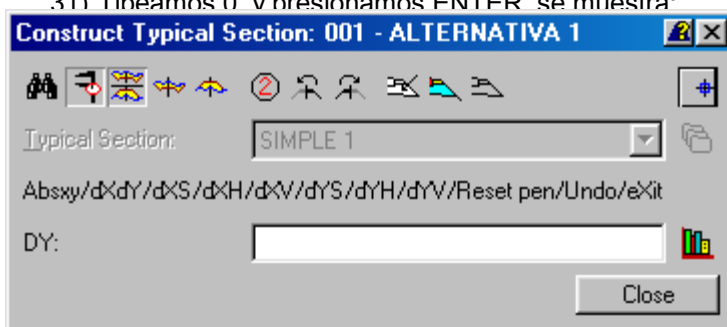
29) En el campo Next Point, elegimos la opción dXdY, para dibujar una línea vertical con coordenadas x e y relativas, hacemos:



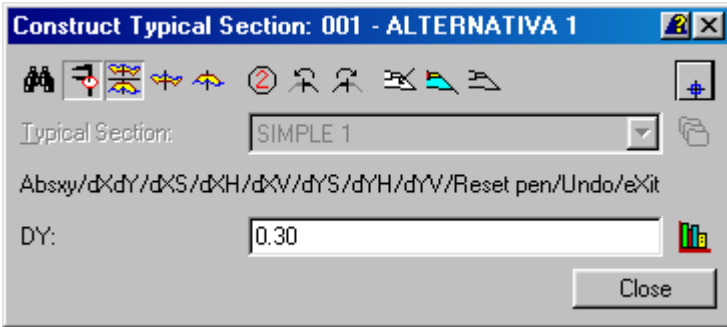
30) Presionamos ENTER, se muestra:



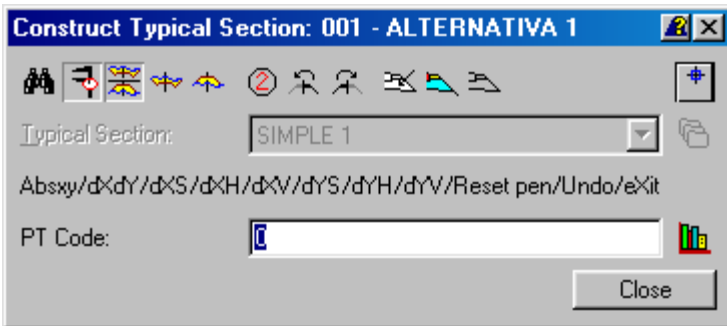
31) Tipeamos 0 y presionamos ENTER se muestra:



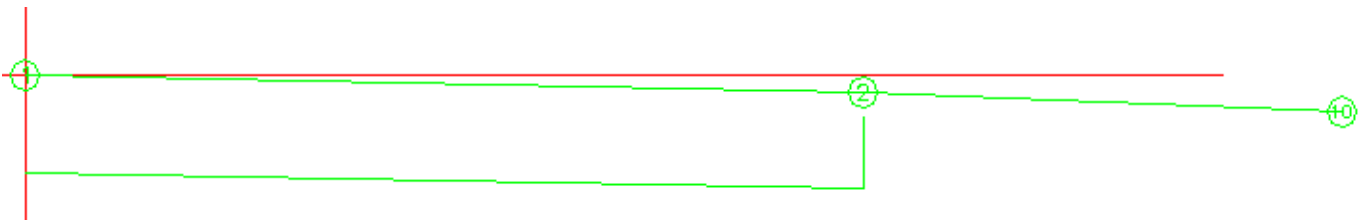
32) Tipeamos 0.30, que resulta de restar 0.40 (alto del paquete completo) con 0.10 (alto de la banquina)



33) Presionamos ENTER, y se muestra:




34) Presionamos ENTER para aceptar el código PT por defecto, y se muestra en el Layout:

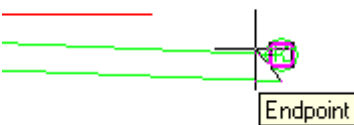


35) Tipeamos XS, para dibujar la parte inferior de la banquina con su ancho y su pendiente y tenemos:

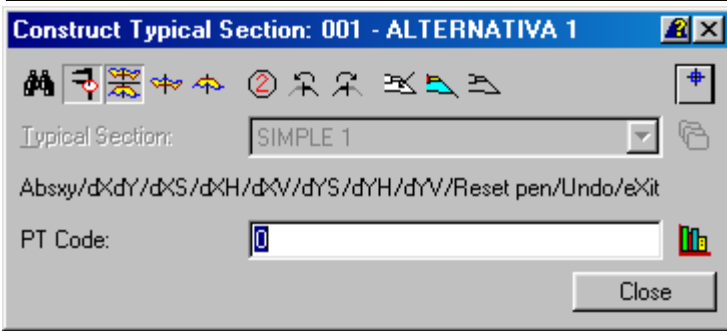


Para dibujar la línea vertical que cerrará el paquete estructural, hacemos:

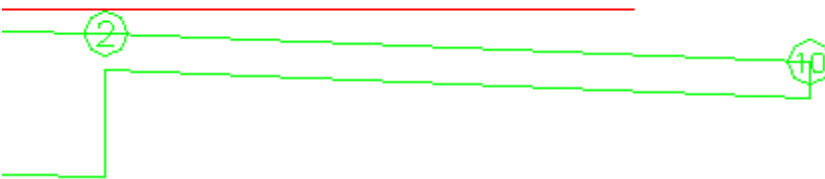
36) Clic en el ícono , para indicar el punto que tiene código PT 10, de manera que nos aseguramos que la superficie correspondiente al paquete, esté completamente cerrada. Seguramente deberemos hacer un Zoom ventana del AutoCAD y utilizar el modo de referencia Punto Final (Endpoint), como muestra la siguiente figura:



Una vez que hacemos clic sobre el punto final, el cuadro de diálogo mostrará:

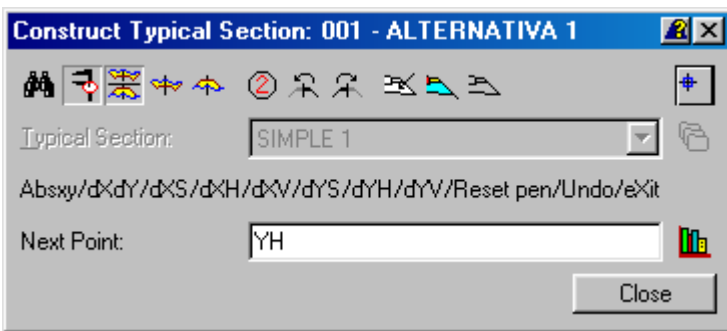


37) Presionamos ENTER para aceptar el valor por defecto, tenemos:

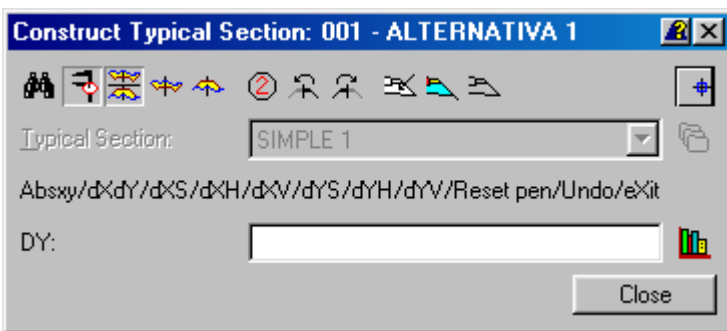


Ahora debemos dibujar el talud de la zanja, para ello hacemos:

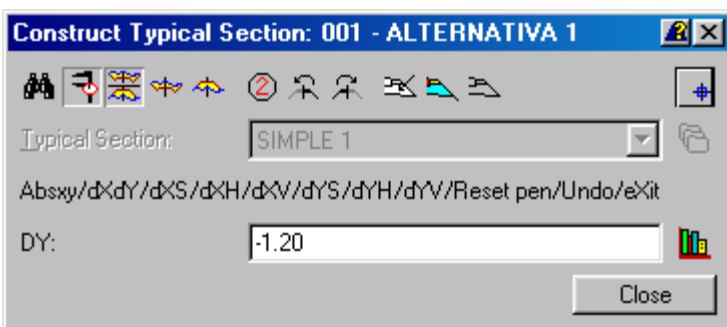
38) Tipeamos YH, para que nos solicite el alto y la pendiente V/H del talud, tenemos:



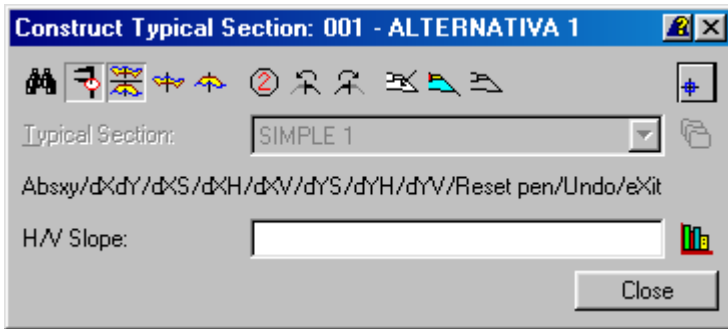
39) Presionamos ENTER, y tenemos:



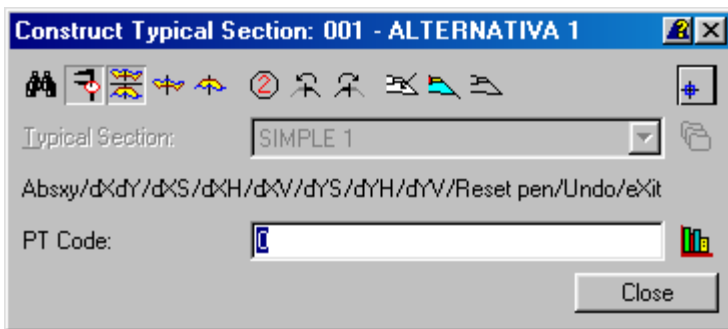
40) Tipeamos -1.20 como muestra la siguiente figura:



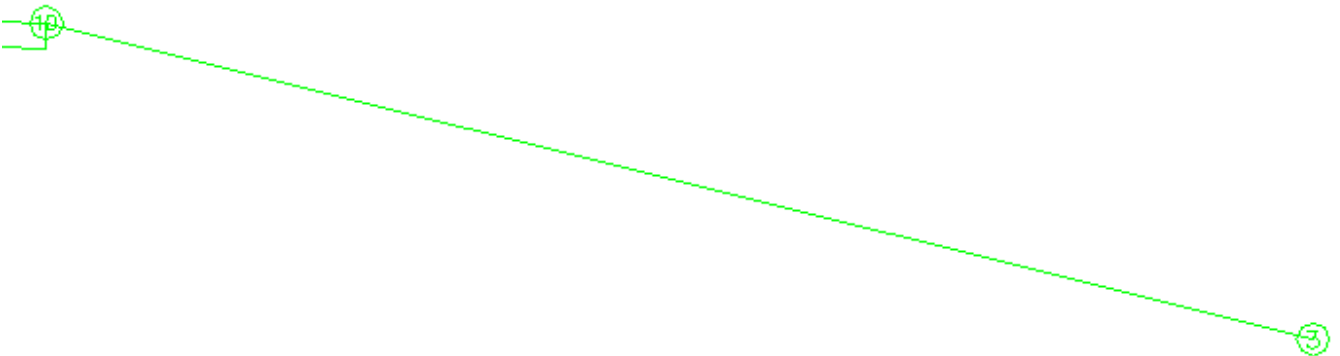
41) Presionamos ENTER, se muestra:



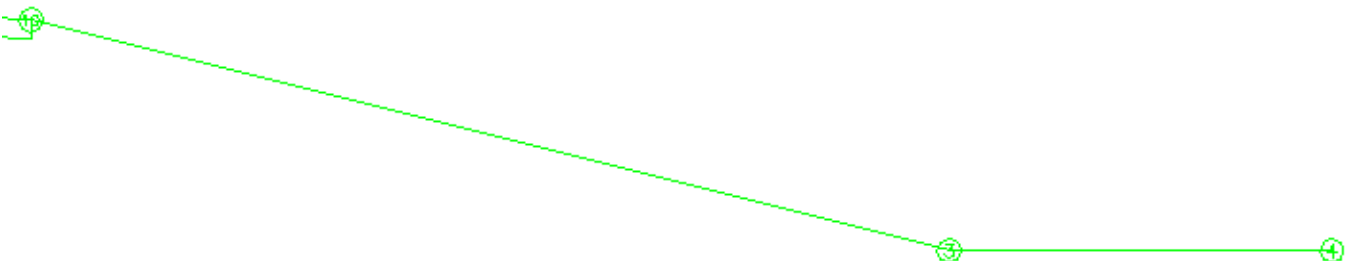
42) Tipeamos 4. por tratarse de un talud 1:4 (V:H), luego presionamos ENTER y tenemos:



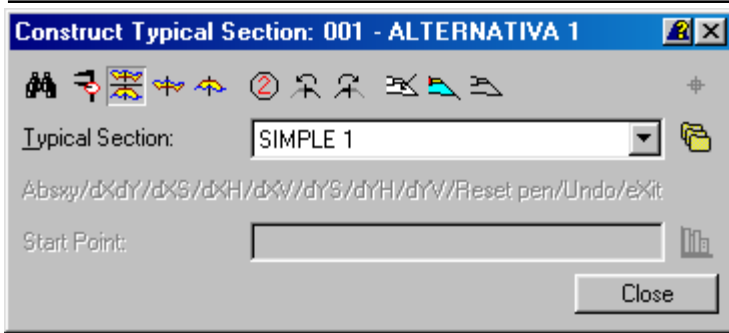
43) Tipeamos 3 , que es el código PT que corresponde a este punto de quiebre, luego presionamos ENTER, tenemos:



44) En el cuadro de diálogo tipeamos XS, para ingresar la parte inferior de la zanja con su ancho (2) , su pendiente (0) y el código PT 4, tenemos entonces :

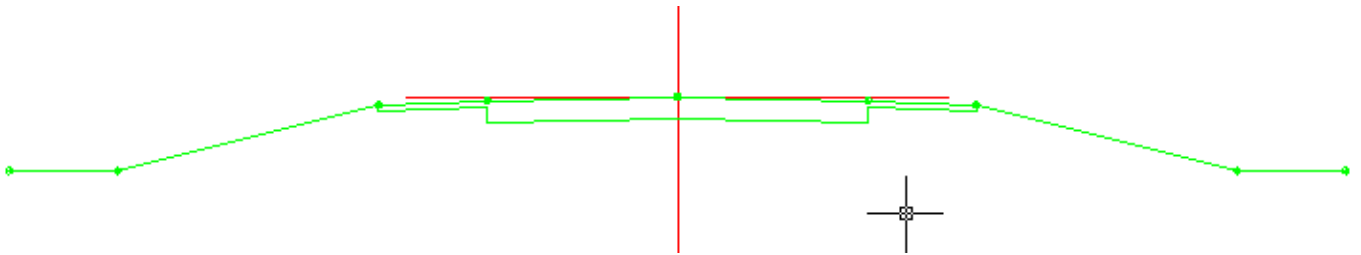


45) En el cuadro de diálogo tipeamos X y presionamos ENTER, para salir del modo dibujo y tenemos :




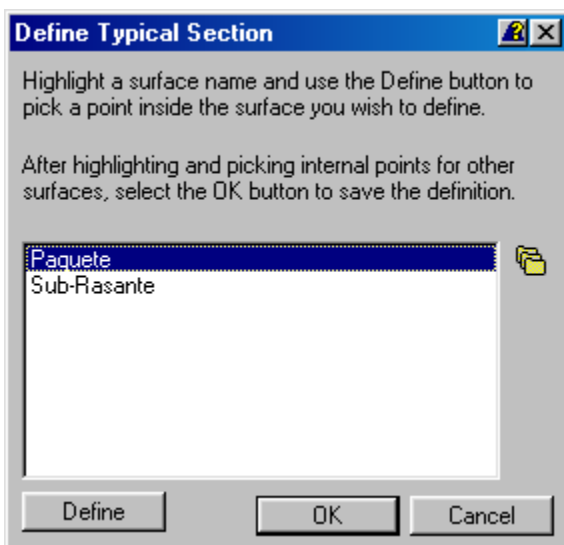
Ahora debemos dibujar la otra mitad de la calzada, entonces hacemos:

46) Clic en el ícono , y tenemos en el Layout:




Para definir las superficies de diseño, hacemos:

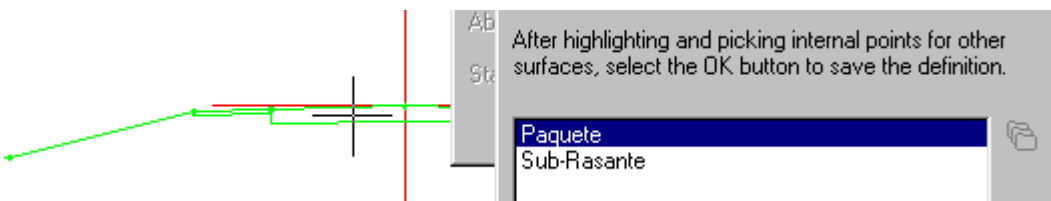
47) Clic en el ícono , y se muestra:



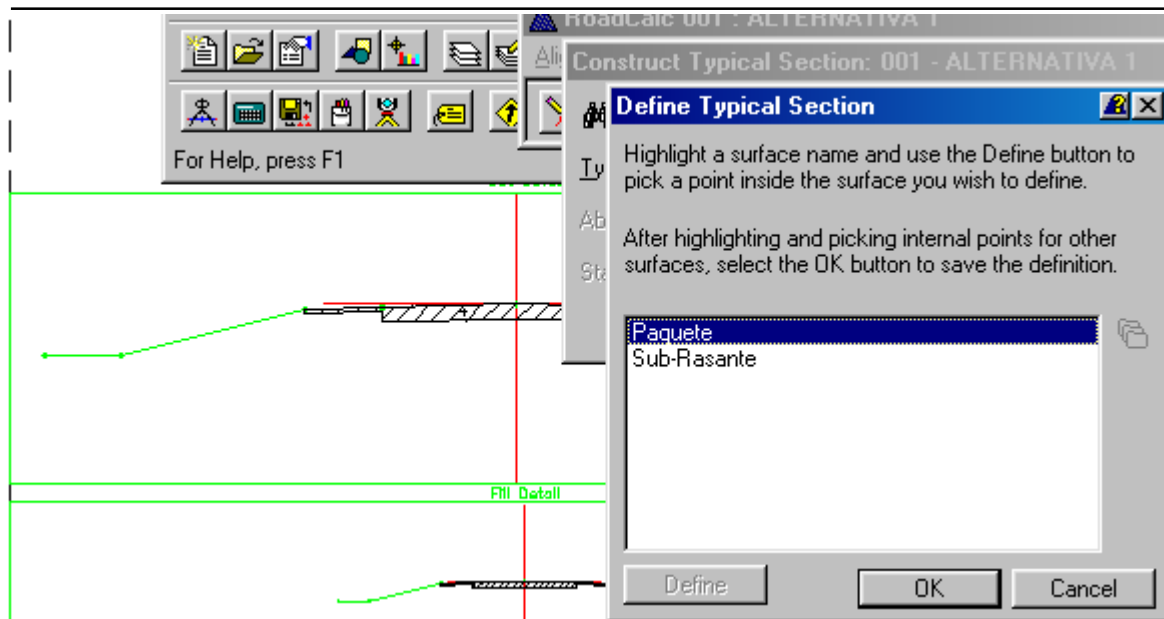
Donde muestra las superficies de diseño declaradas en la Lección 8.1.

48) Seleccionamos la superficie de diseño que deseamos definir, en este caso **Paquete**

49) Luego, clic en , el puntero del ratón se convierte en una cruz, como muestra la siguiente figura:



50) Con la cual debemos hacer un clic dentro de la superficie correspondiente al Paquete, se muestra:



51) Clic en .

52) Clic en .

De esta manera dibujamos la sección típica correctamente.

Debemos cerrar el dibujo de la sección típica y luego hacer:

1) De la barra de menú descolgable de RoadCalc, clic en .

2) Luego clic en .

Esto último se realiza para indicarle al RoadCalc, que el dibujo que está activo en el AutoCAD, es el que corresponde al alineamiento en planta. Esto es muy importante porque de otra manera tendríamos como dibujo en planta del alineamiento al último dibujo activo, en nuestro caso al correspondiente a la sección típica.

LECCION 10.1. – CODIGOS PT.

Existen 30 códigos PT por defecto a los que no se puede cambiar el número pero si la descripción y los bloques. Debido a su significado especial no pueden ser eliminados de la biblioteca.

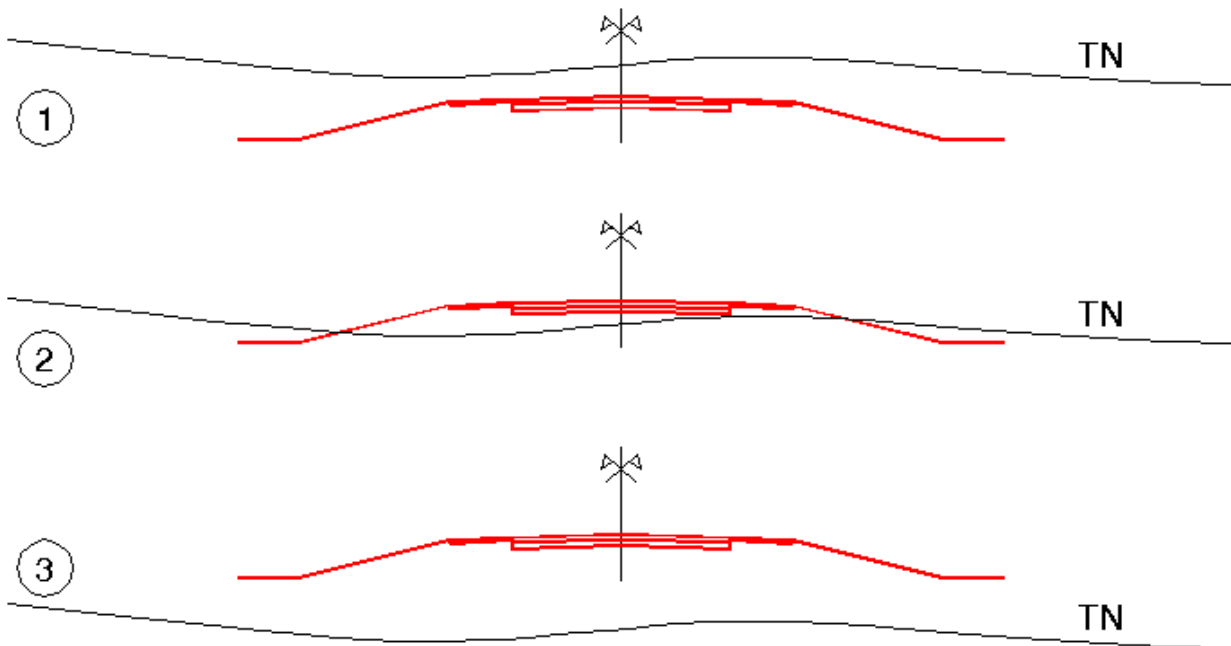
La siguiente tabla, muestra el significado de los códigos PT:

-16 a -13	Se usan para indicar los cuatro puntos de peralte en una sección típica de autopista con divisiones.
-6 a -3	Idem al anterior pero también se los puede utilizar para indicar el peralte en una subsuperficie de autopistas con divisiones.
-1	Se usa para indicar un punto opcional de rotación para peralte.
0	Significa que el punto de quiebre no tiene propiedades especiales.
1	Controla el punto de quiebre por el alineamiento de eje central y el perfil de eje central.
2	Indica que el punto de quiebre peraltará de acuerdo a los parámetros de curvas asignados.
3 y 4	Se utilizan para definir la zanja en una sección típica.
5	Indica que el punto de quiebre pertenece a la parte superior exterior de un cordón cuneta.
6	Indica que el punto de quiebre pertenece a la parte superior interior de un cordón cuneta.
7	Se utiliza para señalar un punto de quiebre en la cuneta.
8	Marca que el punto de quiebre, es el perteneciente a la parte inferior de una cuneta por donde drena el agua.
9	Indica el límite de la cuneta con la calzada.
10	Pertenece al borde de la banquina.
11	Se utiliza para determinar el ancho de una vereda o ciclovia.
998 y 999	Se utilizan en los lados izquierdo y derecho de una sección típica para denotar puntos de estaca de zanja, en una superficie de rasante (inferior). Si la pendiente delantera tiene estos códigos, RoadCalc coloca los códigos PT 1004 y 1005 en la pendiente de encuentro de corte a la misma elevación.
1000 y 1001	Representan los puntos de encuentro izquierdo y derecho respectivamente.
1002 y 1003	Estos códigos se colocan en el punto de corte de una pendiente de Zona Limpia durante el procesamiento del comando Correr diseño.
1004 y 1005	Ver código 998 y 999.

LECCION 11. – PROCESO.

RoadCalc procesará las secciones transversales generadas, de acuerdo a los datos especificados hasta ahora, como ser; el alineamiento horizontal, el alineamiento vertical, la sección típica y el modelo digital del terreno.

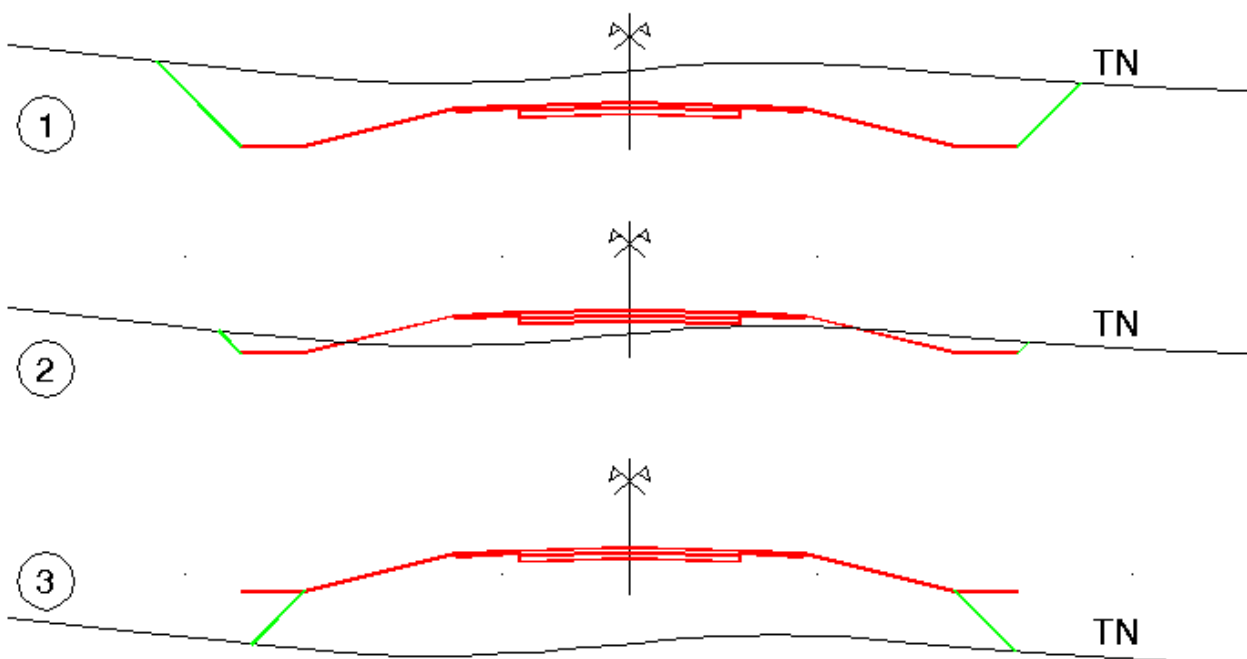
La siguiente figura muestra los casos posibles en que podemos encontrarnos.



El primer caso se trata de una situación en corte, y el tercer caso se trata de una situación en relleno.

En cambio en el segundo caso no podemos especificar con precisión, a menos que establezcamos un punto de quiebre de la sección típica, como punto de referencia para decidir en que situación estamos, así podremos decir, si tomamos como punto de referencia el punto con código PT 10, diremos que nos encontramos en una situación de relleno, en cambio si tomamos como referencia el punto con código PT 4, diremos que nos encontramos en una situación de corte.

Generalmente conviene tomar como punto de referencia, al **punto más exterior de la sección típica**, porque desde allí se generará la línea de encuentro, como se muestra en el siguiente gráfico.



Cuando RoadCalc procesa el diseño, observa las **Situaciones de Diseño** para determinar que sección típica debe utilizar en determinada progresiva, también qué **Tablas de Condición** debe usar. Las tablas de condiciones las analiza desde arriba hacia abajo en una situación de corte, en cambio analiza las condiciones comenzando por la de mayor profundidad de relleno en situaciones de relleno. De acuerdo al análisis efectuado, determina qué tipo de pendiente debe aplicar para generar la línea de encuentro.

En otras palabras:

- Toma el una sección transversal del modelo digital del terreno generada anteriormente, que se encuentra en el rango de proceso.
- Busca en las **Situaciones de Diseño** la sección típica correspondiente a la progresiva de la sección transversal.
- Superpone la sección típica con la sección transversal del terreno.
- Busca en las **Situaciones de Diseño** la **Tabla de Condición** a aplicar en determinada progresiva.
- De acuerdo a las condiciones de la tabla de condición, selecciona el tipo de **Pendiente** con la que se generará la línea de encuentro.

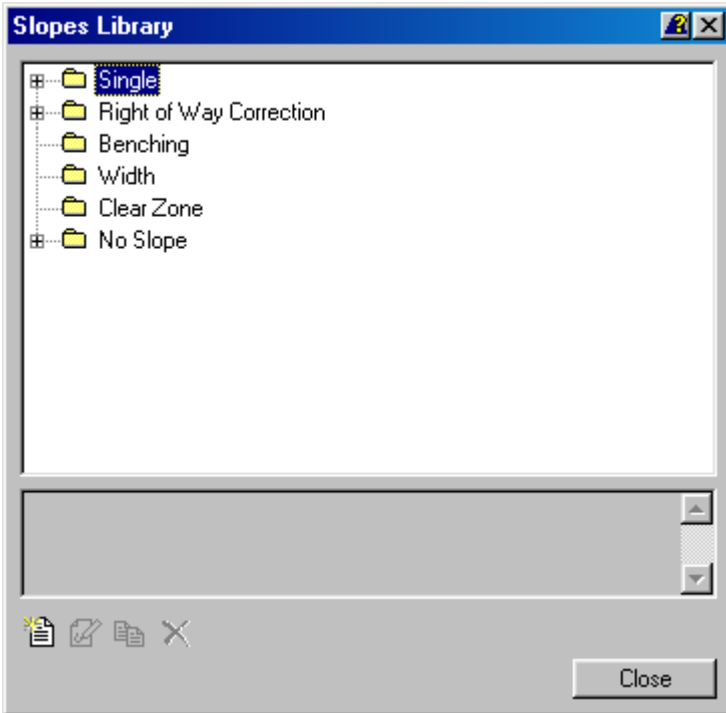
LECCION 11.1. – BIBLIOTECA DE PENDIENTES.

El cuadro de diálogo Slopes Library es un listado global de todas las pendientes creadas.

Las pendientes se usan en las Tablas de Condición para especificar la pendiente que se le aplica a la sección típica para generar la línea de encuentro

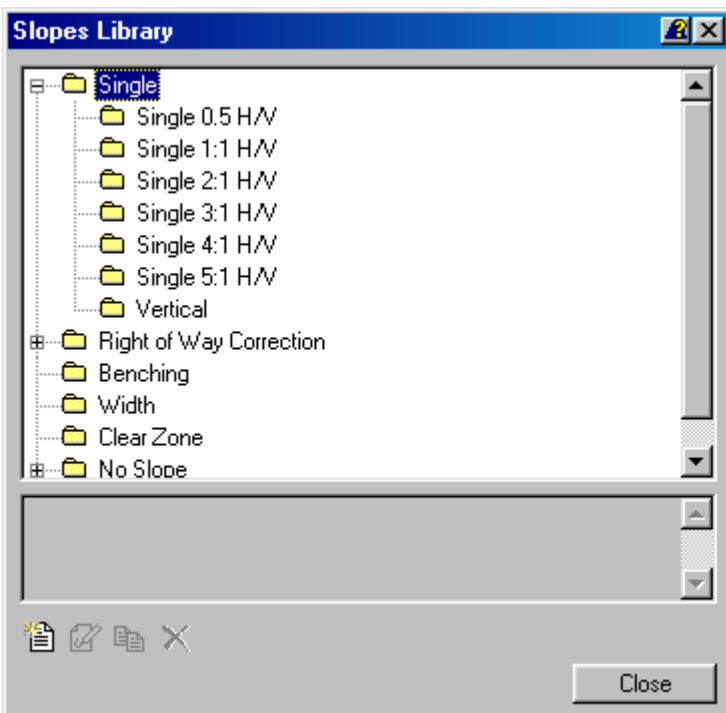
Para observar o generar nuevas pendientes debemos hacer:

- 1) De la barra de menú descolgable de RoadCalc, clic en **Process**.
- 2) Luego clic en **Slopes Library...**, se muestra:



Para visualizar los valores definidos de cada pendiente, hacemos

- 3) Clic en el signo + del tipo de pendiente que queremos consultar, se muestra:



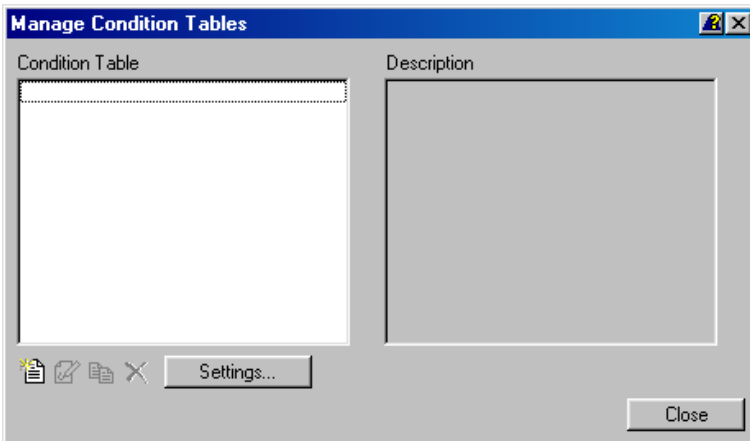
LECCION 11.2. – TABLAS DE CONDICION.

Es aquí donde se debe especificar que tipo y valor de pendiente se le aplicará a la línea que une la sección típica con la sección transversal del terreno natural (línea de encuentro).

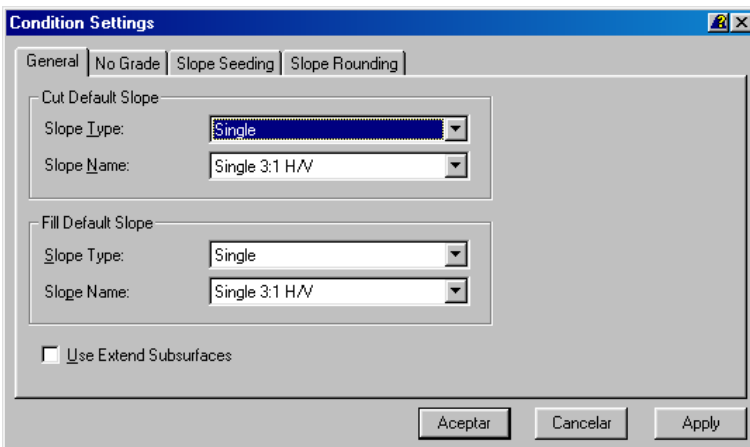
Por defecto, el subproyecto se configura con una Tabla de Condición que usa las pendientes que están especificadas en el cuadro de diálogo **Condition Settings** del Administrador de las Tablas de condiciones.

Veamos cómo llegamos a este cuadro de diálogo:

- 1) De la barra de menú descolgable de RoadCalc, clic en **Process**.
- 2) Luego clic en **Manage Condition Tables...**, se muestra:



- 3) Clic en **Settings...**, y se muestra:

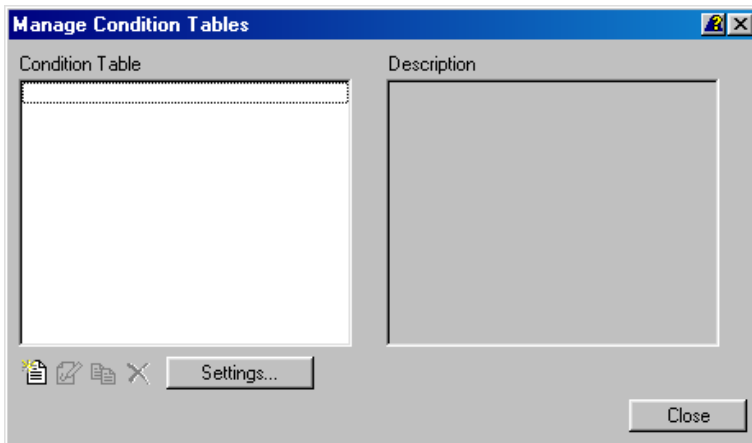


Como observamos, por defecto se construirá la línea de encuentro, con una pendiente simple 1:3, tanto para una situación de corte como de relleno, sin considerar una profundidad ni tipo de material. Veamos cómo debemos proceder para crear condiciones de corte, de acuerdo a una profundidades específicas, sean los siguientes casos a tener en cuenta:

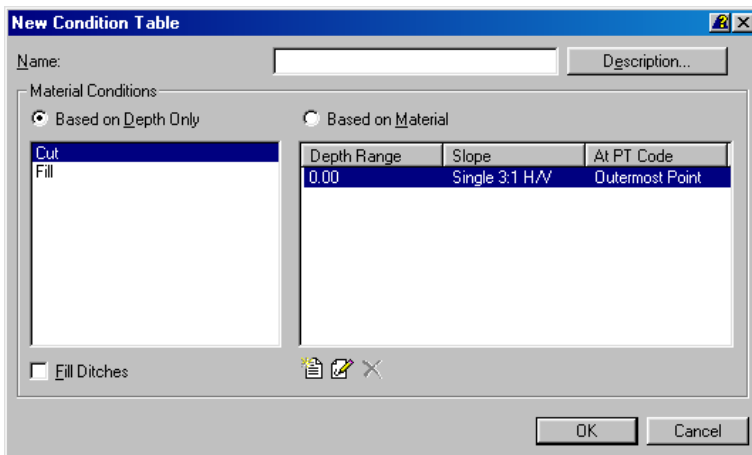
Si la profundidad es	Tipo de Pendiente	Punto de quiebre donde comenzará la línea de encuentro
>0	Simple 1:3	Código PT 4
>1.20	Simple 1:2	Código PT 4
>2.00	Simple 1:1	Código PT 4

Recordemos que la profundidad la medimos desde el punto más exterior de la sección típica, o sea el que tiene código PT 4. En RoadCalc, hacemos:

- 1) De la barra de menú descolgable de RoadCalc, clic en **Process**.
- 2) Luego clic en **Manage Condition Tables...**, se muestra:

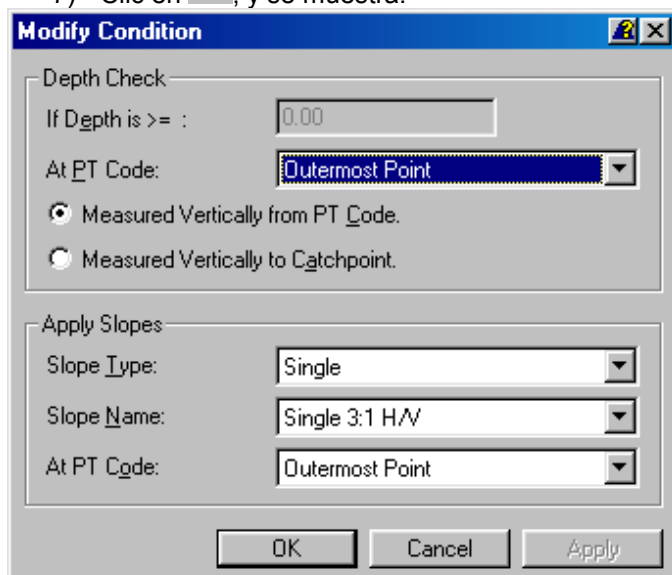


- 3) Clic en , y se muestra:



- 4) En el campo Name, tipeamos **C1**.
- 5) Debemos observar que la opción Based on Depth Only (Basada solamente en la profundidad), se encuentre activada.
- 6) El tipo Cut debe estar en modo inverso (seleccionado), esto indica que el listado de la derecha, muestra las condiciones de corte.

- 7) Clic en , y se muestra:



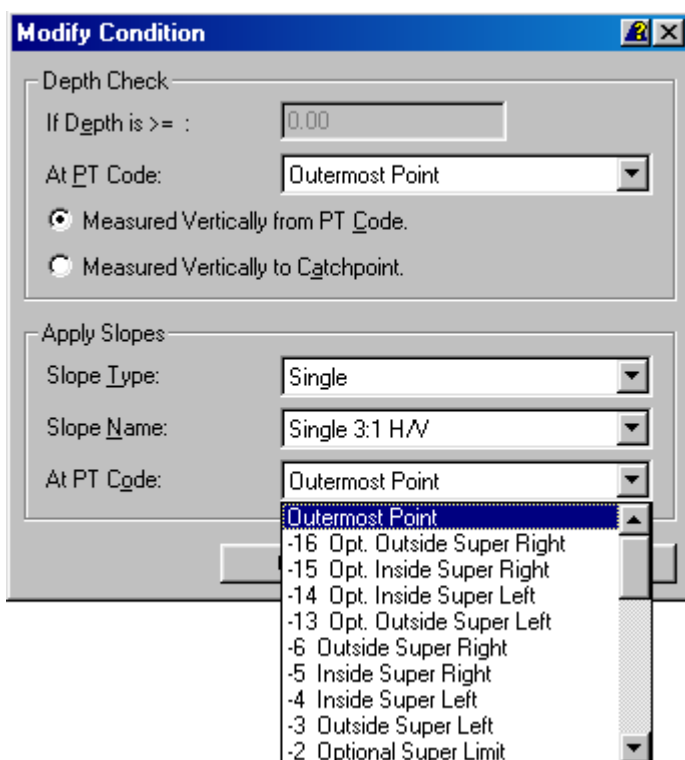
Observamos en este cuadro de diálogo, dos zonas muy diferenciadas:

- **Depth Check** : Zona donde se especifica el valor de la profundidad de corte y de que punto de quiebre de la sección típica, se mide dicha profundidad .
- **Apply Slopes** : Se debe especificar el tipo y nombre de la pendiente con la que se generará la línea de encuentro. También en esta zona se especifica de qué punto de quiebre de la sección típica, se ubicará la línea de encuentro.

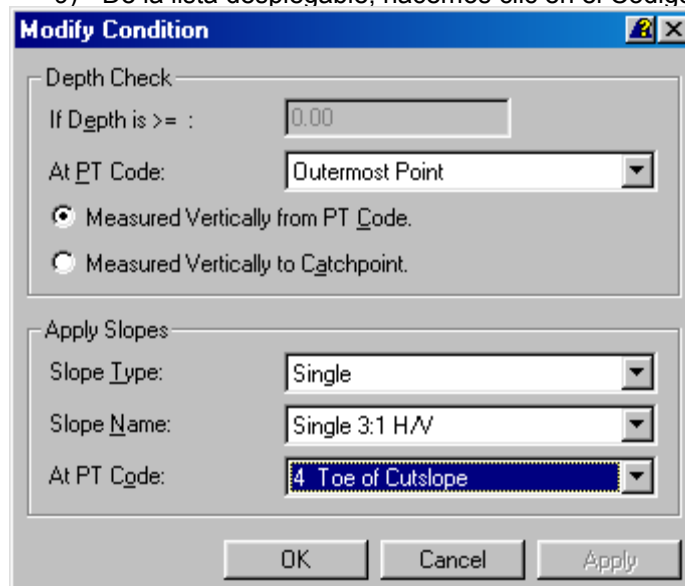
Por defecto en el campo **At PT Code** de la zona **Depth Check**, tiene el valor **Outermost Point**, esto significa que la medición de la profundidad, se realizará desde el **punto más exterior de la sección típica**, por lo tanto en nuestro ejemplo no modificaremos este valor.

En la zona **Apply Slopes** observamos que se aplicará una pendiente simple 1:3 , pero en el campo **At PT Code** tiene el valor **Outermost Point** el cual modificaremos por **4 Toe of Cutslope**, de la siguiente manera:

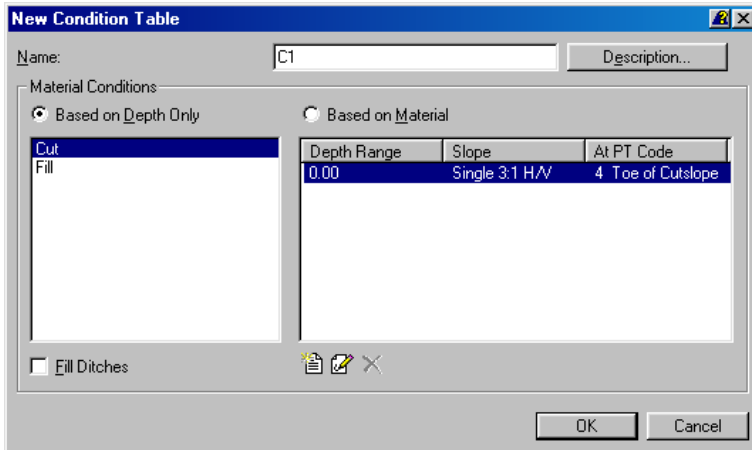
8) Clic en  del campo **At PT Code**, se muestra:



9) De la lista desplegable, hacemos clic en el Código PT 4, y tenemos:



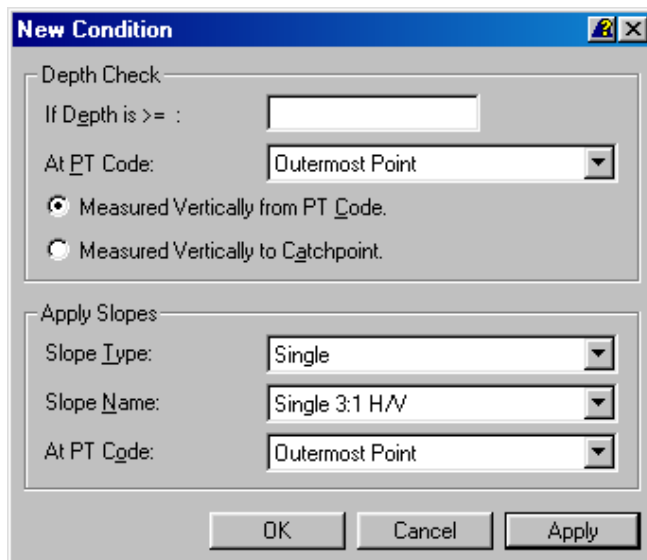
10) Luego clic en , se muestra:



Cut	Depth Range	Slope	At PT Code
Fill	0.00	Single 3:1 H/V	4 Toe of Cutslope

Para la siguiente condición, hacemos:

11) Clic en , se muestra:

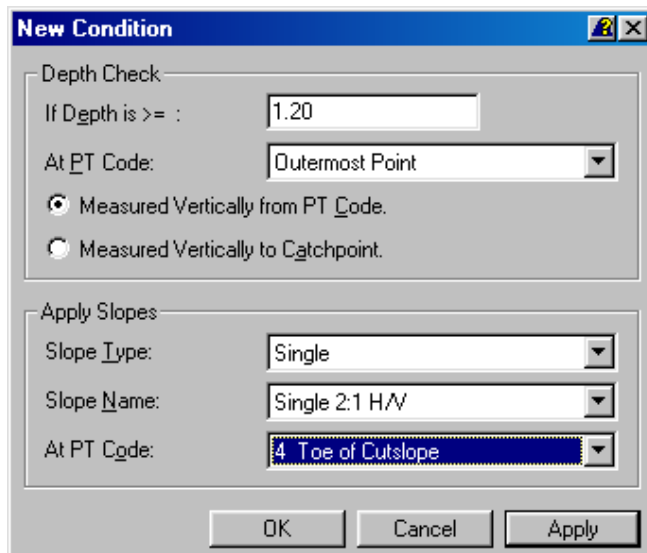


12) En el campo **If Depth is >=**, tipeamos **1.20**

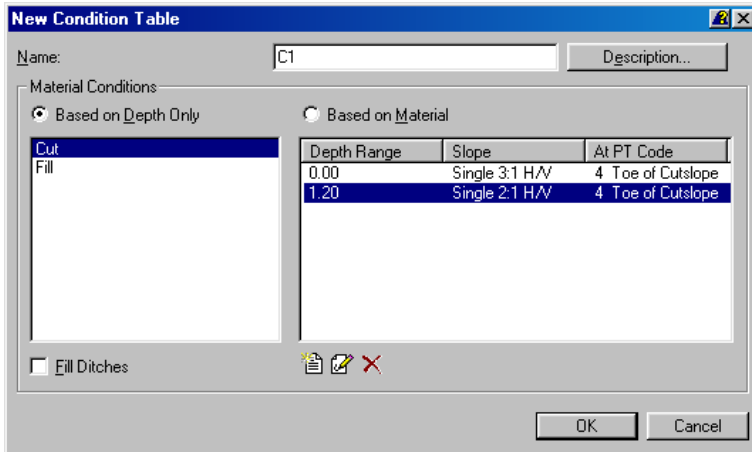
13) En el campo **Slope Name**, seleccionamos **Single 2:1 H/V**

14) En el campo **At PT Code**, especificamos **4 Toe of Cutslope**.

Entonces tenemos:

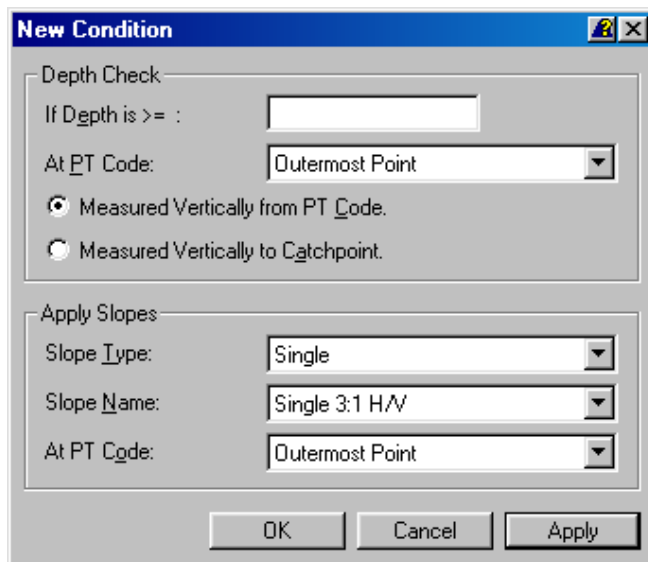


15) Luego clic en , se muestra:



Para la siguiente condición, hacemos:

16) Clic en , se muestra:

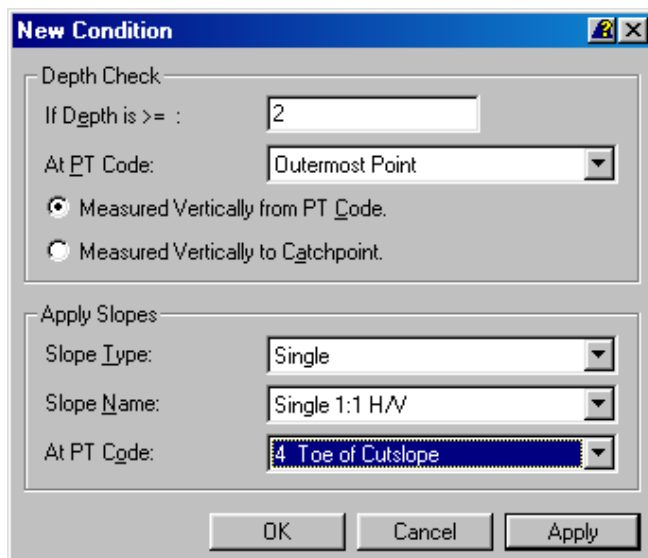


17) En el campo **If Depth is >=**, tipeamos **2**

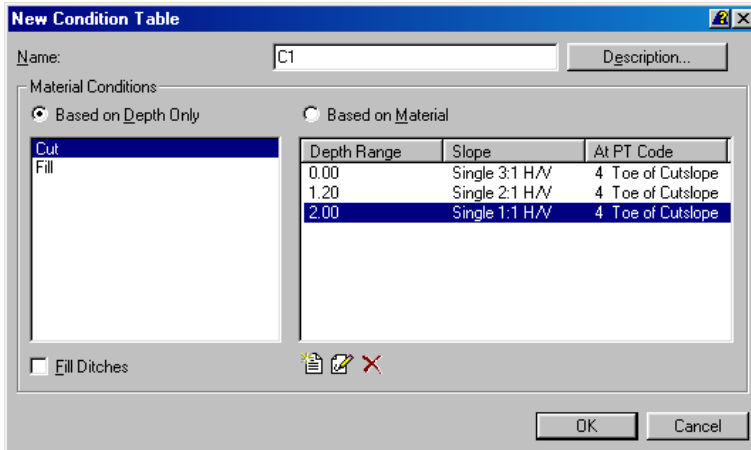
18) En el campo **Slope Name**, seleccionamos **Single 1:1 H/V**

19) En el campo **At PT Code**, especificamos **4 Toe of Cutslope**.

Entonces tenemos:



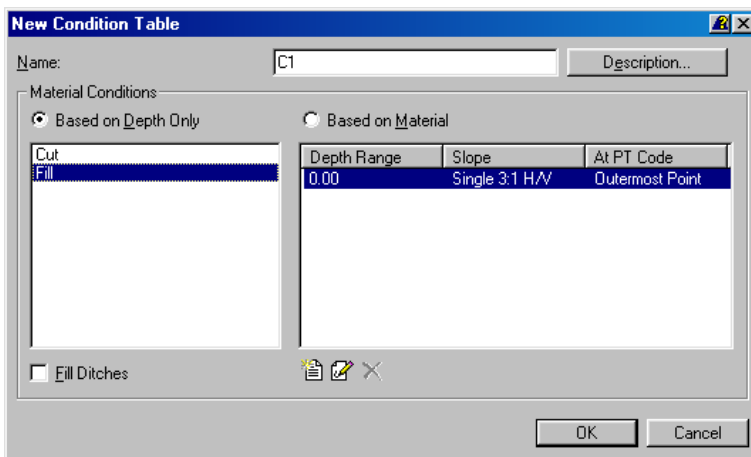
20) Luego clic en , se muestra:



Donde observamos las condiciones especificadas para una situación de corte.

Para especificar las condiciones en las situaciones de relleno, hacemos:

21) Clic en el listado de la izquierda, sobre el texto Fill, como muestra la siguiente figura:



Y procedemos de manera análoga que en el caso de corte.

Entonces podemos decir que para la condición llamada **C1**, definimos las condiciones de corte y relleno respectivamente.

Podemos tener varias tablas de condición dentro de un subproyecto y una vez definidas, debemos especificar el rango de progresivas donde se aplicarán cada una de ellas.

LECCION 11.3. – SITUACIONES DE DISEÑO.

Este comando permite definir qué secciones típicas y tablas de condición, se aplican en determinadas progresivas a lo largo del alineamiento de diseño.

El cuadro requiere el ingreso de dos tipos de datos.

El primero, es especificar donde se aplican las diferentes secciones típicas y el segundo es dónde se verifican determinadas condiciones en base a la profundidad de corte o a la altura de relleno de la sección típica.

Los dos tipos de datos requieren el ingreso de las progresivas, para que RoadCalc sepa dónde aplicar las secciones típicas y las tablas de condiciones.

Cada **situación de sección típica** especificada es donde se aplica la sección típica en primer lugar. Lo que ocurre en las progresivas siguientes, depende del tipo de transición definida.

Existen tres tipos de Transiciones a saber:

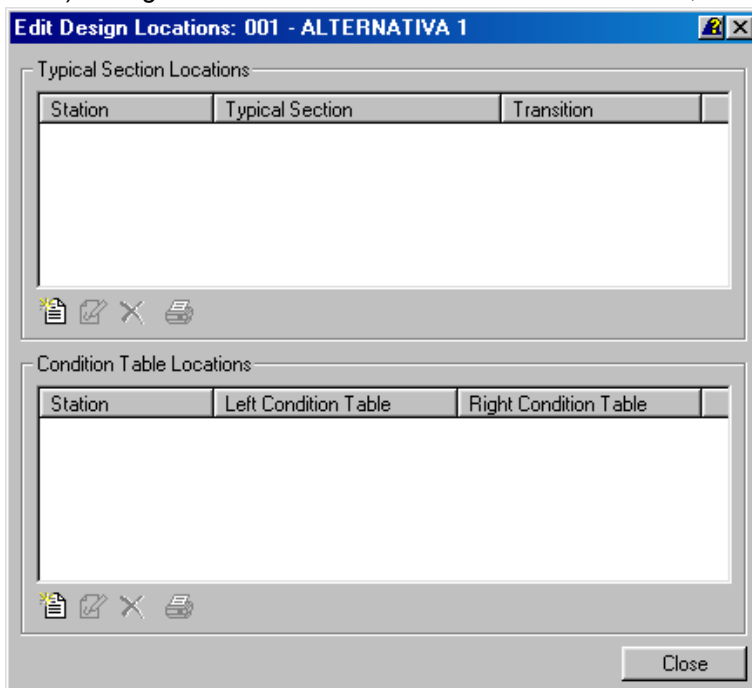
- Tipo I : “no hacer transición” ; se aplica la misma sección típica en las progresivas siguientes a la definida con este tipo.
- Tipo II : “a próxima progresiva” ; se realiza una transición en línea recta con la próxima sección típica definida.
- Tipo III : “instancia simple” ; una sección típica interrumpe la sección típica que se aplica sobre un rango.

Las **situaciones de tablas de condición**, especifican que tablas debe usar RoadCalc durante el procesamiento.

Cada situación requiere un valor de progresiva y las tablas de condición se deben especificar tanto para el lado derecho, como para el izquierdo de la sección típica.

Veamos cómo especificamos los rangos para nuestro ejemplo:

- 1) De la barra de menú descolgable de RoadCalc, clic en **Process**.
- 2) Luego clic en **Edit Design Locations...**, se muestra:



- 3) En la zona **Typical Section Locations**, clic en , se muestra:

Station Data		
	Beginning	Ending
Alignment:	0+000.000	0+920.477
Profile:	0+000.000	0+920.477
Cross-Sections:	0+000.000	0+920.477

Station:

Typical Section:

Transition Type:

OK Cancel Apply

4) En el campo Station, debemos tipear 0, como muestra la siguiente figura:

Station Data		
	Beginning	Ending
Alignment:	0+000.000	0+920.477
Profile:	0+000.000	0+920.477
Cross-Sections:	0+000.000	0+920.477

Station:

Typical Section:

Transition Type:

OK Cancel Apply

5) Luego clic en , se visualiza:

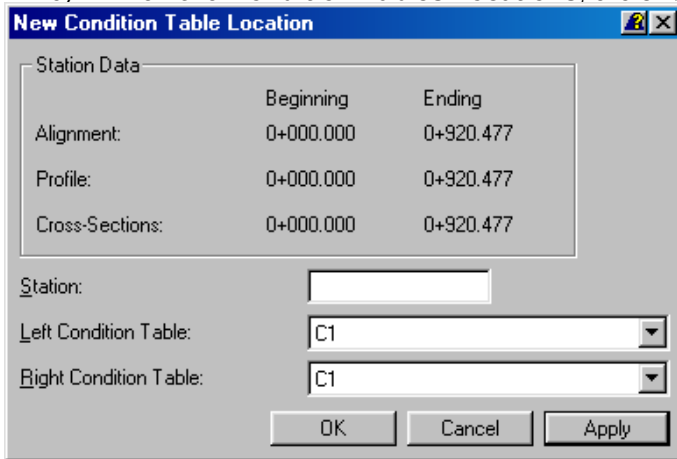
Typical Section Locations		
Station	Typical Section	Transition
0+000.000	SIMPLE 1	No

Condition Table Locations		
Station	Left Condition Table	Right Condition Table

Close

Esto significa que en todo el alineamiento, se le aplicará la sección típica SIMPLE 1.

6) En la zona **Condition Tables Locations**, clic en , se muestra:



The dialog box 'New Condition Table Location' contains the following fields:

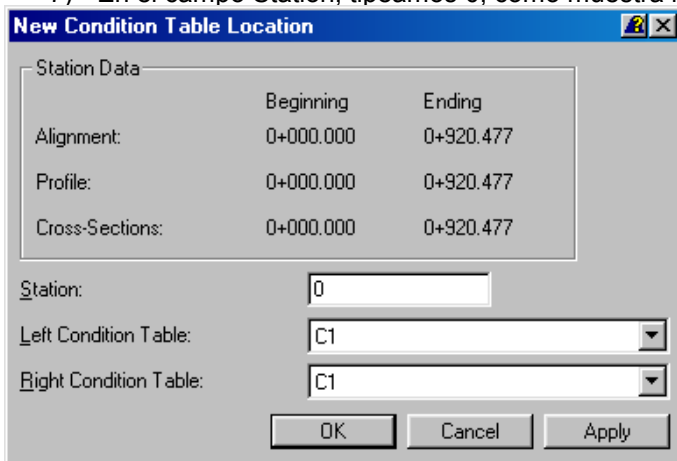
Station Data		
	Beginning	Ending
Alignment:	0+000.000	0+920.477
Profile:	0+000.000	0+920.477
Cross-Sections:	0+000.000	0+920.477

Below the table are the following input fields:

- Station:
- Left Condition Table:
- Right Condition Table:

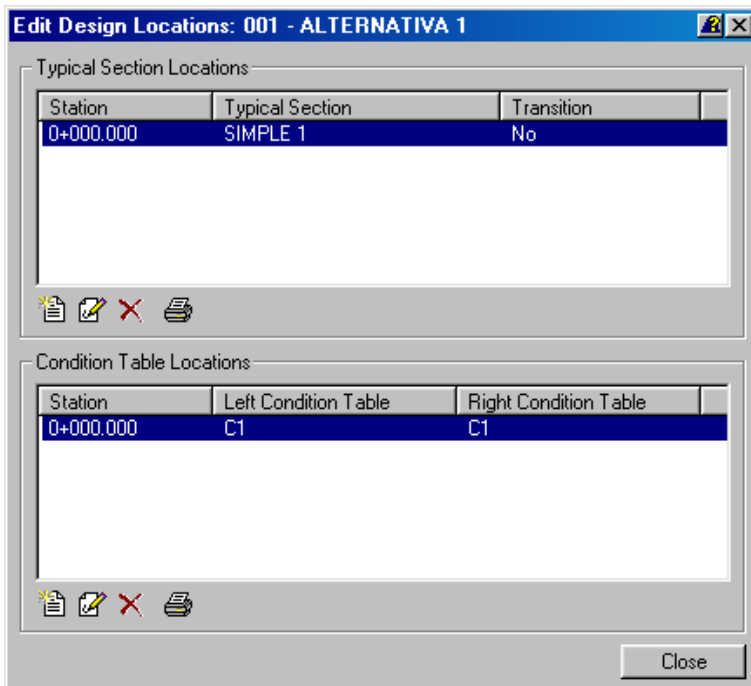
Buttons: OK, Cancel, Apply

7) En el campo Station, tipeamos 0, como muestra la figura siguiente:



The dialog box 'New Condition Table Location' is identical to the previous one, but the 'Station' field now contains the value '0'.

8) Luego clic en , se muestra:




The 'Edit Design Locations' dialog box shows two tables:

Typical Section Locations		
Station	Typical Section	Transition
0+000.000	SIMPLE 1	No

Condition Table Locations		
Station	Left Condition Table	Right Condition Table
0+000.000	C1	C1

Buttons: Close

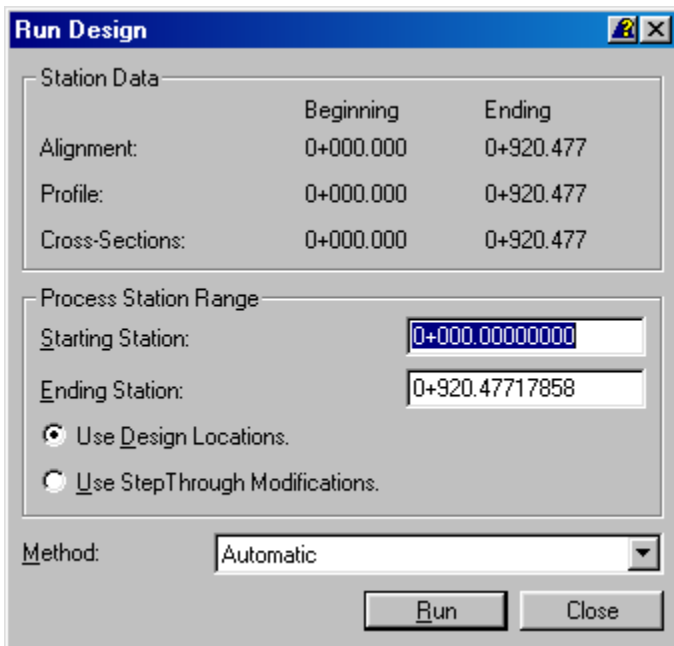
De esta forma le indicamos que se aplicará la condición C1 en todo el alineamiento, para ambos lados de la sección típica.

9) Clic en , para salir de este cuadro de diálogo.

LECCION 11.4. – RUN DESIGN.

Este comando se usa para juntar los elementos individuales definidos en el subproyecto, y produce las secciones transversales de diseño.

Al ejecutar este comando, se visualiza el siguiente cuadro de diálogo:



En este cuadro de diálogo, se puede especificar el rango de progresivas entre las cuales se desea procesar el diseño.

También se puede especificar si se desea aplicar el proceso en todas las secciones transversales que estén dentro del rango especificado (**Use Design Locations**) ó solamente aplicar solamente en las secciones transversales modificadas previamente (**Use Step Through Modifications**). Si se usa esta última opción, RoadCalc procesa las secciones típicas y las pendientes en las progresivas modificadas en el cuadro Revisar Secciones Transversales, de lo contrario, los cambios en secciones típicas en secciones típicas o pendientes se sobrescriben.

Las progresivas que han sido bloqueadas (en el cuadro Revisar Secciones Transversales o en el cuadro Editar Datos de Sección Transversal) no son reprocesadas con nuevos elementos de diseño.

En el campo Method, se puede optar entre hacer un proceso automático (**Automatic**) de todas las progresivas especificadas en el rango de proceso y luego visualizar las secciones transversales en el cuadro Editar Secciones Transversales de la opción de menú descolgable Cross-Sections, o bien se puede elegir un método de revisión (**Step Through All, Step Through Warnings**), cualquiera de los métodos de revisión muestran un cuadro de diálogo con la sección transversal, en una ventana para una visualización y edición rápida.

Luego de hacer clic sobre , pueden aparecer las siguientes advertencias de procesamiento:

1	No se encuentra punto de encuentro. La superficie de suelo original no se extiende lo suficiente, los elementos de diseño deben ser modificados. Las superficies finales de esta progresiva fueron calculadas con un polígono que tiene por lado una línea vertical, que parte desde el punto más alejado de la sección transversal, hasta encontrarse con la línea de encuentro generada por el RoadCalc, por lo tanto esta superficie no es confiable hasta corregir el error.
2	Elevación del Perfil de diseño no válida. Existe una elevación del perfil de diseño inalcanzable.
3	Offset de alineamiento no válido. Un alineamiento con control de pendiente tiene un offset inalcanzable.

4	Código PT imposible. La sección típica no tiene un código PT que corresponda al código PT asociado.
5	Sentido de vía excedido. El punto de encuentro (Catchline) está fuera de la línea ROW.
6	Peralte Imposible. La sección típica no tiene un código PT que indique el límite de peralte.
7	Código PT no válido. El código PT asignado a un alineamiento y perfil especial, no fue definido como tipo de control por el usuario.
8	Rollover máximo excedido. Un alineamiento o perfil especial excede el rollover máximo.
9	Redondeo de pendiente no es posible. La longitud de la tangente especificada puede ser mayor que la longitud de la línea de pendiente.
10	Los detalles de sección típica izquierda y derecha, no tienen elevaciones similares en el eje central.
11	Código PT de rollover no se encuentra en la sección típica.

Para solucionar estos problemas, modificar los elementos de diseño adecuados y ejecutar el diseño nuevamente.