



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

**“ ARAGON ”**

**PROYECTO DE VIALIDAD PRIMARIA  
PUNTA DIAMANTE, ACAPULCO, GUERRERO**

**T E S I S**

**Que para obtener el Título de:**

**INGENIERO CIVIL**

**Presenta:**

**JOSE BENITO GARCIA GOMEZ**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**San Juan de Aragón, Edo. de México 1993**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## I N D I C E

I.-	INTRODUCCION.....	1
II.-	ANTECEDENTES.....	5
III.-	PROYECTO PUNTA DIAMANTE.....	8
IV.-	RECONOCIMIENTO.....	12
V.-	PROYECTO EJECUTIVO DE VIALIDAD PRIMARIA PUNTA DIAMANTE.....	14
V.1.-	ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	16
V.1.1.-	CALCULO DE CURVAS HORIZONTALES Y COORDENADAS DEL TRAZO DEFINITIVO.....	20
V.2.-	SOBREELEVACION.....	28
V.2.1.-	CALCULO DE SOBREELEVACIONES Y TANGENTES DE TRANSICION.....	31
V.3.-	ALINEAMIENTO VERTICAL.....	38
V.3.1.-	CALCULO DE CURVAS VERTICALES Y SUBRASANTE.....	42
V.4.-	CURVA MASA.....	50
V.5.-	OBRAS DE DRENAJE.....	56
V.6.-	DISEÑO DEL PAVIMENTO.....	63
VI.-	ANALISIS DE COSTOS.....	66
VII.-	COMENTARIOS.....	82
	BIBLIOGRAFIA.....	84

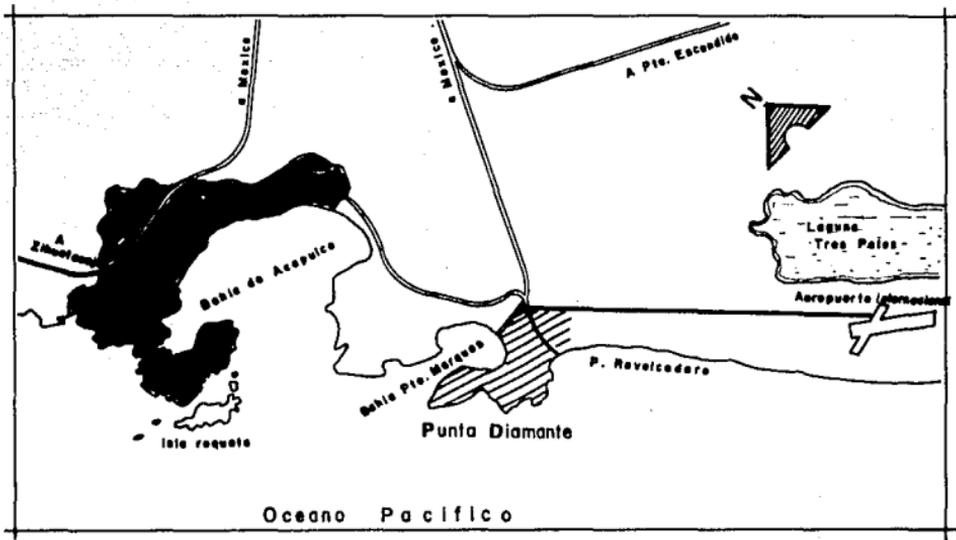
## I.- INTRODUCCION.

El crecimiento descontrolado del Puerto de Acapulco, estado de Guerrero y de sus alrededores, en cuanto a población y asentamientos urbanos irregulares -el cual se ha acelerado en la última década- ha ocasionado que el Municipio afronte serios problemas, como son: El alto índice de desempleo, bajos niveles de ingresos, insuficiencia en los servicios de seguridad social, alimentación deficiente, falta de vías de comunicación, viviendas en mal estado. Esto ha provocado la migración desenfrenada a la cabecera municipal creando incapacidad para satisfacer adecuadamente los servicios de agua potable, recolección de desechos sólidos, azolvamiento en la red de aguas negras y provocando contaminación en los ríos Sabana y Papagayo e indirectamente al acuífero que se extiende por la planicie aluvial y del cual se extrae gran parte del agua potable que se consume en Acapulco y sus alrededores.

Ante ésta situación la Secretaría de Turismo (Sector), ha promovido diversos proyectos de tipo turístico, no sólo para captar un mayor número de divisas sino para crear nuevos polos de desarrollo y alentar el crecimiento económico de regiones en el país que más lo necesitan.

El Proyecto **PUNTA DIAMANTE**, tema de ésta tesis, está localizado en el punto medio entre el aeropuerto internacional de Acapulco y la zona turística actual de Acapulco, favoreciendo su fácil traslado a esas zonas. Abarca las zonas conocidas como Puerto Marques, Laguna negra y Revolcadero, ver fig. No. 1

**IMPORTANCIA SOCIOECONOMICA.**- Para los habitantes del poblado de puerto Marques, la creación del proyecto Punta Diamante viene a constituir una oportunidad para la remodelación del actual poblado, obediendo entre otros aspectos a la necesidad de crear zonas habitables bajo condiciones satisfactorias de higiene y salubridad, para ello, es posible dotar al pueblo de la infraestructura suficiente; 6,000 habitantes integran el actual poblado de puerto Marques, que requieren del orden de 1,167 viviendas, la remodelación incluye la reubicación de 56 comercios que actualmente ocupan la playa sobre una extensión de 2.8 hectáreas; debido a la necesidad de rescatar la actual zona de playa de puerto Marques para crear un ambiente limpio y ordenado que sea polo de atracción a la actividad turística y recreativa.



U N A M  
 ENEP Aragon - Ingeniería

Fig. 1. Croquis de  
 Localización

TESIS PROFESIONAL  
 J. B. García Gómez, Sep-1992

Por otra parte, la presión que representa el puerto de Acapulco en cuanto a desarrollo urbano, implica buscar el crecimiento ordenado de las zonas adyacentes como la que nos ocupa.

La zona del proyecto se localiza en el municipio de Acapulco, estado de Guerrero, al sureste de la ciudad del mismo nombre, frente a la bahía de puerto Marques. Sus coordenadas son: 16° 47' de latitud norte y 99° 50' de longitud oeste, abarcando las zonas de Punta Diamante, puerto Marques, laguna negra y revolcadero.

Al norte limita con la bahía de puerto Marques, al oriente con el camino Revolcadero-carretera acapulco-aeropuerto, al sur se encuentran las playas de revolcadero y al occidente con el océano pacífico. Ver fig. No. 1

El área de trabajo tiene varios ecosistemas de características contrastantes, al suroeste se localiza la zona denominada Punta Diamante, cubierta por vegetación de selva mediana subcaducifolia, al norte la zona de playa de la bahía y entre estas una zona baja inundable en la que se encuentra la laguna negra, asentándose una comunidad de manglares bien desarrollados; al este de la laguna existe una zona plana ocupada por sembradíos de palmeras, mangos y árboles frutales, ver fig. No. 2

El clima del área corresponde al denominado tropical subhúmedo del tipo Aw, con lluvias en verano y sequías en invierno, con una temperatura media anual de 28° C, alcanzando valores extremos dentro del rango de 40° C - 17° C; tiene una precipitación máxima mensual mayor a los 800 mm que es casi el 50% de la media anual (1,604 mm). El promedio de días con lluvia es de 77. Los vientos en el área son del oeste, sin embargo, los dominantes, que representan velocidades hasta de 32 m/seg provienen del sur y del sureste.

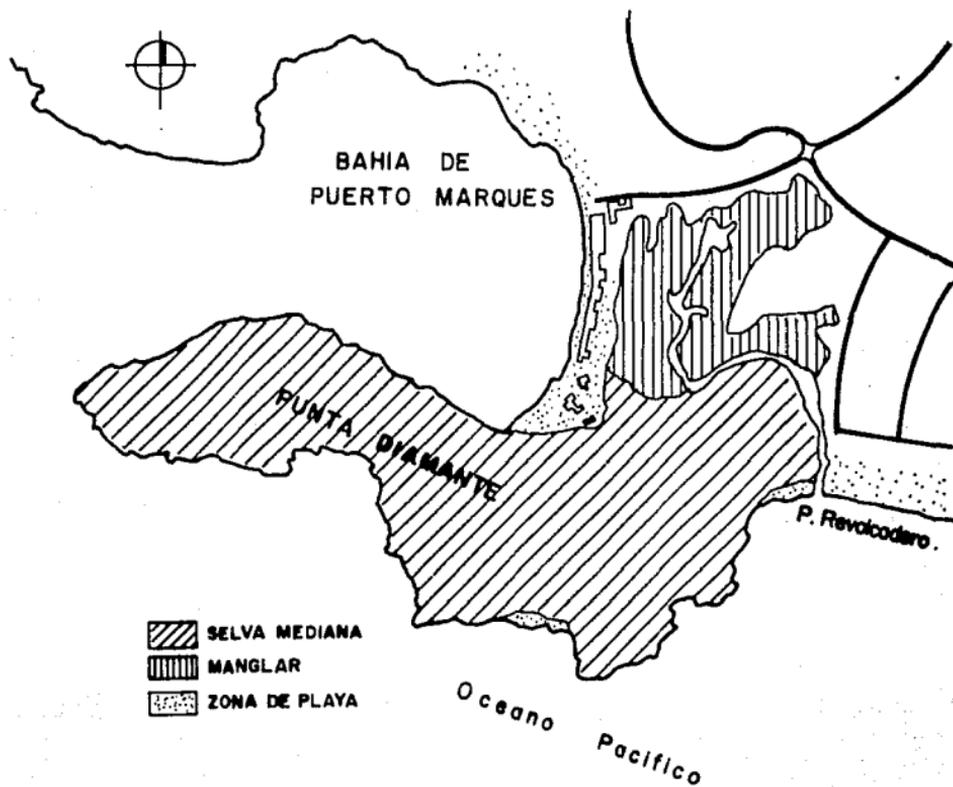


Fig. No.2. TIPO DE VEGETACION

## II.- ANTECEDENTES.

En un entorno en el que la actividad Turística se convertirá durante la década de los 90's en uno de los artículos del comercio internacional, México enfrentará una fuerte competencia por la captación de turistas y de divisas, no sólo frente a sus competidores cercanos del Caribe, sino ante Estados Unidos, que pretenderá alcanzar una balanza turística positiva.

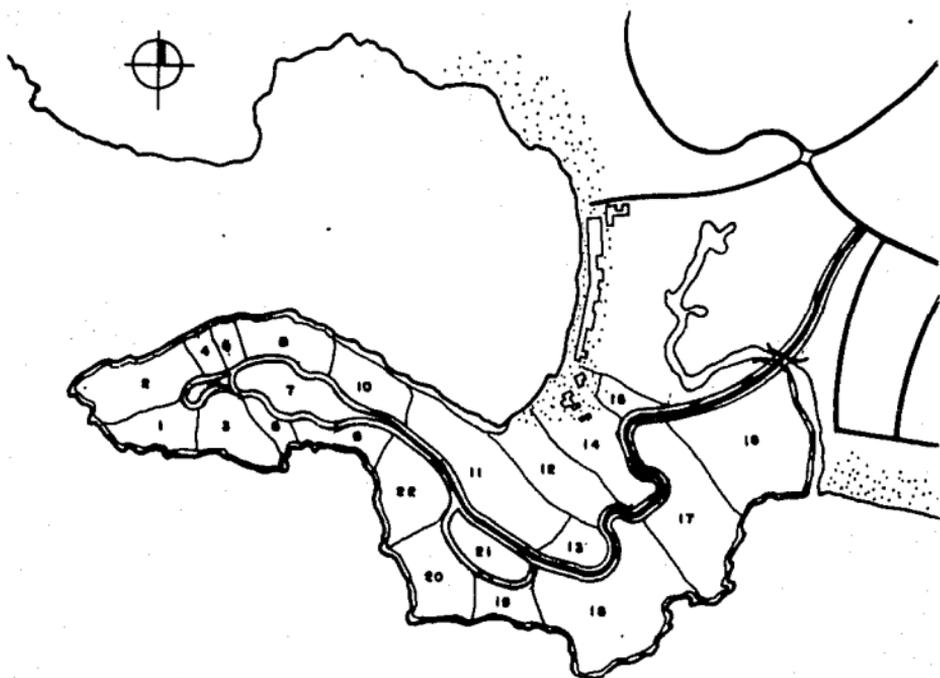
Este año se calcula saldrán de E.U. 43 millones de personas hacia distintos países en plan vacacional, lo que ubica a esa nación en la principal exportadora de turistas, promedialmente en E.U. la unidad familiar media gasta 4 mil dólares anuales en viajes nacionales e internacionales. Por otra parte, el hecho de que el 90% del turismo mundial sea generado por áreas que representan Europa Occidental, Japon y E.U., hace necesario que en cualquier plan de desarrollo turístico de largo plazo no se pase por alto esa situación.

Por lo que respecta al turismo nacional, su importancia radica en que representa seis veces mas el volúmen de la corriente turística extranjera y significa 70% de la ocupacion hotelera. En 1990 se desplazaron 36 millones 100 mil visitantes nacionales, quienes gastaron 22 billones y medio de pesos.

El Proyecto Punta Diamante, concebido como desarrollo turístico de alto nivel, pretende fortalecer la tradición turística de acapulco con el sector 5 estrellas y gran turismo, como un desarrollo alternativo al acapulco tradicional y al acapulco dorado, con una adecuada diversidad de espacios y servicios.

El Proyecto Punta Diamante estará constituido por una extensión territorial de 267 hectáreas, en la cual se distribuirán 9 lotes hoteleros, 9 lotes residenciales y 3 lotes condominales, de los cuales los hoteleros ocupan el 49% de la superficie, teniendo una densidad de 42 cuartos por hectárea.

En lo que respecta a los lotes residenciales, con un 21% de la superficie y una densidad de 10 viviendas por hectárea. Los lotes condominales ocupan 20% de la superficie y una densidad de 20 viviendas por hectárea, Ver fig. No. 3



Nº	DESTINO	M².
1	HOTEL	8.80
2	HOTEL	11.80
3	CONDOMINAL	8.80
4	RESIDENCIAL	3.08
5	RESIDENCIAL	2.80
6	RESIDENCIAL	3.90
7	PARQUE URBANO	7.10
8	HOTEL	10.80
9	RESIDENCIAL	8.80
10	HOTEL	18.80
11	HOTEL	21.10

Nº	DESTINO	M².
12	HOTEL	11.80
13	RESIDENCIAL	7.10
14	CONDOMINAL	12.70
15	HOTEL	2.80
16	HOTEL	33.80
17	HOTEL	20.80
18	CONDOMINAL	30.80
19	RESIDENCIAL	8.80
20	RESIDENCIAL	10.00
21	RESIDENCIAL	7.70
22	RESIDENCIAL	8.10

Fig. No. 3 USO DEL SUELO

Finalmente, por lo que se refiere al área de puerto Marques, que tendrá una interrelación con Punta Diamante, se dispone de una extensión territorial de 118 hectáreas, en la que el 10% del total corresponde a lotes hoteleros con 503 cuartos y 1,006 habitantes. La mayor parte de esta área (88%) estará destinada para comercio y recreación. Además el 2% de la superficie se destinará a lotes residenciales con un total de 25 viviendas y 125 habitantes.

En primer término, en el caso de desarrollarse completamente el plan maestro propuesto, que tiene definida la creación de 6,780 cuartos, la oferta hotelera en la ciudad se incrementará prácticamente en un 50% de aquí al año 2000.

Además, otro punto importante será la creación de nuevas fuentes de empleo para la población; en este caso se espera generar alrededor de 10,360 nuevos empleos directos con este desarrollo turístico lo que permitirá elevar el nivel de vida de un buen número de familias.

### III.- PROYECTO PUNTA DIAMANTE

La situación de PUNTA DIAMANTE como lugar perteneciente no sólo a la costa sino también a la conformación de una bahía de condiciones escénicas únicas, obligan a aprovechar al máximo sus características físicas con usos del suelo que magnifiquen su situación geográfica.

La gran variedad en la topografía de Punta Diamante permite lograr un proyecto con diversidad de alternativas en las que los usos del suelo propuesto sean acordes a las condicionantes físicas ( viento, pendientes, cercanía y/o contactos con playas y relación directa con la vialidad ). Así se puede aprovechar la dirección favorable de los vientos dominantes sur y sureste para lograr soluciones arquitectónicas en comercios, villas, hoteles y residencias donde la ventilación natural ayude a crear condiciones óptimas de confort.

Terrenos con pendientes importantes permiten lograr interesantes proyectos estructurales y arquitectónicos donde el uso de terrenos aterrasados en Punta Diamante posibilitan la integración de las edificaciones al medio natural.

Para que el Proyecto Punta Diamante pueda operar como un núcleo de actividades no sólo autónoma sino como un desarrollo con servicios a nivel nacional e internacional, es necesario dotarlo de infraestructura acorde a la categoría del mismo, para ello se han identificado obras y proyectos necesarios que a continuación se mencionan.

#### VIALIDAD PRIMARIA.

Las condiciones sinuosas del terreno en la zona de Punta Diamante, permiten crear proyectos de vialidad con características físicas únicas ya que es posible aprovechar la topografía para crear circuitos con perspectivas interesantes, con un alto valor escénico y técnico.

La vialidad primaria de Punta Diamante, tema de ésta tesis, será desarrollada en los siguientes capítulos.

Esta vialidad contará con una longitud aproximada de 12.00 Kms. con pendientes máximas del 10 % y con un ancho de corona de 12 m. Se dividirá en dos cuerpos: un cuerpo derecho o de acceso a Punta Diamante y un cuerpo izquierdo o de salida de Punta Diamante. Ver fig. No. 4

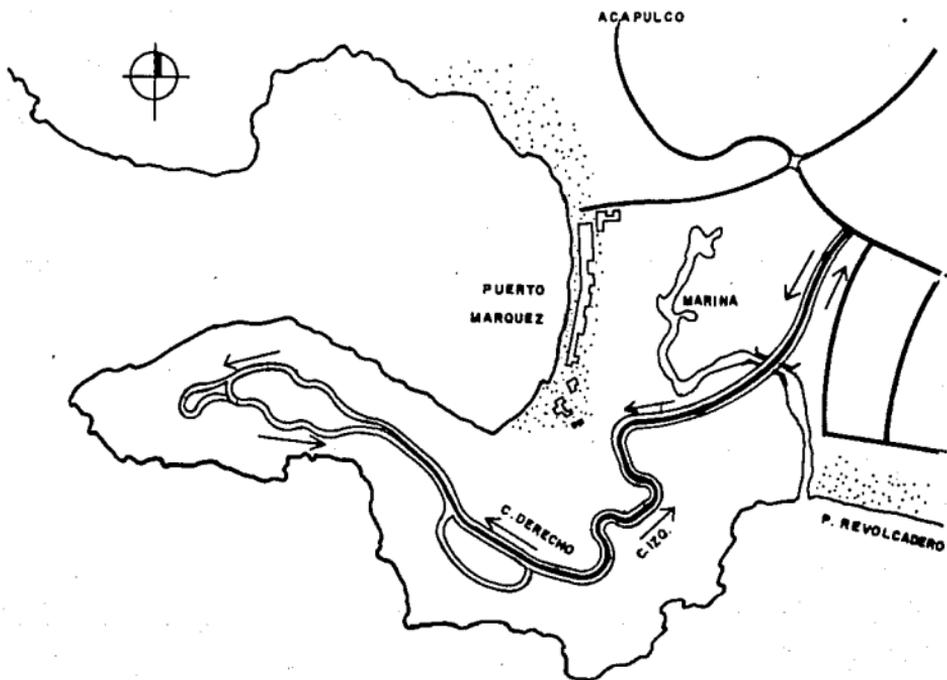


Fig. No. 4. VIALIDAD PUNTA DIAMANTE

#### REMODELACION DEL PUEBLO Y PLAYA.

Se considera como prioritario este proyecto, ya que por su ubicación estratégica y las pésimas condiciones en que se encuentran las viviendas en torno a la laguna negra cuyas aguas reciben la descarga de los desechos caseros, debido a la carencia de servicios públicos combinados con aguas estancadas y ausencia de limpieza, provocando un entorno totalmente insalubre.

Por lo tanto, se requiere la integración del poblado de puerto Marques como localidad de apoyo y servicio de la actividad turística, para lo cual se planea dotarles a los 6,000 habitantes de viviendas y comercios en lugares específicos, así como el equipamiento e infraestructura necesaria que permita mantenerse como un organismo dentro del desarrollo.

#### MARINA.

Las actuales zonas lagunares y de inundación en las áreas de proyecto se han visto deterioradas por la presencia de las descargas de aguas negras, requieren ser rescatadas como un medio de saneamiento y de potencial atractivo turístico del conjunto; para ello se ha propuesto la creación de la MARINA de puerto Marques con servicio al turismo nacional e internacional.

Se pretende dragar gran parte de la zona, regenerando el sistema lagunar, creando artificialmente la conformación óptima que garantice la adecuada recirculación de agua y la permanencia de la fauna acuática.

#### SISTEMA DE AGUA POTABLE.

Este sistema tiene por objetivo garantizar el abastecimiento, conducción, almacenamiento y distribución de agua potable a las 3 zonas del desarrollo: Punta Diamante, remodelación del pueblo, marina del Marques y Playa.

La línea de distribución y conducción de agua potable se llevará a lo largo del camino principal paralelamente a las banquetas, bajo área jardinada con el objeto de evitar el rompimiento de la pavimentación cada vez que se requiera hacer una conexión o para mantenimiento del mismo.

#### SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA.

Línea de conducción subterránea según especificaciones de CFE, con una capacidad de 40 MVA y con una longitud aproximada de 11.5 kms se distribuirá paralela a la vialidad primaria. La red principal se ha dividido en tres anillos principales que dividen el sistema en todo el conjunto, con objeto de dividir la carga proporcionalmente y evitar que el sistema falle a nivel general.

#### SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

El sistema de drenaje sanitario reviste especial interés en su solución, tanto en las zonas bajas (pueblo y fraccionamiento de la marina) como el de las altas (zona Punta Diamante) su captación, conducción, tratamiento y desalojo final se diseñan con el objetivo de evitar la contaminación del medio natural, tanto superficial como subterráneo. Para ello se ha previsto la creación de una planta de tratamiento que recircule la porción utilizable del agua tratada para su uso posterior en áreas exteriores (plazas, jardines, etc.). El agua adicional se vertirá mar adentro a través de un emisor submarino.

#### CANAL DE ENCAUSAMIENTO.

Las partes bajas del sitio donde se localizan actualmente las zonas de manglar, camino y vivero, son áreas susceptibles de inundación en épocas de temporal por las avenidas del río Sabana y los escurrimientos locales.

Con el objeto de evitar posibles inundaciones en áreas turísticas, se encauzarán las aguas excedentes a través de un canal a cielo abierto con un ancho de 34.00 mts., el cual arrancará en las inmediaciones de Punta Diamante hasta concluir en la laguna de tres palos donde vierte sus aguas uno de los brazos del río Sabana.

#### ENTRONQUE DE ACCESO Y PUENTES VEHICULARES.

El acceso a la zona del proyecto se realiza por el actual camino a la playa de Revolcadero, el proyecto Punta Diamante prevee la utilización de este mismo punto inicialmente a nivel, creando carriles y gasas de distribución hacia playa revolcadero.

Siguiendo por ésta vía de acceso, se tienen dos vialidades paralelas que servirán para acceder y salir del predio. La comunicación hacia las zonas altas del terreno, que es donde se localiza Punta Diamante, obliga a cruzar en su trayecto un puente sobre el canal de encauzamiento, el cual se aprecia en la fig. No. 4

#### IV.- RECONOCIMIENTO.

El objeto del reconocimiento es el de examinar una zona del relieve terrestre con el propósito de fijar los puntos obligados. Podemos decir que hay dos clases de puntos obligados: Los topográficos ó técnicos y los políticos ó sociales.

Si al tener que salir de un valle no queremos subir demasiado para evitar el aumento de costos por movimiento de tierras, es necesario que pasemos por los puntos obligados topográficos denominados puertos. Un puerto topográfico es un punto bajo de paso a través de una cordillera. Siendo los puertos los lugares más decisivos en la localización de una vía terrestre, es indispensable que el Ingeniero trate de localizarlos en primer término dichos pasos. El paso por los puertos ahorra en el desarrollo longitudinal de la vía, evita que se tengan pendientes muy fuertes y por lo tanto, ahorra mucho en la construcción.

De los puntos obligados por razones políticas ó sociales podemos indicar la cabecera de un distrito, un centro turístico, la existencia de una mina de producción vendría a ser una razón económica que puede obligar al paso por ella.

El Reconocimiento se lleva a cabo en la generalidad de los casos usando instrumentos portátiles tales como brújula, aneroide, clisímetro, cuenta pasos, etc. la forma de llevar a cabo el reconocimiento depende de las condiciones de la región, pues unas veces será necesario recorrer a pie, otras a caballo, en jeep, en avión ó en helicóptero.

Una vez decidido cómo se va a realizar el reconocimiento, los datos que deberán tomarse si se sigue el procedimiento tradicional (actualmente se cuenta con el procedimiento fotogramétrico-electrónico) son: Altura de los puntos obligados para obtener la diferencia relativa entre ellos, cosa que se puede llevar a cabo con el aneroide, Distancias aproximadas entre los puntos, haciendo uso del cuenta pasos ó empleando el marcador de distancias de los vehículos. Pendientes aproximadas del terreno, dato que se obtiene de los anteriores ya que se conoce la diferencia de nivel entre dos puntos y su distancia horizontal. La pendiente será el cociente entre ambas cantidades, si el terreno es uniforme.

Cuando el terreno no es uniforme, es decir, se presenta montañoso, entonces el clisímetro nos proporciona la pendiente. Para ello se manda a una persona a cierta distancia y con el clisímetro se dirige una visual a un punto del estadal que de antemano se sabe tiene la misma altura del ojo del observador y así el clisímetro registra el ángulo que la visual forma con la horizontal, ángulo cuya tangente es igual a la pendiente.

Así pues, con el reconocimiento se pueden obtener los datos generales para formar un croquis que complete los datos de las cartas geograficas de INEGI ó de la Secretaría de la Defensa Nacional disponibles y así tener un plano aproximado de las rutas probables.

En el reconocimiento el ingeniero anota todos los datos que crea son convenientes y que serán útiles posteriormente, tales como la estructura y composición de los suelos, que permita por ejemplo, predecir la inestabilidad de un corte en una formación cavernosa ó del tipo columnar. También puede indicar la presencia de una estratificación caliza, estratificación cuyo echado puede ocasionar deslizamientos.

Inmediatamente al reconocimiento geológico viene la exploración para definir aproximadamente la constitución del suelo en aquellas partes en que no se manifiesta por afloraciones superficiales, para ello se barrena hasta la profundidad que puede ser afectada por la obra de terracerías y las muestras se envasan en bolsas de lona para su análisis en laboratorio.

El Ingeniero que realiza el reconocimiento debe anotar las dificultades posibles en la construcción de puentes y alcantarillas, la carencia ó existencia de materiales petreos para dichas obras, mano de obra, etc.

Los reconocimientos aéreos pueden servir en tres formas diferentes para el trazo de una vialidad. Primero, para inspecciones aéreas del terreno, llevada a cabo por el jefe de brigada para formarse una idea completa y un concepto claro de las rutas probables. Segundo, para la obtención de un mosaico áero-fotográfico de la zona en que se prevee estará ubicada la ruta, y tercero, para obtener de las fotografías aéreas con el empleo de proyectores modernos, mapas topográficos de gran exactitud.

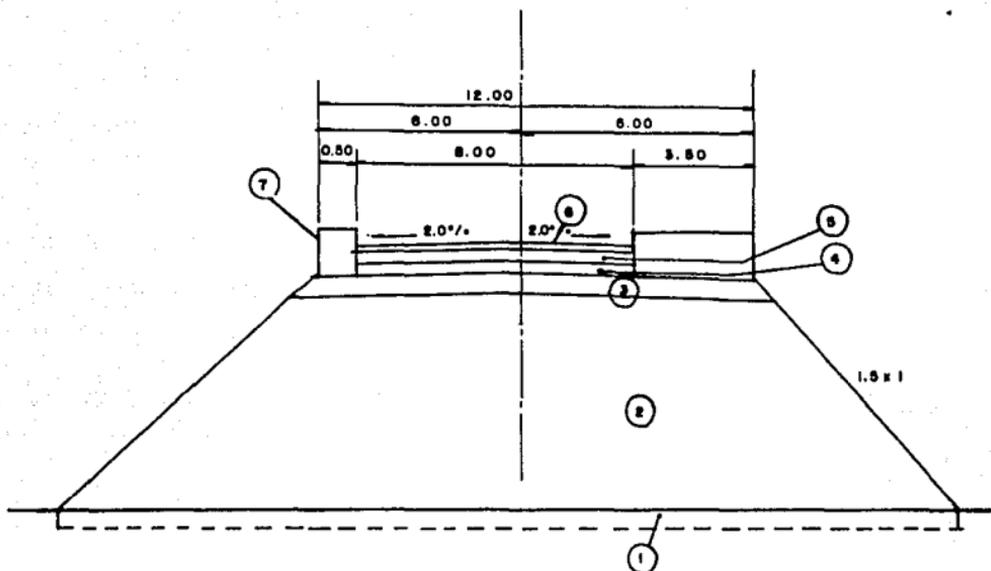
**V.- PROYECTO EJECUTIVO DE LA VIALIDAD  
PRIMARIA PUNTA DIAMANTE.**

Una vez obtenidos los planos topográficos escala 1:2000, por cualquiera de los métodos antes mencionados, se procede al anteproyecto en planta y perfil, basado en las especificaciones del tipo de vialidad, en lo que respecta a pendientes, grados de curvatura, velocidad de proyecto, etc. en ésta etapa se darán como consecuencia una serie de alternativas, seleccionando el proyectista la que presente las mejores posibilidades.

Es inobjetable que hechos los análisis del tránsito diario promedio anual (TDPA) que se calcula y espera tener, así como en estudios socio-económico-políticos de la región y zonas que requieren de la obra vial, son los factores que finalmente nos determinan el tipo de vialidad que deberá proyectarse y posteriormente construir. La configuración topográfica, es también otro factor que influye y lo será en forma restrictiva, es decir, nos modificará la velocidad y la sección. Por lo tanto, siendo Punta Diamante una zona eminentemente montañosa, se tendrán las siguientes especificaciones de proyecto, con los que iniciaremos el cálculo del alineamiento horizontal y vertical de la vialidad Pimaria Punta Diamante.

Velocidad de Proyecto	40 - 60 km/hr
Ancho de corona	12.00 m.
Ancho de calzada	8.00 m.
Grado máximo de curvatura	30° 00'
Pendiente gobernadora	6 ‰
Pendiente máxima	10 ‰
Bombeo en tangente	2 ‰
Espesor de revestimiento	30.00 cm.

En la fig. No. 5 se aprecia la sección tipo con sus características geométricas para el diseño de la vialidad.



- ① DESPALME DEL TERRENO NATURAL EN 30 cm
- ② CUERPO DEL TERRAPLEN COMPACTADO AL 90%.
- ③ CAPA SUBRASANTE DE 30 cm. COMPACTADA AL 95 %.
- ④ CAPA DE SUB-BASE DE 15 cm COMPACTADA AL 100 %.
- ⑤ CAPA DE BASE DE 15 cm. COMPACTADA AL 100 %.
- ⑥ CARPETA DE CONCRETO ASPALTICO DE 8 cm. DE ESPESOR.
- ⑦ GUARNICIONES Y BANQUETAS DE CONCRETO HCO.  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

FIG. No. 5 SECCION TIPO.

## V.1.- ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

El alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal del eje de proyecto de una vialidad o camino.

Los elementos que integran el alineamiento horizontal son las tangentes, las curvas circulares y las tangentes de transición. A continuación se hará una breve descripción de cada elemento.

### A.- TANGENTES.

Las tangentes son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le representa como PI, y el ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se le representa por  $\Delta$ . Como las tangentes van unidas entre sí por curvas, la longitud de la tangente será la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. A cualquier punto del alineamiento horizontal localizado en el terreno sobre una tangente se le denomina punto sobre tangente y se representa por PST.

### B.- CURVAS CIRCULARES.

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir una serie de tangentes consecutivas. Las curvas circulares pueden ser simples ó compuestas, según se trate de un solo arco de círculo ó de dos ó más sucesivas de diferente radio. En el presente trabajo sólo se calcularán curvas simples por ser las más apropiadas en vialidades urbanas.

En el sentido del cadenamamiento, las curvas simples pueden ser hacia la izquierda ó hacia la derecha, ver fig. No. 6

Los elementos que integran las curvas circulares que se observan en la fig. No. 6 se obtienen por trigonometría y geometría según las siguientes ecuaciones.



### 1.-GRADO DE CURVATURA

Es el ángulo subtendido por un arco de 20.00 mts., se le representa por la letra G, ver fig. No. 6

$$\frac{G}{20} = \frac{360}{2 \pi R} \quad G = \frac{1145.92}{R} \quad (5.1)$$

### 2.-RADIO DE LA CURVA

Es el radio de la curva circular que se simboliza R. De la expresión (5.1), se tiene:

$$R = \frac{1145.92}{G} \quad (5.2)$$

### 3.-ANGULO CENTRAL

Es el ángulo subtendido por la curva circular, se simboliza como  $\Delta$ . En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes, ver fig. No. 6

### 4.-LONGITUD DE CURVA

Es la longitud del arco entre el PC y el PT, se le representa como lc.

$$\frac{lc}{2\pi R} = \frac{\Delta}{360} \quad lc = \frac{\pi \Delta R}{180}$$

pero teniendo en cuenta la expresión (5.2), se tendrá:

$$lc = 20 \frac{\Delta}{G} \quad (5.3)$$

### 5.-SUBTANGENTE

Es la distancia entre el PI y el PC ó PT, medida sobre la prolongación de las tangentes, se representa como St. Del triángulo rectángulo PI-O-PT de la fig. No. 6 se tiene:

$$St = R \tan \Delta / 2 \quad (5.4)$$

### 6.-EXTERNA

Es la distancia mínima entre el PI y la curva, se representa con la letra E. En el triángulo rectángulo formado por PI-O-PT de la fig. 6, se tiene:

$$E = (R \sec \Delta/2) - R$$

$$E = R(\sec \Delta/2 - 1) \quad (5.5)$$

### 7.-ORDENADA MEDIA

Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva, se simboliza con la letra M. Del triángulo rectángulo PI-O-PT, de la fig. 6, se tiene:

$$M = R - (R \cos \Delta/2)$$

$$M = R \operatorname{sen} \operatorname{ver} \Delta/2 \quad (5.6)$$

### 8.-DEFLEXION A UN PUNTO CUALQUIERA DE LA CURVA.

Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en PC y la tangente en el punto considerado, se le representa como  $\theta$  y se puede establecer:

$$\frac{\theta}{1} = \frac{G}{20} \quad \theta = \frac{G l}{20} \quad (5.7)$$

### 9.-CUERDA.

Es la recta comprendida entre dos puntos de la curva, se le denomina C. Si esos puntos son el PC y el PT, a la cuerda resultante se le denomina cuerda larga. En el triángulo PC-O-PSC de la fig. 6, se tiene:

$$C = 2R \operatorname{sen} \theta/2 \quad (5.8)$$

Para la cuerda larga  $CL = 2R \operatorname{sen} \Delta/2 \quad (5.9)$

### 10.-ANGULO DE LA CUERDA.

Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente y la cuerda considerada, se le representa como  $\phi$ . En el triángulo PC-O-PSC de la fig. 6

$$\phi = \theta/2$$

y teniendo en cuenta la expresión (5.7) queda:

$$\phi = \frac{G l}{40} \quad (5.10)$$

Para la cuerda larga  $\phi c = \frac{G l c}{40} \quad (5.11)$

### V.1.1.- CALCULO DE CURVAS SIMPLES Y COORDENADAS DEL TRAZO DEFINITIVO.

Una vez definido y aprobado el eje ó ejes de trazo de la vialidad Primaria Punta Diamante, el cual consta de dos cuerpos: un cuerpo derecho ó de acceso a Punta Diamante y otro cuerpo izquierdo ó de salida de Punta Diamante; del km 0+000 al km 1+000 están paralelos a una distancia de 13.00 m y a partir del km 1+000 hasta el km 4+000 los ejes conservan una distancia entre sí de 25.00 m. A partir de este kilometraje los ejes se separan a distancias variables hasta encontrarse en la igualdad  $PST = 5+177.54$  C. derecho y  $PT = 4+938.52$  C. izquierdo, ver fig. No. 7

Posteriormente, se procede al cálculo ó matematización de dichos ejes, dandoles todos los elementos necesarios para la obtención de coordenadas a los elementos de las curvas horizontales tales como PI, PC, PT, PST, etc. y así estaremos en condiciones de realizar el planteamiento en campo y tener los datos necesarios para la obtención del proyecto definitivo de subrasante y curva masa.

Por lo tanto, se analizará el tramo comprendido del km 2+000 al km 4+000 del Cuerpo Derecho por ser el más representativo de la vialidad.

Se han marcado a las curvas en el plano general de trazo de la fig. No. 7, con las letras A, B, C, D, E, F, G, y H, las cuales están comprendidas en el tramo mencionado, resultando ocho.

En forma ilustrativa se calculará la primer curva de ocho curvas que están dentro del tramo a analizar, puntualizando que el procedimiento de cálculo para las demás curvas es el mismo.

Al conocer las tangentes y el azimut calculado en campo, las deflexiones que éstas generan, así como el grado de cada curva diseñada para tener el menor movimiento de tierras, se obtienen todos los elementos de cada curva utilizando las ecuaciones del apartado anterior.

A continuación, se presenta el cálculo de la curva " A " para la obtención de sus elementos geométricos.

X=16 000

Y=2 000

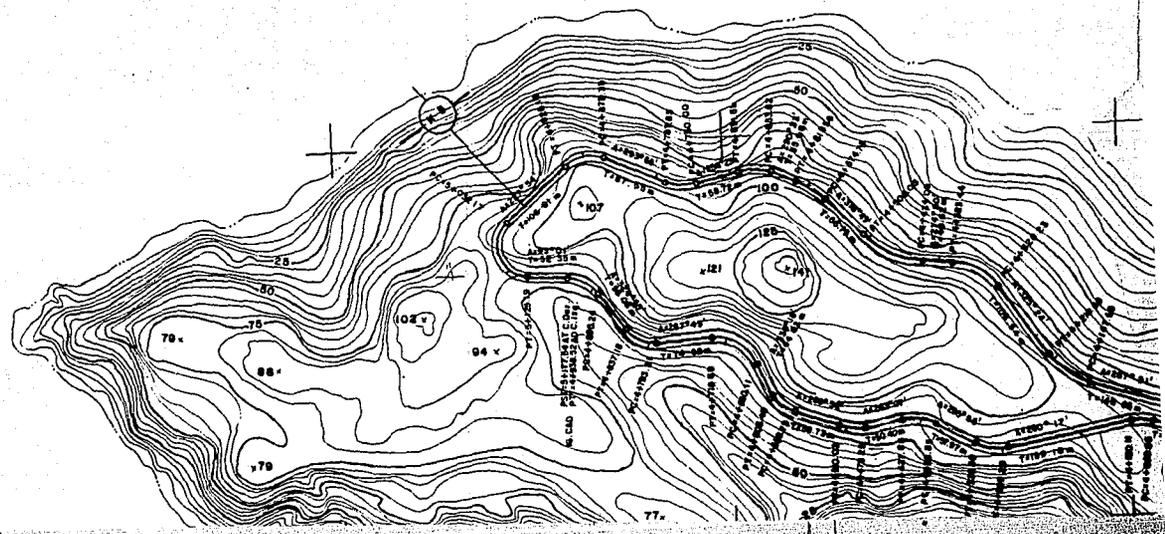
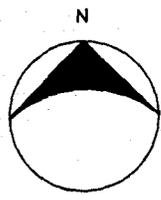
X=16 800

X=17 000

X=17 800

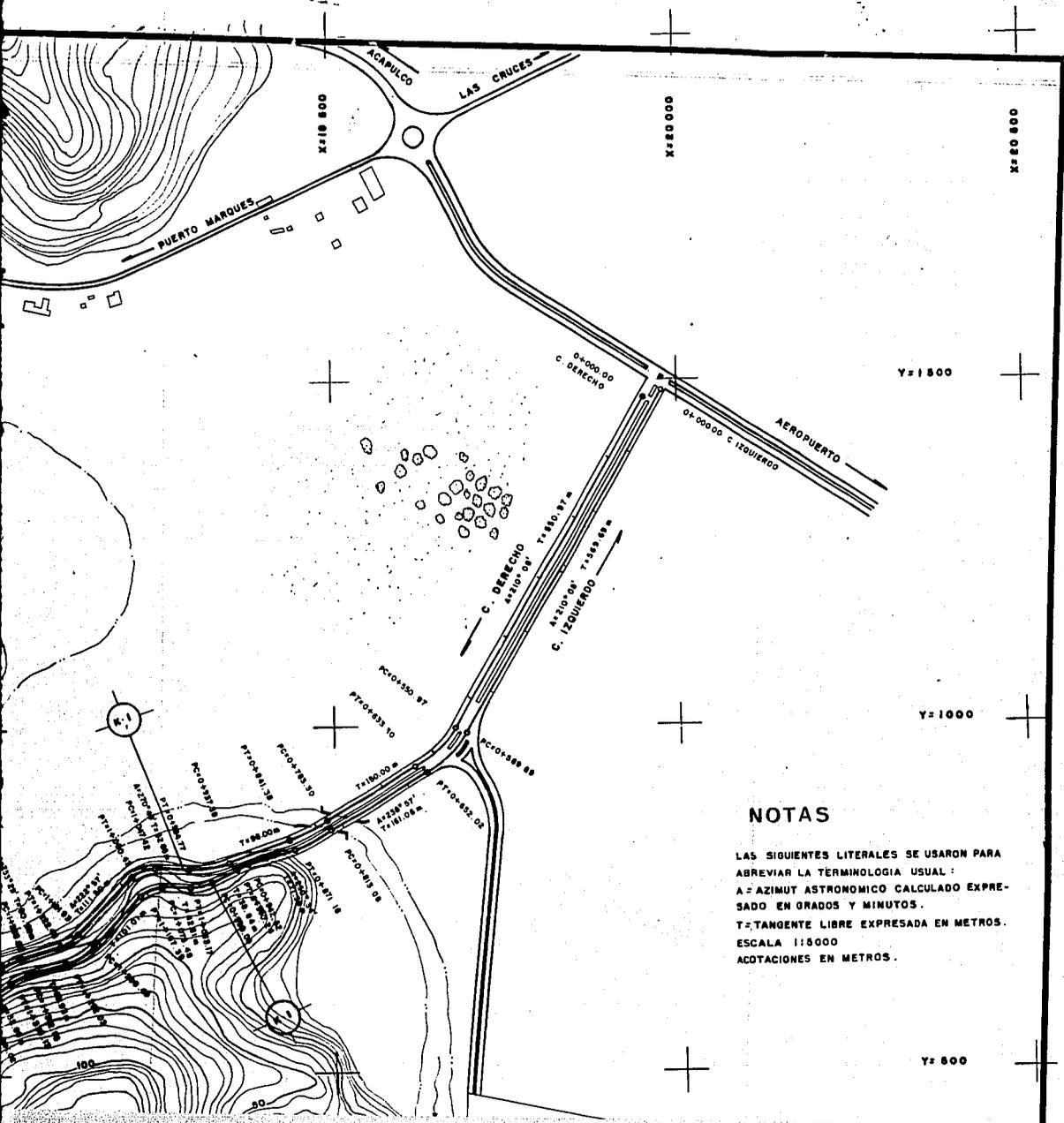
Y=1 800

Y=1 000









## NOTAS

LAS SIGUIENTES LITERALES SE USARON PARA  
 ABREVIAR LA TERMINOLOGIA USUAL :  
 A= AZIMUT ASTRONOMICO CALCULADO EXPRESADO  
 EN GRADOS Y MINUTOS.  
 T= TANGENTE LIBRE EXPRESADA EN METROS.  
 ESCALA 1:5000  
 ACOTACIONES EN METROS.

Y: 800



Y: 000



Oceano Pacifico

Y: -800

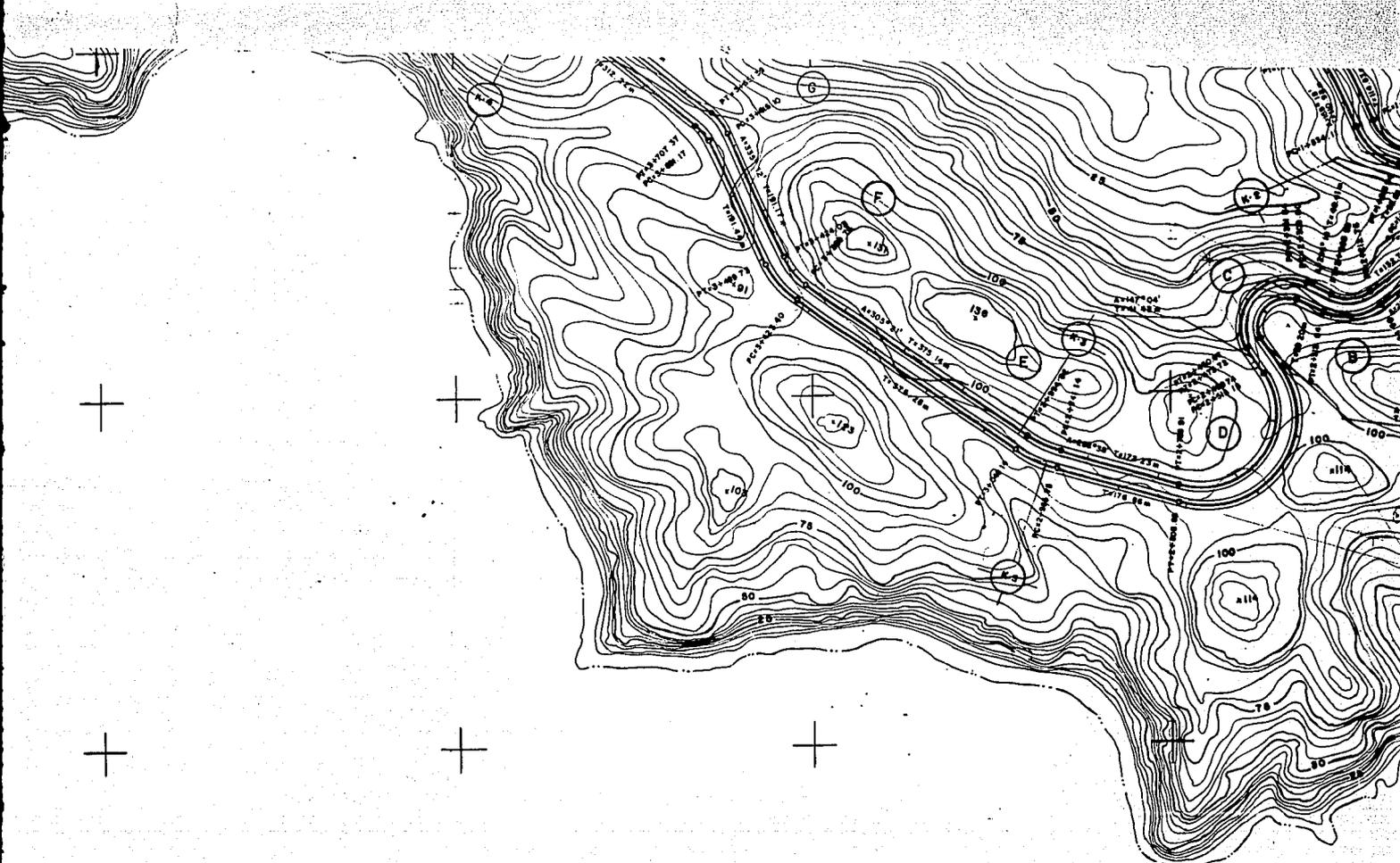


X: 18 000

X: 16 800

X: 17 000



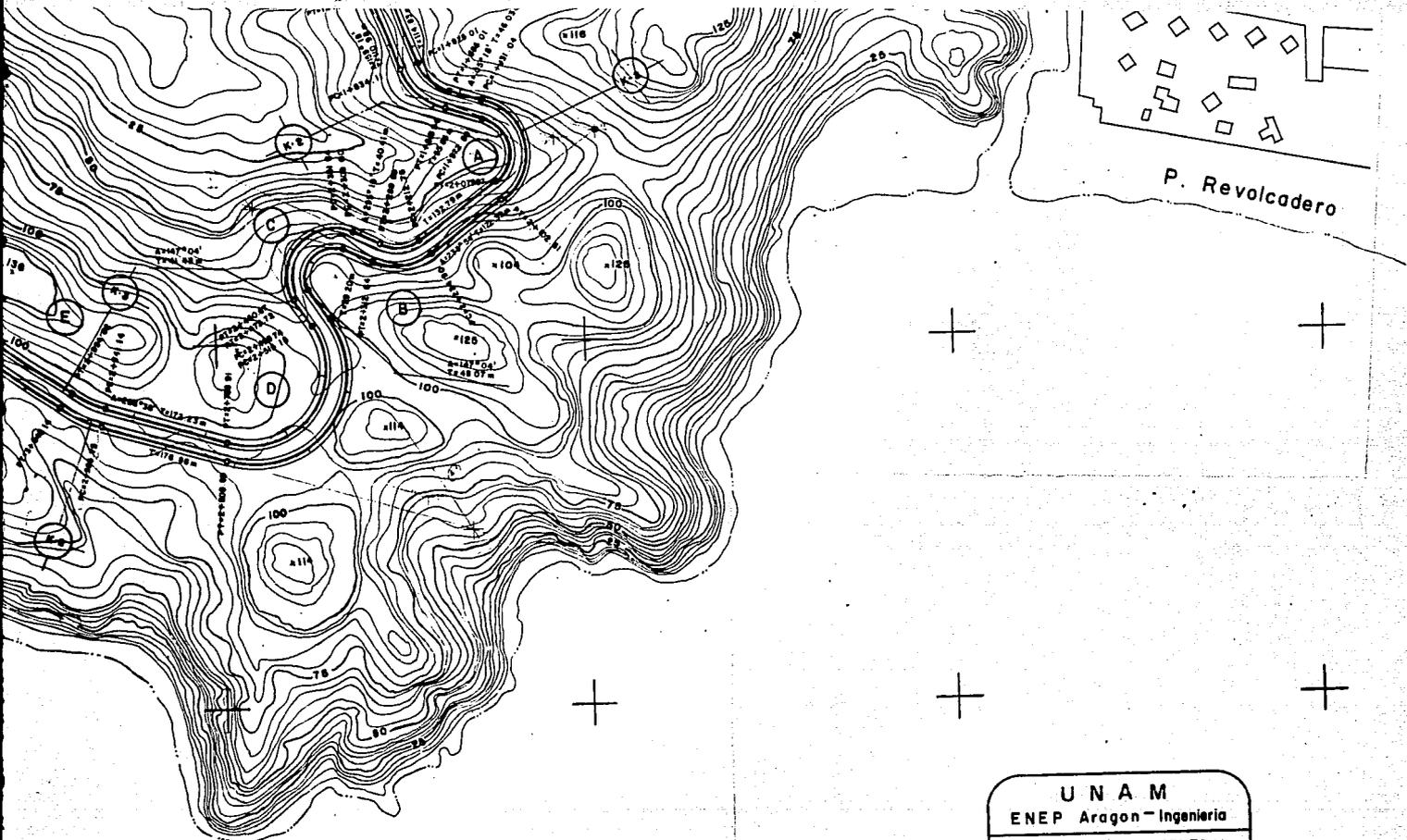


X:17 000

X:17 500

X:18 000

X:18 500



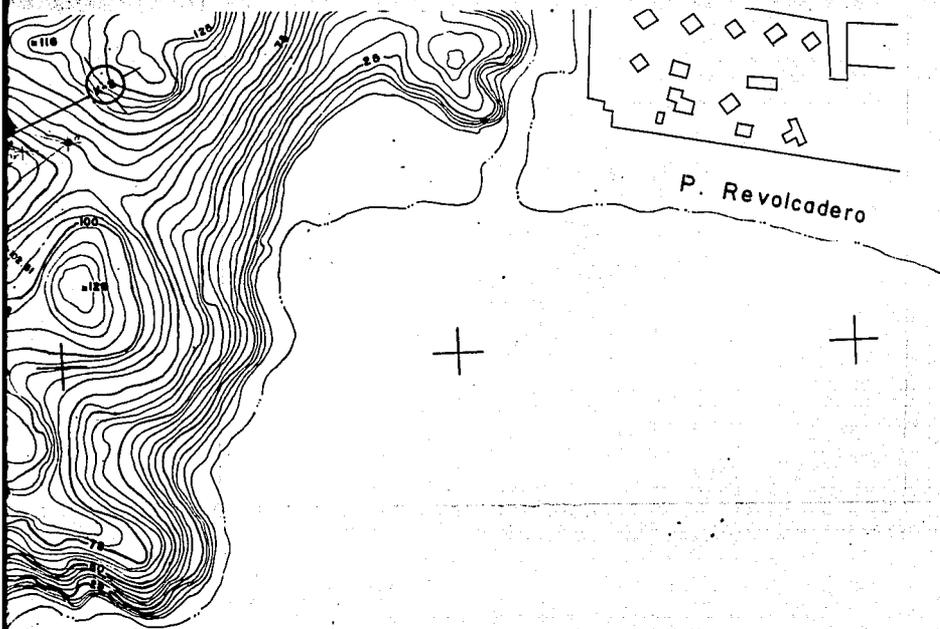
U N A M  
 ENEP Aragon - Ingeniería  
 Fig. 7. PLANTA GENERAL  
 DE TRAZO  
 TESIS PROFESIONAL  
 Jose Benito Garcia Gomez.

000 012 X

000 012 X

000 012 X

000 012 X



P. Revolcadero

Y=0

Y=500

Y=1000

U N A M  
ENEP Aragon - Ingenieria

Fig. 7. PLANTA GENERAL  
DE TRAZO

TESIS PROFESIONAL  
Jose Benito Garcia Gomez.

X=000000

X=100000

X=200000

Ejemplo.

Para obtener todos los elementos de la curva "A", se conocen los azimutes, tanto de la tangente de salida como de la de entrada, calculados en la etapa de reconocimiento, por lo que la deflexión formada por dichas tangentes se calcula, así como su sentido, ver fig. No. 8.

$$\text{Az de entrada} = 105^\circ 18'$$

$$\text{Az de salida} = 233^\circ 54'$$

$$\Delta = 233^\circ 54' - 105^\circ 18' \Rightarrow \Delta = 128^\circ 36' \text{ D}$$

Además, el grado se obtiene por las condiciones topográficas, por la velocidad de proyecto, resultando un grado "G" =  $24^\circ 00'$  para ésta curva. De la ec. (5.2) tenemos:

$$R = \frac{1145.92}{G} = \frac{1145.92}{24^\circ 00'} \Rightarrow R = 47.75 \text{ m.}$$

La Subtangente, se conoce de la ec. (5.4):

$$\text{St} = R \tan \Delta/2 = 47.75 \times \tan (128^\circ 36'/2)$$

$$\text{St} = 99.22 \text{ m.}$$

La longitud de la curva se obtiene de la ec. (5.3):

$$\text{Lc} = 20 \frac{\Delta}{G} = 20 \frac{128^\circ 36'}{24^\circ 00'} \Rightarrow \text{Lc} = 107.17 \text{ m.}$$

Ahora bien, en la etapa del anteproyecto ó reconocimiento se definen los cadenamientos de cada PI que se forma, ver fig. No. 8, por lo tanto, se tiene:

$$\text{PI} = 2+072.02, \text{ correspondiente a la curva "A".}$$

$$\text{Pero el cad. PC} = \text{PI} - \text{St}, \text{ sustituyendo}$$
$$\text{PC} = 2+072.02 - 99.22$$

$$\Rightarrow \text{el cad. PC} = 1+972.80$$

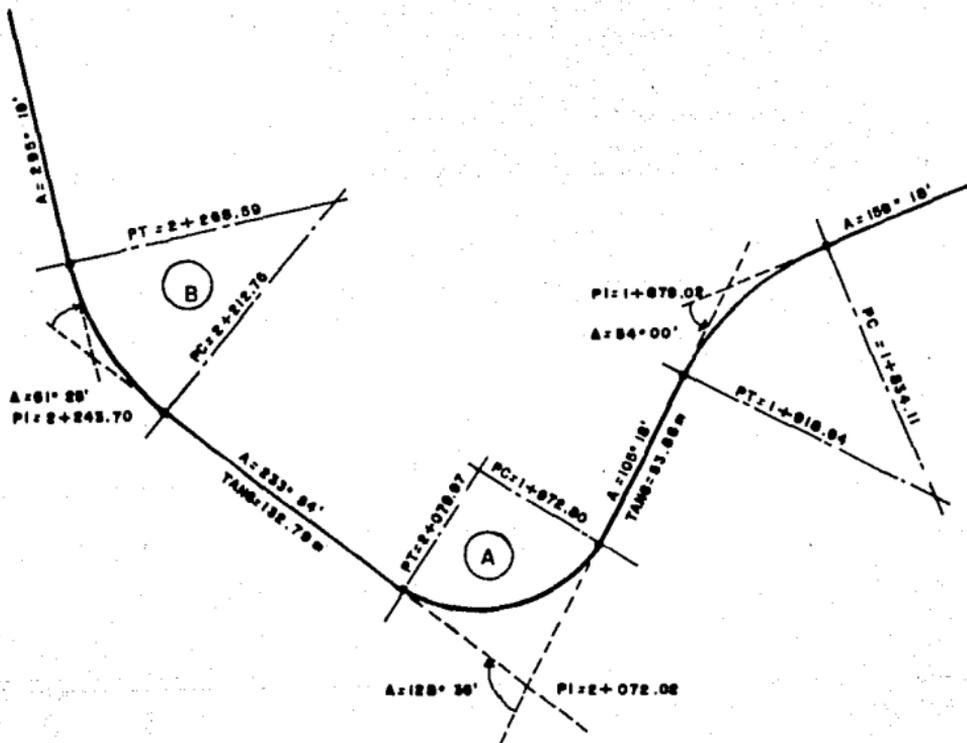


Fig. No. 8 EJE DE TRAZO.

$$\begin{aligned} \text{Y el cad. } PT &= PC + Lc, \text{ sustituyendo} \\ PT &= 1+972.80 + 107.17 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \text{el cad. } PT = 2+079.97$$

Estos son los principales elementos que nos servirán para el trazo definitivo en campo, su referenciación y obtención de la nivelación al eje de proyecto, así como su seccionamiento transversal para el diseño de la curva masa.

#### CALCULO DE COORDENADAS DE LA CURVA "A"

El principio del cálculo de coordenadas se basa en la propiedad geométrica de un punto y una recta que establece el conocer las coordenadas de otro punto que está alineado en la misma dirección de la recta que lo une al primero. Por ejemplo, para determinar las coordenadas de los puntos principales de la curva "A" se parte de las coordenadas que se van arrastrando de las curvas anteriores. Observando el croquis de la fig. No. 8, se tiene:

$$\begin{aligned} \text{coordenadas } PI=1+879.02 & \quad x= 18,773.823 \\ & \quad y= 327.014 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{coordenadas } PT=1+918.94 & \quad x= 18,817.141 \\ & \quad y= 315.163 \end{aligned}$$

El azimut de llegada es  $159^\circ 18' - 54^\circ 00' = 105^\circ 18'$   
 Se tiene una tangente libre de  $1+972.80 - 1+918.94 = 53.86 \text{ m.}$ , ver fig. No.8

#### COORDENADAS DEL PC = 1+972.80

$$\begin{aligned} \text{Proyección en } x &= \text{sen } 105^\circ 18' \times 53.86 = 51.951 \\ x &= 18,817.141 + 51.951 = 18,869.092 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proyección en } y &= \text{cos } 105^\circ 18' \times 53.86 = -14.212 \\ y &= 315.163 + (-14.212) = 300.951 \end{aligned}$$

COORDENADAS DEL PI = 2+072.02

En el cálculo del alineamiento horizontal para la curva "A" se llegó a  $St = 99.22$  m, por lo tanto,

$$\begin{aligned} \text{Proyección en } x &= \text{sen } 105^\circ 18' \times 99.22 = 95.703 \\ x &= 18,869.092 + 95.703 = 18,964.796 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proyección en } y &= \text{cos } 105^\circ 18' \times 99.22 = -26.182 \\ y &= 300.951 + (-26.182) = 274.769 \end{aligned}$$

COORDENADAS DEL PT = 2+079.97

Como existe una deflexión, el azimut será igual a  $105^\circ 18' + 128^\circ 36' = 233^\circ 54'$

$$\begin{aligned} \text{Proyección en } x &= \text{sen } 233^\circ 54' \times 99.22 = -80.169 \\ x &= 18,964.796 - 80.169 = 18,884.627 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proyección en } y &= \text{cos } 233^\circ 54' \times 99.22 = -58.460 \\ y &= 274.769 - 58.460 = 216.309 \end{aligned}$$

De la misma manera se calcula la curva B, C, D, E, F, G, y H incluídas en el subtramo del km 2+000 - km 4+000 del cuerpo derecho, ver la fig. No. 7, correspondiente a la planta general de trazo.

Para mayor facilidad de cálculo se ordeno una tabla con los elementos de cada curva, asimismo se anexa el diseño de las coordenadas de cada punto importante de las curvas para su dibujo en el plano general de trazo a nivel ejecutivo mostrado, en la fig. No. 7

CALCULO DE CURVAS CIRCULARES SIMPLRS.

OBRA VIAL: VIALIDAD PRIMARIA PUNTA DIAMANTE

TRAMO : CUERPO DERECHO

SUBTRAMO : Km 2+000 al Km 4+000

CURVA	ESTACION	AZIMUT	( ° )	θ ( ° )	R (m)	Bt (m)	Lc (m)	Vp (K/h)
		105° 18'						
	PC = 1+972.800							
A	PI = 2+072.020		128° 36' D	24° 00'	47.750	99.220	107.170	40.000
	PT = 2+079.970							
	T = 132.790	233° 54'						
	PC = 2+212.760							
B	PI = 2+243.700		61° 25' D	22° 00'	52.090	30.940	55.830	40.000
	PT = 2+268.590							
	T = 40.410	295° 19'						
	PC = 2+309.000							
C	PI = 2+532.850		148° 15' I	18° 00'	63.660	223.850	164.720	40.000
	PT = 2+473.720							
	T = 41.430	147° 04'						
	PC = 2+515.150							
D	PI = 2+798.020		139° 34' D	11° 00'	104.170	282.870	253.760	50.000
	PT = 2+768.910							
	T = 172.230	286° 38'						
	PC = 2+941.140							
E	PI = 2+968.120		18° 43' D	07° 00'	163.700	26.980	53.480	50.000
	PT = 2+994.820							
	T = 375.140	305° 21'						
	PC = 3+369.760							
F	PI = 3+397.530		29° 51' D	11° 00'	104.170	27.770	54.270	50.000
	PT = 3+424.030							
	T = 191.070	335° 12'						
	PC = 3+615.100							
G	PI = 3+633.500		23° 35' I	13° 00'	88.150	18.400	36.280	50.000
	PT = 3+651.380							
	T = 312.440	311° 37'						
	PC = 3+983.820							
H	PI = 3+982.640		24° 06' I	13° 00'	88.150	18.820	37.080	50.000
	PT = 4+000.900							
		287° 31'						

# CALCULO DE COORDENADAS DEL TRAZO DEFINITIVO.

OBRA VIAL: VIALIDAD PRIMARIA PUNTA DIAMANTE  
 TRAMO : CUERPO DERECHO  
 SUBTRAMO : Km 2+000 al Km 4+000

ESTACION	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT	SENO	PROYECCIONES			COORDENADAS	
					-N	+N	COSENO	+E	-S
PI= 1+879.020	PI= 1+879.020								
PI= 1+879.020	PI= 1+918.940	44.910	105° 18'	0.965	43.319	-0.264	-11.649	18,773.823	327.014
PI= 1+918.940	PC= 1+972.800	53.860	105° 18'	0.965	51.952	-0.264	-14.211	18,869.093	300.954
PC= 1+972.800	PI= 2+072.020	99.220	105° 18'	0.965	95.704	-0.264	-26.178	18,964.797	274.776
PI= 2+072.020	PI= 2+079.970	99.220	233° 54'	-0.808	-80.167	-0.589	-58.462	18,884.630	216.314
PI= 2+079.970	PC= 2+212.760	132.790	233° 54'	-0.808	-107.291	-0.589	-78.242	18,777.339	138.072
PC= 2+212.760	PI= 2+243.700	30.940	233° 54'	-0.808	-24.999	-0.589	-18.230	18,752.340	119.841
PI= 2+243.700	PI= 2+268.590	30.940	295° 19'	-0.904	-27.969	0.428	13.229	18,724.371	133.071
PI= 2+268.590	PC= 2+309.000	40.410	295° 19'	-0.904	-36.530	0.428	17.278	18,687.841	150.349
PC= 2+309.000	PI= 2+532.850	223.850	295° 19'	-0.904	-202.356	0.428	95.713	18,485.466	246.062
PI= 2+532.850	PI= 2+473.720	223.850	147° 04'	0.544	121.699	-0.839	-167.678	18,607.185	58.184
PI= 2+473.720	PC= 2+515.150	41.430	147° 04'	0.544	22.527	-0.839	-34.712	18,629.712	23.411
PC= 2+515.150	PI= 2+798.020	282.870	147° 04'	0.544	153.809	-0.839	-237.414	18,783.521	-214.003
PI= 2+798.020	PI= 2+768.910	282.870	266° 38'	-0.958	-271.041	0.286	80.945	18,512.480	-133.058
PI= 2+768.910	PC= 2+941.140	172.230	286° 38'	-0.958	-165.028	0.286	49.284	18,347.452	-83.774
PC= 2+941.140	PI= 2+968.120	26.980	286° 38'	-0.958	-25.852	0.286	7.720	18,221.600	-76.054
PI= 2+968.120	PI= 2+994.620	26.980	305° 21'	-0.816	-22.007	0.579	15.608	18,299.593	-60.445

CALCULO: JOSE BENITO GARCIA GOMEZ

FECHA: MARZO DE 1993.

# CALCULO DE COORDENADAS DEL TRAZO DEFINITIVO.

OBRA VIAL: VIALIDAD PRIMARIA PUNTA DIAMANTE

TRAMO : CUERPO DERECHO

SUBTRAMO : Km 2+000 al Km 4+000

ESTACION	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT	PROYECCIONES					COORDENADAS	
				SENO	-W	+B	COSENO	+W	-S	X
PT= 2+994.620	PC= 3+369.760	375.140	305° 21'	-0.816	-305.990	0.579	217.025	17.993.603	156.580	
PC= 3+369.760	PI= 3+397.530	27.770	305° 21'	-0.816	-22.651	0.579	18.065	17.970.952	172.646	
PI= 3+397.530	PI= 3+424.030	27.770	335° 12'	-0.419	-11.649	0.908	25.208	17.959.303	197.854	
PI= 3+424.030	PC= 3+615.100	191.070	335° 12'	-0.419	-80.152	0.908	173.421	17.879.150	371.276	
PC= 3+615.100	PI= 3+633.500	18.400	335° 12'	-0.419	-7.719	0.908	16.760	17.871.432	367.676	
PI= 3+633.500	PI= 3+651.380	18.400	311° 37'	-0.748	-13.758	0.664	12.220	17.857.675	400.196	
PI= 3+651.380	PC= 3+963.820	312.440	311° 37'	-0.748	-233.589	0.664	207.496	17.624.086	607.692	
PC= 3+963.820	PI= 3+982.640	18.820	311° 37'	-0.748	-14.070	0.664	12.499	17.610.016	620.191	
PI= 3+982.640	PI= 4+000.900	18.820	287° 31'	-0.954	-17.947	0.301	5.664	17.592.068	625.855	

CALCULO: JOSE BENITO GARCIA GOMEZ

FECHA: MARZO DE 1993.

## V. 2.- SOBREELEVACION

Al pasar de una tangente a una curva, un móvil tiende a seguir su trayectoria rectilínea y al obligarle a seguir la curva se desliza por efecto de la fuerza centrífuga, por lo que para mantenerlo en la curva se requiere una pendiente que con la fricción mantendrán el equilibrio. Para lograr ésta estabilidad se le debe dar una pendiente transversal descendente a la corona de la vialidad hacia el centro de cada una de las curvas que se presenten en el alineamiento horizontal y así poder contrarrestar la fuerza centrífuga, ésta pendiente transversal es la llamada sobreelevación.

La SCT en su departamento de servicios técnicos ha publicado tablas, en base a investigaciones y estudios, los valores admisibles de sobreelevaciones para una determinada velocidad y tipo de camino, por lo que en este trabajo se usaran estas tablas para calcular las sobreelevaciones ( SE ), en la fig. No. 9 se pueden observar las tablas de referencia.

Por especificación, la sobreelevación máxima que se le puede dar a una curva no deberá ser mayor de 10 % para cualquier tipo de carretera ó vialidad.

### TRANSICION.

Ahora bien, la sobreelevación calculada, debe ser en forma gradual, es decir, debe existir una transición ó tangente de transición para que el cambio de bombeo en tangente a sobreelevación en curva no sea brusco y ocasiona un riesgo a los conductores.

La tangente de transición ( T.T. ) también está normalizada por la SCT y se presenta en la misma tabla de la fig. No. 9, por lo que al mismo tiempo que se consulta la sobreelevación se encuentra la tangente de transición que corresponde al tipo de camino y velocidad de proyecto.

Cuando en el alineamiento horizontal trazado en campo, este formado por curvas circulares simples, que es el caso común, la variación de la sobreelevación y la tangente de transición se hará invariablemente como está descrita en la fig. No. 10

Fig. No. 9 SOBREELEVACION Y TANGENTE DE TRANSICION.

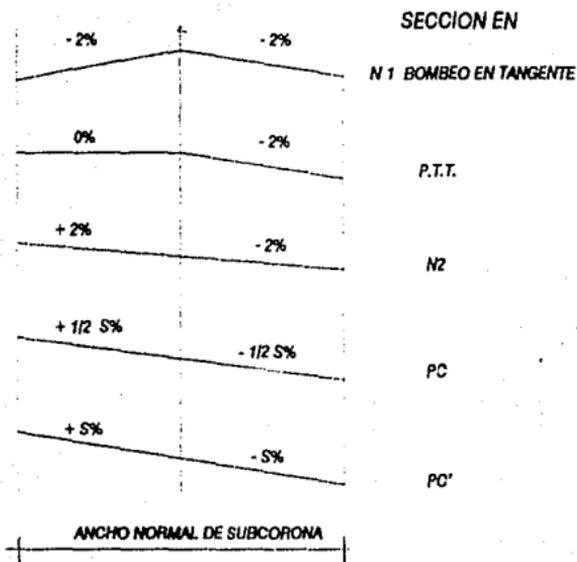
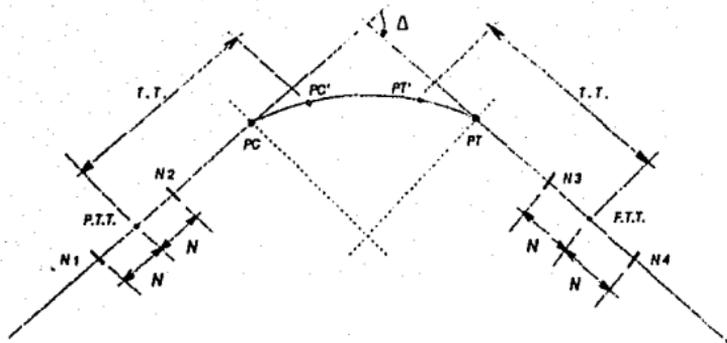
VELOCIDAD		30			40			50			60			70		
Gc	Rc	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le
0 30	2291.84	70	30	10	70	30	13	70	30	18	30	30	19	30	30	22
1 00	1149.92	20	20	10	70	30	13	30	30	18	30	30	19	30	30	22
1 30	783.84	20	30	10	70	30	13	30	30	18	30	30	19	30	30	22
2 00	573.84	30	30	10	70	30	13	30	30	18	30	30	19	30	30	22
2 30	458.57	30	30	10	70	30	13	40	30	18	30	30	19	30	30	22
3 00	391.97	30	30	10	40	30	13	40	30	18	30	30	19	30	30	22
3 30	327.40	30	30	10	40	30	13	40	30	18	30	30	19	30	30	22
4 00	268.88	30	30	10	40	30	13	50	30	18	30	30	19	30	30	22
4 30	234.45	40	30	10	40	30	13	50	30	18	40	41	20	40	40	24
5 00	223.18	40	30	10	50	30	13	50	30	18	40	43	22	70	67	27
5 30	208.55	40	30	10	50	30	13	50	30	18	40	43	22	70	71	31
6 00	190.88	40	30	10	50	30	13	60	30	18	40	45	26	70	67	28
6 30	178.29	50	30	10	50	30	13	60	30	18	70	58	28	80	67	28
7 00	163.70	50	30	10	60	30	13	60	42	18	70	64	31	80	63	28
7 30	152.19	50	30	10	60	30	13	70	44	18	70	68	33	80	60	28
8 00	143.74	50	30	10	60	30	13	70	47	19	80	73	35			
8 30	134.81	50	30	10	60	30	13	70	50	20	80	77	37			
9 00	127.38	50	30	10	60	30	13	70	53	21	80	82	39			
9 30	120.62	60	30	10	70	30	13	70	53	22	80	86	41			
10 00	114.59	60	30	10	70	30	13	80	53	24	80	91	44			
11 00	104.17	60	30	10	70	30	13	80	55	26	80	100	48			
12 00	95.49	60	30	10	80	40	13	80	57	28						
13 00	88.19	70	30	10	80	43	14	90	56	31						
14 00	81.85	70	30	10	80	47	15	90	57	33						
15 00	76.39	70	30	10	90	50	16	100	58	35						
16 00	71.82	80	30	10	90	53	17	100	58	38						
17 00	67.81	80	30	10	90	57	18	110	60	40						
18 00	63.86	80	30	10	100	60	18									
19 00	60.31	90	30	10	100	63	20									
20 00	57.30	90	30	10	100	67	21									
22 00	52.09	100	30	10	110	73	23									
24 00	47.79	100	40	10	120	80	26									
26 00	44.01	110	40	10	130	88	28									
28 00	40.82	110	40	10	140	97	30									
30 00	38.10	120	50	12	140	100	32									
32 00	35.81	130	53	13												
34 00	33.70	130	57	14												
36 00	31.83	140	60	14												
38 00	30.36	150	63	15												
40 00	28.98	150	67	16												
42 00	27.80	160	70	17												
44 00	26.00	160	73	18												
46 00	24.91	170	77	18												
48 00	23.87	175	80	19												
50 00	22.98	180	83	20												
52 00	22.24	190	87	21												
54 00	21.62	190	90	22												
56 00	20.44	200	93	22												
58 00	19.76	200	97	23												
60 00	19.10	210	100	24												

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.  
 En carreteras tipo E no se dará la — ampliación por curvatura a menos que se proyecten librerías en curva horizontal.

Sc Sobreelevación, en porcentaje.

Le Longitud de la transición mixta, en metros.

Nota.- Para grados intermedios no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se obtienen por interpolación lineal.



**Fig. No. 10 . SOBRE ELEVACION**

**T.T. TANGENTE DE TRANSICION**

**P.T.T. PRINCIPIA TANGENTE DE TRANSICION**

**F.T.T. FINALIZA TANGENTE DE TRANSICION**

**N DISTANCIA DE VARIACION DE SOBREELEVACION A TANGENTE**

**PC'-PT' PUNTOS DE LA CURVA CIRCULAR DONDE SE DESARROLLA LA MAXIMA SOBREELEVACION PERMISIBLE.**

### V. 2.1.- CALCULO DE SOBREELEVACIONES Y TANGENTE DE TRANSICION.

El procedimiento es sencillo, primero se obtiene la Tangente de transición -de la tabla incluida-, la semidistancia de la tangente de transición se medirá a partir del PC ó del PT, sobre la tangente del camino, y sobre el punto encontrado, se tomará una distancia " N " a ambos lados, quedando la variación de la tangente de transición y la sobreelevación como se muestra en la fig. No. 10

A continuación, se presenta un ejemplo, para ilustrar lo anterior, calculando la sobreelevación y la tangente de transición de la curva " A ", cuyos datos son los siguientes:

G = 24° 00'  
R = 47.75 m  
St = 99.75  
Δ = 128° 36' derecha  
Lc = 107.17 m  
Vp = 40 km/hr  
PC = 1+972.80  
PT = 2+079.97

Con estos datos ya calculados, entramos en la tabla de la fig. No. 9, para localizar en la intersección del grado ( 24° 00' ) y la velocidad de proyecto ( 40 km/hr), los siguientes valores:

SE m = 8.0 %  
T.T. = 26.0 m

El valor de " N " lo encontramos con esa información, puesto que es la longitud necesaria para una variación de 2 % en sobreelevación, por lo que

$$\frac{N}{2 \%} = \frac{26.0}{8 \%}$$

$$N = \frac{26.0 \times 2 \%}{8 \%} \Rightarrow N = 6.50 \text{ m}$$

Con esto estamos en condiciones de calcular los kilometrajes y sobreelevaciones de todos los puntos que aparecen en la fig. No. 10; a continuación se obtienen.

$$\begin{aligned} \text{P.T.T.} &= \text{PC} - \left(\frac{1}{2} \text{T.T.}\right) = 1+972.80 - \left(\frac{1}{2} 26.00\right) \\ \text{P.T.T.} &= 1+959.80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{N 1} &= \text{P.T.T.} - \text{N} &= 1+959.80 - 6.50 \\ \text{N 1} &= 1+953.30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{N 2} &= \text{P.T.T.} + \text{N} &= 1+959.80 + 6.50 \\ \text{N 2} &= 1+966.30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PC}' &= \text{PC} + \left(\frac{1}{2} \text{T.T.}\right) = 1+972.80 + \left(\frac{1}{2} 26.00\right) \\ \text{PC}' &= 1+985.80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PT}' &= \text{PT} - \left(\frac{1}{2} \text{T.T.}\right) = 2+079.97 - \left(\frac{1}{2} 26.00\right) \\ \text{PT}' &= 2+066.97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F.T.T.} &= \text{PT} + \left(\frac{1}{2} \text{T.T.}\right) = 2+079.97 + \left(\frac{1}{2} 26.00\right) \\ \text{F.T.T.} &= 2+092.97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{N 3} &= \text{F.T.T.} - \text{N} &= 2+092.97 - 6.50 \\ \text{N 3} &= 2+086.47 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{N 4} &= \text{F.T.T.} + \text{N} &= 2+092.97 + 6.50 \\ \text{N 4} &= 2+099.47 \end{aligned}$$

Las variaciones de la sobreelevación en estos puntos, tomando en cuenta la fig. No. 10 será así:

ESTACION	PTO.	TRANSICION	SOBREELEVACION	
			IZQ.	DER.
1+953.30	N 1		-2.0 ‰	-2.0 ‰
1+959.80	P.T.T.	0.00	0.0	-2.0
1+960.00		0.20	0.1	-2.0
1+966.30	N 2	6.50	2.0	-2.0
1+972.80	PC	13.00	4.0	-4.0
1+980.00		20.20	6.2	-6.2
1+985.80	PC'	26.00	8.0	-8.0

24° 00' CURVA "A" Der. Vel = 40 K/H

De la misma manera se hace la variación al final de la curva sólo que en sentido inverso. Para obtener la sobreelevación en una estación determinada se observa que la variación es lineal, como se calcula en la siguiente tabla.

ESTACION	PTO.	TRANSICION	SOBREELEVACION	
			IZQ.	DER.
2+066.98	PT'	26.00	8.0 %	-8.0 %
2+079.97	PT	13.00	4.0	-4.0
2+080.00		12.98	4.0	-4.0
2+086.48	N 3	6.50	2.0	-2.0
2+092.98	F.T.T.	0.00	0.0	-2.0
2+099.48	N 4		-2.0	-2.0
2+100.00			-2.0	-2.0

De ésta forma se calculan las sobreelevaciones y transiciones de las curvas B, C, D, E, F, G, H, del alineamiento horizontal en el tramo analizado. Si formamos una tabla los resultados serian los mostrados en las siguientes páginas.

VIALIDAD PRIMARIA PUNTA DIAMANTE  
 TESIS PROFESIONAL  
 CUERPO DERECHO  
 K 2+000 - K 4+000

ESTACION	G	TRANSICION	SOBREELEVACION	
			IZQUIERDA	DERECHA

1+953.30	N 1		-2.0 %	-2.0 %
1+959.80	PTT	0.00	0.0	-2.0
1+960.00		0.20	0.1	-2.0
1+966.30	N 2	6.50	2.0	-2.0
1+972.80	P C	13.00	4.0	-4.0
1+980.00		20.20	6.2	-6.2
1+985.80	P C'	26.00	8.0	-8.0

24° CURVA "A" DER. VEL = 40 K/H

2+068.98	P T'	26.00	8.0	-8.0
2+079.97	P T	13.00	4.0	-4.0
2+080.00		12.98	4.0	-4.0
2+086.48	N 3	6.50	2.0	-2.0
2+092.98	FTT	0.00	0.0	-2.0
2+099.48	N 4		-2.0	-2.0
2+100.00			-2.0	-2.0

2+190.00			-2.0	-2.0
2+194.96	N 1		-2.0	-2.0
2+200.00			-0.4	-2.0
2+201.28	PTT	0.00	0.0	-2.0
2+207.56	N 2	6.30	2.0	-2.0
2+210.00		8.74	2.7	-2.7
2+212.76	P C	11.50	3.6	-3.6
2+220.00		18.74	5.9	-5.9
2+224.26	P C'	23.00	7.3	-7.3

22° CURVA "B" DER. VEL = 40 K/H

2+257.10	P T'	23.00	7.3	-7.3
2+260.00		20.10	6.4	-6.4
2+266.59	P T	11.50	3.6	-3.6
2+273.79	N 3	6.30	2.0	-2.0
2+280.00	FTT	0.00	0.0	-2.0
2+286.40	N 4		-2.0	-2.0

VIALIDAD PRIMARIA PUNTA DIAMANTE  
 TESIS PROFESIONAL  
 CUERPO DERECHO  
 K 2+000 - K 4+000

ESTACION	G	TRANSICION	SOBREELEVACION	
			IZQUIERDA	DERECHA
2+293.16	N 1		-2.0 %	-2.0 %
2+299.49	PIT	0.00	-2.0	0.0
2+305.83	N 2	6.33	-2.0	2.0
2+309.00	P C	9.50	-3.0	3.0
2+318.49	P C'	19.00	-6.0	6.0

18° CURVA "C" IZQ. VRL = 40 K/H

2+464.21	P T'	19.00	-6.0	6.0
2+473.72	P T	9.50	-3.0	3.0
2+476.88	N 3	6.33	-2.0	2.0
2+483.21	FTT	0.00	-2.0	0.0
2+489.55	N 4		-2.0	-2.0

2+494.15	N 1		-2.0	-2.0
2+502.15	PIT	0.00	0.0	-2.0
2+510.16	N 2	8.00	2.0	-2.0
2+515.15	P C	13.00	3.2	-3.2
2+528.15	P C'	26.00	6.5	-6.5

11° CURVA "D" DER. VRL = 50 K/H

2+755.91	P T'	26.00	6.5	-6.5
2+768.91	P T	13.00	3.2	-3.2
2+773.91	N 3	8.00	2.0	-2.0
2+781.91	FTT	0.00	0.0	-2.0
2+789.91	N 4		-2.0	-2.0

VIALIDAD PRIMARIA PUNTA DIAMANTE  
 TESIS PROFESIONAL  
 CUERPO DERECHO  
 K 2+000 - K 4+000

ESTACION	G	TRANSICION	SOBREELEVACION	
			IZQUIERDA	DERECHA

2+915.95	N 1		-2.0 %	-2.0 %
2+925.84	PTT	0.00	0.0	-2.0
2+935.33	N 2	9.69	2.0	-2.0
2+941.14	P C	15.50	3.2	-3.2
2+956.64	P C'	31.00	6.4	-6.4

7° CURVA "E" DER. VBL = 60 K/H

2+979.12	P T'	31.00	6.4	-6.4
2+994.62	P T	15.50	3.2	-3.2
3+000.43	N 3	9.69	2.0	-2.0
3+010.12	FTT	0.00	0.0	-2.0
3+019.81	N 4		-2.0	-2.0

3+346.76	N 1		-2.0	-2.0
3+356.76	PTT	0.00	0.0	-2.0
3+364.76	N 2	8.00	2.0	-2.0
3+369.76	P C	13.00	3.2	-3.2
3+382.76	P C'	26.00	6.5	-6.5

11° CURVA "F" DER. VBL = 50 K/H

3+411.03	P T'	26.00	6.5	-6.5
3+424.03	P T	13.00	3.2	-3.2
3+429.03	N 3	8.00	2.0	-2.0
3+437.03	FTT	0.00	0.0	-2.0
3+445.04	N 4		-2.0	-2.0

VIALIDAD PRIMARIA PUNTA DIAMANTE  
 TESIS PROFESIONAL  
 CUERPO DERECHO  
 K 2+000 - K 4+000

ESTACION	G	TRANSICION	SOBREELEVACION	
			IZQUIERDA	DERECHA
3+588.03	N 1		-2.0 %	-2.0 %
3+596.19	PTT	0.00	-2.0	0.0
3+604.35	N 2	8.16	-2.0	2.0
3+615.10	P C	18.91	-4.6	4.6
3+627.19	P C'	31.00	-7.6	7.6

13° CURVA "G" IZQ. VBL = 50 K/H

3+639.29	P T'	31.00	-7.6	7.6
3+651.38	P T	18.91	-4.6	4.6
3+662.13	N 3	8.16	-2.0	2.0
3+670.29	FTT	0.00	-2.0	0.0
3+678.44	N 4		-2.0	-2.0

3+937.02	N 1		-2.0	-2.0
3+945.18	PTT	0.00	-2.0	0.0
3+953.34	N 2	8.16	-2.0	2.0
3+963.82	P C	18.64	-4.5	4.5
3+976.18	P C'	31.00	-7.6	7.6

13° CURVA "H" IZQ. VBL = 50 K/H

3+986.54	P T'	31.00	-7.6	7.6
4+000.90	P T	18.84	-4.5	4.5
4+011.38	N 3	8.16	-2.0	2.0
4+019.54	FTT	0.00	-2.0	0.0
4+027.70	N 4		-2.0	-2.0

### V. 3.- ALINEAMIENTO VERTICAL.

El alineamiento vertical es la proyección del desarrollo del eje de la subcorona de la vialidad sobre un plano vertical. A este eje en alineamiento vertical se le llama subrasante, el cual se compone de tangentes y curvas verticales que a continuación se describen.

#### A.- TANGENTES

Las tangentes se caracterizan por su longitud y su pendiente, estando limitadas por curvas sucesivas. La intersección de dos tangentes se le denomina PIV.

La longitud de una tangente es la distancia medida horizontalmente, entre el fin de una curva y el principio de la siguiente. Su pendiente está determinada por la relación entre el desnivel y la distancia que hay entre dos puntos de la misma.

Pendiente Gobernadora, es la pendiente que teóricamente puede darse a la línea subrasante para dominar un desnivel determinado, en función de las características del tránsito y la configuración del terreno.

Pendiente Máxima, es la mayor pendiente en valor numérico que se permite en el proyecto quedando determinada por el volumen del tránsito y la configuración longitudinal del terreno.

Pendiente Mínima, ésta pendiente se empleará para el buen funcionamiento del drenaje en los cortes, y se recomienda que ésta pendiente no sea menor al 0.5 % para asegurar el correcto escurrimiento del agua captada por las cunetas.

#### B.- CURVAS VERTICALES.

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida. El punto común de una tangente y una curva vertical en el inicio de ésta, se representa como PCV y como PTV el punto común de la tangente y la curva vertical al final de ésta.

La forma de la curva usada es del tipo de parábola, estas curvas pueden tener concavidad hacia arriba o hacia abajo, recibiendo el nombre de curvas en columpio o en cresta respectivamente. Los elementos de la curva vertical son los mostrados en la fig. No. 11 y se calculan como sigue.

### 1.- LONGITUD

Es la distancia medida horizontalmente entre el PCV y el PTV expresada en metros.

### 2.-PENDIENTE EN UN PUNTO CUALQUIERA DE LA CURVA

Para determinar ésta pendiente  $P$ , se parte de la propiedad de la parábola de que la variación de pendiente a lo largo de ella respecto a su longitud, es uniforme. Puede establecerse la siguiente proporción:

$$\frac{P_1 - P_2}{L} = \frac{P_1 - P}{l} ; \frac{A}{L} = \frac{P_1 - P}{l}$$

$$P = P_1 - \frac{Al}{L} \quad (5.12)$$

En donde  $P$ ,  $P_1$ ,  $P_2$  y  $A$  están expresados en por ciento,  $l$  y  $L$  en metros, siendo  $A$  la diferencia algebraica de pendientes.

### 3.-PENDIENTE DE LA CUERDA A UN PUNTO CUALQUIERA

Para determinar ésta pendiente simbolizada como  $P'$  se hace uso de la propiedad de la parábola de que la pendiente de una cuerda es el promedio de las pendientes de las tangentes a la parábola en los puntos extremos de la cuerda, ver fig. No. 11

$$P' = \frac{P_1 - P}{2}$$

Pero teniendo en cuenta la ecuación (5.12), se tiene:

$$P' = P_1 - \frac{Al}{2L} \quad (5.13)$$

#### 4.-DESVIACION RESPECTO A LA TANGENTE

Es la diferencia de ordenadas entre la prolongación de la tangente y la curva, llamada  $t$ ; para determinarla se aprovecha la propiedad de la parábola que establece:

$$t = a l^2$$

pero en PTV

$$t' = a L^2$$

De la fig. No. 11 se deduce que

$$t = \frac{A}{200 L} l^2 \quad (5.14)$$

#### 5.-EXTERNA

Es la distancia entre el PIV y la curva, medida verticalmente; se le representa como  $E$ .

De la ecuación anterior:

$$E = \frac{A}{200 L} (L/2)^2$$

$$E = \frac{A L}{800} \quad (5.15)$$

#### 6.-FLECHA

Es la distancia entre la curva y la cuerda PCV-PTV, medida verticalmente; se representa como  $f$ . Del análisis de la fig. No. 11, se llega a

$$f = \frac{A L}{800} \quad (5.16)$$

Se observa que  $f = E$

#### 7.-ELEVACION DE UN PUNTO CUALQUIERA DE LA CURVA

Se le denomina  $Z_n$ , de la fig. No. 11, se tiene:

$$Z_n = Z_0 + \left( \frac{P_1}{5} - \frac{A}{10 N} n \right) n \quad (5.17)$$



### V. 3.1.- CALCULO DE CURVAS VERTICALES.

Conociendo los valores de las pendientes verticales que se fijarán según las condiciones topográficas y las necesidades del proyecto, se procederá a calcular la subrasante. El cálculo de las elevaciones para cada estación comprendidas dentro de las tangentes verticales no tiene problema, no así con aquellas que quedarán dentro de las curvas verticales, que por especificación son del tipo parabólico.

La longitud de la curva se determina en función de la velocidad de proyecto y deberá cumplir con la distancia de parada, que es la distancia mínima necesaria para que un conductor que transita a la velocidad de marcha sobre pavimento mojado, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él.

Esta longitud se obtiene de las gráficas elaboradas por la D.G.S.T. ( Dirección de servicios técnicos ), de la SCT y se incluyen en la fig. No. 12

Conocida la longitud de la curva vertical, se procede a calcular las elevaciones de acuerdo con la expresión:

$$Y = K x^2 , \quad (5.18)$$

donde:

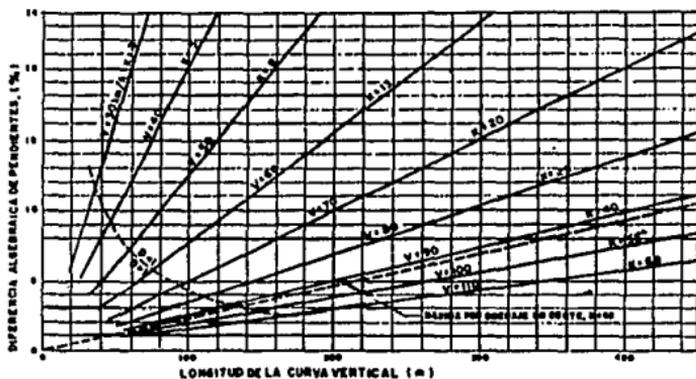
Y = corrección que puede ser positiva ó negativa y afectará las elevaciones calculadas sobre la tangente de entrada para obtener las elevaciones de la curva vertical.

$x^2$  = es el cuadrado de la distancia que hay desde el PCV de la curva hasta el punto en el que se desea calcular la subrasante, expresada en estación de 20 m.

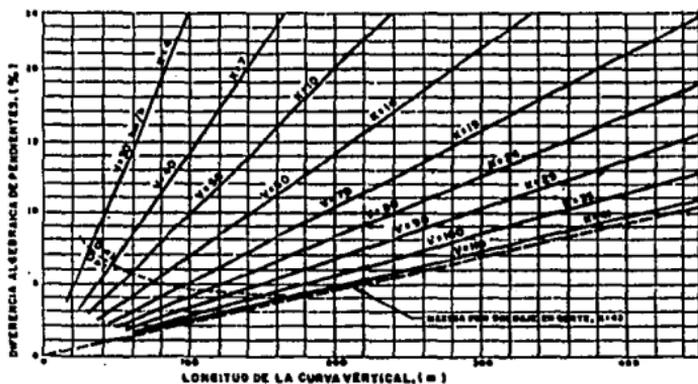
K = es el valor constante que se obtiene según la ecuación siguiente:

$$K = \frac{P_2 - P_1}{10n} \quad (5.19)$$

Donde  $P_1$  ,  $P_2$  , son las pendientes de entrada y salida, n es la longitud de la curva vertical expresada en estaciones de 20 m.



LONGITUD DE CURVAS VERTICALES EN CRESTA PARA CUMPLIR CON LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA



LONGITUD DE CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO PARA CUMPLIR CON LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

Fig. No.12 LONGITUD DE CURVAS VERTICALES

Este cálculo es aplicable tanto a curvas verticales en cresta como en columpio. Se ilustrará este método con un ejemplo.

Al tener la propuesta de las elevaciones de las obras de Drenaje así como su tipo y teniendo en cuenta la configuración del terreno, para el tramo analizado se tienen una serie de tangentes que de acuerdo a especificaciones forman la subrasante, ver fig. 13. Al entrar con la primer curva vertical de el tramo analizado, se conoce la pendiente de la tangente de entrada así como de la salida, la diferencia algebraica se consulta en la tabla de la fig. No. 12 lo que da por resultado:

km PIV	=	2 + 040
cota PIV	=	63.60 m
P. entrada	=	- 4.97 %
P. salida	=	+ 7.80 %

$$A = + 7.80 - ( -4.97 ), \quad A = 12.77$$

Al consultar las gráficas, con una velocidad de 40 k/h, redondeando para una curva en columpio da

$$Lc = 100 \text{ m}$$

Según la ecuación (5.19),  $n = 5$  y queda:

$$K = \frac{+ 7.80 - (-4.97)}{10 \times 5} \quad K = + 0.2554$$

Como la curva debe quedar simétricamente distribuida con respecto a la vertical que pasa por el PIV, tenemos:

$$\begin{aligned} \text{km PCV} &= \text{km PIV} - L/2 \\ \text{km PCV} &= 2+040 - ( 100/2 ) = 1 + 990 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{km PTV} &= \text{km PIV} + L/2 \\ \text{km PTV} &= 2+040 + ( 100/2 ) = 2 + 090 \end{aligned}$$

La cota del PCV se obtiene como sigue:

$$\begin{aligned} \text{cota PCV} &= \text{cota PIV} + ( L/2 \times \text{pend. de entrada} ) \\ \text{cota PCV} &= 63.60 + ( ( 100/2 \times (4.97\%) ) \\ \text{cota PCV} &= 66.09 \end{aligned}$$

La cota del PTV se obtiene como sigue:

$$\begin{aligned} \text{cota PTV} &= \text{cota PIV} + ( L/2 \times \text{pend. de salida} ) \\ \text{cota PTV} &= 63.60 + ( ( 100/2 \times (7.80\%) ) \\ \text{cota PTV} &= 67.51 \end{aligned}$$

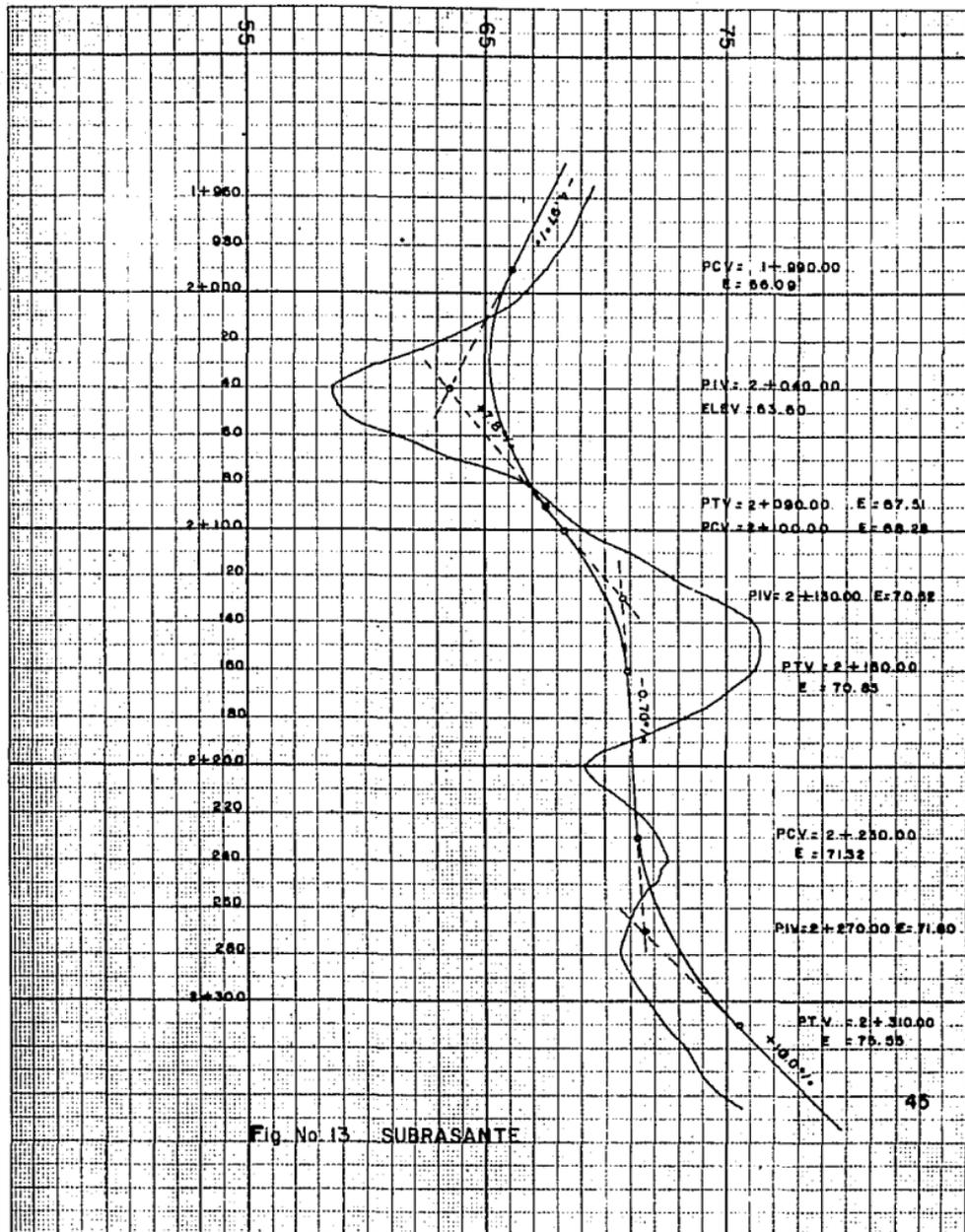


Fig. No. 13 SUBRASANTE

Ahora bien, para obtener las elevaciones sobre la curva se aplica la ec. (5.18) de la manera siguiente:

$$PCV = X_0 = 0.00$$

$$X_1 = \frac{(2+000 - 1+990)}{20} = 0.50$$

$$X_2 = \frac{(2+020 - 1+990)}{20} = 1.50$$

$$X_3 = \frac{(2+040 - 1+990)}{20} = 2.50$$

$$X_4 = \frac{(2+060 - 1+990)}{20} = 3.50$$

$$X_5 = \frac{(2+080 - 1+990)}{20} = 4.50$$

$$PTV = X_6 = \frac{(2+090 - 1+990)}{20} = 5.00$$

Tabulando los resultados,

ESTACION	TANG VERTICAL	COTAS	CURVA VERTICAL			ELEV SUBR
			X	X <sup>2</sup>	Y	
1+980	-4.97%	66.59				66.59
1+990	PCV	66.09	0	0	0.00	66.09
2+000		65.59	0.50	0.25	0.063	65.65
2+020		64.60	1.50	2.25	0.575	65.17
2+040	PIV	63.60	2.50	6.25	1.596	65.20
2+060		62.61	3.50	12.25	3.130	65.74
2+080		61.62	4.50	20.25	5.172	66.79
2+090	PTV	61.12	5.00	25.00	6.385	67.51
2+100	+7.80%	68.28	0	0.00	0.00	68.28

En las siguientes hojas se anexa el cálculo completo de todo el subtramo, incluyendo los espesores como resultado de la diferencia algebraica del terreno natural con la subrasante en corte o terraplén. Al terminar el análisis de la subrasante, el tramo analizado quedará como se observa en el perfil general de la fig. No. 14

**CALCULO DE SUBRASANTE Y ESPESORES**

ESTACION	T.N.	PEND	COTAS	CURVA VERTICAL			SUMBS	ESPESORES	
				X	I2	Y		CORTE	TERRAPLEN
1+960	69.35	-4.97%	67.50				67.50	1.77	
1+980	68.24		66.59	e=	0.2554		66.59	1.65	
PCV=1+990			66.09	0.0	0.00	0.00	66.09		
2+000	66.72		65.59	0.5	0.25	0.04	65.65	1.07	
2+020	65.23		64.60	1.5	2.25	0.57	65.17		1.94
PIV=2+040	58.65		63.60	2.5	6.25	1.60	65.20		6.55
2+060	61.42		62.61	3.5	12.25	3.13	65.74		4.32
2+080	66.79		61.62	4.5	20.25	5.17	66.79		
PIV=2+090		7.00%	61.12	5.0	25.00	6.39	67.51		
PCV=2+100	49.14		60.20	0.0	0.00	0.00	60.20	0.86	
2+120	72.77		69.84	1.0	1.00	-0.24	69.60	3.17	
PIV=2+130			70.62	1.5	2.25	-0.53	70.09		
2+140	76.12		71.40	2.0	4.00	-0.95	70.45	5.67	
PIV=2+160	76.20		72.94	3.0	9.00	-2.13	70.83	5.37	
2+180	73.34	-0.70%		e=	-0.2367		70.97	2.37	
2+200	69.18						71.11		1.93
2+220	71.27						71.25	0.02	
PCV=2+230			71.32	0.0	0.00	0.00	71.32		
2+240	72.61		71.39	0.5	0.25	0.04	71.45	1.16	
2+260	71.18		71.53	1.5	2.25	0.52	72.05		0.87
PIV=2+270			71.60	2.0	4.00	0.93	72.53		
2+280	76.57		71.67	2.5	6.25	1.45	73.12		2.55
2+300	71.67		71.81	3.5	12.25	2.85	74.66		2.99
PIV=2+310			71.85	4.0	16.00	3.72	75.55		
2+320	73.16			e=	0.2325		76.60		3.44
2+340	74.74						78.60		3.84
2+360	80.97	10.00%					80.60	0.37	
2+380	87.65						82.60	5.05	
2+400	90.31						84.60	3.71	
2+420	87.72						86.60	1.12	
2+440	87.59						88.60		1.01
2+460	89.83						90.60		0.77
2+480	94.50						92.60	1.90	
PCV=2+500	97.45		94.60	0.0	0.00	0.00	94.60	2.83	
2+520	98.53		96.60	1.0	1.00	-0.21	96.39	2.14	
PIV=2+540	97.00		98.60	2.0	4.00	-0.83	97.77	1.23	
2+560	99.30		100.60	3.0	9.00	-1.07	98.73	0.57	
PIV=2+580	101.09	1.70%	102.60	4.0	16.00	-3.32	99.28	1.81	
2+600	102.34			e=	-0.2075		99.42	2.74	
2+620	103.31						99.94	3.35	
2+640	103.22						100.30	2.92	
2+660	102.96						100.44	2.52	
2+680	102.68						100.96	1.70	

**CALCULO DE SUBRASANTE Y ESPEORES**

ESTACION	T.M.	PEND	COTAS	CURVA VERTICAL			ESPEORES		
				X	I2	Y	SUBRS	CORTE	TERRAPLEN
2+766	103.00						101.32	1.68	
2+770	104.07						101.46	2.61	
2+740	106.12						102.00	4.12	
2+760	105.89						102.34	3.55	
2+780	103.97						102.68	1.29	
2+800	102.88						103.02		0.14
2+820	103.27			I=	-0.13		103.36		0.07
PCV=2+840	107.15		103.70	0.0	0.00	0.00	103.70	3.45	
2+860	109.42		104.04	1.0	1.00	-0.13	103.71	5.51	
PIV=2+870			104.21	1.5	2.25	-0.27	103.92		
2+880	107.67		104.38	2.0	4.00	-0.52	103.86	3.81	
PTV=2+900	104.05		104.72	3.0	9.00	-1.17	103.55	0.50	
2+920	100.78						103.11		2.33
2+940	103.62						102.67	0.95	
PCV=2+950		-2.20%	102.45	0.0	0.00	0.00	102.45		
2+960	105.03		102.23	0.5	0.25	0.03	102.26	2.82	
2+980	101.50		101.79	1.5	2.25	0.27	102.06		0.56
PIV=2+990			101.57	2.0	4.00	0.48	102.03		
3+000	100.89		101.35	2.5	6.25	0.75	102.10		1.21
3+020	103.10		100.91	3.5	12.25	1.47	102.38	9.72	
PTV=3+030			100.69	4.0	16.00	1.92	102.61		
3+040	103.31			I=	0.12		102.87	0.44	
3+060	105.73						103.39	2.34	
3+080	110.12						103.91	6.21	
3+100	109.78	2.60%					104.43	5.27	
3+120	103.97						104.95		0.98
3+140	104.23						105.47		1.24
3+160	110.38						105.99	4.39	
3+180	112.48			I=	-0.1938		106.51	5.95	
PCV=3+200	115.33		107.03	0.0	0.00	0.00	107.03	0.30	
3+220	114.99		107.55	1.0	1.00	-0.19	107.36	7.63	
PIV=3+240	111.58		108.07	2.0	4.00	-0.78	107.29	4.21	
3+260	107.01		108.59	3.0	9.00	-1.74	106.85	0.16	
PTV=3+280	104.54	-5.13%	109.11	4.0	16.00	-3.10	106.01		1.47
3+300	104.27						104.98		0.71
3+320	106.18						103.95	2.23	
3+340	109.43						102.92	6.51	
3+360	106.32						101.89	4.43	
3+380	102.97						100.86	2.11	
3+400	99.99			I=	-0.1775		99.83	0.16	
PCV=3+420	10.82		10.80	0.0	0.00	0.00	10.80	0.02	
PIV=3+440	10.17		97.77	1.0	1.00	-0.18	97.59	0.58	
PTV=3+460	16.21		16.74	2.0	4.00	-0.71	16.03	0.18	

CALCULO DE SUBRASANTE Y ESPEORES								
ESTACION	T.N.	PEND	COTAS	CURVA VERTICAL			ESPEORES	
				X	I2	Y	SUMRS	CORTE
3+480	98.42						94.29	4.13
3+500	97.16						92.55	4.61
3+520	96.72	-3.79%					90.21	5.91
3+540	90.86			I=	0.20		89.07	1.79
PCV=3+550			89.20	0.0	0.00	0.00	88.20	
3+560	83.67		87.33	0.5	0.25	0.05	87.38	3.71
3+580	79.18		85.59	1.5	2.25	0.45	85.04	6.88
3+600	78.42		83.85	2.5	6.25	1.25	85.10	6.88
PIV=3+610			92.98	3.0	9.00	1.80	84.78	
3+620	82.34		82.11	3.5	12.25	2.45	84.56	2.22
3+640	85.56		80.37	4.5	20.25	4.05	84.42	1.16
3+660	87.65		78.63	5.5	30.25	6.05	84.68	2.97
PTV=3+670			77.76	6.0	36.00	7.20	84.96	
3+680	87.71	3.30%					85.29	2.42
3+700	85.79						85.95	0.16
3+720	88.22						86.61	1.61
3+740	92.21			I=	-0.1967		87.27	4.94
PCV=3+750			87.60	0.0	0.00	0.00	87.60	
3+760	94.10		87.93	0.5	0.25	-0.05	87.88	6.22
PIV=3+780	94.15		88.59	1.5	2.25	-0.44	88.15	6.00
3+800	91.41		89.25	2.5	6.25	-1.23	88.02	3.39
PIV=3+810			89.58	3.0	9.00	-1.77	87.81	
3+820	87.28						87.55	1.73
3+840	87.04						87.03	0.01
3+860	85.68						86.51	0.83
3+880	86.11						85.99	0.12
3+900	85.80	-2.60%					85.47	0.39
3+920	86.40						84.95	1.45
3+940	86.61			I=	0.17		84.43	2.18
PCV=3+960	85.06		83.91	0.0	0.00	0.00	83.91	1.15
3+980	83.21		83.39	1.0	1.00	0.17	83.56	0.35
PIV=3+990			83.13	1.5	2.25	0.38	83.51	
4+000	82.12		82.87	2.0	4.00	0.68	83.55	1.43
PTV=4+020	84.55		82.35	3.0	9.00	1.53	83.88	0.67
4+040	85.55						84.38	1.17
4+060	86.37	2.50%					84.88	1.49

#### V . 4.- CURVA MASA.

Después de calcular la subrasante, las sobreelevaciones, los espesores ya sean de corte ó terraplén, se procederá a dibujar el proyecto sobre las secciones transversales, tomando en cuenta tanto las características geométricas de la sección especificada, como las recomendaciones de geotécnia. Enseguida y con el mayor cuidado se obtendrán las correspondientes áreas, con las cuales se calcularán los volúmenes que pueden ser de corte como de terraplén.

La ordenada de curva masa en una estación determinada, es la suma algebraica de los volúmenes de terraplén y de corte, estos últimos afectados por su coeficiente de variabilidad volumetrica.

Al calcular la Ordenada de curva masa los volúmenes de corte se consideran positivos y los de terraplén negativos.

Estas ordenadas nos servirán como se dijo anteriormente, para la representación gráfica del diagrama de masas en un sistema de coordenadas rectangulares, en donde las abscisas son el cadenamamiento y las ordenadas los volúmenes.

PROPIEDADES DEL DIAGRAMA DE MASAS. En la fig No. 15 se representa el diagrama de masas ABCDEFG correspondiente a los volúmenes de terracería a mover, al ubicar la subrasante apeg en el perfil abcdefg del terreno. Las principales propiedades del diagrama de masas son las siguientes:

1.-El diagrama es ascendente cuando predominan los volúmenes de corte sobre los de terraplén y descendente en caso contrario. En la figura se tiene que las líneas ABC y EFG son ascendentes por derivarse de los volúmenes de los cortes abc y efg, en tanto que la línea CDE es descendente por referirse al terraplén cde.

2.-Cuando después de un tramo ascendente en el que predominan los volúmenes de corte, se llega a un punto del diagrama en el cual empiezan a preponderar los volúmenes de terraplén, se dice que se forma un máximo; inversamente, cuando después de un tramo descendente en el cual han sido mayores los volúmenes de terraplén se llega a un punto en que comienzan a prevalecer los volúmenes de corte, se dice que se forma un mínimo. En la figura, los puntos A y E del diagrama son mínimos y corresponden a los puntos a y e del terreno que son los extremos de tramos en terraplén, en tanto que los puntos C y G del diagrama son máximos y corresponden a los extremos de los cortes abc y efg.

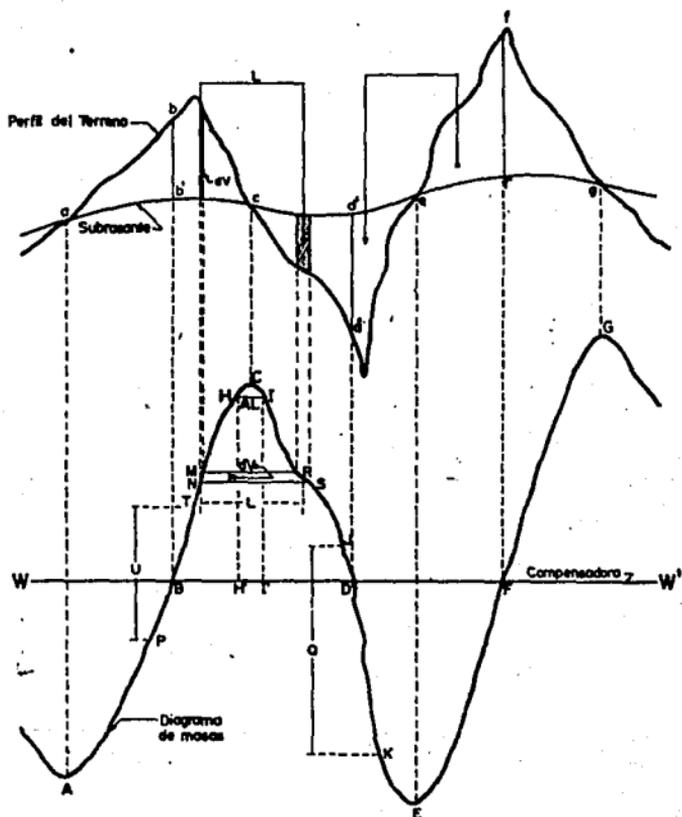


Fig. No. 15 CURVA MASA

3.-La diferencia entre las ordenadas de la curva masa, en dos puntos cualesquiera P y T, expresa un volumen U que es igual a la suma algebraica de todos los volúmenes de corte, positivos, con todos los volúmenes de terraplén, negativos, comprendidos en el tramo limitado por esos dos puntos. En el diagrama citado, la diferencia de ordenadas entre P y T es U; por quedar T arriba de P, expresa que en el tramo hay un excedente U del volumen de corte sobre el de terraplén; si los dos puntos son como el J y el K y éste queda abajo de aquél, la diferencia de ordenadas Q indica el volumen de terraplén en exceso del de corte en ese tramo.

4.-Si en un diagrama de masas se dibuja una línea horizontal en tal forma que lo corte en dos puntos consecutivos, éstos tendrán la misma ordenada y por consecuencia, en el tramo comprendido entre ellos serán iguales los volúmenes de corte y terraplén. En la figura la horizontal BD es una compensadora, pues la línea BC representa los volúmenes del corte bcb' que son iguales a los volúmenes del terraplén cdd' representados por la línea CD del diagrama. La abertura BD es la distancia máxima de acarreo al transportar el volumen de corte b'bc al terraplén cdd'.

5.-Cuando en un tramo compensado el contorno cerrado que origina el diagrama de masas y la compensadora WW' queda arriba de ésta, el sentido del acarreo es hacia adelante; contrariamente, cuando el contorno cerrado queda abajo de la compensadora, el sentido del movimiento es hacia atrás. En el diagrama el contorno cerrado BCDB indica un movimiento hacia adelante por estar arriba de la compensadora WW', pues el volumen BC del corte bcb' será llevado al terraplén cdd' que está adelante. En cambio, el contorno cerrado DEFD que está abajo de la compensadora WW' indica que el volumen EF del corte eff' será llevado al terraplén ded' mediante un acarreo cuyo sentido es hacia atrás.

6.-Las áreas de los contornos cerrados comprendidos entre el diagrama y la compensadora, representan los acarreos. Si en el corte bcb' se toma un volumen elemental dV, que está representado en el diagrama de masas por el segmento MN, que será transportado a una distancia L, para ser colocado en el segmento RS del terraplén, el acarreo elemental será  $dV \times L$  que es precisamente el área del trapecio elemental MNSR; por lo tanto, la suma de todas las áreas de los trapecios elementales, representativos de acarreos elementales, será el área de contorno cerrado BCDB, que representará el monto del acarreo total.

La sección transversal de proyecto y los elementos que la integran para formar el diseño geométrico nos determinará la cantidad de material a mover, y la distancia de sobreacarreos.

Al tener la nivelación al eje de proyecto y su seccionamiento, se proyectan las secciones de construcción en estaciones cerradas de 20 m. con los elementos propios del diseño, así como por recomendaciones de geotecnia, observados en la fig. No. 5.

A continuación se anexan dos secciones típicas de la vialidad Punta Diamante, describiendo y cuantificando para cada sección sus cantidades de Obra como son: Despalme en Terraplén, Despalme en Corte, Corte, Cuerpo del Terraplén, Compactación del Terreno Natural, Compactación en la cama de los Cortes, Capa Subrasante, entre otras.

Las áreas de cada sección multiplicada por la semidistancia entre dos estaciones consecutivas nos dará un volumen que al cuantificar nos servirá para obtener la ordenada de curva masa mostrada en las tablas anexas, el diagrama de curva masa se observa en la fig. No. 14

Ahora bien, para calcular los acarrees de la capa subrasante se realizará a través del Banco "E", mostrado en la fig. No. 18 en el cual se instalará la planta de trituración para el material de base, subbase, carpeta y sello.

**SIMBOLOGIA**

DT = DESPALME EN TERRAPLEN  
 DC = DESPALME EN CORTE  
 C = CORTE  
 CT = CUERPO DE TERRAPLEN  
 CS = CAPA SUBRASANTE  
 CTN = COMP. TERREND. NATURAL  
 CCC = COMP. CAMA DE LOS CORTES.

0.5 x 1

+0.10%

-2.00%

1.5 x 1

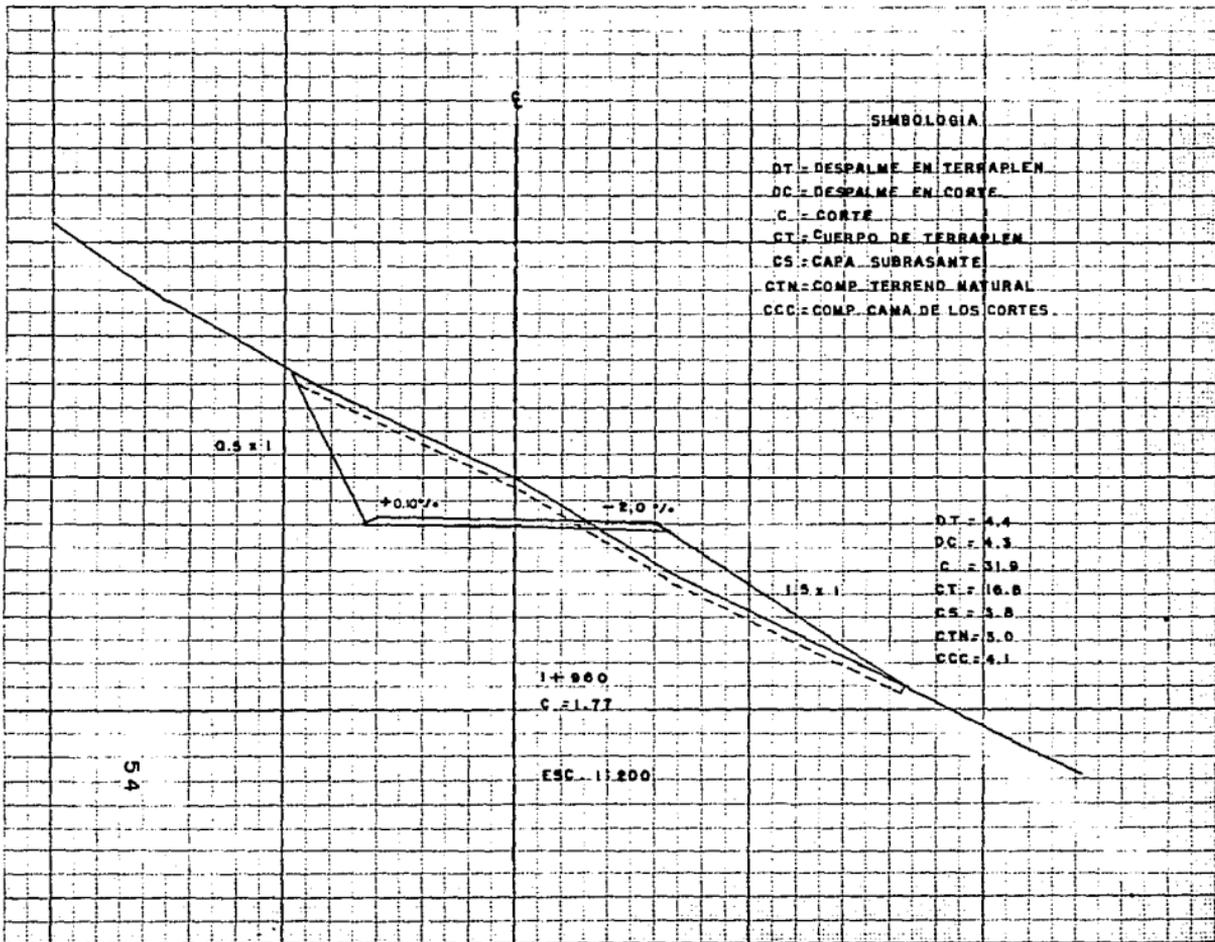
DT = 4.4  
 DC = 4.3  
 C = 31.9  
 CT = 16.8  
 CS = 3.8  
 CTN = 5.0  
 CCC = 4.1

1+960

C = 1.77

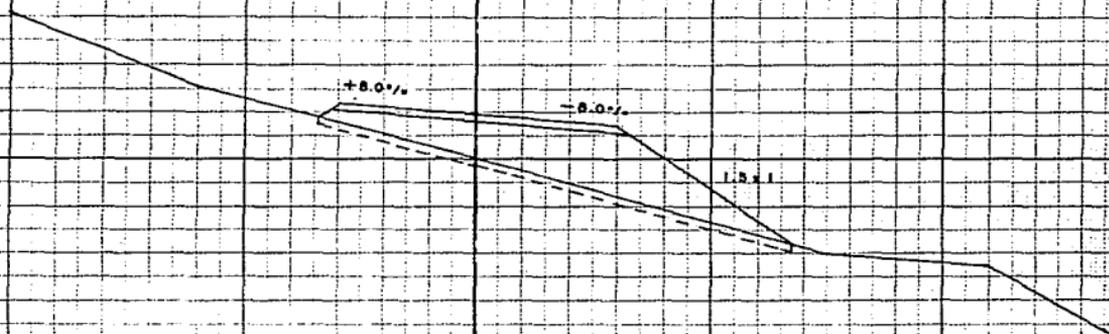
ESC. 1:200

54



SIMBOLOGIA

DT = DESPALME EN TERRAPLEN  
CT = CUERPO DEL TERRAPLEN  
CS = CAPA SUBRASANTE  
CTN = COMP. TERRENO NATURAL



TESIS PROFESIONAL  
 calculo :  
 Jose Benito Garcia Gomez.

CAMINO "VIALIDAD PUNTA DIAMANTE"  
 TRAMO CUERPO DERECHO  
 SUBTRAMO  
 DE Km. 2+000 A Km. 4+000

### CALCULO DE SOBRECARREROS

(1)	$\frac{800}{1.07} \times 1.3 \text{ Est} = 972 \text{ m}^3 \text{ Est}$	( ) _____
(2)	$\frac{4,450}{1.07} \times 3.4 \text{ Est} = 14,141 \text{ ''}$	( ) _____
(3)	$\frac{374}{1.07} \times 3.9 \text{ Est} = 1,365 \text{ ''}$	( ) _____
(4)	$\frac{627}{1.07} \times 1.0 \text{ Est.} = 585 \text{ ''}$	( ) _____
(5)	$\frac{36}{1.07} \times 0.3 \text{ Est.} = 10 \text{ ''}$	( ) _____
6	$\frac{6,219}{1.07} = 5,812 \text{ m}^3 \text{ 1 Hm.}$	( ) _____
	$5,812 \times 1.8 \text{ Hm} = 10,462 \text{ m}^3 \text{ Hm Ad.}$	( ) _____
(7)	$\frac{3,281}{1.07} \times 2.0 \text{ Est} = 6,132 \text{ m}^3 \text{ Est}$	( ) _____
(8)	$\frac{481}{1.07} \times 1.1 \text{ Est.} = 495 \text{ ''}$	( ) _____
(9)	$\frac{60}{1.07} \times 0.2 \text{ Est.} = 11 \text{ ''}$	( ) _____
(10)	$\frac{50}{1.07} \times 0.3 \text{ Est} = 14 \text{ ''}$	( ) _____
(11)	$\frac{200}{1.07} \times 0.6 \text{ Est.} = 112 \text{ ''}$	( ) _____
(12)	$\frac{110}{1.07} \times 0.7 \text{ Est.} = 72 \text{ ''}$	( ) _____
(13)	$\frac{180}{1.07} \times 0.4 \text{ Est.} = 67 \text{ ''}$	( ) _____
(14)	$\frac{160}{1.07} \times 0.5 \text{ Est.} = 75 \text{ ''}$	( ) _____
(15)	$\frac{4,050}{1.07} \times 2.7 \text{ Est} = 10,220 \text{ ''}$	( ) _____
(16)	$\frac{3,800}{1.07} \times 4.4 \text{ Est} = 15,624 \text{ ''}$	( ) _____
(17)	$\frac{70}{1.07} \times 0.5 \text{ Est} = 33 \text{ ''}$	( ) _____
(18)	$\frac{75}{1.07} \times 0.5 \text{ Est} = 35 \text{ ''}$	( ) _____
( )	_____	( ) _____
( )	_____	( ) _____

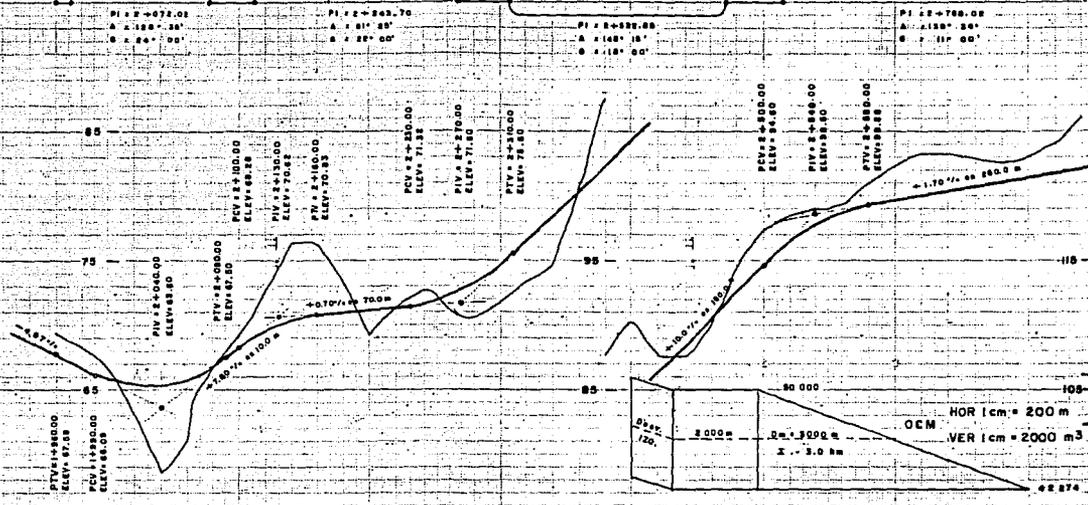
ACARREOS PARA TERRACERIAS	m <sup>3</sup> Est.	m <sup>3</sup> Hm	m <sup>3</sup> Hm Subs.	m <sup>3</sup> a 5.0 Hm	m <sup>3</sup> Hm Subs.
	49,963	5,812	10,462		

TESIS PROFESIONAL.  
 Calculo:  
 Jose Benito Garcia Gomez.

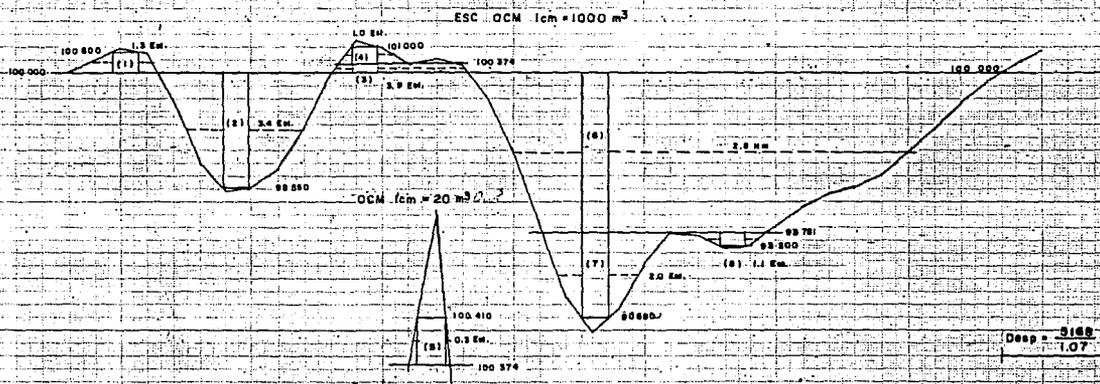
## PRESTAMOS DE BANCO CLASIFICACIONES Y SOBRECARREOS

<b>I</b>	<b>PRESTAMO DEL BANCO "E"</b> a 2,000 m IZQ. de Est. 1+000 C.Der. Clasificación = 60-40-00 GEOMETRICO EN EL TERRAPLEN = 7 726 m <sup>3</sup> COMPACTADO A 100% = _____ m <sup>3</sup> COMPACTADO A 95% = $\frac{7\ 726}{0.95}$ = 8 133 m <sup>3</sup> COMPACTADO A 90% = _____ m <sup>3</sup> GEOMETRICO EN EL PRESTAMO = 8 133 S.A. { 8 133 m <sup>3</sup> al 1/2 Km { 8 133 m <sup>3</sup> x 2.0 Km = 16,266 m <sup>3</sup> Km Subs A = 4 880 m <sup>3</sup> B = 3 253 m <sup>3</sup> C = _____ m <sup>3</sup>	<b>PRESTAMO DEL BANCO</b> a _____ m. _____ de Est. _____ Clasificación = _____ GEOMETRICO EN EL TERRAPLEN = _____ m <sup>3</sup> COMPACTADO A 100% = _____ m <sup>3</sup> COMPACTADO A 95% = _____ m <sup>3</sup> COMPACTADO A 90% = _____ m <sup>3</sup> GEOMETRICO EN EL PRESTAMO = _____ S.A. { _____ m <sup>3</sup> al 1/2 Km { _____ m <sup>3</sup> x _____ Km = _____ m <sup>3</sup> Km Subs A = _____ m <sup>3</sup> B = _____ m <sup>3</sup> C = _____ m <sup>3</sup>		
	<b>PRESTAMO DEL BANCO</b> a _____ m. _____ de Est. _____ Clasificación = _____ GEOMETRICO EN EL TERRAPLEN = _____ m <sup>3</sup> COMPACTADO A 100% = _____ m <sup>3</sup> COMPACTADO A 95% = _____ m <sup>3</sup> COMPACTADO A 90% = _____ m <sup>3</sup> GEOMETRICO EN EL PRESTAMO = _____ S.A. { _____ m <sup>3</sup> al 1/2 Km { _____ m <sup>3</sup> x _____ Km = _____ m <sup>3</sup> Km Subs A = _____ m <sup>3</sup> B = _____ m <sup>3</sup> C = _____ m <sup>3</sup>	<b>PRESTAMO DEL BANCO</b> a _____ m. _____ de Est. _____ Clasificación = _____ GEOMETRICO EN EL TERRAPLEN = _____ m <sup>3</sup> COMPACTADO A 100% = _____ m <sup>3</sup> COMPACTADO A 95% = _____ m <sup>3</sup> COMPACTADO A 90% = _____ m <sup>3</sup> GEOMETRICO EN EL PRESTAMO = _____ S.A. { _____ m <sup>3</sup> al 1/2 Km { _____ m <sup>3</sup> x _____ Km = _____ m <sup>3</sup> Km Subs A = _____ m <sup>3</sup> B = _____ m <sup>3</sup> C = _____ m <sup>3</sup>		
<b>CLASIFICACION</b>	<b>MATERIAL "A"</b>	<b>MATERIAL "B"</b>	<b>MATERIAL "C"</b>	<b>TOTAL</b>
	4 880	3 253	-	8 133
<b>TOTAL DE SOBRECARREOS</b>	m <sup>3</sup> al 1/2 Km	m <sup>3</sup> Km Subs		
	8,133	16,266.		





PRESTAMO DEL BANCO "E" PARA CAPA SUBRASANTE COMP. A 95%



Dep = 3168  
1.07

BANCO DE NIVEL 3-4 5/8  
A 48.50 m DEL P.P. 2+497.00  
Elev. B.M. 1.02 M.S.N.

(1) 0.20 Desp. Cto. (2) Indef. Bolea. Fragm.

ELEVACION	ESPESES		VOLUMENES SEOMETRICOS	CLASIF. GEOLÓG. CLASIF. P/PRESUM	
	TERRAPLEN	CORTE		TERRAPLEN	CORTE
1+960	0.18	0.17	0.00	0.00	0.00
2+000	0.41	0.49	0.00	0.00	0.00
2+100	0.43	0.45	0.00	0.00	0.00
2+200	0.43	0.47	0.00	0.00	0.00
2+300	0.43	0.47	0.00	0.00	0.00
2+400	0.43	0.47	0.00	0.00	0.00
2+500	0.43	0.47	0.00	0.00	0.00
2+600	0.43	0.47	0.00	0.00	0.00
2+700	0.43	0.47	0.00	0.00	0.00





## V. 5.- OBRAS DE DRENAJE.

Al construirse un camino por lo general se corta el escurrimiento natural, permitiéndose el paso del agua, sólo en determinados sitios, en los que se construirán obras que permitan encausar y alejar el agua del camino, lo más pronto posible. De ésta manera, el agua que antes de la construcción del camino corría libremente, deberá canalizarse en forma adecuada para concentrarse en las obras de drenaje.

Cuando los caminos se localizan en las laderas de las serranías, como es el caso de Punta Diamante, el drenaje aumenta, sin embargo, las cuencas y los escurrimientos están generalmente bien definidos; es, en terrenos planos en donde se tienen mayores problemas de drenaje, ya que a menudo, ni las cuencas ni los escurrimientos están bien definidos.

Los factores que afectan el escurrimiento del agua son:

- Cantidad y tipo de precipitación
- Ritmo de precipitación
- Tamaño de la cuenca
- Declive superficial
- Permeabilidad de suelos y rocas
- Condiciones de saturación
- Cantidad y tipo de vegetación

Con relación a la cantidad y tipo de precipitación, se debe tener en cuenta la cantidad de agua que cae al año, y si lo hace en forma de aguacero o de lluvia fina durante periodos largos.

El tamaño del área por drenar es importante, ya que un aguacero puede abarcar la totalidad de una cuenca pequeña, pero si la cuenca es muy grande, la lluvia puede caer sólo en parte de ella e infiltrarse bastante al escurrir sobre el área no mojada.

Si la permeabilidad de los suelos y rocas es alta debido a su formación geológica ( estratigrafía, fracturación, etc. ), el escurrimiento es menor, ya que una parte importante del agua se infiltrará. En cambio, en suelos con una saturación alta ó con una cubierta de pastizales cerrada, el escurrimiento es mayor aunque en el último caso puede ser lento.

El drenaje superficial se clasifica, según la posición que las obras guardan con respecto al eje del camino, en longitudinal y transversal.

El drenaje longitudinal es aquel que tiene por objeto captar los escurrimientos para evitar que lleguen al camino o permanezcan en él, de tal manera que no le causen desperfectos; quedan comprendidos en este tipo las cunetas, contracunetas, bordillos y canales de encausamiento. Se llaman longitudinales porque están situadas más ó menos en forma paralela al eje del camino.

El drenaje transversal es el que tiene por objeto dar paso expedito al agua que cruza de un lado a otro del camino, o bien, retirar lo más pronto posible el agua de su corona; quedan comprendidos en este tipo de drenaje los tubos, losas, cajones, bóvedas, lavaderos, vados, sifones invertidos, puentes y el bombeo de la corona.

#### TUBOS

Son obras de drenaje de sección interior usualmente circular y requieren siempre de un espesor de terraplén o colchón mínimo de 0.60 m para su mejor funcionamiento estructural. El material de que están construídos puede ser de concreto reforzado, lámina ondulada y en ciertos casos puede convenir económicamente su construcción con mampostería de tercera y mortero de cemento.

#### BÓVEDA

Son estructuras cuya sección transversal interior está formada por tres partes principales: el piso, dos paredes verticales que son las caras interiores de los estribos y, sobre éstas, un arco circular, de medio punto o rebajado, que es el intradós de un arco estructural de sección variable con mínimo espesor en la clave.

#### LOSAS

Son estructuras formadas por dos muros de mampostería de tercera con mortero de cemento 1:5, sobre los que se apoya una losa de concreto reforzado. Cuando la resistencia del terreno es baja se usarán estribos mixtos, con el muro de mampostería y el cimiento de concreto.

#### CAJONES

Son estructuras de sección rectangular con paredes, techos y piso de concreto reforzado, cuya construcción requiere cuidados especiales. Trabajan en conjunto como un marco rígido que absorbe el peso y empuje del terraplén, la carga viva y la reacción del terreno.

## PROYECTO DE LA OBRA DE DRENAJE

En base a los estudios de drenaje que se efectúan en las etapas de selección de ruta y anteproyecto, en el estudio definitivo, se ubican los ejes de las alcantarillas en la planta del camino. Se deberá tomar en cuenta que no en todos los escurrideros se construirá una obra sino que, algunos de ellos, los de menos importancia, se canalizarán hacia los de mayor caudal, ya sea que se intercepten por medio de canales laterales, contracunetas o cunetas.

Sobre la línea del camino, se requiere conocer el cadenamamiento y la cota del terreno y subrasante en el lugar que se efectuará el cruce, así como el ángulo de esviajamiento de la obra. El ángulo de esviaje de una obra de drenaje es el complemento al menor ángulo de deflexión que hace el eje del camino, tomando en cuenta el sentido de cadenamamiento, con el eje de la obra y su sentido será contrario al de la deflexión.

Es necesario trazar y nivelar el fondo del cauce, con las modificaciones realizadas, y si es necesario, para efectuar un mejor proyecto, se hará el levantamiento topográfico de una zona aledaña al cauce, el cual se dibujará a escala 1:500 con curvas de nivel a cada 0.50 m. Con este levantamiento se proyecta la plantilla de la obra.

### DISEÑO HIDRAULICO

El diseño hidráulico de una obra consiste en calcular el área necesaria para dar paso al volumen de agua que se concentra a su entrada; para ello se requiere un estudio previo que abarca: precipitación pluvial, área, pendiente y formación geológica de la cuenca, además del uso que tendrá el terreno aguas arriba de la alcantarilla.

para calcular el área hidráulica necesaria en una obra de drenaje se pueden utilizar diferentes métodos, sin embargo, por lo general se utiliza la fórmula de Talbot para alcantarillas. La fórmula de Talbot, fué determinada mediante una gran cantidad de observaciones en zonas de alta precipitación pluvial, su expresión es:

$$a = 0.183 C A^{\frac{1}{2}}$$

- a = Area hidráulica necesaria en la obra en m<sup>2</sup>.
- A = Area hidráulica de la cuenca por drenar en ha.
- C = Coeficiente que varía de acuerdo a las características del terreno.

- C = 1.00, para terrenos montañosos con suelos de roca y pendientes pronunciadas.
- C = 0.65, para terrenos quebrados con pendientes moderadas.
- C = 0.50, para cuencas irregulares, muy largas.
- C = 0.33, para terrenos agrícolas ondulados, en los que el largo de la cuenca es de 3 a 4 veces el ancho.
- C = 0.20, para terrenos llanos, sensiblemente horizontales, no afectados por inundaciones fuertes.

En terrenos permeables, estos valores de C, deben disminuirse en 50%, por lo que además de la formación geológica de la zona se debe conocer el tipo de cubierta vegetal y el uso futuro del terreno.

Utilizando el nomograma de la fig. No. 16, en función del área drenada A y el coeficiente C, se obtiene el área hidráulica necesaria y, si se trata de un tubo, se encuentra su diámetro.

El área hidráulica de la cuenca, se puede obtener por diferentes métodos topográficos o utilizando fotografías aéreas, que simplifica el trabajo.

A continuación se da la relación de las obras que se ubican dentro del tramo en estudio, obteniendo el área tributaria por el método del planímetro así como su escurrimiento, y esviaje, estaremos en condiciones de proyectar el tipo de obra así como sus cantidades de obra; tomando en cuenta un factor  $C=1.00$ , y el área por drenar para cada obra, haciendo uso del nomograma de la fig. No. 16, se tiene:

ESTACION	CRUCE	AREA POR DRENAR	TIPO DE OBRA
2+040.00	RADIAL	5.4 ha	TUBO 0.90 m
2+268.59	NORMAL	3.5 ha	TUBO 0.90 m
2+550.00	ESV. 45°00 DER	4.8 ha	TUBO 0.90 m
2+990.60	ESV. 30°00 DER	3.1 ha	TUBO 0.90 m
3+420.00	ESV. 26°00 DER	2.3 ha	TUBO 0.90 m
3+595.00	NORMAL	2.8 ha	TUBO 0.90 m
3+875.00	ESV. 45°00 IZQ	3.7 ha	TUBO 0.90 m

# FORMULA DE TALBOT

$$v = 0.1488 C \sqrt{A^3}$$

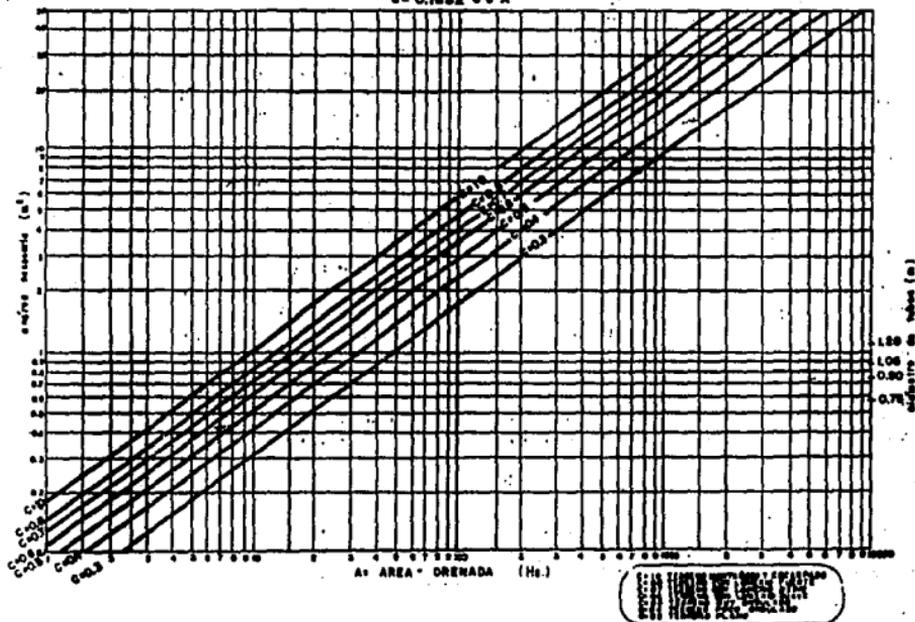


Fig. No. 16 AREAS HIDRAULICAS.

Asimismo, de las secciones transversales se obtienen las longitudes de obra, que dividida entre 1.25 que es la longitud unitaria por tubo de 0.90 m. de diámetro, nos dará el número de tubos necesarios. Como se usará una obra de tubo tipo, con los cabezotes trapesoidales en los extremos de los tubos, según el dibujo de la fig. No. 17, se calculará el volumen mínimo de la mampostería de 3a. con mortero arenamiento 1:5 y con excavaciones de acuerdo a el terreno natural, se daran las siguientes cantidades de obra:

ESTACION	LONGITUD DE OBRA	No. DE TUBOS	EXCAVACION	MAMP. DE MORTERO
2+040.00	32.02	26	12	8.75
2+268.59	29.10	24	23	8.55
2+550.00	22.30	18	185	7.95
2+990.60	22.19	18	60	7.95
3+420.00	17.38	14	123	7.55
3+595.00	29.49	25	20	8.65
3+875.00	23.34	19	161	8.05

totales:

tubos	144	de 0.90 m
excavación	584	m <sup>3</sup>
mamposteria	57.45	m <sup>3</sup>

A. SUPERIOR  $\times 0.30 \times 2.00 = 0.60$

A. INFERIOR  $\times 3.10 \times 0.90 = 2.79$

A. PROM.  $\times 1.70 \text{ m}^2$

VOLUMEN  $\times 1.70 \times 1.80 = 3.06$

VOL. TOTAL  $\times 3.06 \times 2 \text{ cabezales} = 6.12 \text{ m}^3$

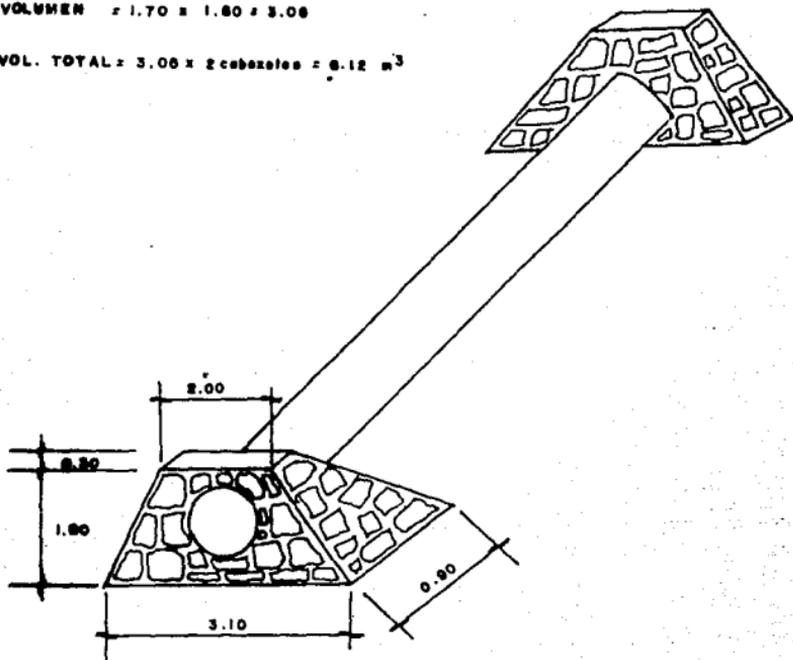


Fig. No. 17 OBRAS DE DRENAJE .

## V . 6 .- DISEÑO DEL PAVIMENTO.

Para el diseño del pavimento de los caminos de acceso se empleó el método establecido por el Instituto de Ingeniería de la UNAM.

El tipo de pavimento seleccionado para la vialidad en estudio es el flexible, que incluye como superficie de rodamiento una capa asfáltica. La selección se basó en la considerable economía que en el costo inicial representa este tipo de pavimento, comparado con el tipo rígido, de concreto hidráulico.

El método del instituto de ingeniería establece para el valor del Tránsito Promedio Anual Diario (TDPA) un número de ejes equivalentes de vehículos de 8.2 ton circulando por el camino, al realizar el aforo y en base a los estudios se observó lo siguiente:

TDPA = 14,782	
A= Automóviles	95%
B= Autobuses	5%
C= Camiones	0%

La tasa de crecimiento anual será del 10%

Utilizando estos valores y los coeficientes de equivalencia correspondientes, se realizó el cálculo de la cantidad de ejes equivalentes de 8.2 ton en el carril de diseño, el que se desarrolla en la siguiente tabla:

VEHI	% TDPA	COEF. DE DIST.	VEHIC CAR. DIS	COEF. DAÑO		EJES EQUIVAL.	
				Z=0	Z=15	Z=0	Z=15
A	95	0.4	5617	0.005	0	28	0
B	5	0.5	369	2.0	1.15	739	425
C	0	0					
						767	425

Aplicando la tasa de crecimiento de 10% anual, se obtienen los siguientes volúmenes de tránsito acumulado.

a 1 año	155,125 E.E.
a 2 años	325,763 E.E.
a 3 años	513,464 E.E.
a 5 años	947,054 E.E.
a 10 años	2,440,090 E.E.
a 20 años	8,801,256 E.E.

El método de diseño empleado está basado en el valor relativo de soporte (VRS) de los materiales naturales de la subrasante, por lo que para establecer este valor se considerarán todos los ensayos posibles, de los resultados de estos ensayos se seleccionó en forma estadística y dentro de la seguridad un valor relativo de soporte igual a 4.

Con los valores de los parámetros señalados en los incisos anteriores se estableció la siguiente estructuración del pavimento:

carpeta,	8 cm. compactada al 100%
base,	15 cm. compactada al 100%
sub-base,	15 cm. compactada al 100%

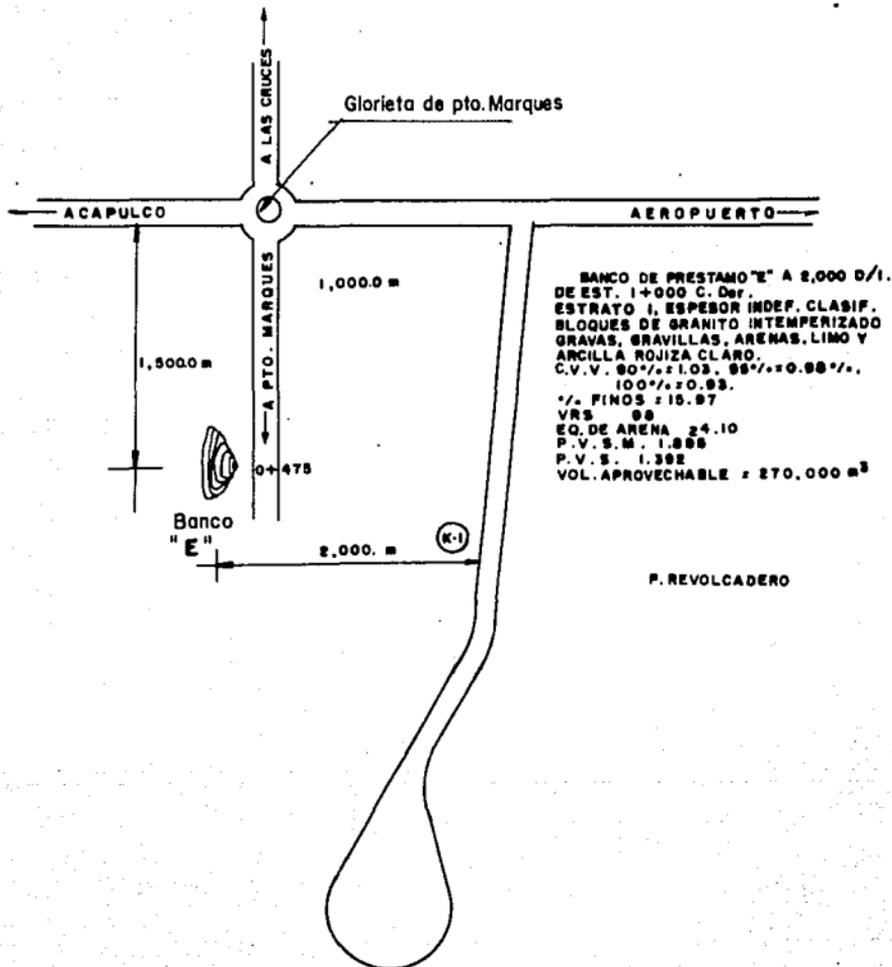
Esta estructura del pavimento se deberá apoyar sobre una capa subrasante de 30 cm. compactada al 95% de su peso volumétrico seco máximo.

Sobre la base seca y barrida se aplicará un riego de impregnación usando un producto asfáltico tipo FM-1 a razón de 1.2 lt/m<sup>2</sup>, este riego deberá realizarse de preferencia en las horas más calurosas del día.

Previo al tendido de la carpeta y 48 hrs. después del riego de impregnación, se deberá aplicar un riego de liga con producto asfáltico tipo FR-3 a razón de 0.50 a 0.70 lt/m<sup>2</sup> aproximadamente.

Sobre la carpeta recién construida, se aplicará un riego de sello (mat. petreo 3-e) a razón de 10 lt/m<sup>2</sup>. Antes de efectuar este riego, la superficie por tratar deberá estar seca y barrida, para posteriormente rastrearlo y plancharlo.

En la fig. No.18 se aprecia la ubicación del banco de préstamo para la capa subrasante y para la planta de trituración de material de 1 1/2" a finos para la capa de base y sub-base, de 3/4" a finos para la carpeta, así como el material usado en el riego de sello.



UNAM  
 ENEP Aragon - Ingenieria

Fig. 18 Localizacion del  
 Banco de Prestamo.

TESIS PROFESIONAL  
 J.B. Garcia Gomez. Sep-1993

## VI.- ANALISIS DE COSTOS.

La economía en la construcción de una vialidad, es función directa del movimiento de terracerías que se provoquen, y naturalmente de la forma en que se realice ese movimiento.

Por ejemplo, al realizar un corte, una parte del material resultante servirá para hacer el terraplén contiguo, pero para construir el terraplén faltante podríamos:

- emplear el material restante del corte
- emplear material de préstamo ( ya sea lateral ó de banco ).

El seguir una u otra alternativa, dependerá de la distancia que se tenga que acarrear el material en cada caso, pues no debemos pasar por alto, la enorme importancia del transporte, es decir, del acarreo, en el aspecto económico.

La forma de pago para los contratistas, es mediante el precio unitario que comprende el costo directo, el costo indirecto y la utilidad, en cada concepto para el que se establece.

En el caso de la determinación de la subrasante, es preciso conocer el precio unitario de cada uno de los conceptos que comprenden los movimientos de terracerías, para que al multiplicarlo por el volumen de obra respectivo, se obtenga la erogación correspondiente a cada uno de esos conceptos.

Algunos conceptos que a continuación se describen se verán bajo el aspecto correspondiente a su pago.

a) Despalme. El pago se hace midiendo el volumen geométrico de excavación, en metros cúbicos, multiplicándolo por el precio unitario correspondiente.

b) Corte ó excavación. El pago se hace midiendo el volumen geométrico de excavación por el precio unitario correspondiente. Este precio unitario se fija de acuerdo con la dificultad que presenta el material al extraerse y cargarse.

c) Préstamos laterales. Son las excavaciones ejecutadas dentro de fajas paralelas al eje del camino a uno o ambos lados de él, con anchos determinados en el proyecto y cuyos materiales se utilizan exclusivamente en la formación de los terraplenes contiguos. El límite exterior de cada faja se fija a una distancia máxima de cien metros, contados a partir del eje del camino. El pago se hace en la misma forma descrita en el punto anterior para corte ó excavación.

d) Préstamo de Banco. Son los ejecutados fuera del límite de cien metros de ancho indicados en el punto anterior y los ejecutados dentro de dicho límite, cuyos materiales se empleen en la construcción de terraplenes que no estén situados lateralmente a dichos préstamos. El pago se hace en la misma forma descrita en el punto (b).

e) Compactación. Es la operación mecánica que se ejecuta para reducir el volumen de los vacíos existentes entre las partículas sólidas de un material, con el objeto de mejorar sus características de deformabilidad y resistencia. El pago es en base al volumen geométrico en el terraplén en metros cúbicos multiplicado por el precio unitario correspondiente, el cual es función del grado de compactación requerido.

f) Bandedado. Es el tratamiento mecánico que se aplica con equipo pesado de construcción, al material que por su tamaño no es posible de compactación normal. El pago se hace con el volumen geométrico en el terraplén en metros cúbicos por el precio unitario correspondiente, el cual es función del tipo y número de pasadas del equipo.

g) Acarreos. Consisten en el transporte del material producto de cortes ó préstamos, a lugares fijados para construir un terraplén o depositar un desperdicio. La SCT clasifica los acarrees de acuerdo con la distancia que hay entre el centro de gravedad de la excavación y el centro de gravedad del terraplén a construir en :

1.- Acarreo libre, es el que se efectúa dentro de una distancia de 20 m., el costo queda incluido en el de excavación sin originar pagos extras.

2.- Sobreacarreo en m3- estación, cuando la distancia entre los centros de gravedad está comprendida entre los 20 y 120 m.

3.- Sobreacarreo en m3-hectómetro, cuando la distancia entre los centros de gravedad está comprendida entre los 120 y 520 m.

4.- Sobrecarreo en m<sup>3</sup>-kilómetro, cuando la distancia entre los centros de gravedad excede de 520 m.

El pago de los sobrecarreos se hace multiplicando el monto de los mismos por el precio unitario correspondiente.

En las siguientes hojas se incluyen listados de los costos de mano de obra, materiales y maquinaria vigentes en el estado de Guerrero, con los cuales se usan en la formulación de los precios unitarios que intervienen en el proceso constructivo de la vialidad.

Para ejemplificar el procedimiento de cálculo de los precios unitarios, se anexan los precios unitarios más representativos en la construcción de la vialidad, con lo que llegamos a tener un catálogo de conceptos y de precios. Ahora bien, al cuantificar los volúmenes de obra de Drenaje, Terracerías así como los volúmenes del Pavimento según la sección tipo de la fig. No. 5, se tendrán los montos por partidas, pero con un análisis EN VIEJOS PESOS, PARA QUE EN EL RESULTADO FINAL SE HAGA LA EQUIVALENCIA A NUEVOS PESOS, se obtiene el presupuesto de el subtramo analizado: km. 2+000 al km. 4+000, cuerpo derecho.

LISTADO DEL ARCHIVO DE : Mano de Obra.

REGISTRO	NOMBRE	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
1	Auxiliar topografo	Jor.	80,443.45
2	Ayudante General	Jor.	54,608.67
3	Ayudante Mecanico	Jor.	66,020.14
4	Ayudante operador	Jor.	66,020.14
5	Bodeguero	Jor.	54,608.82
6	Cabo	Jor.	127,214.20
7	Cadenero	Jor.	74,261.62
8	Chofer Camión Carga	Jor.	69,605.48
9	Chofer Camioneta	Jor.	69,605.48
10	Chofer Pipa	Jor.	70,889.43
11	Chofer tractocamion	Jor.	174,759.90
12	Chofer Trampo de Concreto	Jor.	69,605.48
13	Compresorista	Jor.	66,020.14
14	Gasolinero	Jor.	54,608.62
15	Of. Albañil	Jor.	74,720.16
16	Of. Carpintero obra negra	Jor.	74,262.79
17	Of. Electricista	Jor.	74,262.79
18	Of. Fierro	Jor.	74,262.79
19	Operador Barredora	Jor.	140,855.48
20	Operador Bulldozer	Jor.	183,740.17
21	Operador Cargador "A"	Jor.	140,855.48
22	Operador Cargador "B"	Jor.	124,753.14
23	Operador Recuperadora de Caminos	Jor.	222,843.82
24	Operador Compactador	Jor.	139,910.03
25	Operador Draga	Jor.	159,753.49
26	Operador Extendedora Asfalto	Jor.	170,438.68
27	Operador Grúa	Jor.	170,438.68
28	operador Motocomformadora	Jor.	199,292.13
29	Operador Motoescrpa	Jor.	199,292.13
30	Operador Petrolizadora	Jor.	229,712.06
31	Operador Planta de Asfalto	Jor.	293,254.10
32	Operador Planta de Concreto	Jor.	204,526.42
33	Operador Planta Electrica	Jor.	191,809.02
34	Operador Retroexcavadora	Jor.	146,129.52
35	Operador tractor Agrícola	Jor.	191,809.02
36	Operador Trituradora "A"	Jor.	202,494.19
37	Operador Trituradora "B"	Jor.	191,809.02
38	Peon	Jor.	47,302.01
39	Perforista	Jor.	223,864.51
40	Poblador	Jor.	229,206.99
41	Rastrillero	Jor.	81,215.97
42	Soldador	Jor.	82,705.82
43	Topografo	Jor.	167,488.28
44	Tubero	Jor.	74,720.16
45	Velador	Jor.	57,798.24
46	Aux. Planta de Asfalto	Jor.	204,526.42

## LISTADO DEL ARCHIVO DE :

## Maquinaria y Equipo.

MAQUINA	MODELO	MARCA	COSTO	HORARIO	REGISTRO
TRACTOR CAT D4H S/ORUGAS C/RIPPER	D4H	CATERPILLAR	143,351.00		1
TRACTOR CAT D6H S/ORUGAS C/RIPPER	D6H	CATERPILLAR	273,990.28		2
TRACTOR CAT D7G S/ORUGAS	D7G	CATERPILLAR	357,087.35		3
TRACTOR KOMATSU D85A-12 S/ORUGAS C/RIPPER	D85A-12	KOMATSU	256,323.65		4
TRACTOR KOMATSU D-155-A1 S/ORUGAS C/RIPPER	D-155-A1	KOMATSU	341,458.65		5
TRACTOR SOBRE ORUGAS	D11H	CATERPILLAR	801,677.89		6
TRACTOR CAT DBK S/ORUGAS	DBK	CATERPILLAR	453,602.97		8
TRACTOR CAT DBL S/ORUGAS C/RIPPER	DBL	CATERPILLAR	555,718.66		9
TRACTOR CAT D8N C/BULLDOZER	D8N	CATERPILLAR	528,438.93		10
TRACTOR CAT D8N C/BULLDOZER Y RIPPER	D8N	CATERPILLAR	528,438.93		11
TRACTOR CAT D9D S/ORUGAS C/RIPPER	D9N	CATERPILLAR	598,579.88		12
TRACTOR AGRICOLA FORD 6600	6660	FORD	51,885.61		13
TRACTOR AGRICOLA INTERNACIONAL 744	744	INTERNACIONAL	82,078.94		14
MOTOCREPA CATERPILLAR 613-C	613-C	CATERPILLAR	324,469.44		15
MOTOCREPA CATERPILLAR 627-C	627-C	CATERPILLAR	556,641.57		16
CARGADOR CATERPILLAR 931 S/ORUGAS	931	CATERPILLAR	125,500.40		31
CARGADOR CATERPILLAR 931-B S/ORUGAS	931-B	CATERPILLAR	95,954.87		32
CARGADOR CATERPILLAR 931-C S/ORUGAS	931-C	CATERPILLAR	90,551.68		33
CARGADOR KOMATSU D415-3 S/ORUGAS C/RIPPER	D415-3	KOMATSU	146,573.29		34
CARGADOR CATERPILLAR 953 S/ORUGAS	953	CATERPILLAR	193,522.14		35
CARGADOR CATERPILLAR 955 S/ORUGAS	955	CATERPILLAR	164,669.22		36
CARGADOR J DEERE 755 S/ORUGAS	755	JOHN DEERE	150,497.79		37
CARGADOR KOMATSU D57-S-1 S/ORUGAS C/RIPPER	D57-S-1	KOMATSU	204,688.97		38
CARGADOR CAT 955-L S/ORUGAS	955-L	CATERPILLAR	197,615.11		39
CARGADOR CAT 963 S/ORUGAS C/RIPPER	963	CATERPILLAR	194,349.05		40
CARGADOR CAT 973 S/ORUGAS C/RIPPER	973	CATERPILLAR	348,060.57		41
TRAXCAVO MICHIGAN 45-B S/NEUMATICOS	45-B	MICHIGAN	107,191.67		51
CARGADOR MICHIGAN L-70 S/NEUMATICOS	L-70	MICHIGAN	141,875.66		52
CARGADOR CAT 936-B S/NEUMATICOS	936-B	CATERPILLAR	127,047.15		53
CARGADOR MICHIGAN 75111-A S/NEUMATICOS	75111 A	MICHIGAN/CLARK	119,817.21		54
CARGADOR MICHIGAN L-120 S/NEUMATICOS	L-120	MICHIGAN	252,915.13		55
CARGADOR MICHIGAN L-140 S/NEUMATICOS	L-140	MICHIGAN	281,877.55		56
CARGADOR MICHIGAN 125-C S/NEUMATICOS	125-C	MICHIGAN	184,408.18		57
CARGADOR CAT 966-C S/NEUMATICOS	966-C	CATERPILLAR	300,053.85		58
CARGADOR CAT 988-B S/NEUMATICOS	988-B	CATERPILLAR	559,987.29		60
CARGADOR S/NEUMATICOS CAT 966F	966-F	CATERPILLAR	302,227.85		61
CARGADOR S/NEUMATICOS 992-C	992-C	CATERPILLAR	114,571.29		62
CARGADOR MICHIGAN L-320 S/NEUMATICOS	MIC L-320	MICHIGAN VME	423,901.20		63
RETROEXCAVADORA-CARGADORA CAT 416	416	CATERPILLAR	91,266.79		71
RETROEXCAVADORA J. DEERE 410	410	JOHN DEERE	108,335.45		72
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 428	428	CATERPILLAR	85,222.26		73
RETROEXCAVADORA JUMBO 630-L	630 L	JUMBO	153,672.84		74
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 235-B	235-B	CATERPILLAR	499,828.43		75
EXCAVADORA CAT 245 S/ORUGAS GRAN VOLUMEN	CAT 245	CATERPILLAR	522,102.95		76
EXCAVADORA HIDRAULICA KOMATSU PC-300-1	PC-300-1	KOMATSU	291,657.36		77
DRAGA DE ARRASTRE LINK-BELT 118	118	LINK-BELT	263,584.82		78
EXCAVADORA GRAN VOLUM CAT 245 S/ORUGAS	245	CATERPILLAR	520,465.30		79
MOTOCFORMADORA J DEERE 570-A	570-A	JOHN DEERE	175,061.81		91
MOTOCFORMADORA CATERPILLAR 120-B	120-B	CATERPILLAR	175,789.88		92
MOTOCFORMADORA CATERPILLAR 120-G	120-G	CATERPILLAR	181,236.60		93
MOTOCFORMADORA CATERPILLAR 12-E	12-E	CATERPILLAR	173,124.49		94
MOTOCFORMADORA CATERPILLAR 12-G	12-G	CATERPILLAR	184,954.53		95
MOTOCFORMADORA CAT 130-G	130-G	CATERPILLAR	199,052.66		96
MOTOCFORMADORA CAT 140-B	140-B	CATERPILLAR	196,340.31		97
MOTOCFORMADORA CAT 140-G	140-G	CATERPILLAR	220,642.19		98
MOTOCFORMADORA CAT 14-G	14-G	CATERPILLAR	303,174.39		99
MOTOCFORMADORA CAT 16-G	16-G	CATERPILLAR	449,697.87		100
RODILLO VIBRA. DYNAPAC CH-44 LISO P/REMOLCAR	CH-44	DYNAPAC	63,749.54		111
RODILLO VIBRA. DYNAPAC CF-44 CABRA P/REMOLCAR	CF-44	DYNAPAC	103,710.80		112
DUO-PACTOR SEAMAN-GUNNISON 10/30 RD	10/30 RD	SEAMAN GUNNISON	273,047.89		117
DUO-PACTOR DYNAPAC CP-22	CP-22	DYNAPAC	129,585.39		118
COMPACTADOR PATA DE CABRA CAT 825-C	825-C	CATERPILLAR	403,861.06		119

## LISTADO DEL ARCHIVO DE :

## Maquinaria y Equipo.

M A Q U I N A	MODELO	MARCA	COSTO	HORARIO	REGISTRO
COMPACTADOR DYNAPAC CA-25	CA-25	DYNAPAC	124,273.83		120
COMPACTADOR DYNAPAC CA-25A	CA-25A	DYNAPAC	182,488.39		121
COMPACTADOR DYNAPAC CA-25D	CA-25D	DYNAPAC	147,364.18		122
COMPACTADOR VIBRA. RODILLO LISO DYNAPAC CA-25-	CA-25-STD	DYNAPAC	107,355.12		123
COMPACTADOR CAT 815-B	815-B	CATERPILLAR	412,123.77		124
COMPACTADOR DYNAPAC CT-25	CT-25	DYNAPAC	251,180.68		125
COMPACTADOR VIBRATORIO CAT CS-563	CS-563	CATERPILLAR	123,488.94		126
COMPACTADOR P/ASFALTO CAT CB-534 DOBLE RODILLO	CB-534	CATERPILLAR	112,915.89		128
COMPACTADOR P/ASFALTO CB-614	CB-614	CATERPILLAR	132,826.26		129
COMPACTADOR MANUAL RODILLO DYNAPAC PR-B	PR-B	DYNAPAC	20,530.79		131
COMPACTADOR VIBRATORIO P/UN CARRIL	CS-553	CATERPILLAR	30,285.91		132
COMPRESOR ATLAS-COPCO XA-160	XA-160	ATLAS-COPCO	41,712.44		141
COMPRESOR GARDNER-DENVER SPO-600	SPO-600	GARDNER-DENVER	77,542.29		142
COMPRESOR ATLAS-COPCO XA-350	XA-350	ATLAS-COPCO	81,588.54		143
PISTOLA PERFORADORA ATLAS-COPCO RH-571-5L	RH-571-5L	ATLAS-COPCO	28,213.43		144
PISTOLA ROMPEDORA ATLAS-COPCO TEX-41	TEX-41	ATLAS-COPCO	20,385.92		145
TRACK DRILL GARDNER-DENVER ATD3100-B	ATD-3100-	GARDNER-DENVER	118,483.26		146
WAGON DRILL ATLAS-COPCO	ATLAS-COPCO		39,376.63		147
PLANTA DE TRITURACION CEDA RAPIDS		CEDA RAPIDS	41,992.24		148
PLANTA TRIT Y CLASIF TELSMITH		TELSMITH	492,379.14		149
TRITURADOR PRIMARIO NORDBERG LOKOTRAX 125	LOKOTRAX	NORDBERG	1,242,062.89		150
TRITURADOR SECUNDARIO NORDBERG PR-3004	PR-3004	NORDBERG	648,598.07		151
TRITURADOR TERCARIO NORDBERG P-3000	P-3000	NORDBERG	607,855.68		152
BANDA TRANSPORTADORA	LTS-150	NORDBERG	50,068.74		153
BANDA TRANSPORTADORA	150	NORDBERG	68,647.48		154
VIBRADOR ELECTROMAGNETICO	F440	NORDBERG	49,307.08		155
BANDA TRANSPORTADORA (TRIT. SEC)	130LP	NORDBERG	23,641.05		156
PLANTA DE TRITURACION Y CLASIFICACION		NORDBERG	2,411,804.80		160
REVOLVEDORA DE 1 SACO MIPSA R-10	R-10	MIPSA	18,213.75		161
REVOLVEDORA DE 2 SACOS ELBA T-R2	T-R2	ELBA	43,957.67		162
PLANTA DOSIF MEZ DE CONCRETO ELBA		ELBA	110,486.20		163
DOSIFICADORA DE CONCRETO KAISER KMF-750	KMF-750	KAISER	116,779.86		164
CAMION C/OLLA REVOLVEDORA FANSA	1989	FANSA	124,645.42		165
CAMION REVOLV DE CONCRETO FANSA F-2574	F-2574	FANSA	179,906.47		166
BOMBA PARA CONCRETO THOMSEN 2075	2075	THOMSEN	100,884.39		167
VIBRADOR P/CONCRETO DE 2" STW		STW	11,195.88		168
VIBRADOR P/CONCRETO DE 1 1/2" STW T414-1680	T414-1680	STW	16,754.50		169
CAMION C/GRUA HIAB			91,932.90		181
GRUA GROVER		GROVER	817,639.90		182
MALACATE MIPSA M-1000 C/100M DE CABLE	M-1000	MIPSA	11,055.10		183
PLANTA DE CONCRETO ASF CHI 10X	10 X	CHI	2,006,785.42		186
PAVIMENTADORA DE ASFALTO CAT AP-200	AP-200	CATERPILLAR	109,259.97		193
PAVIMENTADORA BARBER-GREEN BG-220-B	BG-220-B	BARBER-GREEN	170,617.72		194
PAVIMENTADORA DE ASFALTO CAT AP-800	AP-800	CATERPILLAR	289,841.00		195
PAVIMENTADORA (FINISHER) BLAW-KNOX PS-35	PS-35	BLAW-KNOX	494,023.25		196
PETROLIZADORA DINA S-541	S-541	DINA	115,812.94		197
PETROLIZADORA SEAMAN-GUNNISON 1580-BR	1580-BR	SEAMAN-GUNNISON	148,608.35		198
PAVIMENTADORA DE ASFALTO CAT AP1050	AP-1050	CATERPILLAR	315,237.67		199
RECOLECTOR DE CAMELONES CAT WEBS1-B	WEBS1-B	CATERPILLAR	104,331.41		200
RECOLECTOR DE CAMELONES CAT WE601-B	WE601-B	CATERPILLAR	82,501.11		201
RECUPERADOR DE CAMINOS CHI RS-500	RS-500	CHI	479,440.12		202
NIVELADORA CHI TR-500	TR-500	CHI	468,817.98		203
FRESADORA-PAVIMENT ROTO-MILL PR450	PR-450	ROTO-MILL	395,240.17		211
RECUPERADORA DE SUELOS CAT RR-250	RR-250	CATERPILLAR	292,688.58		212
FRESADORA-PAVIMENTADORA CHI PR500FL	PR-500 FL	CHI	449,498.03		213
CAMION REDILAS 3 TON FORD 302	302	FORD	53,717.87		221
CAMION REDILAS 5 TON DINA S-541	S-541	DINA	62,449.03		222
CAMION VOLTEO C/CAJA REFORZADA DINA S-541	S-541	DINA	65,986.84		223
CAMION VOLTEO 7 M3 DINA S-541	S-541	DINA	63,276.89		224
CAMION VOLTEO 6 M3 FANSA F-1314/39	F-1314/39	FANSA	64,133.73		225
camion pipe dina s-541	s-541	DINA	63,277.02		226
TRACTO-CAMION WHITE 350	350	WHITE	158,896.11		228

## LISTADO DEL ARCHIVO DE :

## Maquinaria y Equipo.

MAQUINA	MODELO	MARCA	COSTO	HORARIO	REGISTRO
TRACTO-CAMION 3 EJES FANSA SF-2575	SF-2575	FANSA	144,407.33		229
TRACTO-CAMION DINA	9400	DINA	144,075.94		230
CAMION FUERA DE CARRETERA EUCLID R-35	R-35	EUCLID	432,391.00		231
LOW BOY DE 3 EJES LOAD KING		LOAD KING	60,281.38		232
CAMION FUERA DE CARRETERA EUCLID R-50	R-50	EUCLID	385,247.59		233
SOLDADORA LINCOLN SAE-300	SAE-300	LINCOLN	27,950.57		242
SOLDADORA LINCOLN 300-G	300-G	LINCOLN	24,377.53		243
EQUIPO DE OXICORTE	S.E.	AGA	880.71		244
BOMBA DE AGUA 3" DIAM			12,532.89		252
BOMBA DE AGUA 4" DIAM			13,179.56		253
CORTADORA DE VARILLA			699.76		261
DOBILADOR DE VARILLA			470.18		262
PLANTA DE LUZ CAT 350BTA	350B	CATERPILLAR	178,307.33		263
PLANTA DE LUZ CAT 3412	3412	CATERPILLAR	184,210.82		264
PLANTA GENERADORA DE ELECT SELMEC SG-1800	SG-1800	SELMEC	31,058.94		265
CORTADORA DE CONCRETO JOPER K12	K12	JOPER	12,883.49		267
PISTOLA DE PISO			11,811.93		268
BAILARINA VIBROMAX SL-28	SL-28	VIBROMAX	13,694.00		269
CRIBA MOVIL VIBRATORIA 3 CAMAS	3 CAMAS		14,307.74		270
BARREDORA DE MOLOTE GRACE MONTEVAL		GRACE MONTEVAL	10,981.14		271
PLANTA DE LUZ CAT 3114 TA	3114 TA	CATERPILLAR	34,021.43		272
TANQUE DE ALMACENAMIENTO			10,785.94		281
PINTARRAYAS GUIMEX	G-60	GUIMEX	39,188.20		291
PINTARRAYAS GUIMEX G-13	G-13	GUIMEX	27,319.97		293
TRAILER KEENWORTH	1991	KEENWORTH	173,030.34		296
REMOLQUE			79,562.50		297

LISTADO DEL ARCHIVO DE : **Materiales.**

REGISTRO	N O M B R E	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
1	TOVEK	KG	14,122.00
2	HEXANON	KG	1,392.65
3	ESTOPIN	PZA	4,715.00
4	PRIMACORD	ML	609.50
7	ALAMBRE 1W-20	ML	609.50
8	CINTA DE AISLAR	ROLLO	4,485.00
9	GALVANOMETRO, EXPLOSOR	M3	402.50
10	BROCA	PZA	841,381.40
11	BARRA	PZA	871,718.40
12	COPLÉ	PZA	253,478.40
13	ZANCO	PZA	564,017.50
14	MANQUERA ALTA PRESION	ML	104,351.00
31	ACARREO SOBRE TERRACERIAS 1ER. KM	M3	1,279.00
32	ACARREO SOBRE TERRACERIAS KM 2-20	M3-KM	662.00
33	ACARREO SOBRE TERRACERIAS KM 21 EN AD	M3-KM	620.00
34	ACARREO SOBRE PAVIMENTO 1ER. KM	M3	1,146.00
35	ACARREO SOBRE PAVIMENTO KM 2-20	M3-KM	529.00
36	ACARREO SOBRE PAVIMENTO KM 21 EN ADEL	M3-KM	496.00
52	VIGA DE 6"	ML	40,250.00
81	CEMENTO GRIS	TON	349,986.40
88	VARILLA TIPO C CON ROSCA	KG	4,830.00
89	MALLA ELECTROSOLDADA TIPO ENSA O SIMI	M2	8,050.00
90	CAHAL DE 4" CALIBRE 12 Y TROQUELADO	KG	2,530.00
92	VARILLA DE 3/8"	KG	1,708.90
93	VARILLA DE 1/2"	KG	1,708.90
94	ACERO DE REFUERZO PARA SUPERESTRUCTURA	KG	2,530.00
95	VARILLA DE 3/4"	KG	1,708.90
96	VARILLA DE 1"	KG	1,708.90
97	ACERO DE REFUERZO EN SUBESTRUCTURA	KG	2,530.00
98	ALAMBRE RECOCIDO	KG	2,431.10
99	ALAMBROM	KG	1,745.70
100	ACERO DE REFUERZO VARILLAS LIM ELAST	KG	2,530.00
101	ACERO ESTRUCTURAL A-36	KG	3,450.00
102	DREÑES DE PLASTICO DURAFLEX 76 CM DIA	PZA	23,000.00
103	TORNES DE 1.27 CM DE DIAM	KG	5,733.90
104	BARRAS DE LIM ELAS IGUAL O MAYOR A 40	KG	2,645.00
121	LAMINA NEGRA Cal. 11	KG	2,587.50
122	ANGULO 2" x 1/8"	KG	1,955.00
124	CRIBA de 1 1/2" cal 3/8" DE 2.00 x 3.00	PZA	1,380,000.00
128	CRIBA DE 1/2" cal 1/4" DE 2.00 x 3.00	PZA	1,058,000.00
129	CRIBA DE # 4 DE 2.00 x 3.00 m	PZA	1,207,500.00
135	SOLDADURA 6013	KG	6,210.00
141	CLAVOS DE 1"	KG	3,254.50
142	CLAVOS DE 1 1/2"	KG	3,254.50
143	CLAVOS DE 2"	KG	3,254.50
144	CLAVOS DE 2 1/2"	KG	3,254.50
145	CLAVOS DE 4"	KG	3,254.50
151	CURACRETO	LTO	9,071.03
152	DIESEL	LTO	733.27
161	MADERA DE PINO DE ZA	PT	2,875.00
162	DUELA DE 1" x 4" DE 2DA	PT	2,875.00
163	DUELA DE 2" x 4" DE 2DA	PT	2,875.00
164	POLIM DE 2" x 4" DE 2DA	PT	2,875.00
165	POLIM DE 4" x 4" DE 2DA	PT	2,875.00
175	VALOR DE LA PLANTA DE TRITURACION/230	M3	750.46
176	VALOR DE LA PLANTA/230,926 M3*.02	M3	471.70
200	TUBO DE ACERO ESTRUCTURAL	KG	3,565.00
201	TUBO P/SUBDREÑEN DE 51 MM DE 25 M DE LO PZA		264,500.00
211	TUBO FORMET 60 CM DE DIAM CAL 12	ML	215,147.13
212	TUBO FORMET 75 CM DIAM CAL 12	ML	266,236.50

213	TUBO FORMET 90 CM DIAM CAL 12	ML	209,300.00
214	TUBO FORMET 105 CM DIAM CAL 12	ML	412,850.00
221	TUBO FORMET 122 CM DE DIAM CAL 12	ML	465,750.00
223	TUBO FORMET 150 CM CAL 12	ML	572,930.00
250	SUMINISTRO DE MATS EQUIP P/PASO INFER	ML	150,000.00
255	LAVADERO METALICO 60 CM DIAM CAL 14	ML	83,950.00
257	LAVADERO METALICO 60 CM DIAM CAL 16	ML	87,400.00
266	TUBO DE CONCRETO REF 90 CM DIAM	ML	505,425.00
268	TUBO DE CONCRETO DE 105 CM DE DIAM RE	ML	696,042.10
269	TUBO DE CONC REF 120 CM DIAM	ML	922,837.05
270	TUBO DE CONCRETO 15 CM DIAM PERFORADO	ML	19,550.00
272	TUBO DE CONCRETO DE 15 CM DE DIAM PER ML		19,550.00
281	ASFALTO FM-1	LTO	480.12
282	ASFALTO FR-3	LTO	480.12
283	ASFALTO FR-3	LTO	480.12
284	CEMENTO ASFALTICO No. 6	KG	423.59
285	ADITIVO CPF-70	LTO	8,855.00
289	ADIFLEX "60"	LTO	8,855.00
290	ADIFLEX RC-35	LTO	11,518.10
300	MALLA-LAC 66-66	M2	4,490.75
301	ADQUISICION DE MATERIAL PARA SELLO 3-	M3	47,150.00
302	ADQUISICION DE CONCRETO ASFALTICO	M3	172,500.00
304	ADQUISICION DE AGUA	M3	4,025.00
305	REGALIA DE BANCO	M3	1,200.00
306	REGALIA DE PMO DE BANCO	M3	1,500.00
307	ADQUISICION DE ARENA	M3	30,475.00
308	ADQUISICION DE PIEDRA PARA MAMPOSTERÍ	M3	24,175.00
309	ADQUISICION DE GRAVA	M3	28,175.00
310	ADQUISICION DE MATERIAL P/CARPETA	M3	32,200.00
311	SUB-BASE O BASE	M3	23,000.00
312	MATERIAL P/CARPETA	M3	28,750.00
326	CARTON ASFALTADO DE 2 CM DE ESPESOR	M2	94,339.10
327	CARTON ASFALTADO DE 2.5 CM DE ESPESOR	M2	102,389.10
328	CARTON ASFALTADO DE 4 CM DE ESPESOR	M2	126,500.00
330	SIKAFLEX 1-A	DM2	80,500.00
331	SIKAFLEX 1-A DE 4 CM DE ESPESOR	DM2	97,750.00

## LISTADO DEL ARCHIVO DE :

Bancos.

REGISTRO	N O M B R E	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
1	EXTRACCION DE MATERIAL TIPO "A"	M3	2,113.76
2	EXTRACCION DE MATERIAL TIPO "B"	M3	2,959.26
3	EXTRACCION DE MATERIAL TIPO "C" CON EXPLOSIVOS	M3	18,042.41
4	OBTENCION Y ACARREO DE AGUA 1er KM	M3	4,688.21
5	SOBRECARRERO DE AGUA	M3-KM	749.83
6	EXTRACCION DE ARENA	M3	34,041.68
7	EXTRACCION DE MATERIAL PETREO	M3	6,810.92
8	PIEDRA PARA MAPOSTERIA	M3	34,924.34
9	EXTRACCION DE GRAVA	M3	44,114.07
10	EXTRACCION DE MATERIAL TIPO "C" SIN EXPLOSIVOS	M3	7,556.68
13	INSTALACION Y DESMANTELAMIENTO DE PLANTA DE TR	M3	750.46
14	INSTALACION Y DESMANTELAMIENTO PLANTA DE ASFAL	M3	471.70
17	MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5	M3	207,014.68
19	CONCRETO CICLOPEO F'C= 150 KG/CM2	M3	197,882.06
21	CONCRETO HIDR F'C= 100 K/CM2 TMA 19 MM	M3	222,839.05
22	CONCRETO HIDR F'C= 150 K/CM2 TMA 19MM	M3	241,699.58
23	CONCRETO HIDR F'C= 200 K/CM2 TMA 19MM	M3	267,731.93
31	CONCRETO HIDR F'C= 100 K/CM2 TMA 38MM	M3	218,763.40
32	CONCRETO HIDR F'C= 150 KG/CM2 TMA 38MM	M3	238,155.61
33	CONCRETO HIDR F'C= 200 K/CM2 TMA 38MM	M3	271,032.09
34	CONCRETO HIDR F'C= 250 K/CM2 TMA 38MM	M3	272,823.95
36	CONCRETO HIDR F'C= 350 K/CM2 TMA 38MM	M3	310,904.63
52	CIMBRA PARA COLUMNAS	M3	260,146.40
55	CIMBRA PARA TRABES	USO	695,239.41
56	PLANTILLA PARA CONSTRUCCION DE TRABES	M3	278,614.58
60	CIMBRA PARA LOSAS	M3	235,504.86
83	CIMBRA METALICA P/POSTES DE DERECHO DE VIA	USO	7,151.65
84	CIMBRA METALICA P/BORDILLOS	USO	3,401.62
85	CIMBRA METALICA PARA GUARNICION	USO	7,273.54
128	MATERIAL PETREO PARA CAPA CAPILAR	M3	13,993.70
130	MATERIAL PARA REVESTIMIENTO	M3	14,934.61
131	MAT P/SUBBASE Y BASE DE BANCO	M3	32,461.34
141	MATERIAL PARA BASE DE BANCO	M3	18,397.63
151	MAT PARA CARPETA DE BANCO	M3	33,357.56
171	MAT PETREO 3-E P/SELLO DE BANCO	M3	47,751.52
181	CONCRETO ASFALTICO C/MAT DE BANCO	M3	65,045.01
201	MURO DE TABIQUE ROJO RECOCIDO	M2	44,730.51
202	APLAMADO FIJO CON MORTERO DE CEMENTO	M2	23,131.72
203	ESCALON TIPO ESTANDAR P/POZO DE VISITA	PZA	9,457.67
204	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BROCAL Y TAPA DE CO	PZA	236,481.79
205	POSTES DE DERECHO DE VIA	PZA	31,741.04

-----  
**TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS. TESIS PROFESIONAL**  
 -----

**NOMBRE :** DESMONTE POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

**REGISTRO :** 1

**UNIDAD :** HA

TIPO REG	NOMBRE	UNID	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
-----					
	MAQUINARIA				
MQ	11 TRACTOR CAT DBN C/BULLDOZER Y RIPPER	HORA	7.0000	528,438.93	3,699,072.51

SUBTOTAL 3,699,072.51

**\*\* CARGOS EN PORCENTAJE \*\***

INDIRECTOS	34.00% SOBRE COSTO DIRECTO. ( \$	3,699,072.5100 )	1,257,684.65
UTILIDAD	8.00% SOBRE DIR +IND+C. FIN.( \$	4,956,757.1634 )	396,540.57

PRECIO UNITARIO 5,353,297.74  
 -----

-----  
**TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS. TESIS PROFESIONAL**  
 -----

**NOMBRE :** DESMONTE ZONAS DESERTICAS O CULTIVADAS  
 POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

**REGISTRO :** 2

**UNIDAD :** HA

TIPO REG	NOMBRE	UNID	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
-----					
	MAQUINARIA				
MQ	11 TRACTOR CAT DBN C/BULLDOZER Y RIPPER	HORA	3.5000	528,438.93	1,849,536.26

SUBTOTAL 1,849,536.26

**\*\* CARGOS EN PORCENTAJE \*\***

INDIRECTOS	34.00% SOBRE COSTO DIRECTO. ( \$	1,849,536.2550 )	628,842.33
UTILIDAD	8.00% SOBRE DIR +IND+C. FIN.( \$	2,478,378.5817 )	198,270.29

PRECIO UNITARIO 2,676,648.87  
 -----

-----  
 TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS. TESIS PROFESIONAL  
 -----

NOMBRE : DESPALME DE CORTES DESPERDICIANDO MATERIAL  
 POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

REGISTRO : 3

UNIDAD : M3

TIPO	REG	N O M B R E	UNID	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
		MAQUINARIA				
MO	11	TRACTOR CAT DBN C/BULLDOZER Y RIPPER	HORA	0.0060	528,438.93	3,170.63
SUBTOTAL						3,170.63
** CARGOS EN PORCENTAJE **						
INDIRECTOS 34.00% SOBRE COSTO DIRECTO. ( \$						3,170.6336 )
UTILIDAD 8.00% SOBRE DIR +IND+C. FIN.( \$						4,248.6490 )
PRECIO UNITARIO						4,588.54

-----  
 TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS. TESIS PROFESIONAL  
 -----

NOMBRE : DESPALME PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES  
 POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

REGISTRO : 4

UNIDAD : M3

TIPO	REG	N O M B R E	UNID	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
		MAQUINARIA				
MO	11	TRACTOR CAT DBN C/BULLDOZER Y RIPPER	HORA	0.0060	528,438.93	3,170.63
SUBTOTAL						3,170.63
** CARGOS EN PORCENTAJE **						
INDIRECTOS 34.00% SOBRE COSTO DIRECTO. ( \$						3,170.6336 )
UTILIDAD 8.00% SOBRE DIR +IND+C. FIN.( \$						4,248.6490 )
PRECIO UNITARIO						4,588.54

-----  
**TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS. TESIS PROFESIONAL**  
 -----

**NOMBRE :** EXCAVACION EN CORTES Y ADICIONALES ABAJO DE LA SUBRASANTE CUANDO EL MATERIAL SE UTILICE  
 PARA LA FORMACION DE TERRAPLENES POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

**REGISTRO :** 6  
**UNIDAD :** M3

TIPO	REG	N O M B R E	UNID	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>MAQUINARIA</b>						
HQ	61	CARGADOR SOBRE NEUMATICOS CAT 966F	HORA	0.0067	302,227.85	2,024.93
						2,024.93
<b>BASICOS</b>						
BA	2	EXTRACCION DE MATERIAL TIPO "B"	M3	0.6000	2,959.26	1,775.56
BA	3	EXTRACCION DE MATERIAL TIPO "C" C/EXP	M3	0.4000	18,042.41	7,216.96
						8,992.52
<b>** CARGOS EN PORCENTAJE **</b>						
<b>INDIRECTOS</b>				34.00% SOBRE COSTO DIRECTO. ( \$	11,017.4466 )	3,745.93
<b>UTILIDAD</b>				8.00% SOBRE DIR +IND+C. FIN.( \$	14,763.3784 )	1,181.07
						15,944.45
<b>PRECIO UNITARIO</b>						15,944.45

-----  
**TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS. TESIS PROFESIONAL**  
 -----

**NOMBRE :** EXCAVACIONES EN ABATIMIENTO DE TALUDES Y EXCAVACIONES DE BERMAS PARA ESTABILIZACION  
 DE CORTES CUANDO EL MATERIAL SE DESPERDICIE POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

**REGISTRO :** 8  
**UNIDAD :** M3

TIPO	REG	N O M B R E	UNID	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>MAQUINARIA</b>						
HQ	61	CARGADOR SOBRE NEUMATICOS CAT 966F	HORA	0.0067	302,227.85	2,024.93
						2,024.93
<b>BASICOS</b>						
BA	10	EXTRACCION DE MATERIAL TIPO "C" S/EXP	M3	0.8000	7,556.68	6,045.34
BA	3	EXTRACCION DE MATERIAL TIPO "C" C/EXP	M3	0.2000	18,042.41	3,608.48
						9,653.83
<b>** CARGOS EN PORCENTAJE **</b>						
<b>INDIRECTOS</b>				34.00% SOBRE COSTO DIRECTO. ( \$	11,678.7526 )	3,970.78
<b>UTILIDAD</b>				8.00% SOBRE DIR +IND+C. FIN.( \$	15,649.5285 )	1,251.96
						16,901.49
<b>PRECIO UNITARIO</b>						16,901.49

-----  
**TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS. TESIS PROFESIONAL**  
 -----

**NOMBRE :** EXCAVACIONES ABRIENDO CAJAS PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES CUANDO EL MATERIAL SE DESPERDICIE POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.  
**REGISTRO :** 11  
**UNIDAD :** M3

TIPO	REG	N O M B R E	UNID	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>MAQUINARIA</b>						
MQ	61	CARGADOR SOBRE NEUMATICOS CAT 966F	HORA	0.0067	302,227.85	2,024.93
<b>SUBTOTAL</b>						<b>2,024.93</b>
<b>BASICOS</b>						
BA	10	EXTRACCION DE MATERIAL TIPO "C" S/EXP	M3	0.8000	7,556.68	6,045.34
BA	3	EXTRACCION DE MATERIAL TIPO "C" C/EXP	M3	0.2000	18,042.41	3,608.48
<b>SUBTOTAL</b>						<b>9,653.83</b>
<b>** CARGOS EN PORCENTAJE **</b>						
INDIRECTOS	34.00% SOBRE COSTO DIRECTO. ( \$			11,678.7526 )		3,970.78
UTILIDAD	8.00% SOBRE DIR +IND+C. FIN.( \$			15,649.5285 )		1,251.96
<b>PRECIO UNITARIO</b>						<b>16,901.49</b>

-----  
**TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS. TESIS PROFESIONAL**  
 -----

**NOMBRE :** EXCAVACION DE PRESTAMO DE BANCO, PARA LA FORMACION DE TERRACERIAS POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.  
**REGISTRO :** 14  
**UNIDAD :** M3

TIPO	REG	N O M B R E	UNID	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>MATERIALES</b>						
MA	306	REGALIA DE PMO DE BANCO	M3	1.0000	1,500.00	1,500.00
<b>SUBTOTAL</b>						<b>1,500.00</b>
<b>MAQUINARIA</b>						
MQ	61	CARGADOR SOBRE NEUMATICOS CAT 966F	HORA	0.0067	302,227.85	2,024.93
<b>SUBTOTAL</b>						<b>2,024.93</b>
<b>BASICOS</b>						
BA	2	EXTRACCION DE MATERIAL TIPO "B"	M3	0.6000	2,959.26	1,775.56
BA	10	EXTRACCION DE MAT TIPO "C" S/EXPLOSIV	M3	0.4000	7,556.68	3,022.67
<b>SUBTOTAL</b>						<b>4,798.23</b>
<b>** CARGOS EN PORCENTAJE **</b>						
INDIRECTOS	34.00% SOBRE COSTO DIRECTO. ( \$			8,323.1546 )		2,829.87
UTILIDAD	8.00% SOBRE DIR +IND+C. FIN.( \$			11,153.0272 )		892.24
<b>PRECIO UNITARIO</b>						<b>12,045.27</b>

**ESTA TESIS NO DEBE  
 SALIR DE LA BIBLIOTECA**

-----  
**TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS. TESIS PROFESIONAL**  
 -----

**NOMBRE :** COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL EN EL AREA DE DESPLANTE  
 DE LOS TERRAPLENES PARA 90% POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA  
**REGISTRO :** 15  
**UNIDAD :** M3

TIPO	REG	N O M B R E	UNID	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
MAQUINARIA						
MQ	124	COMPACTADOR CATERPILLAR B15-B	HORA	0.0050	412,123.77	2,060.62
						-----
SUBTOTAL						2,060.62
BASICOS						
BA	4	OBTENCION Y ACARREO DE AGUA 1er KM	M3	0.1000	4,688.21	468.82
BA	5	SOBREACARREO DE AGUA	M3-KM	1.5000	749.83	1,124.75
						-----
SUBTOTAL						1,593.57
** CARGOS EN PORCENTAJE **						
INDIRECTOS	34.00% SOBRE COSTO DIRECTO. ( \$			3,654.1849 )		1,242.42
UTILIDAD	8.00% SOBRE DIR +IND+C. FIN.( \$			4,896.6077 )		391.73
						-----
PRECIO UNITARIO						5,288.34
						-----

-----  
**TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS. TESIS PROFESIONAL**  
 -----

**NOMBRE :** FORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES ADICIONADOS CON SUS  
 CUVAS DE SOBREALCHO PARA 90% POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA  
**REGISTRO :** 16  
**UNIDAD :** M3

TIPO	REG	N O M B R E	UNID	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
MAQUINARIA						
MQ	124	COMPACTADOR CATERPILLAR B15-B	HORA	0.0100	412,123.77	4,121.24
						-----
SUBTOTAL						4,121.24
BASICOS						
BA	4	OBTENCION Y ACARREO DE AGUA 1er KM	M3	0.2000	4,688.21	937.64
BA	5	SOBREACARREO DE AGUA	M3-KM	3.0000	749.83	2,249.49
						-----
SUBTOTAL						3,187.13
** CARGOS EN PORCENTAJE **						
INDIRECTOS	34.00% SOBRE COSTO DIRECTO. ( \$			7,308.3697 )		2,484.85
UTILIDAD	8.00% SOBRE DIR +IND+C. FIN.( \$			9,793.2154 )		783.46
						-----
PRECIO UNITARIO						10,576.67
						-----

-----  
**TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS. TESIS PROFESIONAL**  
 -----

NOMBRE : FORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES ADICIONADOS CON SUS  
 CUWAS DE SOBRECARGO PARA 95X POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA  
 REGISTRO : 17  
 UNIDAD : M3

TIPO	REG	N	D	M	B	R	E	UNID	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL	
<b>MAQUINARIA</b>												
M2	124	COMPACTADOR CATERPILLAR 815-B						HORA		0.0111	412,123.77	4,574.57
										<b>SUBTOTAL</b>	<b>4,574.57</b>	
<b>BASICOS</b>												
BA	4	OBTENCION Y ACARREO DE AGUA 1er KM						M3		0.2000	4,688.21	937.64
BA	5	SOBRECARGO DE AGUA						M3-KM		3.0000	749.83	2,249.49
										<b>SUBTOTAL</b>	<b>3,187.13</b>	
<b>** CARGOS EN PORCENTAJE **</b>												
INDIRECTOS	34.00% SOBRE COSTO DIRECTO. ( \$									7,761.7058 )	2,638.98	
UTILIDAD	8.00% SOBRE DIR +IND+C. FIN.( \$									10,400.6858 )	832.05	
										<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>11,232.74</b>	

CATALOGO DE CONCEPTOS

NO.	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	VOL. PROYECTO	COSTO PROYECTO
<b>TERRACERIAS</b>					
1	DESMONTE P.U.O.T.	Hm	5,353,297.74	5.20	27,837,148.25
2	DESMONTE ZONAS DESERTICAS O CULTIVADAS, P.U.O.T.	Hm	2,676,648.88		0.00
3	DESPLAME DE CORTES DESPERDICIANDO EL MATERIAL, P.U.O.T.	m3	4,588.54	7,401.00	33,959,784.54
4	DESPLAME PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES, P.U.O.T.	m3	4,588.54	4,954.00	22,731,627.16
5	ESCALONES EN LADERAS CON PENDIENTE TRANSVERSAL >= 25X	m3	17,006.00		0.00
6	EXCAVACION EN CORTES Y ADIC CUANDO EL MATERIAL SE UTILICE PA FORMACION DE TERRAPLENES, P.U.O.T.	m3	15,944.45	68,100.00	1,085,817,045.00
7	EXCAVACION EN AMPLIACIONES DE CORTES CUANDO EL MAT SE UTILIC PARA LA FORMACION DE TERRAPLENES, P.U.O.T.	m3	15,944.45		0.00
8	EXCAVACION EN ABATIMIENTO DE TALUDES Y EXC EN BERMAS PARA ESTABILIZACION DE CORTES CUANDO EL MATERIAL SE DESPERDICIE	m3	16,901.49		0.00
9	EXCAVACION EN REBAJES DE LA CORONA DE CORTES Y/O TERRAPLENES CUANDO EL MAT SE UTILICE PARA TERRAPLENES	m3	18,127.29		0.00
10	EXCAVACION EN REBAJES DE LA CORONA DE CORTES Y/O TERRAPLENES CUANDO EL MAT SE DESPERDICIE, P.U.O.T.	m3	18,127.29		0.00
11	EXCAVACION ABRIENDO CAJAS PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES CUAN MATERIAL SE DESPERDICIE, P.U.O.T.	m3	16,901.49		0.00
12	EXCAVACION ABRIENDO CAJAS PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES EN REMOSION DE TERRAPLENES EXISTENTES	m3	13,866.51		0.00
13	EXCAVACION DE ESCALONES DE LIGA EN TALUDES DE TERRAPLENES EX	m3	19,936.48		0.00
14	EXCAVACION DE PRESTAMO DE BANCO PARA LA FORMACION DE TERRAPL	m3	12,045.28	8,133.00	97,964,262.24
15	COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL EN EL AREA DE DESPLANTE PAR	m3	5,288.34	3,365.00	17,795,264.10
16	FORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES ADICIONADOS CON SUS SOBREAENCHO PARA 90% P.U.O.T.	m3	10,576.67	38,986.00	412,342,056.62
17	FORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES ADICIONADOS CON SUS SOBREAENCHO PARA 95% P.U.O.T.	m3	11,232.73	8,133.00	91,355,793.09
18	COMPACTACION DE LA CAMA DE LOS CORTES PARA 95% P.U.O.T.	m3	4,299.94	5,442.00	23,400,273.48
19	SOBREAENCHO PARA DISTANCIAS HASTA DE 5 ESTACIONES	m3-Est	917.71	49,963.00	45,851,544.73
20	SOBREAENCHO PARA DISTANCIA 1½ HECTOMETRO	m3	2,590.63	5,812.00	15,056,741.56
21	SOBREAENCHO PARA DISTANCIA EXCEDENTE 1½ HECTOMETRO	m3-Hm	477.47	10,462.00	4,995,291.14
22	ACARREO PARA DISTANCIA DE 1½ KILOMETRO	m3	2,406.26	8,133.00	19,570,112.58
23	ACARREO PARA KILOMETROS SUBSECUENTES	m3-km	1,245.46	16,266.00	20,258,652.36
				<b>SUB - TOTAL TERRACERIAS</b>	<b>1,918,935,596.85</b>
<b>OBRAS DE DRENAJE</b>					
24	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS, P.U.O.T.	m3	25,917.08	584.00	15,135,574.72
25	MAMPOSTERIA DE 3 CLASE CON MORTERO DE ARENA-CEMENTO 1:5	m3	339,414.57	57.45	19,499,367.05
26	ZAPPEADOS DE MAMPOSTERIA 3 CLASE	m3	324,747.64		0.00
27	CONCRETO HIDRAULICO F'c = 100 K/CM2	m3	427,110.93	640.00	273,350,995.20
28	CONCRETO HIDRAULICO F'c = 150 K/CM2	m3	637,295.14		0.00
29	CONCRETO HIDRAULICO F'c = 200 K/CM2	m3	688,676.55		0.00
30	ACERO DE REFUERZO, VARILLA DE FY >= 4000 K/CM2	kg	4,764.57		0.00
31	TUBERIA DE CONCRETO DE 90 CMS. DE DIAMETRO, P.U.O.T.	ml	845,816.29	180.00	152,246,932.20
32	TUBERIA DE CONCRETO DE 105 CMS DE DIAMETRO, P.U.O.T.	ml	1,135,470.41		0.00
				<b>SUB - TOTAL OBRAS DE DRENAJ</b>	<b>460,232,869.17</b>

## CATALOGO DE CONCEPTOS

NO.	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	VOL. PROYECTO	COSTO PROYECTO
<b>PAVIMENTOS</b>					
33	BASE-SUBBASE COMPACTADA AL 100X DE BANCO "E", P.U.O.T.	m <sup>3</sup>	74,851.21	4,800.00	359,285,808.00
34	ASFALTO REBAJADO FM-1 EN RIEGO DE IMPREGNACION	lt	966.15	19,200.00	18,550,080.00
35	ASFALTO REBAJADO FR-3 EN RIEGO DE LIGA	lt	1,116.70	9,700.00	10,831,990.00
36	ASFALTO REBAJADO FR-3 EN RIEGO DE SELLO	lt	1,116.70	16,000.00	17,867,200.00
37	CEMENTO ASFALTICO No. 6	kg	706.10	184.00	129,922.40
38	BARRIDO DE LA SUPERFICIE POR TRATAR	Ha	1,452,533.09	1.70	2,469,306.25
39	RIEGO DE SELLO C/MAT 3-E	m <sup>3</sup>	129,244.54	160.00	20,679,126.40
40	CARPETA ASFALTICA COMPACTADA AL 95X DE BANCO, P.U.O.T.	m <sup>3</sup>	156,352.33	1,280.00	200,130,982.40
41	ACARREOS P/PAVIMENTOS BASE Y SUBBASE 1er KM	m <sup>3</sup>	2,406.26	4,800.00	11,550,048.00
42	ACARREOS PARA PAVIMENTOS SUBBASE Y BASE	m <sup>3</sup> -km	1,245.46	9,600.00	11,956,416.00
43	ACARREOS CONC ASF CUALQ DIST 1er KM	m <sup>3</sup>	2,405.50	1,280.00	3,079,040.00
44	ACARREOS DEL CONCRETO ASFALTICO km subsucuentes	m <sup>3</sup> -km	1,242.44	2,560.00	3,180,646.40
45	ACARREOS RIEGO DE SELLO 1er KM	m <sup>3</sup>	1,236.80	160.00	197,888.00
46	ACARREOS PARA RIEGO DE SELLO	m <sup>3</sup> -km	803.85	320.00	257,232.00

SUB - TOTAL PAVIMENTOS 660,165,685.85

### RESUMEN

SUBTOTAL TERRACERIAS	1,918,935,596.85
SUBTOTAL OBRAS DE DRENAJE	460,232,869.17
SUBTOTAL PAVIMENTOS	660,165,685.85

TOTAL PRESUPUESTO, KM 2+000 AL KM 4+000 3,039,334,151.87

NUEVOS PESOS N \$ 3,039,334.15

## VII .- COMENTARIOS

Para proporcionar la base del desarrollo económico, se requiere llevar a cabo grandes inversiones en los sectores básicos o de infraestructura, puesto que el uso óptimo de los recursos para lograr los objetivos propuestos implica, entre otras cosas, la modificación del medio físico. Tales son, por ejemplo, las inversiones en obras para la generación de energía, para aumentar la productividad del campo mediante el riego, los complejos industriales básicos y las obras para el transporte eficiente de bienes y personas.

Actualmente, existe en México una política de desarrollo sustentada en varios factores tales como la estabilidad monetaria, la reforma fiscal, la estimación periódica de los posibles recursos de inversión y la necesidad de crear empleo para un número cada vez creciente de mexicanos cada año; esta política permite la formulación de planes sectoriales, de los que se derivan programas coordinados para toda la nación.

Con relación a las proposiciones de nuevas obras que se incluyan en un plan, se hace necesario analizar los enlaces viales necesarios para desarrollar las actividades generadas entre los diversos centros de concentración en el país, con objeto de determinar cuáles resultan más deseables desde los puntos de vista político, social y administrativo por una parte y económico por la otra, para su posterior evaluación y construcción.

La creación de un complejo hotelero de las Dimensiones de Punta Diamante en el tradicional puerto de Acapulco, tendrá una gran relevancia económica tanto para el Estado de Guerrero como para el país en general.

Por lo tanto, es de suma importancia tomar conciencia de la situación generada, con el objeto de aplicar los conocimientos y experiencia que nos aporta la Ingeniería Civil para buscar alternativas que mejoren el nivel de vida de la sociedad.

Dadas las preferencias del turismo por los sitios atractivos con playa, hace necesario rescatar la actual zona de playa de puerto Marques para integrarla al desarrollo con el fin de crear un ambiente limpio y ordenado que sea polo de atracción a la actividad turística y de desarrollo socioeconómico. Si consideramos la gran afluencia de turistas nacionales como extranjeros, el proyecto Punta Diamante cumplirá el objetivo fundamental de operar nuevos espacios

para lograr un desarrollo urbano armonico, lo que beneficiará a la comunidad de puerto Marques y sus alrededores en cuanto a la generacion de empleos, dotación de viviendas y comercios, captacion de divisas, promoción del desarrollo socioeconomico y el aumento del producto interno bruto.

Finalmente, no debemos olvidar que el crecimiento en la actividad turistica necesariamente tendrá sus efectos multiplicadores, ya que requerirá de una mayor cantidad de insumos, tanto de bienes como de servicios provenientes de otros sectores económicos.

## BIBLIOGRAFIA

El tema fué consultado de las siguientes fuentes:

- \* "VIAS DE COMUNICACION"  
Ing. Carlos Crespo Villaloz  
Edit. Limusa, 2ª edición
- \* "ESTRUCTURACION DE VIAS TERRESTRES"  
Ing. Fernando Olivera Bustamante  
Edit. CECSA
- \* "MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS"  
S.C.T. 1ª edición, 4ª reimpresion  
México, 1991.
- \* "NORMAS PARA CONSTRUCCION E INSTALACIONES"  
Terracerias en carreteras y aeropistas.  
S.C.T. 1a. edición
- \* "PROYECTO Y CONSTRUCCION DE CARRETERAS"  
Georges Jeuffroy  
Edit. ETA, 2a edición
- \* "INGENIERIA DE CARRETERAS"  
Hewes - Oglesby  
Edit. CECSA, 2a edición