

Universidad de Ciencias Comerciales



CURSO DE TITULACION 2005.

Tutores: MsC. Israel Morales

Dr. Néstor Lanza

Elaborado por:

Lennin Blandón Rostrán

Darle Hunter Watts

Kairo Rivera Vilchez

Azteca Villanueva Rubi

Managua, 23 Noviembre 2005.

NOMBRE DEL PROYECTO:

**DISEÑO DE 820 ML DE ADOQUINADO Y OBRAS
CONEXAS BARRIO "EL MUELLE" MUNICIPIO DE
PUERTO CABEZA**



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES BIBLIOTECA			
Fecha Ingreso:	24/04/06		
VOLUMEN	No Copias		
No Registro:			
No Inventario	1941		
Fecha:			
Adquirido:	Copias	Fot	
por			
De:	UCC		

INDICE

Introducción -----	2
Capítulo I	
Identificación de proyecto -----	3
Resumen del proyecto -----	3
Antecedentes -----	3, 4
Justificación -----	5
Objetivos -----	6
Capítulo II	
Diagnostico situacional -----	7
Informe general -----	7
Capítulo III	
Estudio técnicos -----	13
Estudio Topográfico -----	13
Estudio de Suelo -----	14
Estudio de Transito -----	17
Capítulo IV	
Diseño Vial y Diseño de Cuneta -----	18
Diseño de espesores de Pavimento -----	18
Diseño de Cuneta -----	21
Capítulo V	
Evaluación de impacto ambiental -----	23
Estudio de impacto ambiental -----	24
Capítulo VI	
Costo y Presupuesto -----	26
Conclusiones -----	28
Recomendaciones -----	29
Anexo I	
Memoria de Calculo -----	41
Anexo II	
Imágenes del estado natural del camino -----	46
Anexo III	
Especificaciones técnicas: Normas NIC – 2000 -----	50
Anexo IV	
Estudio de Suelo -----	55
Anexo V	
Datos Topográficos y planos -----	58
Anexo VI	
Documento de respaldo -----	109
Bibliografía	

INTRODUCCION

Debido a las malas condiciones que presentan algunas calles de la ciudad de puerto cabeza, la alcaldía del municipio por medio del área de servicios y obras municipales, ha implementado obras de mejoramientos y rehabilitación de la infraestructura vial del municipio. Dentro de esta se encuentra la rehabilitación del tramo de la calle del barrio el muelle, que actualmente es un camino de todo tiempo, con capa de rodamiento de tierra.

El presente trabajo tiene como objetivo principal diseñar 820 ml de adoquinado y obras conexas, se realizó un análisis al estudio de suelo, hecho por la alcaldía municipal, el estudio geométrico de la calle con los datos del levantamiento topográfico realizado por la alcaldía, se realizó un estudio de tránsito, se diseñó el espesor de las capas de pavimento y un análisis previo sobre el impacto ambiental.

Para la ejecución de este proyecto se exigen las normas vigentes en la construcción de obras horizontales y el uso de materiales de excelente calidad.

El trabajo se encuentra estructurado por seis capítulos los cuales son los siguientes:

Capítulo I	La identificación del proyecto
Capítulo II	Diagnostico situacional
Capítulo III	Estudio técnico realizado
Capítulo IV	Diseño del pavimento
Capítulo V	Presupuesto y planeación del proyecto
Capítulo VI	Evaluación del impacto ambiental

CAPITULO I: IDENTIFICACION DEL PROYECTO

1.1 Resumen del proyecto

Nombre del proyecto:

Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas en el barrio El Muelle municipio de Puerto Cabeza (RAAN)

Financiamiento

La obra se realizara con fondos del Programa RAAN - Asdi – RAAS, la Alcaldía y la comunidad del municipio

El Programa RAAN – Asdi RAAS aportara el 80 % del costo total del proyecto, la Alcaldía el 15% y la comunidad dará un aporte del 5%. La alcaldía asume el compromiso de organizar y controlar los aportes de la comunidad y del Programa durante la ejecución del proyecto

Tiempo de ejecución

El tiempo de ejecución física es de 90 días calendarios

Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de la Base y Sub base de 820 ml de calle de Adoquinado con un ancho de seis metros, la construcción de 1640 ml de bordillos, vigas transversales en pendientes, andenes en ambos sentidos y ampliación de cinco alcantarilla, en el Barrio El Muelle, municipio de Puerto Cabeza

Antecedentes.

El Barrio El Muelle es un asentamiento que esta localizado en unas de las principales vías de acceso del Puerto marítimo. El estado de la calle ha sido unos de los grandes problemas durante la época de invierno por la formación de charcos e inundaciones que se presentan y en la época de verano se originan turbulencias de polvos por el transito vehicular. Teniendo como consecuencia *enférmeles virales e infecciones en la piel*

El proceso de Urbanización de Bilwi ha constituido una de las principales preocupaciones de las autoridades municipales por cuanto considera una de las tareas mas complejas puesto que esto conlleva a la necesidad de amplios recursos económicos para su desarrollo.

Tomando en cuenta que la ciudad ha venido creciendo de una forma acelerada debido a la inmigración del campo a la ciudad lo que ha provocado el surgimiento de asentamiento en áreas no adecuadas. Por lo que en tiempo lluvioso se dan grandes inundaciones lo que viene ha ocasionar pegaderos vehiculares en los lugares de acceso a los barrios mas afectados.

Preocupados por la salud y el bienestar de la población la alcaldía municipal ha venido revistiendo las calles con losas de concreto hidráulico y adoquín

Justificación

Partiendo de la poca infraestructura y el nivel de crecimiento de la población hace necesario brindar mejor calidad en cuanto a infraestructura se refiere. La cantidad de precipitación pluvial de la región hace fácil la propagación de enfermedades virales, por lo que se contempla como primer orden eliminar charcos o estancaderos de agua para eliminar focos de contaminación

La vía propuesta a revestir es de alto uso tanto vehicular como peatonal, ya que es vía de acceso hacia el embarcadero de transporte marítimo hacia el litoral norte y sur del municipio, así como el acceso hacia el instituto nacional de secundaria Hermanos Costeños que brinda turno diurno, vespertino y nocturno por lo que circulan aproximadamente 1200 estudiantes.

Durante el invierno se forman continuamente estancaderos de agua, lo que hace muy difícil la circulación peatonal, poniendo en riesgo continuamente a los peatones llenándolos de fango al pasar vehículos livianos

Las ventajas de estos pavimentos se basa en que su rodadura esta hecha con adoquines de concreto, es decir, piezas prefabricadas que se puede producir tanto en equipos pequeños como en tecnificados y grande, por parte de productores comerciales grupos comunitarios o administraciones municipales, sin importar la escala y la localización de los proyectos para su construcción se utilizan pocas maquinarias (básicamente una placa vibrocompactadora y mucha mano de obra local)

Como los adoquines no van pegados si no unidos por compactación, y como deben durar mas de 40 años al reparar el pavimento se puede reutilizar por lo cual son muy económicos sin redes de servicio completa o en mal estado

Todos los materiales para este pavimento llegan a la obra listo para ser utilizados por lo cual se puede construir y dar al servicio en un mismo día. Esto permite desarrollar un programa de pavimentación por etapas a medidas que se va reponiendo de recursos

Al pavimento de adoquín se le coloca una base que se diseña para que resista cualquier tipo de transito, del peatonal hasta el de camiones. Adicionalmete como los adoquines se producen en maquinas, con moldes, se les pueden dar distintas formas y también colores , para que sean decorativos.

Por esto el pavimento de adoquín se utiliza desde zona para transito peatonal (aceras, plazas, patios para juegos, instalaciones deportivas, etc.) hasta las de transito pesado (calles, carreteras, terminales de transporte, carga y puerto, pista de carretero y plataforma para aeropuertos) e inclusive para fines decorativos

Objetivos generales

- Diseñar 820 ml de adoquinado y obras de drenajes en el barrio el muelle, municipio de Puerto Cabeza
- Mejorar las condiciones de infraestructura vial urbana, así como la seguridad que facilite la circulación vehicular y peatonal

Objetivos específicos

- Analizar el estudio de suelo realizado por la alcaldía municipal de Puerto Cabeza
- Realizar el diseño geométrico de la calle
- Realizar el estudio de tránsito
- Realizar el diseño de las capas del adoquinado
- Estimar los costos de construcción
- Programar los tiempos de duración y actividades de la obra
- Realizar el impacto ambiental y formas de mitigación
- Verificar los diámetros de las alcantarillas existente
- Diseñar las obra de drenajes

CAPITULO II: DIAGNOSTICO SITUACIONAL.

Caracterización del municipio

Información general

El municipio de **P U E R T O C A B E Z A S** está ubicado en el sector noreste de Nicaragua, a 560 kilómetros (vía terrestre) de la capital, Managua, pertenece a la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) Recientemente por decreto legislativo la cabecera municipal recuperó su antiguo nombre, Bilwi, siendo la sede del Gobierno Regional Autónomo

PUERTO CABEZAS ocupa el sector este de la Región, por su extensión le corresponde el tercer lugar entre los demás municipios del departamento y el segundo por su población

Nombre de municipio: **P U E R T O C A B E Z A S**

Nombre del departamento: Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN)

Fecha de fundación: 15 de abril de 1929 (elevado a municipio).

Extensión territorial: 5,787 kms²

Referencia geográfica: 560 km. De Managua, capital de la República

Posición geográfica: Puerto Cabezas está ubicado en la franja costera del Atlántico Norte, (Noreste) entre las

Coordenadas: 14°01' latitud norte y los 83°23' longitud oeste.

Limites

Los límites del municipio son:

Al Norte	Municipio de Waspán.
Al Sur	Municipio de Prinzapolka.
Al Este	Océano Atlántico (Mar Caribe)
Al Oeste	Municipios de Rosita y Waspán

Población:

La población del municipio es de 37,854 habitantes (censo Nacional 1995)

La población urbana: 19,713 habitantes (52%)

La población rural : 18,141 habitantes.(48%)

La población del municipio en 1971 era de 13,466 habitantes, en 1995 aumentó a 37,854, lo que representa una tasa anual de crecimiento en el último período inter censal.

La densidad poblacional es 7.5 hab. km²

Las cifras definitivas del Censo Nacional de población y vivienda **1995**, publicadas por INEC en septiembre de 1996 indican que el municipio de PUERTO CABEZAS cuenta con 39,771 habitantes. Los datos de población utilizados en la presente caracterización son los preliminares, debido a la fecha de publicación de las primeras

La mayoría de la población del municipio pertenece a la etnia Miskita (el 77%), un 15% son Mestizos, el 3% Sumus y el 5% Creoles.

Clima:

El clima de la zona es del tipo tropical húmedo, aunque con variaciones, dependiendo de la altitud La temperatura promedio es de 26 7° Centígrados, siendo los meses mas calientes marzo, abril y mayo, el mes de abril es el mas caliente con promedio de 34° Centígrados y el mas frío es el mes de enero con 16Centígrados.

El municipio se caracteriza por precipitaciones de entre 2,500 - 3,500 mm. Anuales; el mes mas lluvioso es Julio (4,574 mm. máximo) y el mas seco es abril (2,388mm mínimos)

En cuanto a los vientos predominan los de la dirección este, en los meses de febrero, marzo y abril En diciembre y enero sopla un viento norte que la etnia Miskita denomina "pastara"(viento fuerte) que alcanza hasta 70 kilómetros/hora Desde el sur corren vendaval en los meses de septiembre y octubre, con posibilidades de en huracanes

Accidentes geográficos:

En el municipio se presenta una fisiografía bien definida: planicies bajas que se distribuyen paralelas a la línea costera, con alturas de 0-30 metros sobre el nivel del mar; están ocupadas por tierras permanentemente húmedas y el relieve moderado ondulado y en la transición a una llanura fluvio - litoral con amplias zonas pantanosas sometidas a inundaciones, con pendientes de 0-1%

El relieve se caracteriza por ser uniforme, sin mayores accidentes topográficos, que van desde muy planos hasta ondulados. Las pendientes máximas son del 15%, con predominio de las inclinaciones entre el 1 y el 2%, con elevaciones topográficas que no exceden los 100 mts. Sobre el nivel del mar

El municipio está atravesado por innumerables ríos, los de mayor importancia son Wawa, Kukalaya, Lebus, Ulang y el Sisin. Entre las lagunas merecen mencionarse las siguientes: Wawa, Pahara y Waunhta

Altitud sobre el nivel del mar:

El municipio tiene una altura promedio de 10 mts sobre el nivel del mar. La ciudad de Bilwi, cabecera municipal, se encuentra a 343 mts. Sobre el nivel del mar

Cabecera Municipal (Bilwi):

Los problemas higiénico - sanitarios de la cabecera municipal (Bilwi) están relacionados a una creciente inmigración rural, crecimiento territorial desordenado, falta de un sistema de alcantarillado y aguas negras, calidad del agua, uso intensivo de letrinas en mal estado, deficiente mantenimiento de zanjas municipales (equivalentes a un sistema de alcantarillado a cielo abierto para recepción de aguas domiciliarias y de drenaje longitudinal), deterioro de viviendas y falta de un programa de educación ambiental

El mantenimiento de los cauces y zanjas municipales se pueden considerar como deficientes, produciéndose estancamiento de aguas y crecimientos de arbustos, lo que contribuye a la proliferación de zancudos y creación de focos epidémicos potenciales, como por ejemplo, en el sector del mercado municipal. Cuando se hace limpieza de las zanjas generalmente, se deja toda la basura y tierra con lodo a lo largo de las calles.

uno de los problemas ambientales más críticos de la cabecera municipal (Bilwi) es de un sistema de alcantarillado sanitario, por lo que la mayoría de la población usa intensivamente las letrinas que en su mayoría están en mal estado, lo que constituye una fuente de contaminación por toda la ciudad

Un caso particular lo constituye el barrio o colonia Aeropuerto, donde a cada casa se le dota de un servicio sanitario con una fosa séptica sin salida, actualmente las fosas están llenas y con escurrimiento superficial, dándose un foco de contaminación que atenta contra la salud de sus pobladores. Sin embargo, los barrios mas críticos son los barrios El Muelle y el Barrio Sandino, donde el 37% y el 38% de las casas, respectivamente, no tienen letrinas

Esta situación general de contaminación produce olores ofensivos en el ambiente, focos de transmisión de enfermedades intestinales por las moscas. Por otro lado, considerando que el nivel freático es bastante alto, se asume que la mayoría de los pozos están contaminados por conformes fecales

En relación a la calidad del agua de consumo humano, la fuente de abastecimiento de agua potable proviene del río Brakira, unos 8 Km. Al norte de la ciudad; el abastecimiento es irregular. La captación del agua es directa, no existe ningún tratamiento por prefiltración ni cloración, sin

Embargo, el agua se considera como de calidad aceptable con poca contaminación.

Problemas del sector:

Hacen falta recursos financieros para promover proyectos deportivos y culturales a nivel de todo el municipio; la poca infraestructura existente se encuentra en estado de deterioro.

- Los principales problemas del sector transporte son alto costo de los pasajes, limitada cantidad de equipos rodantes para pasajeros, unidades en mal estado que ameritan reposición y falta de una Terminal para el servicio de transporte.

TELECOMUNICACIONES

El servicio de telecomunicaciones y correos es atendido por la Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones, teniendo sus oficinas en la cabecera municipal

ENITEL brinda el servicio telefónico público y 54 conexiones domiciliarias, lo que representa una cobertura de el 0.7% en relación al total de viviendas del municipio y de 2.3 en relación al total de viviendas urbanas

ENERGIA ELECTRICA

La infraestructura de energía eléctrica posee circuitos independientes para el servicio domiciliario y el alumbrado público

El servicio lo brinda la Empresa Nicaragüense de Energía Eléctrica (ENEL) en el casco urbano del municipio, con una cobertura del 33 0% del total de viviendas

TRANSPORTE

El transporte de carga y pasajeros se realiza por la vía aérea, acuática y terrestre. De la cabecera municipal (BILWI) se comunica con Managua a través de dos líneas aéreas (La Costeñas, Atlantic Airline), sin embargo, la población en general no tiene acceso al servicio por el alto costo del pasaje, de manera que, la mayoría usa el transporte terrestre o acuático para viajar a la región del pacífico. El medio aéreo es utilizado principalmente por personal de las instituciones y turistas que visitan la región

El transporte acuático se aprovecha sobretodo para la carga hacia o desde el pacífico, para esto se utiliza un barco de carga pequeño que cubre la ruta Rama - Bluefields - PUERTO CABEZAS y viceversa.

El transporte terrestre se aprovecha también para carga y pasajeros, a través de camiones que cubren la ruta **PUERTO CABEZAS- Managua - PUERTO CABEZAS**; el servicio no presta las condiciones básicas para los pasajeros y la misma carga, la travesía es muy larga y difícil, sobretodo durante el invierno. También existe transporte terrestre hacia Bonanza, Rosita y Siuna, aunque no con mucha frecuencia.

El parque vehicular para suministrar el servicio de transporte entre la cabecera municipal y las diferentes comunidades es limitado. En el casco urbano existe únicamente una pequeña flotilla de taxis que brinda el servicio a una demanda bastante limitada. La población del casco urbano acostumbra moverse a pie a lo interno y alrededores de la ciudad.

Generalidades del proyecto:

- a) Nombre del proyecto: Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas en el barrio " El Muelle " municipio de Puerto Cabeza (RAAN)
- b) Ubicación del proyecto: Región Autónoma Atlántico Norte, municipio de puerto cabezas, Bilwi, barrio El muelle.
- c) Área a la que pertenece este proyecto:
() Obra comunales

(x) infraestructura

d) Números de beneficiarios.

Directos	3500
Indirectos	12500
Total	16000

e) Numero de vivienda 528

f) Numero de familias 560

Estudio de Transito

TIPO DE VEHICULO	TRANSITO PROMEDIO DIARIO TOTAL	TRANSITO PROMEDIO SEMANAL
Automóviles	35	245
Buses	10	70°
Camión C2	22	154
Camión C3	13	91
JEPP/PICKUP	20	140
TOTAL	100	630

- La vía de acceso al proyecto es actualmente de Tierra

- El tipo de suelo que predomina en el sitio del proyecto es grava arcilloso

- El acceso al proyecto es transitable en todo el año

- Infraestructura existente

C/U	Comercio	oficina	fabrica	vivienda	parques	escuelas	Terrenos baldíos	Otros
Num.	-	-	-	528	-	1	-	-

CAPITULO III. ESTUDIOS TECNICOS

Estudio topográfico

Descripción del trabajo topográfico

El levantamiento topográfico fue realizado por el equipo de urbanismo y catastral de la Alcaldía Municipal de Puerto Cabeza.

El levantamiento topográfico consta de 82 estaciones con separación longitudinal de 10 mts y de 12 mts transversales cubriendo todo el derecho de la vía

El terreno natural presenta diferencias de alturas En algunos tramos, alturas que varían de 3.25 m a 0.80 m también el estudio muestra la existencia de cinco alcantarillas transversales a lo largo del camino el derecho de vía es de 12 metros.

La razante del terreno se calculo con el método de la media aritmética y bajo todos los parámetros de diseño (bajo normas de urbanización), con el fin de reducir los volúmenes de corte y de relleno de la obra. Se determino una pendiente del 4 % y un bombeo de calle del 3% para el drenaje pluvial de la misma, (bajo normas de diseños) Ambas pendientes permiten que la velocidad del agua esté en el rango de 0.7m/s y 7m/s según **Normas Nic - 2000**

ESTUDIO DE SUELO

Información general

Este informe presentan los resultados de investigación efectuados en el camino que va en dirección al muelle en el barrio el muelle municipio de Puerto Cabeza (RAAN) con el propósito de determinar las características principales del subsuelo para realizar el diseño de estructura de pavimento requerida

Estas investigaciones fueron solicitadas al laboratorio **GS Ingeniería Integral S.A de CV**, quien procedió a realizar el estudio de suelos correspondientes. Estos laboratorios fueron contratados por la alcaldía municipal de Puerto Cabeza

Nombre del proyecto:

El proyecto se denomina **Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas en el barrio el muelle, municipio de Puerto Cabeza (RAAN)**

Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en el barrio el muelle, camino que va en dirección al muelle, en el Municipio de Puerto Cabeza, Nicaragua.

Investigación efectuada.

Con el propósito de conocer las condiciones y características del subsuelo a lo largo del camino en estudio, se procedió a la ejecución de 6 sondeos manuales con una profundidad promedio de 1.30 metros cada uno, los que se distribuyeron de forma racional en toda la longitud del camino, ubicándose de manera alterna a la izquierda y derecha del eje central, a una distancia entre sondeo no mayor de 200 metros.

Las muestras obtenidas se examinaron y clasificaron In Situ por el personal de campo, tomándose muestras alteradas, bebiblemente identificadas mediante procedimientos rutinarios de campo, correspondientes a cada estrato, las cuales se trasladaron al laboratorio para realizarle los ensayos básicos necesarios.

Estudios de laboratorios

Las diferentes muestras de suelos que se obtuvieron en la exploración, fueron sometidas a ensayos de laboratorio

A continuación se indican los tipos de ensaye y la designación AASHTO correspondiente

Tipo de ensaye	Designación AASHTO
Análisis granulométrico de los suelos	T 27 – 88
Limite liquido de los suelos	T 89 – 90
Índice de plasticidad de los suelos	T 90 – 97
Ensaye CBR	T 193 – 97
Peso unitario (*)	T 19 – 88

(*) Ensaye realizado solo a las fuentes de materiales.

En el anexo de este informe se presenta los resultados de los ensayos de laboratorios efectuados a las muestras obtenidas en el campo

Todos los suelos en estudios se clasificaron por el sistema **AASHTO** en su designación **M145-87**

Resultados obtenidos:

A - Sondeos Manuales

Sobre la base de los reportes técnicos de campo y los resultados de laboratorio, se puede afirmar que en todo el camino en estudio predomina la estratigrafía siguiente:

- En todo el camino investigado por lo general predominan suelos gravo arcillosos, con contenido de fracción del tipo A-2-7 () y A -1-a, con plasticidad de media a alta y medianamente compresibles Su color varía de café rojizo. Café amarillento.
- Alternando entre los sondeos, aunque en pequeñas cantidades, se encuentra un suelo del tipo A -1-b.

B - Fuente de Materiales

Nombres de los bancos

Banco # 1· Kamla

Banco # 2· La Bucana

C- Distancia de los bancos del proyecto

Banco # 1: 80 Km del sitio de la obra

Banco # 2 50 Km del sitio de la obra

D - Situación actual de los bancos:

Tendencia de los bancos	Publica	Privada	
		X	
Existen estudios de suelo Actualmente	SI	NO	
	X		
Los bancos actualmente están en Explotación	SI	NO	
	X		
Existe suficiente material Para Ejecutar el proyecto	SI	NO	
	X		
El acceso a los bancos se Encuentra	Bueno	Regular	Malo
		X	

Observaciones

Según el estudio de suelo el terreno predominante es una grava arcillosa de compresibilidad media a alta y con altos porcentajes de humedad, por lo cual es necesaria la utilización de los bancos de materiales los cuales tienen un previo estudio de suelo Ver anexos.

ESTUDIO DE TRANSITO

El estudio de transito fue realizado a través de un conteo diario, durante una semana

Los datos obtenidos son los siguientes:

TIPO DE VEHICULO	TRANSITO PROMEDIO	TRANSITO PROMEDIO
	DIARIO TOTAL	SEMANAL
Automóviles	35	245
Buses	10	70°
Camión C2	22	154
Camión C3	13	91
JEPP/PICKUP	20	140
TOTAL	100	630

Debido a que el volumen vehicular promedio diario total es menor que 500 el diseño de los espesores del pavimento fue realizado por el método de Murillo López de Souza. Según las características del transito corresponde a un transito liviano con carga máxima de 5 toneladas.

CAPITULO IV. DISEÑO VIAL Y DISEÑO DE CUNETAS

DISEÑOS DE ESPESORES DE PAVIMENTOS

Consideraciones de diseño

Método de diseño: **Murillo López de Souza**

Carga máxima por eje: **5 toneladas**

Intensidad de lluvia anual: **2260.6 Mm.**

Espesores de pavimentos

De acuerdo al tipo de suelo encontrado y a las características de tránsito considerado se define el espesor total requerido por tramo, detallándose a continuación

Al utilizar adoquín el espesor se incrementará en 5cm, dado que se considera que el lecho de arena no tiene ningún aporte estructural

Tramo estacionamiento	Espesor total requerido (centímetros)	Espesor de base (centímetro)	Espesor de sub-base (centímetros)
0+00 al 1+36.6	42	15	27
1+36.6 al 2+73.2	22	12	10
2+73.2 al 4+09.8	25	15	10
4+09.8 al 5+46.4	29	19	10
5+46.4 al 6+83	25	15	10
6+83 al 8+20	46	15	31

El inicio del proyecto que corresponde al estacionamiento 0+00 se ubica en la entrada del barrio

Recomendaciones

En base al trabajo de campo, resultado de laboratorio y las conclusiones anteriores se recomienda

- Los espesores de pavimento recomendados tanto de base como de sub-base son los expuestos en la tabla anterior del presente informe.

- Si se desea elevar la rasante para colocar los espesores requeridos deberá inicialmente removerse los primeros 10 cm y retirar todo el material de origen orgánico y re-compactarse a 95% de su densidad máxima

- Antes de conformarse la base y la sub-base, deberá eliminarse las partículas mayores de 11/2pulg Para la sub-base y de 1pulg Para la base

- Los espesores recomendados para el adoquín son los siguientes

Tramo	Espesor total requerido (cm).	Espesor Adoquín (cm).	Espesor de arena (cm).	Espesor de base (cm).	Espesor de sub-base (cm).
0+00 al 1+36.6	42	10	5	15	17
1+36.6 al 2+73.2	22	10	5	12	0
2+73.2 al 4+09.8	25	10	5	15	0
4+09.8 al 5+46.4	29	10	5	19	0
5+46.4 al 6+83	25	10	5	15	0
6+83 al 8+20	46	10	5	15	21

El espesor se incrementa en 5cm dado que se considera que el lecho de arena no tiene ningún soporte estructural.

Conclusiones del Diseño del pavimento (semi-flexible)

Sondeos manuales

Los materiales encontrados en la exploración que predominan en el sub-suelo son suelos gravo arcillosos del tipo A-2-7 y en menor cantidad los suelos del tipo A-1-b y A-1-a que se presentan en forma alterna entre los sondeos en los estratos superiores

Todos los materiales encontrados en los estratos inferiores son considerados de una calidad de excelente a buena como material de cimentación de terraplenes o sub – razante

Recomendaciones generales

Antes de colocar los espesores recomendados, deberá instalarse un adecuado sistema de drenaje superficial (cunetas), el cual permitirá la recolección y evacuación de las aguas superficiales y que minimice la infiltración.

Como material de base y sub-base pueden utilizar cualquiera de las dos fuentes de materiales analizadas.

Se deberá llevar un estricto control de los materiales a emplear como relleno, así como el control de compactación al momento de su colocación

DISEÑO DE CUNETAS

Una obra horizontal no solo depende de un buen diseño de pavimento, también depende de un buen diseño de drenajes

Las cunetas son canales pequeños que corre en sentido longitudinal del camino y sirven para recoger el agua y apartarla de la explanación lo más rápidamente posible. Las cunetas constituyen un problema de drenaje y su sección hay que proyectarla correctamente, pues desempeñan un papel importante en la vida útil del camino y se emplean en los cortes, para evitar que el agua que cae en las zonas altas llegue a la carretera por los taludes. En los terraplenes el agua corre al pie del talud del terraplén.

En nuestro estudio se hizo el calculo del caudal utilizando el Método Racional para el calculo del caudal pico y el dimencionamiento de las cunetas se realizo a través de la formula de Maning los cálculos correspondientes se presentan a continuación.

Intensidades de lluvia en el municipio de puerto cabeza (según INETER)

$$I_{\text{anual}} = 2260.6 \text{ mm/h}$$

$$i_{\text{max}} = 4574 \text{ mm/h (mes de Junio)}$$

Calculo del caudal pico.

Método racional.

$$Q = C * I * A$$

$$C = U_s * T_s * P_t$$

De donde.

De donde.

Q: El caudal pico en m³/s

U_s = Uso del suelo

C coeficiente de escorrentía

T_s = Tipo de suelo

A Área en Hectáreas

P_t = Pendiente del terreno

Ver tablas en anexos. (C = 0.38)

$$Q = (0.38) * (6.35) * (0.12)$$

$$\underline{Q = 0.29 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Caudal pico)}}$$

Calculo del caudal de diseño.

Debido ha que el caudal pico es bajo se utilizan las dimensiones minimas tipicas para cunetas según las **Normas Nic.2000**.

$$A = (3.62 * 15) / 2 = 0.27 \text{ m}^2$$

$$P_m = 3.77 \text{ m}$$

$$Q = V * A$$

$$R_H = A / P_m$$

De donde:

Q: caudal en M³/s

V: velocidad del flujo en m/s

A. Área de la cuneta en m²

$$V = 1 / n * R_H * S_o^{1/2}$$

$$V = 1 / (0.013) * (0.072)^{2/3} * (0.04)^{1/2}$$

$$V = 2.66 \text{ m/s} < 3 \text{ m/s}$$

(3m/s Velocidad máxima Para canales abierto de concreto) OK

$$Q = 2.66 \text{ m/s} * 0.27 \text{ m}^2 = 0.72 \text{ m}^3/\text{s} > 0.29 \text{ m}^3/\text{s} \quad \underline{\text{Ok}}$$

El caudal de diseño es mayor que el caudal pico, por lo tanto las dimensiones de la cuneta tipita satisfacen las condiciones de diseño

CAPITULO V. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL.

IMPACTO AMBIENTAL

Estudios de impacto ambiental.

Basada en manual de evaluación de impacto ambiental, CONAMA, 1994

Introducción.

Aunque se reconoce la importancia de los distintos informes que permiten documentar la evaluación de impacto ambiental, como son los informes preliminares y las declaraciones de impacto ambiental, en este capítulo solo se analizarán los estudios de impacto ambiental dado el papel central que cumplen en el proceso.

Ellos permiten documentar todo el análisis de los impactos ambientales de una acción determinadas como de las diferentes alternativas para su implementación, las medidas de mitigación y/o compensación, y los planes de seguimiento, monitoreo y control

Además, constituyen la fuente de la información primordial para aquellas instituciones que deberán pronunciarse acerca de la acción propuesta. Por otra parte, un estudio de impacto ambiental es un conjunto de estudios técnico científicos, sistemáticos, interrelacionados entre sí, cuyo objetivo es la identificación, predicción y evaluación de los efectos positivos y negativos que puede producir una o un conjunto de acciones de origen antrópico sobre el medio ambiente físico, biológicos o humano. La información entregada por el estudio debe permitir llegar a conclusiones sobre su entorno, establecer las medidas a implementar para mitigar y monitorear los impactos, y proponer los planes de contingencias necesarios.

Características de los impactos ambientales.

Los impactos ambientales tienen ciertas características que les son propias, sin las cuales no podrían cumplir con los objetivos y ventajas que les han sido

identificados como una herramienta útil en la protección ambiental. Algunas de ellas incluyen aspectos tales como.

- Estudios predictivos apoyados en información científicas
- Análisis multi e interdisciplinarios, donde diferentes especialistas deben interactuar para lograr una visión de integral de las variables en estudios.
- Análisis de los distintos aspectos involucrados por medio de datos de un mismo nivel de resolución para establecer relaciones entre ellos y para que puedan ser interpretados en sus conjuntos
- Análisis ambientales de las acciones en un marco metodológico muy variado, por lo que la elección de los métodos mas adecuados requiere generalmente de un conocimiento de la actividad o proyecto a ejecutar y de las características generales del territorio o lugar donde la actividad se vaya a implementa

Estudio de impacto ambiental del proyecto.

El estudio se realizo en tres etapas, (principio o ejecución de la obra, durante el uso de la obra, y el fin de la obra) en las cuales se analizo los impactos negativos y positivos y sus formas de mitigación

Principio o ejecución de la obra

Impactos negativos

Polvos cuando trabajan las maquinas.

Ruido de las maquinas

Vibración debido de las maquinas debido a la compactación.

Estación de los bancos de materiales

Uso de los ríos en el transcurso de la construcción.

Dificultad en la circulación de los habitantes que viven cerca de la obra

Mitigación.

Mantener con relativa humedad el perímetro o radio de operación de las maquinarias

Hacer una encuesta previa para que las maquinas trabajen en horas donde no se encuentra muchos habitantes en sus viviendas

Hacer un plan de reforestación y readaptación para la flora y fauna del lugar del banco

Señalizar bien las zonas de de uso peatonal y dejar el señalamiento necesario para evitar cualquier accidente

Explotar en lo mínimo los ríos cercanos, sabiendo utilizar la cantidad necesaria de agua en la obra, por medios de cálculos exactos en la humedad optima.

Durante el uso de la obra

Impactos negativos.

Aumento del flujo vehicular siendo más peligrosa la circulación de los habitantes.

Aumento del dióxido de carbonos el cual es perjudicial para los habitantes del lugar y para todos lo ecosistemas existentes.

Mitigación.

Forestar el área a lo largo de la vía para reducir el dióxido de carbono

Señalizaciones verticales donde se prohíban el ruido de las bocinas, en lugares como centros educativos o hospitales

Construir andenes y señalización peatonal

Fin o cierre de la obra.

Impactos negativos

Estancamiento de agua en los baches de la calle

Enfermedades producto del mal estado de la vía

Congestionamiento de transito

Difícil circulación peatonal.

Mitigación

Mantenimiento continuo de la vía

CAPITULO VI. COSTO Y PRESUPUESTO

PRESUPUESTO				
PROYECTO: REVESTIMIENTO 820 ML Y OBRAS CONEXAS DEL BARRIO EL MUELLE				
ACTIVIDADES	U/M	CANTIDAD	C/U	TOTAL
Limpieza inicial	M ²	7872	2	15,744 00
Trazo y nivelación	M ²	7872	3	23,616 00
Movimiento de tierra				
Acarreo de material de préstamo	M ³	2195 26	100	219526
Corte y conformación	M ³	3,820 42	102 31	390,877 2
Botar tierra sobrante de excavación	M ²	2659.78	107.655	286,325 32
cunetas				
Concreto (2500 psi)	M ³	351 99	1,172 274	4,874 32
formaleta				
Tablas (1" x 8" x 5vrs)	c/u	114	95	13,680
Reglas (1" x 3" x 5vrs)	c/u	55	18	990
Mamo de obra	MI	1640	25	41,000
Adoquinado				
Adoquín	c/u	108,240	11.5	1,244,760
Arena fina	M ³	418	100	41,800
Transporte para arena	M ³	418	250	104,500
Mano de obra	M ²	4,920	20	98,400
Cribado de arena	M ³	418	12	5,016
Andenes				
Cemento	Bls	702.576	115	80,796 24
Arena	M ³	66.1248	350	23,143.68
Grava	M ³	90.3312	110	9,936.432
Agua	gln	4,918	0 3	1,475.41
Reglas de pino (1"x3"x5vrs)	c/u	236	18	4,448
Clavos 2 ½"	lbs	295 3	40	2,953
Mano de obra (concreto)	M ³	98.4	9.65	949.66

Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas en el B° El Muelle Municipio de Puerto Cabeza

Mano de obras para andenes	M ²	1,968	10.35	20,368 8
Viga Transversal				
Concreto (2500psi)	M ³	4.158	1,172.274	4,874 32
Varilla Ho 3/8"	c/u	56	47	2,632 00
Varilla Ho 1/4"	c/u	80	25	2,000
Alambre de amarre	Lb	40	10	400
Tablas (1" x 8" x 5vrs)	c/u	15	95	1,425
Reglas (1" x 3" x 5vrs)	c/u	4	18	72
Clavos 2"	Lb.	4	10	40
Mano de obra	MI	84	30	2,520
Ampliación de alcantarilla				
Bloques de 6"	c/u	595	8	4,760
Hierro de 1/2	VARRILLA	95	94	8,930
Alambre de amarre	Lb	60	10	600
Clavos corrientes 3"	Lb.	100	10	1,000
Cemento	Bls.	144	115	16,560.
Arena gruesa	m ³	2 1	115	16,560
Arena fina	m ³	0.66	100	66 65
Agua	Gln	1,212.75	0.3	363 83
Mano de obra	Global	5	1000	5,000
Señalización vertical	c/u	18	1,500	27,000
Herramienta				
Carretilla	c/u	10	550	5,500
Pala punta redonda	C/u	10	120	1,200
Barril metálico	c/u	2	100	200
Cequeta	c/u	8	18	144
Baldes	c/u	8	50	400
Administración				
Rotulo	c/u	1	900	900
Bodega	c/u	90	120	10,800
Fiscal	d/n	90	120	10,800
Supervisor	d/n	50	150	7,500
Promotoria	d/n	15	75	3,375
Vigilancia	d/n	180	120	21,600
Transporte	Global	1	13,894.13	13,894.13
Imprevisto	Global	1	13,894 13	13,894 13
			Total	3,352,963.722

CONCLUSIONES.

- 1- En base a los resultados obtenidos en el estudio de suelo suministrado por la alcaldía de puerto cabeza se determino que los bancos de materiales la bocanita y kalma son actos en el diseño de de base y sub-base y cumplen con las especificaciones técnicas para la base y la sub-báse

- 2- En el estudio de suelo se encontró con mucha frecuencia los suelos A-2-7 y A-2-6 siendo estos suelos con arena y grava con algunos finos de arcillas de alta plasticidad otros tipos de suelo encontrado en pocas cantidades es el A-2-b y A-1-a de excelente calidad para subrazante.

- 3- En el estudio de transito se obtuvieron la cantidad de vehiculo promedio diario, siendo la cantidad menor a 100 vehículos promedio diarios

- 4- Los espesores de las diferentes capas de pavimento se obtuvieron a través del método de diseño de pavimento semi-flexible de murillo López de Souza ya que es el más utilizado para el diseño de pavimento semi-flexible

- 5- Los impactos al medio ambiente son mínimos los cuales se tomaron en cuenta y se plantea la forma de mitigación de cada uno de ellos

- 6- El take-off se calculo con forme el diseño de planos constructivos y con el valor actual del dólar.

- 7- El cálculo de la razante se hizo a través de la media aritmética de las alturas del perfil longitudinal del terreno natural y respetando los parámetros estipulado por las Normas Nic-2000

- 8- El diseño de cunetas se realizo a través del método racional y apoyado por el método de maning para el dimencionamiento de las cunetas.

RECOMENDACIONES

De todo lo antes expuesto, se desprende las siguientes recomendaciones para el diseño de carreteras con superficie adoquinada:

1-la variable tráfico es la que debe determinar la pavimentación de la vía (con un sistema u otro). El tráfico es un indicador de la importancia de la vía, como reflejo del movimiento de carga y de persona. Al respecto, se puede afirmar que toda la vía con tráfico menor de 100 VPD probablemente no debería ser pavimentada. Para tráfico de 100 a 250 VPD deben estudiarse la solución con adoquines en comparación con otra, pudiéndose optar por un pavimento de menor calidad (bases estabilizadas con sello asfáltico como superficie de rodamiento)

2- al seleccionar el sistema de pavimentos deben tener en cuenta tanto todo el material disponible para la base (banco de materiales), como los suelos de la subrasante. Suelo con alta plasticidad y baja resistencia necesariamente tendrán que ser protegidos con capas de materiales de alta calidad y de espesor suficiente, así como deberá prevenirse la infiltración de aguas así la subrasante. En estos casos debe considerarse la posibilidad de utilizar de materiales de base (CBR mayor de 80) e impermeabilizarse con sellos y capas asfálticos. En dependencia del volumen de tráfico

3- la superficie de arena-adoquín debe construirse correctamente. La granulometría de la cama de arena y su espesor son importantes. Más importante aun es la granulometría de la arena para la junta, así como sus dimensiones. Debe recomendarse que la junta dependa de la capacidad de transferencia de carga, en forma de transferencia de cortante, de la superficie adoquinada.

Todo lo antes dicho asume por descontado que el concreto de los adoquines tiene la resistencia adecuada, según las especificaciones técnicas

4- Colocar los espesores del pavimento indicado en el diseño de este informe, los que se determinaron considerando un tránsito liviano y de acuerdo a los estudios de suelo encontrados a lo largo del camino investigado

5-es entendido que el nivel de la rasante dependerá del diseño geométrico y/o condiciones de drenajes existentes a lo largo de la vía.

6-si por razones de diseño geométrico o drenaje en algunas secciones la rasante proyectada coincide con el terreno natural debe socavarse un espesor igual al del pavimento recomendado por otra parte si es previsto efectuar relleno es recomendable escarificar 15 a 20cm del material existente y compactar al 95% proctor estándar ASTM D-698 (AASHTO T-99).

7-el material de la sub-base deberá compactarse al 95% y el de la base al 100% referido ambos al proctor modificado (ASTM D-1557) AASHTO T-180

8-finalmente se recomienda dotar a la obra de un eficiente sistema de drenaje que evite el estancamiento de agua superficiales a lo largo de la vía y/o subterráneo en el cuerpo del terraplén lo que podría afectar su estabilidad (en las losas de rodamiento que están encima de las alcantarillas transversales existentes se recomienda dejar un boquete de 1.20 x 0.60 que sirva como obras de alivio para reducir el la velocidad y el flujo de agua que cae por las precipitaciones

9-se recomienda dejar andes peatonales de 1.20 x 1 50 con separación de juntas de 3cm y un espesor de 8cm (según normas nic.2000).

Anexo I

Memoria de Calculo

MEMORIA DE CÁLCULO

1. CANTIDAD DE ADOQUINES.

Datos

1.1 longitud de calle	820 ml
1.2 ancho de calle	6.00 mts
1.3 cantidad de adoquines por m ³	20 adoquines
1.4 costo del adoquín	C\$ 8.00
1.5 costo por transporte	C\$ 3.25
1.6 costo por cargar y descargar	C\$ 0.25

Nota: según precio del convenio mas prestaciones sociales

1.7 costo total del adoquín puesto en obra incluyendo prestaciones	C\$ 11.50
1.8 área de adoquinado	4,920 m ²
1.9 cantidad total de adoquines	4,920 x 20 adq x m ² = 98,400 adoquines
Considerando el 10% de desperdicio	

$$98,400 \times 1.10 = 108,240 \text{ adoquines}$$

1.10 costo del adoquín	108,240 x C\$ 8.00 =	C\$ 865,920
1.11 costo de transporte	108,240 x C\$ 3.25 =	C\$ 351,780
1.12 costo de carga de descarga	108,240 x C\$ 0.25 =	C\$ 27,060

COSTO TOTAL DEL ADOQUIN A UTILIZAR C\$ 1,244,760.00

2. CANTIDAD DE ARENA PARA COLOCAR ADOQUIN

Datos:

2.1 área de adoquín	=	4,920 m ²
2.2 costo total de arena de en m ³		C\$ 100.00
2.3 costo de transporte		C\$250.00
2.4 espesor de capa de arena cribada en malla No4 =		0.05m
2.5 cantidad de arena para colocar el adoquín 4920m ² x 0.05m =		246.00m ³
(cama de arena)		

3. ARENA PARA RELLENO DE JUNTAS

Datos:

3.1 Espesor de adoquín =	0.10m
3.2 perímetro de adoquín (0.35 + 0.35 + 0.17 + 0.17) =	1.04m
3.3 junta de adoquín	0.01m
3.4 volumen de arena para sellar adoquín (0.10m x 1.04m x 0.01m) =	0.00104 m ³
3.5 volumen de arena de juntas de adoquín para 1m ² (0.00104m ³ x 20 adoquines) =	0.0208m ³
3.6 volumen total de arena para junta de adoquín (4920m ² x 0.0208m ³) =	102.336m ³
3.7 Sub-total de arena para colocar adoquines (246m ³ + 102.336m ³) =	348.336m ³
3.8 considerando el 20% de desperdicio (348.336 x 1.20) =	418.00m ³
3.9 Total de arena a utilizar en adoquinado =	418m ³ (arena cribada en malla No 4)
3.10 Costo por cribar arena en malla No 4 C\$12 el m ³ (incluyendo el botado de broza y prestaciones sociales según convenio colectivo)	
3.11 costo de arena (418m ³ x C\$ 100) =	C\$ 41,800.00
3.12 costo de transporte arena (418m ³ x C\$ 250) =	C\$ 104,500.00
3.13 costo total de arena	C\$ 151,316.00
3.14 costo por mano de obra para adoquín Precio de pegado de adoquín x m ² = C\$ 20 (incluyendo prestaciones sociales según convenio)	
3.15 área de adoquín a colocar (820 x 6) =	4,920m ²
3.16 costo total de mano de obra en colocación de adoquines 4,920 x C\$ 20 =	C\$ 98,400

COSTO TOTAL DEL TRABAJO DEL ADOQUINADO INCLUYENDO MATERIALES Y MANO DE OBRA

Costo de adoquín incluyendo traslado	C\$ 1,244,760.00
Costo total de arena incluyendo traslado y clavado	C\$ 151,316.00
Costo de mano de obra por colocado de adoquín	C\$ 108,240.00

Total = 1,504,316 costo de adoquín

4. ANDENES Y CUNETAS

Según plano

4 1 largo de calle =	820 ml
4 2 total en ml de andenes = 820ml x 2 =	1640 ml
4 3 ancho de anden (según plano) =	1 20 m
4 4 espesor del anden =	0.05 m
4 5 área de andenes (1640 x 1 20) =	1,968 m ²
4 6 volumen de concreto (2500 PSI) 1968m ² x 0 05m =	98.4m ³
4 7 precio de concreto por m ³ incluyendo IGv para un m ³ de concreto de 2500 PSI	
Cemento = 7.14 bolsa	costo C\$ 115 puesto en sitio C\$821.11
Arena = 0.6720 m ³	costo C\$ 350 puesto en sitio C\$ 235.20
Grava = 0 9180m ³	costo C\$ 110 puesto en sitio C\$ 100 98
Agua = 49 98Gal	costo C\$ 0.30 puesto en sitio C\$ 14 994

Total = C\$ 1,172.274

4 8 Costo total de concreto

$$98.4\text{m}^3 \times \text{C\$ } 1,172.274 = \text{C\$ } 115,351.76$$

$$\text{Mano de oba} = \text{C\$ } 9.65 \text{ el m}^3$$

$$98.4\text{m}^3 \times \text{C\$ } 9.65 \text{ el m}^3 = \text{C\$ } 949.56$$

Costo total = C\$ 116,301.32

4 9 Costo unitario de mano de obra para andenes incluyendo conformación, enguillado, colocado de concreto, con acabado arenillado y prestaciones sociales
C\$ 10 35

4.10 Costo de mano de obra de andenes = 1968m² x 10.35 = C\$ 20,368 80

4 11 cantidad y costo de materiales para andenes

Regla de pino (1 x 2" x 5 vrs)

Precio pulg / vrs =

C\$ 1 20

Valor de vara de regla (1 x 3) = C\$1.20 x 3' = C\$ 3 6 incluyendo IGv

Costo de regla C\$3.60 x 5 vrs = C\$18 00

Cantidad de reglas (1" x 3" x 5vrs) 820 ml x 21 1640 /3 uso = 546 67ml

$$1 \text{ m} \quad \text{-----} \quad 1 \text{ 19vrs}$$

$$546 \text{ 67m} \quad \text{-----} \quad X$$

$$X = 650 \text{ 54 vrs} / 5 \text{ uso} = 130.11 \text{ reglas}$$

4.12 para enguillado de andenes

$$1640\text{m}^2/1.5 \text{ (separación de regla)} = 1093 + 1 = 1094 \times 1 \text{ 2m} = 1313/0.84 = 1563$$

$$1563/3 \text{ usos} = 521 \text{ vrs}$$

$$521/5\text{varas} = 105 \text{ reglas}$$

4.13 Total de reglas (1' x 3" x 5vrs)

131 + 105 = 236 reglas

4.14 Costo total de regla = $236 \times 18 =$ **C\$4,248.00**

4.15 Calculo de clavo

Clavo ----- 2 -1/2"

Total de reglas en ml = 2953ml

En 10ml ----- se utiliza 1Lb de clavos

4.16 Total de clavos en Lbs $2953 / 10 = 295.3$ Lbs

4.17 Costo total de clavos = $295.3\text{Lb} \times \text{C}\$8 =$ **C\$ 2,362.40**

COSTO TOTAL DEL ANDEN

Concreto = **C\$116,301.32**

Mano de obra = **C\$ 20368.8**

Materiales = **C\$ 6610**

Costo total de andenes = C\$ 114,280.12

5. CUNETETA

5.1 Longitud de cuneta = $820 \text{ mts} \times 2$ (ambos lados) = 1640 Concreto 2500 PSI

5.2 Precio de concreto para un metro cúbico = C\$1,172.27 incluyendo IGV y puesto en sitio

5.3 volumen de concreto a utilizar en cuneta.

Area 1 = $0.35 \times 0.20 =$ 0.0712 m²

Area 2 = $0.20 \times 0.62 =$ 0.124 m²

Area total de cuneta = 0.19512 m²

5.4 Volumen total de concreto = $0.1951 \text{ m}^2 \times 1640\text{m} = 319.99 \text{ m}^3$

Volumen total de concreto = $319.99 \text{ m}^3 \times 1.10 = 351.99 \text{ m}^3$

Costo total de concreto = C\$412,628.72

5.5 Formaleta de cuneta

$L = 2 \times (0.356 + 0.618) + 1640\text{ml}$

$L = 1641.948 \times 1.1$ (desperdicio) = 1806ml

$L = 1806 \text{ ml} \times 1.19 \text{ vrs/ml} = 2149.14 \text{ vrs}$

$L = 2149.14\text{vrs} / 3\text{usos} = 716.38\text{vrs} / 5\text{vrs} \times \text{tabla}$

$L = 144 \text{ tablas de } 1 \times 3'' \times 5\text{vrs}$

5.6 Reglas (1x 3''x 5vrs) $1640 \times 2 \times 3280 \times 0.25$ (ancho)=

$820/3\text{usos} = 274/5\text{vrs} = 55\text{reglas}$

5.7 Costo de formaleta 1 tabla $1 \times 8' \times 5\text{vrs} = \text{C}\$ 95$ incluyendo transporte

5.8 Costo total = $144 \times 95 = \text{C}\$13,680.00$

5.9 Costo total de regla = $55 \times 18 \text{ C}\$990.00$

5.10 Costo total de madera en utilizar en madera = **C\$15,660.00**

5 11 Mano de obra = C\$ 25 ml (encofrado y desencofrado, llenado de concreto incluyendo acabado) = C\$ 25 x 1640ml = C\$ 41,000

COSTO DE CUNETETA

Concreto = C\$ 412,2628 72
Formaleta = C\$ 15,660 00
Mano de obra = C\$ 41,000.00

Costo total = C\$ 469,296

6. VIGAS TRANSVERSLES

6 1 Volumen de concreto (2500 PSI)

$$\text{Área} = 0.15 \times 0.30 = 0.045\text{m}^2$$

$$\text{Volumen} = 0.045 \times 6 \text{ m} = 0.27\text{m}^3$$

$$\text{Volumen} = 0.27\text{m}^3 \times 1.10 = 0.297\text{m}^3 \text{ para una viga}$$

6.3 **Volumen total = 0.297m³ x 14 = 4.158m³**

$$1\text{m}^3 \text{ ----- costo C\$ } 1,172.27$$

6 4 **Costo total concreto = 4.158 x 1,172.274 = 4,874.32**

6.5 Hierro 3/8 = 14 x 4 Varillas = 56 Varillas

En 1 metro cúbico = 56 varillas

Metros lineales = 56 varillas x 6m = 336ml

6.7 Costo x varilla = C\$ 47

6.8 Costo x varilla = C\$ 47 x 56 = C\$ 2632

6 9 Alambre de amarre = 40 Lb

6 10 Costo de alambre de amarre = C\$10Lb

6 11 Costo total = C\$ 400

6 12 Hierro ¼" = 80 varilla ----- costo total de varilla de ¼" = C\$25 00

$$\text{C\$ } 25 \times 80 \text{ varilla} = \text{C\$}2000.00$$

6 13 Mano de obra = C\$ 30ml

6 14 Costo total = 14 x 6ml = 84ml x C\$30 = C\$2520 00

6.15 CALCULO DE FORMALETA (VIGAS TRANVERSAES)

$$\begin{aligned}L &= 2(14 \times 6) = 168 \text{ ml} \\L &= 168 \times 1.10 = 184.8 \text{ m} \\L &= 168 \times 1.19 = 220 \text{ vrs}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L &= 220 \text{ vrs} / 3 \text{ usos} = 74 \text{ vrs} \\L &= 74 / 5 = 15 \text{ tabla (1' x 8' x 5 vrs)}\end{aligned}$$

Costo de tabla = C\$ 95.00
Costo total de tabla = C\$1425 00

Regla (1'x3'x5 vrs)
Se colocan tensoras c/ 0.50m
6m x 2 = 12 + 1 = 13 tensor de 0.20

Longitud de tensores = 40.04 ml/ 3 usos = 14 ml x 1.19
Cantidad de reglas = 15.88vrs/5 = 3 776
Longitud de reglas = 4 reglas de 1"x3x5"
Costo de reglas = 4 reglas de 1"x3 5vrs
Costo de la reglas = C\$ 72 00
Clavo de 2 pulg = 4 lbs
Costo de clavos = 4 lb x C\$ 10 = C\$ 40.00

COSTO TOTAL DE VIGAS TRANVERSALES

Costo del volumen de concreto =	C\$ 20,267.40
Costo de varillas de hierro de 3/8" =	C\$ 2,632.00
Costo de varillas de hierro de 1/4" =	C\$ 2,000.00
Costo alambre de amarre =	C\$ 400 00
Mano de obra =	C\$ 2,520 00
Tabla de 1"x8' x5vrs =	C\$ 1425 00
Mdera reglas 1"x3' x5vrs =	C\$ 72 00
Clavo 2" =	C\$ 40 00

Total = C\$ 29,356.4

7. AMPLIACION DE ALCANTARILLA

Alcantarilla a ampliar = 5.6m x 2.5m x 1.7

Mampostería = 5.60m x 1.70m = 9.52 m² x 12.5 = 119 bloques

Cemento = en un m² de pared se utilizan 0.375 bolsas
9.52 m² x 0.37 bolsa = 3.57 bolsas

Arena fina = 1 m² de bloque ----- 0.014m³
9.52 m² x 0.14 m³ = 0.133 m³

LOSA DE RODAMIENTO

Volumen de concreto = 5.60m x 2.5m x 0.15 = 2.1m³

Hierro ½ = 5.6/0.15 = 37.33 x 2.5 = 93.33ml / 6 ml(varilla) = 16 varilla

2.5 / 0.15 = 16.6ml / 6 ml = 3 varilla

Total varilla = 19 varilla

Alambre de amarre = 19 varilla = 2.375qq x 0.05
= 2.375 X 100 = 237 LB X

Alambre de amarre = 11.875 lb

Cemento

5.6m x 2.5m x 0.15m = 2.1m³
1 m³ ----- 12 bolsas
2.1m³ x 12 bolsas = 25.2 bolsas

Arena = 2.1 m³

Agua = 55 galones para un metro cúbico
= 55 x 2.1 = 242.55 gls

Madera de la existente en uso

Mano de obra

1 alcantarilla global C\$1,000.00

AMPLIACION DE ALCANTARILLA (PARA 5 ALCANTARILLA)

Bloques de 6"	=	595 bloques x C\$ 8 c/u	=	C\$4760
Hierro de ½"		95 varillas x C\$ 94 c/u	=	C\$8930
Alambre de amarre	=	60 lbs x C\$10	=	C\$600
Clavos corrientes de 3"	=	100lbs x C\$10	=	C\$1000
Cemento		144 bolsas x C\$ 115(Transp Incluido)	=	C\$16,560
Arena gruesa	=	2.1m³ x C\$100	=	C\$210
Arena fina	=	0.6665m³ x C\$100	=	66 65
Agua	=	1212.75 gln x C\$0 30	=	C\$363 83
Mano de obra	=	5 x 1000	=	C\$ 5000

Total = 37,490.48

MOVIMIENTO DE TIERRA.

1 Longitud de calle=	820ml
2 Ancho de calles incluyendo cunetas y andenes=	9 60mts
3. Espesor de base de material	

Tramo 1 =	17cm
Tramo 2 =	12cm
Tramo 3 =	15cm
Tramo 4 =	19cm
Tramo 5 =	15cm
Tramo 6 =	21cm.

4. Espesor de sub-base

Tramo 1 =	15cm.
Tramo 2 =	15cm

Porcentaje de abundamiento = 30%

1 Costo de material selecto cortado y cargada en el banco con transporte incluido = \$100 00

2 Áreas de cortes:

Tramo 1 = 12 m ²	(12 x 9.60 = 115 2 m ³)
Tramo 2 = 89.3 m ²	(89.3 x 9 60 = 857 28 m ³)
Tramo 3 = 196 m ²	(196 x 9.60 = 1881 6 m ³)
Tramo 4 = 97 66 m ²	(97 66 x 9.60 = 937.54 m ³)
Tramo 5 = 3m ²	(3 x 9 60 = 28.8 m ³).
Total = 3820.42m³.	

VOLUMENES DE CORTE.

Tramo 1

$$\text{Volumen} = 12\text{m}^2 \times 9.60\text{m} = 115.2\text{m}^3$$

Tramo 3:

$$\text{Volumen} = 80.3\text{m}^2 \times 9.60\text{m} = 857.28\text{m}^3$$

Tramo 4

$$\text{Volumen} = 196 \text{ m}^2 \times 9.60 \text{ m} = 1881.6 \text{ m}^3$$

Tramo 5:

$$\text{Volumen} = 97.66\text{m}^2 \times 9.60\text{m} = 937.536\text{m}^3$$

Tramo 6

$$\text{Volumen} = 58\text{m} \times 9.60\text{m} = 960.40\text{m}^3$$

VOLUMENES DE MATERIAL PARA BASE Y SUB-BASE.



Volúmenes para base (30% De adjuntamiento)

Tramo 1.

$$\text{Volumen} = 0.17\text{m} \times 9.60\text{m} \times 136.36\text{m} = 222.54\text{m}^3 \times 1.30 = 289.30\text{m}^3$$

Tramo 2

$$\text{Volumen} = 0.12\text{m} \times 9.60\text{m} \times 136.36\text{m} = 157.09 \text{ m}^3 \times 1.30 = 204.21\text{m}^3$$

Tramo 3

$$\text{Volumen} = 0.15\text{m} \times 9.60\text{m} \times 136.36\text{m} = 196.36\text{m}^3 \times 1.30 = 255.26 \text{ m}^3$$

Tramo 4:

$$\text{Volumen} = 0.19\text{m} \times 9.60\text{m} \times 136.36\text{m} = 248.72\text{m}^3 \times 1.30 = 323.34\text{m}^3$$

Tramo 5

$$\text{Volumen} = 0.15\text{m} \times 9.60\text{m} \times 136.36\text{m} = 196.36\text{m}^3 \times 1.30 = 255.26 \text{ m}^3$$

Tramo 6:

$$\text{Volumen} = 0.21\text{m} \times 9.6\text{m} \times 136.36\text{m} = 274.90\text{m}^3 \times 1.30 = 357.37\text{m}^3$$

Volúmenes para sub-base .

Tramo 1:

$$\text{Volumen} = 0.15\text{m} \times 9.60\text{m} \times 136.36\text{m} = 196.36\text{m}^3 \times 1.30 = 255.26 \text{ m}^3$$

Tramo 6:

$$\text{Volumen} = 0.15\text{m} \times 9.60\text{m} \times 136.36\text{m} = 196.36\text{m}^3 \times 1.30 = 255.26 \text{ m}^3$$

VOLUMEN CON MATERIAL DE SITIO (COMPENSACION)

Relleno.

Tramo 1

$$\text{Volumen} = 48\text{m}^2 \times 9.60\text{m} = 460.8\text{m}^3 \times 1.30 = 599.04\text{m}^3$$

Tramo 2.

$$\text{Volumen} = 40\text{m}^2 \times 9.60\text{m} = 384\text{m}^3 \times 1.30 = 499.20\text{m}^3$$

Tramo 5.

$$\text{Volumen} = 3\text{m}^2 \times 9.60\text{m} = 28.8\text{m}^3 \times 1.30 = 37.44\text{m}^3$$

Tramo 6:

$$\text{Volumen} = 20\text{m}^2 \times 9.6\text{m} = 192\text{m}^3 \times 1.30 = 249.6\text{m}^3$$

$$\text{Total} = 1,160.64\text{m}^3$$

Volumen total de material a desechar

Volumen a desechar = $V_{Tcorte} - V_{treleno}$

Volumen a desechar = $3820.42m^3 - 1160.64m^3 = 2659.78m^3$

COSTO POR TRASLADO DE MATERIAL SELECTO DEL BANCO AL SITIO.

Volumen material préstamo. (Base y sub-base)

$V = 2195.26m^3$

Costo por metro cúbico de materia incluyendo transporte = C\$100

Total = $v = 2195.26M^3 \times C\$ 100 = C\$ 219,526$

EQUIPO A UTILIZAR EN MOVIMIENTO DE TIERRA Y SU RENTA HORARIA.

Rendimiento:

- 1 Tractor D – 5 = U\$ 60 hr (63m³ x hr)
2. Cargadora frontal D – 10 = U\$ 45 hr (100M³ x hr)
3. Motoniveladora = U\$ 60 hr (30m³ x hr) en capa de 20 cm
- 4 Vibrocompactadora = U\$ 40 hr (compacta 300M³ x día de 8 hr)
- 5 Camión cisterna de 2000 gal de capacidad = U\$ 40 hr
- 6 Cuadrilla topográfica = U\$ 100 diarios

CALCULO DE DURACION Y COSTO DE MOVIMIENTO DE TIERRA DE 820 ML DE CALLE (SUB - RAZANTE)

Datos.

Volumen de material a procesar:

$$V = 3,820.42 \text{ m}^3$$

1 Tractor D-5

Renta horaria = U\$60 x hrs

$$\text{Tiempo} = 3,820.42 \text{ m}^3 / 23 \text{ m}^3 = 166.1 \text{ hrs} / 8 \text{ hrs diarias} = 20.76 \text{ dias}$$

$$\text{Costo} = 166.1 \text{ hrs} \times \text{U\$}60 = \text{U\$}9,966 \times 17 = \text{C\$}169,422$$

2 Vibrocompactadora de rodillo

Renta horaria = U\$ 40

$$\text{Tiempo} = 3,820.42 \text{ m}^3 / 300 \text{ m}^3 \times \text{dia} = 12.73 \text{ dias de 8 hrs}$$

$$\text{Costo} = 12.73 \text{ dias} \times 8 \text{ hrs} \times \text{U\$}40 = \text{U\$}4,073.6 \times 17 = \text{C\$}69,251.20$$

3 Cargador frotal D-10

Renta horaria = U\$ 45

$$\text{Tiempo} = 3,820.42 \text{ m}^3 / 100 \text{ m}^3 \times \text{hrs} = 38.2042 \text{ hrs} / 8 \text{ Hrs diarias} = 4.77 \text{ dias}$$

$$\text{Costo} = 38.2042 \text{ hrs} \times \text{U\$}45 = \text{U\$}1,719.189 \times 17 = \text{C\$}29,226.213$$

4. Tiempo y costo de Motoniveladora

Renta horaria = U\$60 x hrs

$$\text{Tiempo} = 3,820.42 \text{ m}^3 / 38 \text{ m}^3 \times \text{hrs} = 100.54 \text{ hrs} / 8 \text{ hrs diarias} = 12.57 \text{ dias}$$

$$\text{Costo} = 100.54 \text{ hrs} \times \text{U\$}60 = 6,032 \times 17 = \text{C\$}102,550.8$$

5. Camión cisterna (2000 gln capacidad)

Renta horaria = U\$ 45

Nota trabajara humedeciendo el material al mismo tiempo que trabaje la Motoniveladora.

Tiempo = 12.17días x 8 hrs diarias = 100 54 hrs

Costo = 100 54 Hrs x U\$ 45 x hrs = U\$ 4,525 20 x 17 = C\$ 75,928 4

6 Cuadrilla topográfica

Renta = U\$100 el dia

Tiempo = 30 días

Costo = 30días x U\$ 100 = U\$3,000 X 17 = C\$51,000

SUBTOTAL DE COSTO DE EQUIPO DE MOVIMIENTO PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRA (SUBRAZANTE)

Total = 390,877.2

CALCULO DEL COSTO DE EQUIPO PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRA PARA LA BASE Y LA SUB-BASE

Volumen a procesar

V = 2195 26m³

Costo del material puesto en sitio = C\$100 el metro cubico

Costo = 2195.26m³ x C\$100 = C\$219,526

1. Vibrocompactadora

Renta horaria = U\$40 hrs

Tiempo = 2195.26m³/300m³ x días = 7 33 días x 8 Hrs = 58.56hrs

Costo = 58.56hrs x U\$ 40 hrs = U\$2,342.4 X 17 = C\$39,820 8

2. Motoniveladora

V = 2195 26m³ a procesar.

Renta horaria = U\$ 60

Tiempo 2195 26m³/38m³ x hrs = 57.77 hrs/8hrs días = 7.22 días.

Costo = 57 77hrs x U\$ 60hrs = U\$ 3,466 20 x 17 = C\$ 58,925.4

3. Camión cisterna (2000 gln de capacidad).

Renta horaria = U\$ 45.

(Nota Trabajara humedeciendo el material selecto al mismo tiempo que trabaje la moto niveladora)

Tiempo = 57.77hrs

Costo = 57.77hrs/U\$ 45hrs = U\$ 2599.65 x 17 = C\$ 44,194 05

Topografía ya incluida en los 30 días

Subtotal = C\$ 362,465.85.

TIEMPO Y COSTO PARA VOLUMENES DE MATERIAL A DESECHAR .

V = 2659 78m³.

El m³ tiene un valor de C\$100.

Costo de traslado = 2,659 78m³ x 100 = C\$ 265,978

Cargadora Frontal.

Renta horaria = 45hrs.

Tiempo = 2659 78m³/ 100m³ x hr = 26.5978hrs x 8hrs diarias = 3 32 días.

Costo = 26.5978 x U\$45 = U\$1,196 901 x 17= C\$ 20,347 32

Costo total del material a desechar = C\$286,325.32

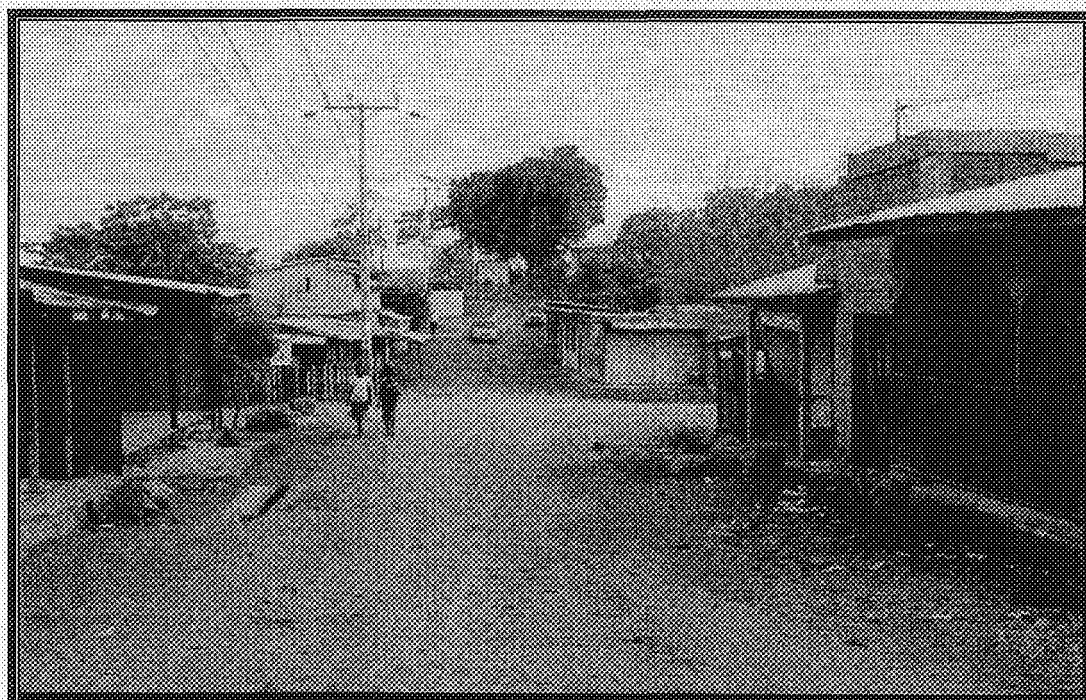
Costos total del movimiento de tierra y equipos = C\$ 1, 039,668.37

Anexo II

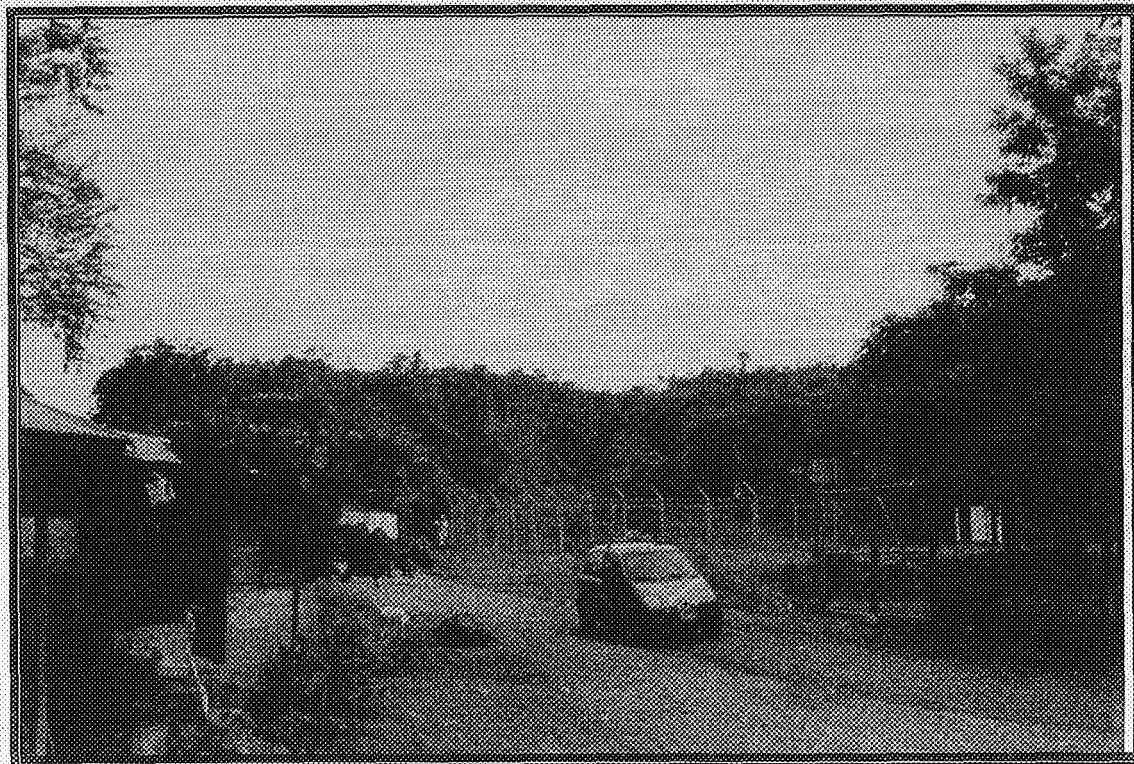
Imágenes del Estado Natural del Camino



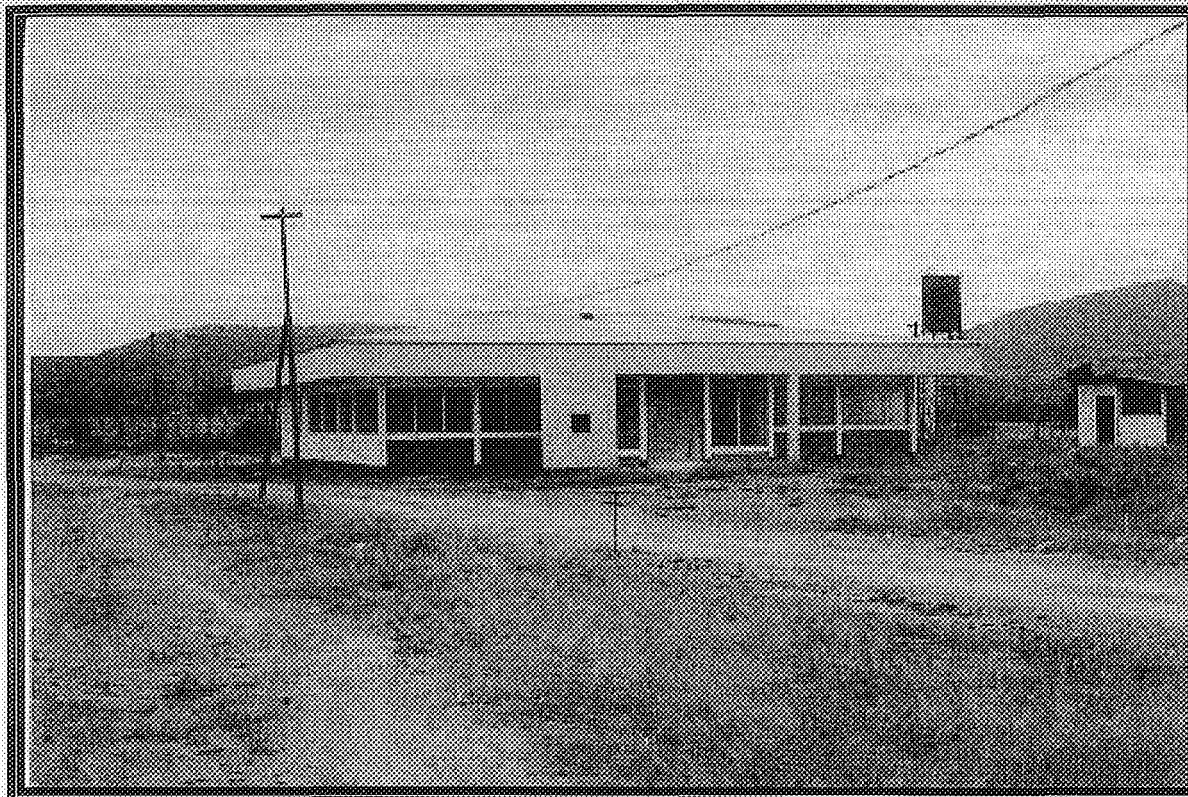
FOTOGRAFIA 1



FOTOGRAFIA 2



FOTOGRAFIA3



FOTOGRAFIA 4

ANEXO III

**ESPECIFICACIONES TECNICAS
NORMAS NIC-2000.**

**NORMAS DEL MTI – NIC 2000/ALCALDIA DE PUERTO CABEZA.
PAVIMENTO DE ADOQUINES DE CONCRETO.
ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL PROYECTO**

Descripción.

Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de adoquines de concreto sobre una superficie preparada de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad razonable con las líneas, rasante y secciones transversales mostradas en los planos u ordenadas por el ingeniero.

Materiales.

Los materiales a usar en este adoquinado deberán llenar los siguientes requisitos:

a.- Adoquines de concreto.- El adoquín debe usarse, incluyendo las cuchillas, será el denominado tipo tráfico, cuya resistencia característica a los 28 días no deberá ser menor que los siguientes valores: Para tránsito pesado y liviano: 5000 PSI

El adoquín no deberá presentar en su superficie fisuras, cascaduras ni cavidades, ni tener materiales extraños tales como piedras, trozos de madera o vidrio, embebidos en su masa. Las aristas deberán ser regulares y la superficie no deberá ser extremadamente rugosa. El tamaño de los adoquines deberá ser uniforme para evitar irregularidades o juntas muy anchas al ser colocados. El tamaño máximo del agregado a utilizar en el concreto es de 19 milímetros.

b.- Bordillos laterales.- Según lo muestran los planos, el adoquinado estará confinado en sus bordes laterales por bordillos y cunetas de concreto simple, cuyo objeto es el de proteger y respaldar debidamente al adoquinado. Los materiales y métodos de construcción de los bordillos o cunetas de concreto se ajustarán a lo estipulado en estas especificaciones.

c.- Capas de arena.- la arena que servirá de colchón a los adoquines deberá ser arena lavada, dura, angular y uniforme y no deberá contener más del 3% (en peso) de limo, arcilla o de ambos.

Su graduación será tal que pase totalmente por el tamiz No. 4 y no más del 15% sea retenido en el tamiz No.10 el espesor de esta capa no deberá ser menor de 3cm ni mayor de 5cm.

d.- Vigas de remate.- El área adoquinada deberá quedar reforzada en todos sus bordes y a los intervalos mostrados en los planos. A lo largo de toda la calle

cada 30 metros deberán construirse vigas de remates de concreto reforzado, las dimensiones se muestran en los planos. Los materiales y métodos de construcción de estos remates se ajustaran a lo establecido en las estas especificaciones.

Requisito para la construcción.

a.- Aceptación del adoquín.- antes de iniciar el transporte de los adoquines al proyecto, el contratista someterá muestras representativas de los mismos ingenieros, a fin de que esta pueda autorizar su uso, si llenan los requisitos de calidad y resistencia. A este efecto, el contratista suministrara certificado de un laboratorio de materiales independiente en que se haga constar que los lotes de adoquines destinados al proyecto han sido debidamente muestreados (al azar tomando no menos de 10 muestras por cada orden de menos de 20000 adoquines. el muestreo deberá ser hecho en la planta de fabricación de los adoquines y las pruebas se refinaran a la exactitud dimensional, a la compresión.

El calculo de la resistencia característica a la compresión se hará por medio de la desviación estándar de la muestra de los 10 especímenes (los adoquines serán fabricados con cemento canal y arena granulada y lavada.)

b.- Capas de apoyo.- El adoquinado se apoyara en una capa de terracería mejorada, sub-base o base del espesor indicado en los planos.

La construcción de la capa requerida en los planos, ya sea de préstamo seleccionado, sub-base o base, será hecha de acuerdo con los estipulado en estas especificaciones, según corresponda. El perfil de la superficie de apoyo del adoquinado deberá ser igual al requerido para la superficie final del pavimento, con una tolerancia de 20mm. Del nivel de diseño

c.- Lecho de arena.- Sobre la superficie de apoyo se colocará una capa suelta de arena que servirá de lecho de los adoquines. El espesor requerido de humedad, graduación y grado de compactación. Dado que la arena no es vibrada sino hasta que los adoquines han sido colocados, el espesor suelto correspondiente al espesor compacto requerido de 3cm - 5cm es determinado por tanteos al comenzar los trabajos. Se deberán hacer frecuentes comprobaciones del nivel de la superficie del adoquinado para asegurarse de que el espesor que se está colocando de arena sin compactar sea el correcto.

Una vez que la arena se ha depositado y esparcido sobre la superficie de apoyo, se emparejara y alisará por medio de regala de enrasamiento (codales). Será necesario colocar rieles provisionales para apoyar los codales de enrasamiento.

Durante el esparcido y enrasamiento de la capa de arena, no será permitido que nadie se apoye, ponga de pie o camine sobre la arena, pues de hacerlo produciría una pre-compactación dispareja lo que causara irregularidades en la superficie final del pavimento. Par minimizar los riesgos de alteración, se deberá evitar el

enrasamiento de la arena en grandes distancias delante de la brigada de colocación de adoquines.

Asimismo, antes de iniciar el trabajo de enrasamiento, el contratista deberá remover de la arena todos los pedruscos, raíces, pedazos de madera, ripios, lodos, etc. Que contenga la arena.

Adoquinamiento.- El adoquinado comprende cuatro etapas:

3. Colocación de los adoquines sobre la superficie preparada.
4. El recorte de los adoquines en los bordes de la vía.
5. La vibración de toda el área adoquinada.
6. Rellenado con arena.

1. Colocación de adoquines: las primeras filas de adoquines deberán ser colocadas con mucho cuidado para evitar el desalojo de los adoquines que ya están colocados. Una vez que se han colocado las primeras filas, se asentarán los demás firmemente dejando ranuras de 3 a 5mm, entre adoquines. A estas alturas no se llavera intentar el recorte de los adoquines para ajustarlos a los bordes. El adoquinador deberá trabajar a partir de la capa de adoquines previamente colocada y evitar la alteración de la arena enrasada y la ultima fila de adoquines colocados, comprobando frecuentemente que los adoquines estén bien asentados y acomodados y, se es necesario, acomodándolos a golpes de un mazo de hierro de 8 lb. Si hay áreas en que hayan quedado ranuras muy abiertas se les removerá y volverá a colocar.

2. Recorte de adoquines: aquellas formas irregulares que queden en los bordes serán rellenas con cuñas o pedazos de adoquín cortados con un cortador de adoquines o aserrados. Se evitara colocar piezas muy pequeñas o delgadas, pues con frecuencia se hacen pedazos con la vibración. El recorte de los adoquines para ajustan el pavimento a los bordes, no se hará sino hasta haber colocados adoquines en un área considerable.

En las parrillas de tragantes, se procederá de una forma similar hacia los bordes, teniendo cuidado de que los adoquines al ser compactados queden ligeramente más arriba del nivel del nivel de entrada al dren.

3. Vibración: una vez que los bordes de adoquinado hayan sido completados alo largo del camino o calle se vibrara la superficie por medio de una plancha o rodillo vibratorio. El numero pases requeridos dependerá de una variedad de factores y será determinados por medio de tanteos en el sitio, tratando de obtener una superficie que sea transitable con suavidad y que no sea posteriormente

compactada por los vehículos. Generalmente bastan dos o tres pasadas. No se aplicara vibración a áreas que queden dentro de un metro de adoquines no confinados; por otra parte, no se deberán dejar áreas sin vibrar de un día para otro.

4. Rellenado con arena.- finalmente se rellenaran las ranuras o juntas entre adoquines con arena, la que será aplicada con escoba o cepillo y, luego se pasara el vibrador dos o tres veces hasta completar la trabazón entre los bloques.

Tan pronto como se haya completado la vibración se podrá abrir el camino o calle al tráfico.

Las ranuras que queden entre los bordillos o cunetas laterales o entre las vigas de remates o travesaño de concreto y los adoquines serán rellenados con mortero de arena y cemento Pórtland canal en proporción de 4:1

Antes de aceptar cada tramo de adoquinado el ingeniero comprobará si está de acuerdo con la rasante longitudinal y con el bombeo indicado en los planos (3%).

Aceptación.- El cemento y los adoquines serán evaluados visualmente y mediante certificados del fabricante y un laboratorio independiente.

La arena será evaluada visualmente y mediante ensayos de calidad. La construcción de bordillos, cunetas, vigas de remates, andenes y adoquinado serán evaluados visualmente y mediante mediciones y ensayos.

Método de medición.

La cantidad de adoquinado a pagarse será medida en metros cuadrados de superficie debidamente colocada y aceptada, cantidad que incluirá, además, la arena usada en el lecho y en las juntas.

La cantidad de cunetas, bordillos, andenes y vigas transversales serán medidos en metros lineales.

El resto de obras a ejecutar serán medidas conforme a lo establecido en documentos de cantidades ofertadas.

Diseño del concreto.

Las cunetas canales, bordillos, muro de contención y andenes peatonales se construirá con el diseño del concreto de 3000 PSI, al agregado será granular y el diseño consistirá de mortero ciclópeo (arena, cemento, pedrín y piedra bolón).

Anexo IV

Estudio de Suelo

GEOTECNIA.
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO
ESTUDIO GEOTECNICO, BANCOS DE MATERIALES Y DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA LA ELABORACION DEL PLAN
MAESTRO DE DESARROLLO URBANO DE BILWI, MUNICIPIO DE PUERTO CABEZAS, NICARAGUA.

Sondeo No	Muestra No	Profundo (m)	% Que pasa por el tamiz										LL	IP (%)	Clasificación		CBR (%)
			2"	1-1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No4	No10	No40	No200			IG	AASTHO	
SM-1	1	0.0 - 0.3	99	95	90	85	78	50	41	30	21	10	NA	NA	0	A-1-a	74.5
	2	.30 - 1.30	97	96	84	75	66	47	35	30	26	28	54.2	24.4	2	A-2-7	10
SM-2	1	0.0 - 1.30	-	-	-	-	-	52	45	30	25	18	56.1	26.2	1	A-2-7	25
SM-3	1	0.0 - 1.30	-	-	-	-	-	45	39	31	28	16	NA	NA	0	A-1-b	50
SM-4	1	0.0 - 0.14	-	-	-	-	-	38	36	35	33	32	48.1	21.4	2	A-2-7	8.9
	2	0.14 - 1.30	-	-	-	-	-	47	45	30	21	8	NA	NA	0	A-1a	45
SM-5	1	0.0 - 1.3	-	-	-	-	-	55	40	35	30	15	NA	NA	0	A-1a	64
SM-6		0.0 - 1.3	-	-	-	-	-	44	43	41	38	34	44.8	20.3	2	A-2-7	8.2

OBSERVACIONES: LL. : Limite Líquido I.P :Índice de Plástico I.G . Índice de grupo

N.A : No aparente CBR: Valor relativo de soporte

FECHA: AGOSTO 2004

Estudio para la elaboración del plan de estudio de desarrollo urbano de puerto cabeza, RAAN, nicaragua
GS INGENIERIA INTEGRAL S.A, DE C.V

GEOTECNIA.
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO
ESTUDIO GEOTECNICO, BANCOS DE MATERIALES Y DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA LA ELABORACION DEL PLAN
MAESTRO DE DESARROLLO URBANO DE BILWI, MUNICIPIO DE PUERTO CABEZAS, NICARAGUA.

100% de Compactación			% Que Pasa por el Tamiz										LL	IP	Clasificación	
PV(Kg/m ³)	W opt (%)	CBR (%)	2"	1-1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No4	No10	No40	No200	(%)	(%)	IG	AASHTO
BANCO DE MATERIAL 1 " LA BOCANITA "																
1470	21.3	30						40	33	30	26	20	40.1	18.4	0	A-2-6
BANCO 2 DE MATERIAL " KAMLA "																
1970	8	58.8						40	50	45	36	10	NA	NA	0	A-1-b
OBSERVACIONES: LL. Limite Liquido I.P :Indice de Plastico I.G Indice de grupo																
N.A No aparente CBR: Valor relativo de soporte Pvmáx: Peso volumétrico Máximo W opt: humedad optima																

FECHA. AGOSTO 2004

Estudio para la elaboración del plan de estudio de desarrollo urbano de puerto cabeza, RAAN, nicaragua
GS INGENIERIA INTEGRAL S.A, DE C.V

Anexo V

Datos Topográficos y Planos

Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas en el B° El Muelle Municipio de Puerto Cabeza

Posición del visual	Est.	Vista		Altura del visual	Cota nivel
		Hacia atrás	De frente		
0	0	170		155	325
	0	C - 100	C - 220		C - 205
1	A	I - 100	I - 221		I - 207
	1	D - 90	D - 220		D - 195
	1	C - 170	C - 230		C - 115
2	A	I - 160	I - 220		I - 60
	2	D - 130	D - 260		D - 60
0	0	180		155	335
	0	C 120	C 235		C 220
1	A	I 120	I 230		I 225
	2	D 170	D 260		D 215
	1	C 130	C 180		C 140
2	A	D 150	D 180		D 115
	2	I 145	I 190		I 100
	2	C 130	C 180		C 100
3	A	I 150	I 180		D 85
	3	D 145	D 190		I 60
	3	C 160	C 180		C 100
4	A	D 170	D 180	ALCANTARILLA	D 85
	4	I 150	I 180		I 60
	4	C 165	C 160		C 85
5	A	D 170	D 170		D 85
	5	I 165	I 165		I 30
	5	C 160	C 150		C 95
6	A	D 170	D 160		D 95
	6	I 165	I 160		I 35
	6	C 165	C 150		C 110
7	A	D 165	D 170		D 90
	7	I 165	I 160		I 40
	7	C 160	C 160		C 120
8	A	D 170	D 155		D 105
	8	I 175	I 155		I 60
	8	C 155	C 145		C 140
9	A	D 170	D 150		D 115
	9	I 180	I 150		I 95
	9	C 155	C 162		C 133
10	A	D 170	D 170		D 115
	10	I 160	I 155		I 95
	10	C 150	C 150		C 133
11	A	D 170	D 160		D 143

Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas en el B° El Muelle Municipio de Puerto Cabeza

	11	I 155	I 170		I 80
	11	C 150	C 155		C 128
12	A	D 160	D 160	ALCANTARILLA	D 143
	12	I 160	I 165		I 75
	12	C 155	C 155		C 128
13	A	D 170	D 165		D 148
	13	I 155	I 165		I 65
	13	C 145	C 160		C 113
14	A	D 175	D 170		D 153
	14	I 150	I 150		I 65
	14	C 150	C 155		C 108
15	A	D 175	D 170		D 153
	15	I 150	I 165		I 75
	15	C 160	C 155		C 220
16	A	D 170	D 170		I 225
	16	I 160	I 155		D 215
	16	C 155	C 145		C 123
17	A	D 155	D 170	ALCANTARILLA	D 143
	17	I 155	D145		I 90
	17	C 160	C 155		C 128
18	A	D 160	D 165		D 138
	18	I 160	D 145		I 105
	18	C 170	C 160		C 138
19	A	D 170	D 180		D 128
	19	I 170	I 160		I 115
	19	C 160	C 150		C 148
20	A	D 160	D 150		D 138
	20	I 160	I 150		I 125
	20	C 160	C 150		C 158
21	A	D 170	D 165		D 143
	21	I 160	I 150		I 135
	21	C 10	C 160		C 148
22	A	D 55	D 150		D 148
	22	I 165	I 160		I 140
	22	C 160	C 155		C 153
23	A	D 170	D170		D 148
	23	I 170	I 165		I 145
	23	C 155	C 160		C 148
24	A	D 170	D165		D 153
	24	I 160	I 165		I 140
	24	C 160	C 155		C 153
25	A	D 165	D 170		D 148
	25	I 170	I 165		I 145
	25	C 170	C 155		C 168
26	A	D 175	D 170		D 153
	26	I 180	I 175		I 150
	26	C 165	C 155		C 183
27	A	D 170	D 175		D 143

Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas en el B° El Muelle Municipio de Puerto Cabeza

	27	I 165	I 160		I 155
	27	C 170	C 155		C 198
28	A	D 175	D 160		D 158
	28	I 175	I 150		I 180
	28	C 170	C 155		C 213
29	A	D 170	D 170		D 188
	29	I 160	I 155		I 180
	23	C 155	C 155	ALCANTARILLA	C 213
30	A	D 145	D 155	15.30 ML	D 183
	30	I 150	I 155		I 180
	30	C 155	C 155		C 220
31	A	D 165	D 170		I 225
	31	I 170	I 155		D 215
	31	C 155	C 165		C 193
32	A	D 170	D 165		D 208
	32	I 165	I 170		I 200
	32	C 155	C 150		C 198
33	A	D 165	D 155		D 213
	33	I 165	I 155		I 210
	33	C 168	C 150		C 216
34	A	D 175	D 175		D 213
	34	I 170	I 175		I 205
	34	C 170	C 150		C 236
35	A	D 185	D 165		D 233
	35	I 180	I 160		I 225
	35	C 158	C 140		C 254
36	A	D 170	D 170		D 233
	36	I 170	I 150		I 245
	36	C 155	C 150		C 254
37	A	D 165	D 145		D 253
	37	I 160	I 150		I 255
	37	C 158	C 150		C 267
38	A	D 160	D 155		D 276
	38	I 175	I 165		I 275
	38	C 170	C 160		C 277
39	A	D 178	D 165		D 276
	39	I 170	I 165		I 275
	39	C 160	C 140		C 297
40	A	D 175	D 150		D 301
	40	I 170	I 150		I 300
	40	C 150	C 145		C 302
41	A	D 170	D 165		D 301
	41	I 170	I 165		I 305
	41	C 160	C 160		C 302
42	A	D 170	D 160		D 316
	42	I 170	I 170		I 305
	42	C 160	C 160		C 302
43	A	D 170	D 170		D 316

Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas en el B° El Muelle Municipio de Puerto Cabeza

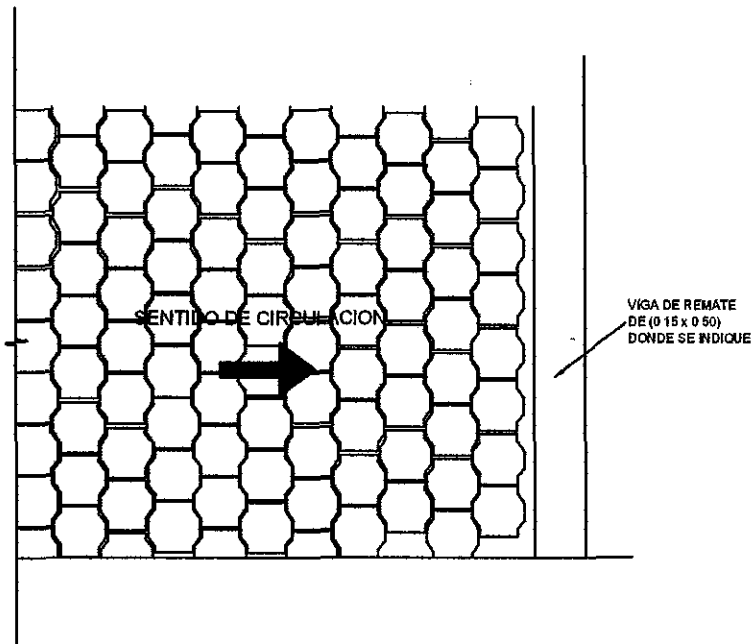
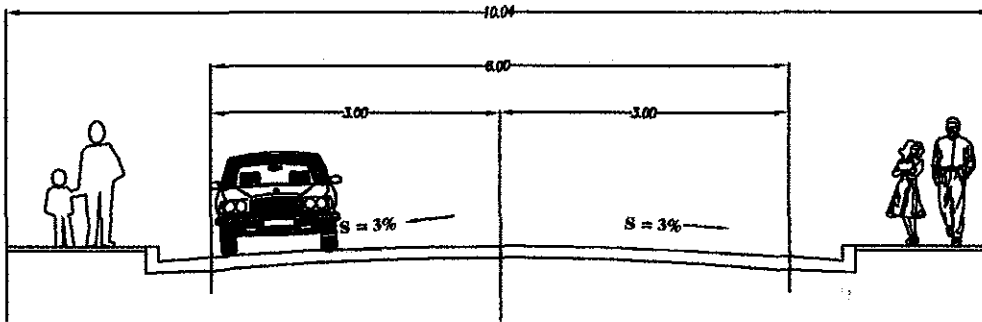
	43	I 155	I 155		I 305
	43	C 155	C 155		C 302
44	A	D 150	D 155		D 311
	44	I 175	I 165		I 315
	44	C 165	C 155		C 312
45	A	D 170	D 175		D306
	45	I 170	I 175		I 310
	45	C 155	C 150		C 317
46	A	D 170	D 160		D 316
	46	I 165	I 160		I 315
	46	C 155	C 150		C 322
47	A	D 160	D 155		D 321
	47	I 160	I 155		I 320
	47	C 150	C 160		C 312
48	A	D 155	D165		D 311
	48	I 155	I 155		I 320
	48	C 155	C 150		C 312
49	A	D 155	D 160		D 301
	49	I 155	I 160		I 305
	49	C 155	C 160		C 317
50	A	D 155	D 160		D 301
	50	I 155	I 165		I 305
	50	C 160	C 165		C 307
51	A	D 145	D 155		D 291
	51	I 165	I 170		I 300
	51	C 168	C 145		C 330
52	A	D 175	D 135		D 331
	52	I 170	I 155		I 315
	52	C 150	C 170		C 310
53	A	D 140	D 165		D 306
	53	I 155	I 160		I 310
	53	C 150	C 170		C 290
54	A	D 160	D 180		D 286
	54	I 155	I 170		I 295
	54	C 150	C 165		C 275
55	A	D 150	D 170		D 271
	55	I 160	I 160		I 290
	55	C 160	C 170		C 265
56	A	D 160	D 175		D 256
	56	I 165	I 175		I 280
	56	C 160	C 170		C 255
57	A	D 170	D 180		D 246
	57	I175	I 186		I 270
	57	C 160	C 160		C 255
58	A	D 165	D 170		D 241
	58	I 165	I 180		I 255
	58	C 160	C 170		C 245
59	A	D 165	D 170		D 236
	59	I 160	I 175		I 240

Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas en el B° El Muelle Municipio de Puerto Cabeza

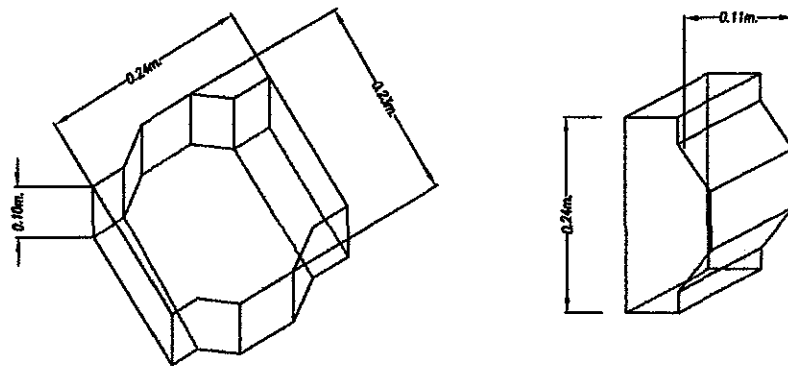
	59	C165	C 170		C 240
60	A	D 165	D 175		D 226
	60	I 170	I 180		I 230
	60	C 170	C170		C 240
61	A	D 175	D 180		D 221
	61	I 160	I 175		I 215
	61	C 160	C 165		C 235
62	A	D 170	D 170		D 221
	62	I 175	I 180		I 210
	62	C 160	C 165		C 230
63	A	D 170	D 170		D 221
	63	I 160	I 155		I 215
	63	C 155	C 165		C 220
64	A	D 155	D 160		D 216
	64	I 160	I 160		I 215
	64	C 155	C 1755		C 200
65	A	D 175	D 190		D 201
	65	I 165	I 180		I 200
	65	C 165	C 185		C 185
66	A	D 150	D 170		D 181
	66	I 150	I 170		I 180
	66	C 140	C 180		C 145
67	A	D 135	D 185		D 141
	67	I 145	I 190		I 135
	67	C 155	C 1755		C 125
68	A	D 160	D 180		D 121
	68	I 165	I 185		I 115
	68	C 165	C 160		C 130
69	A	D 165	D 160		D 126
	69	I 170	I 160		I 125
	69	C 160	C 150		C 140
70	A	D 170	D 150	ALCANTARILLA	D 146
	70	I 165	I 150		I 140
	70	C 180	C 180		C 140
71	A	D 185	D 180		D 151
	71	I 175	I 170		I 145
	71	C 175	C 1755		C 140
72	I 180	I 170	D 170		D 156
	72	I 180	I 170		I 155
	72	C 170	C 160		C 150
73	A	D 175	D 165		D 166
	73	I 175	I 170		I 160
	73	C 170	C 168		C 152
74	A	D 175	D 173		D 168
	74	I 175	I 173		I 162
	74	C 170	C 170		C 152
75	A	D 185	D 175		D 158
	75	I 185	I 195		I 152
	75	C 180	C 160		C 192

Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas en el B° El Muelle Municipio de Puerto Cabeza

76	A	D 185	D 165		D 198
	76	I 190	I 170		I 187
	76	C 180	C 160		C 192
77	A	D 185	D 165		D 198
	77	I 190	I 170		I 187
	77	C 180	C 170		C 202
78	A	D 190	D 180		D 208
	78	I 200	I 180		I 207
	78	C 180	C 150		C 232
79	A	D 200	D 170		D 32
	79	I 205	I 175		I 237
	79	C 165	C 130		C 269
80	A	D 170	D 150		D 248
	80	I 160	I 160		I 267
	80	C 160	C 155		C 272
81	A	D 180	D 150		D 278
	81	I 160	I 160		I 267
	81	C 150	C 140		C 282
82	A	D 150	D 150		D 278
	82	I 155	I 150		I 272

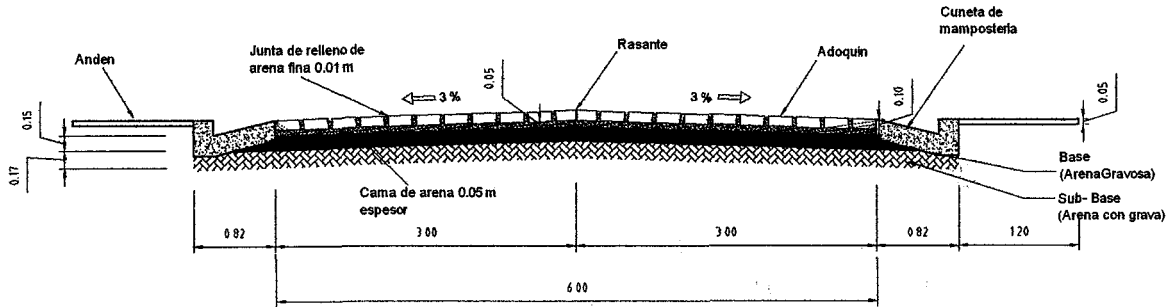


Detalle de Adoquin

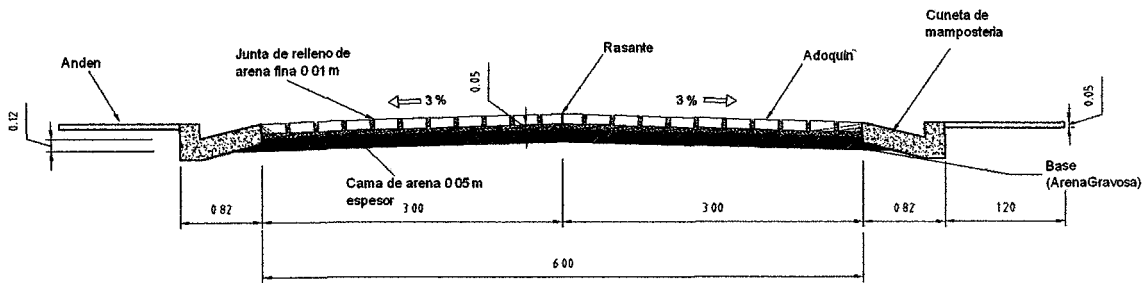


Detalle de Adoquin

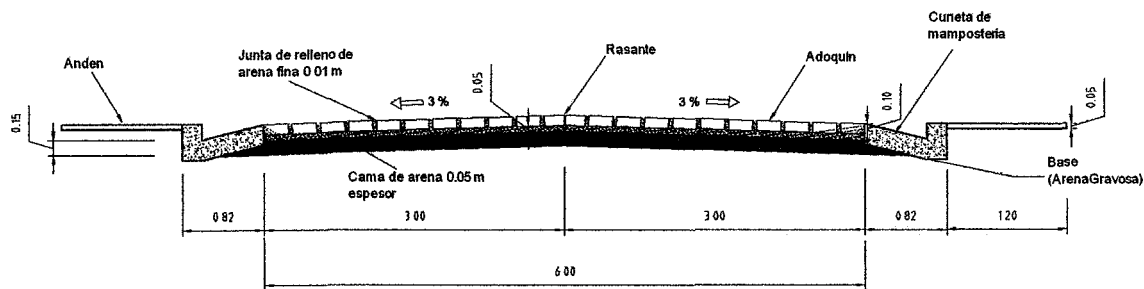
Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas del Barrio El Mulle - Puerto Cabeza



Estación 00+00 - 01+36.6



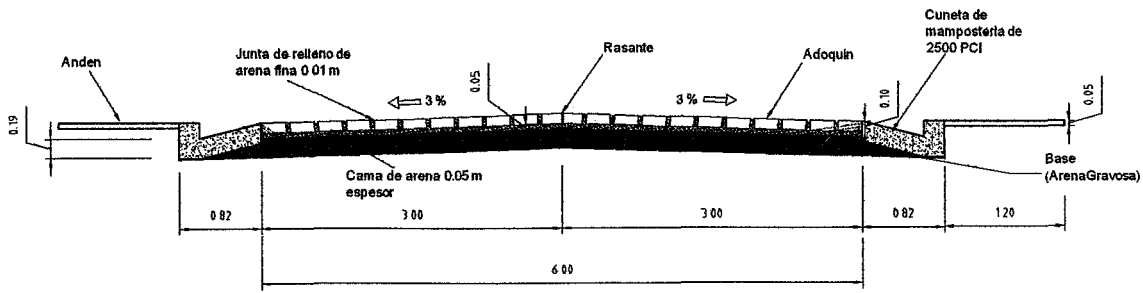
Estación 01+36.6 - 02+73.2



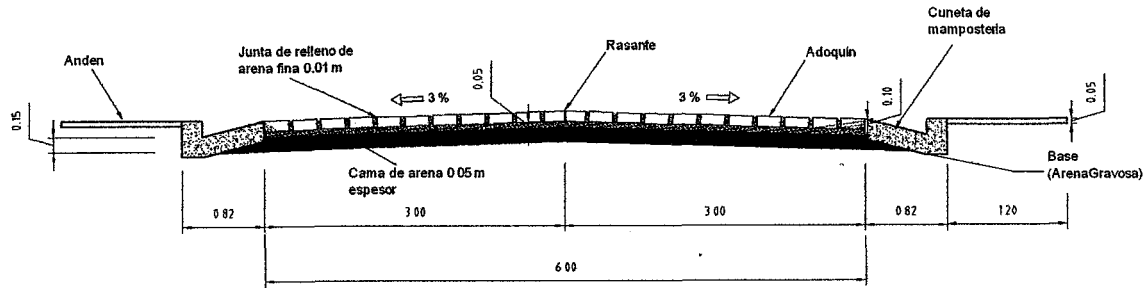
Estación 02+73.2 - 04+09.8

Vista Transversales Escala: 1: 75

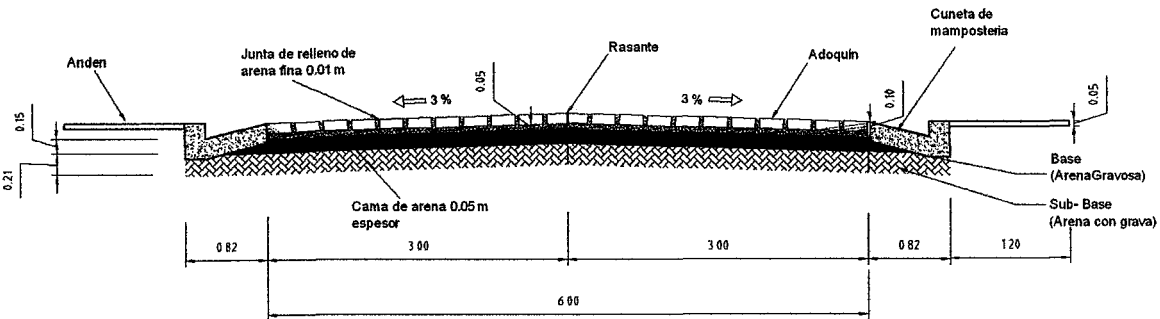
Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas del Barrio El Mulle - Puerto Cabeza



Estación 04+09.8 - 05+46.4

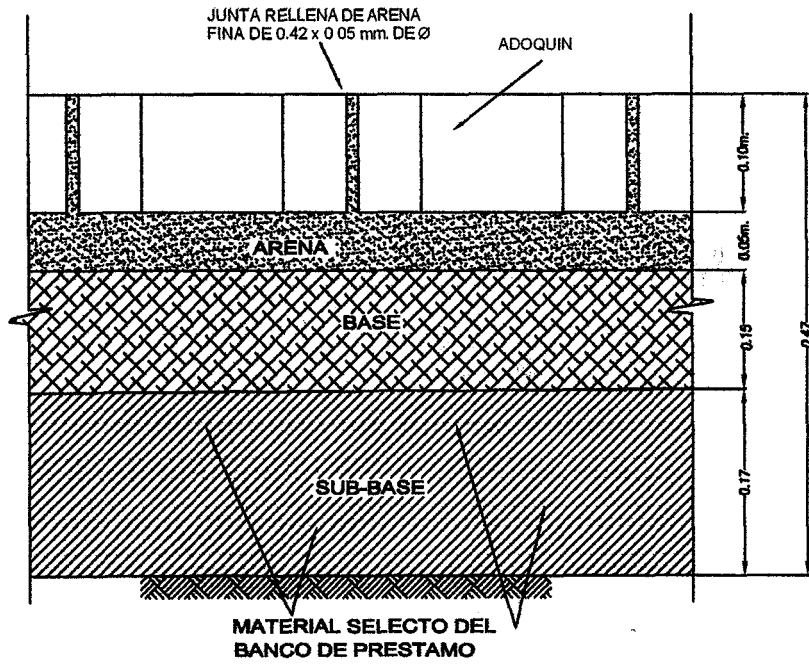


Estación 05+46.4 - 06+43

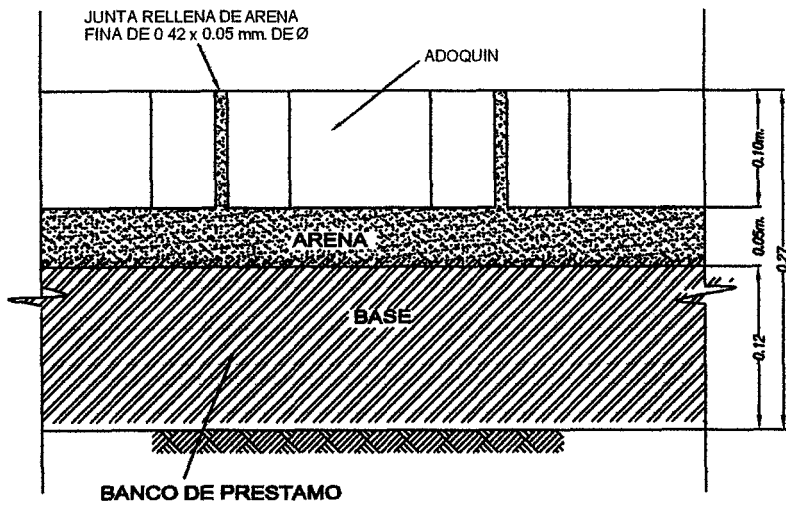


Estación 06+43 - 08+20

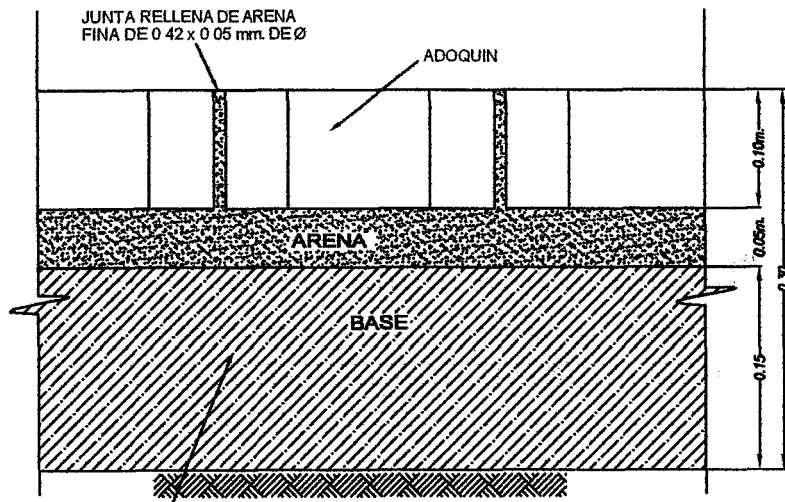
Vista Transversales Escala: 1: 75



Estación: 00 + 00 - 01+36.6

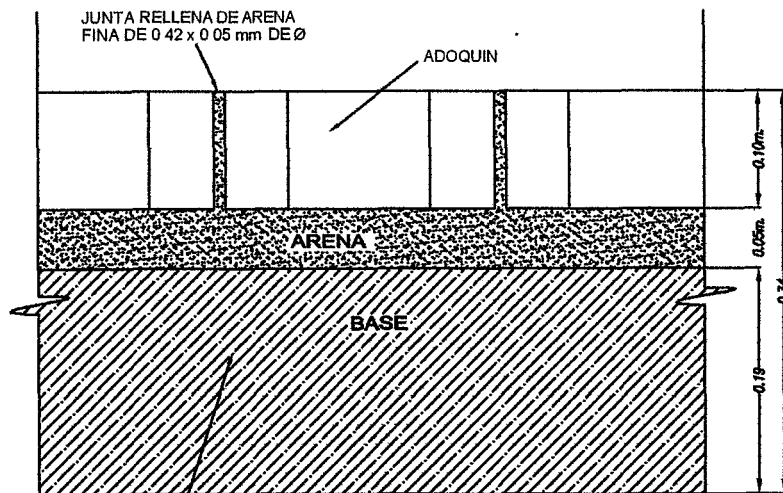


Estación: 01 + 36.60 - 02+73.20



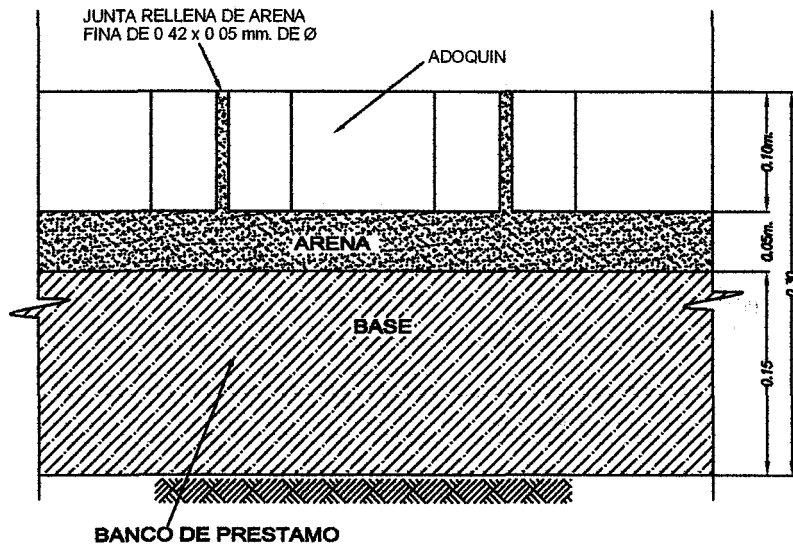
BANCO DE PRESTAMO

Estación: 02 + 73.20 - 04+09.80

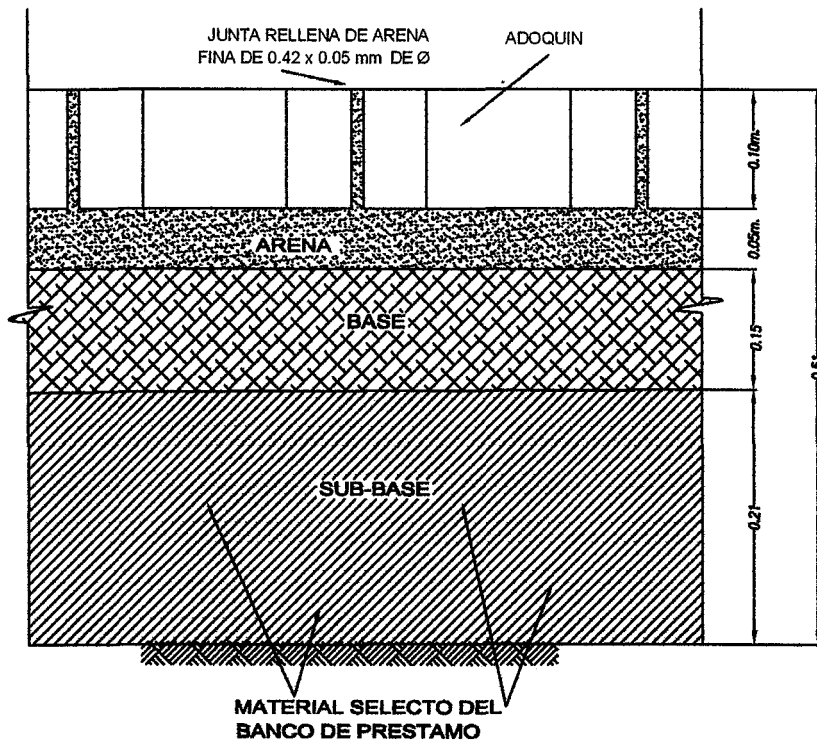


BANCO DE PRESTAMO

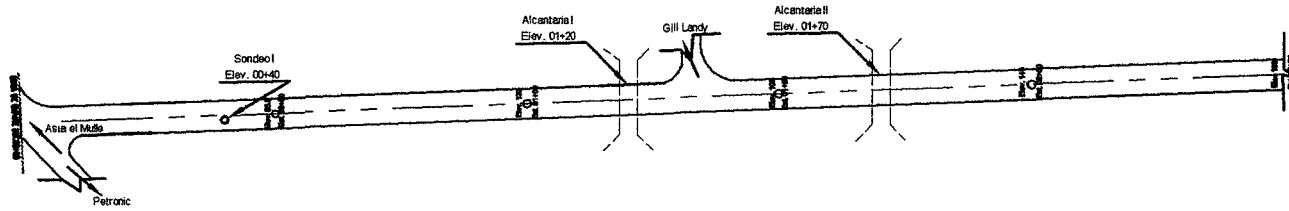
Estación: 04 + 09.80 - 05+46.40



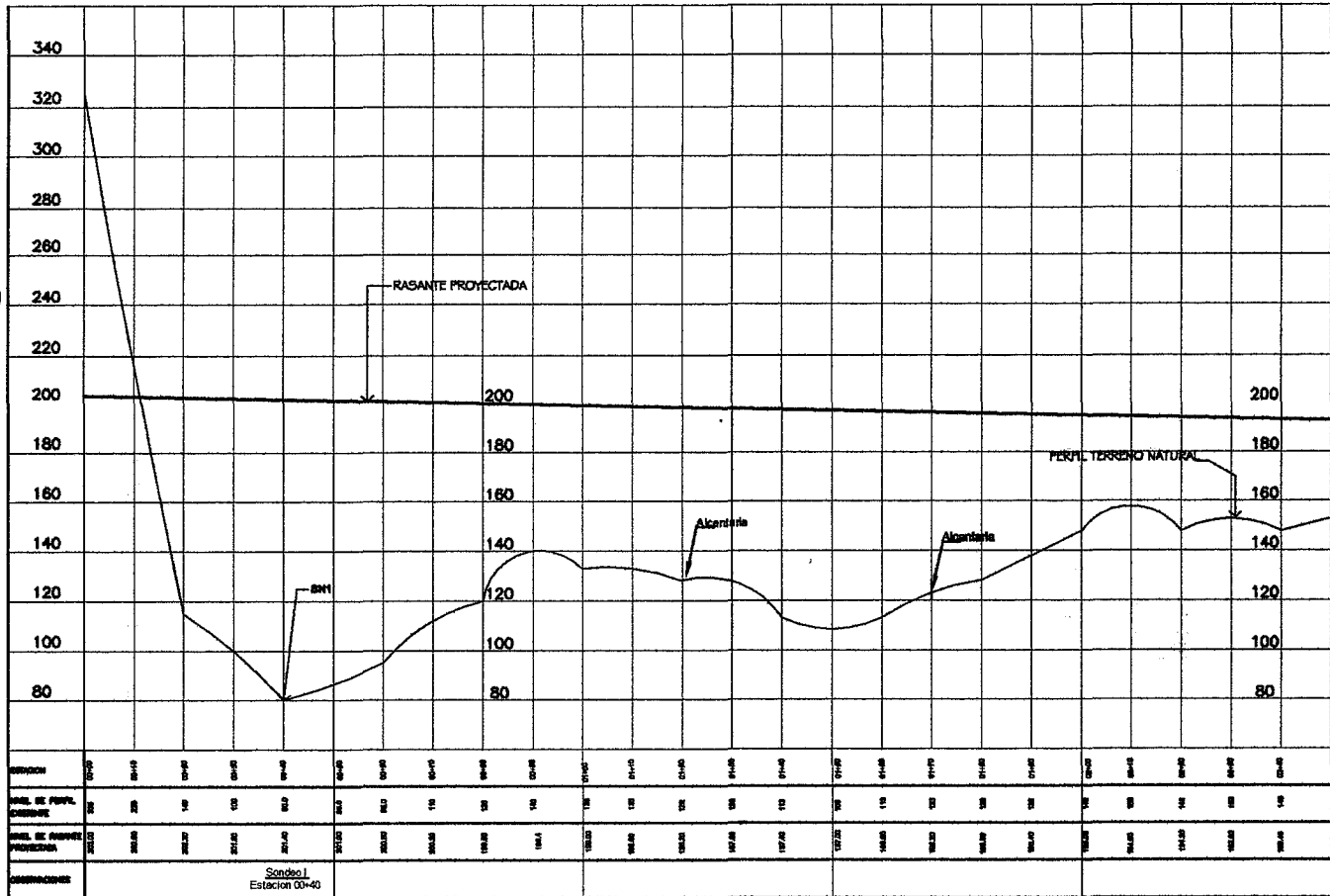
Estación: 05 + 46.40 - 06+43.00

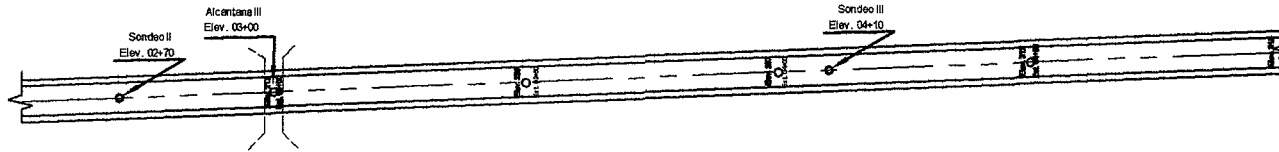


Estación: 06 + 43 - 08+20

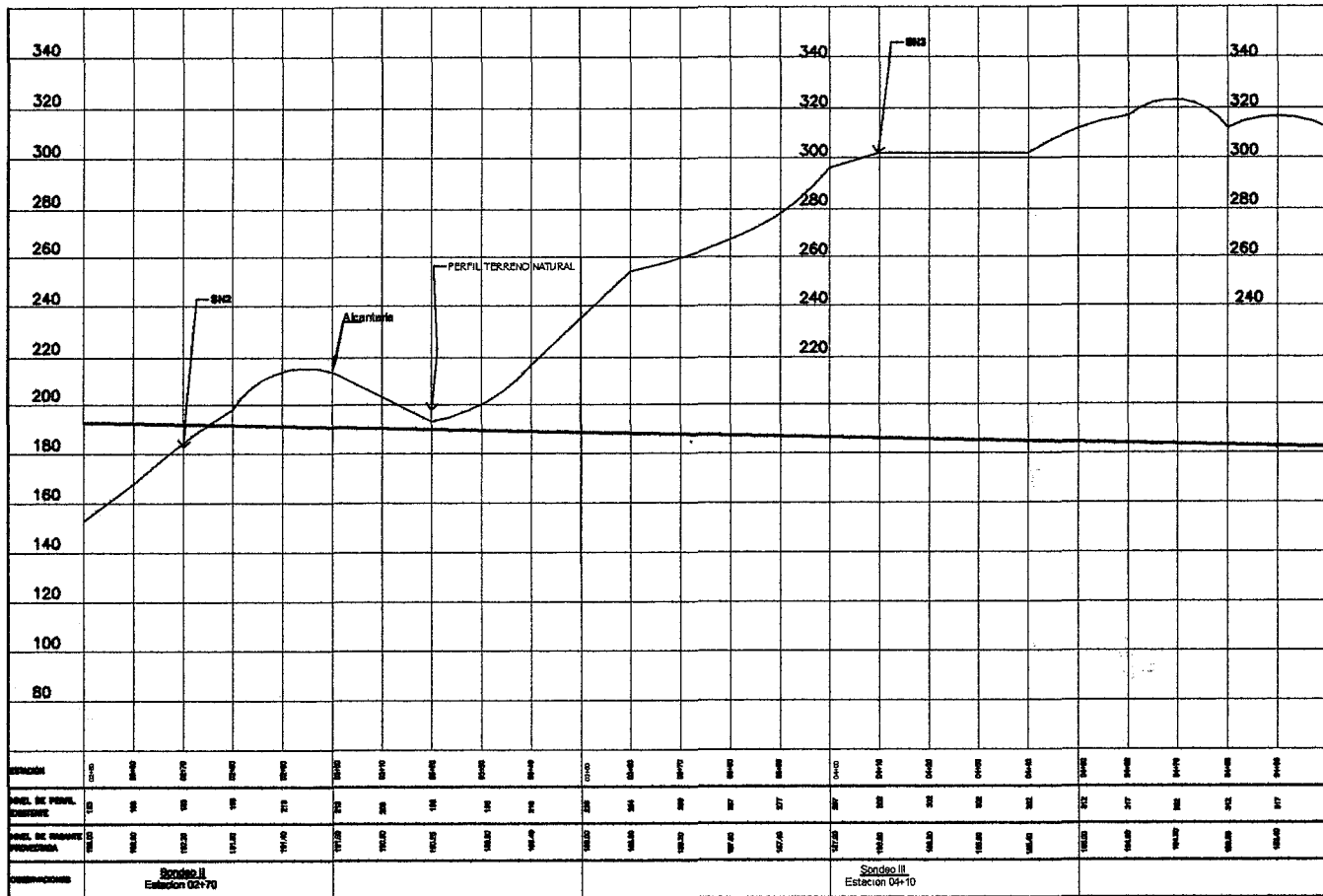


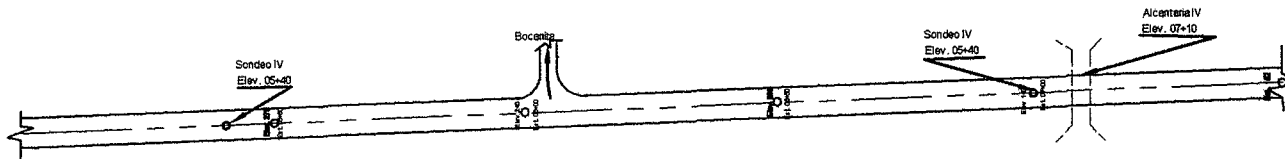
Escala
1:40000



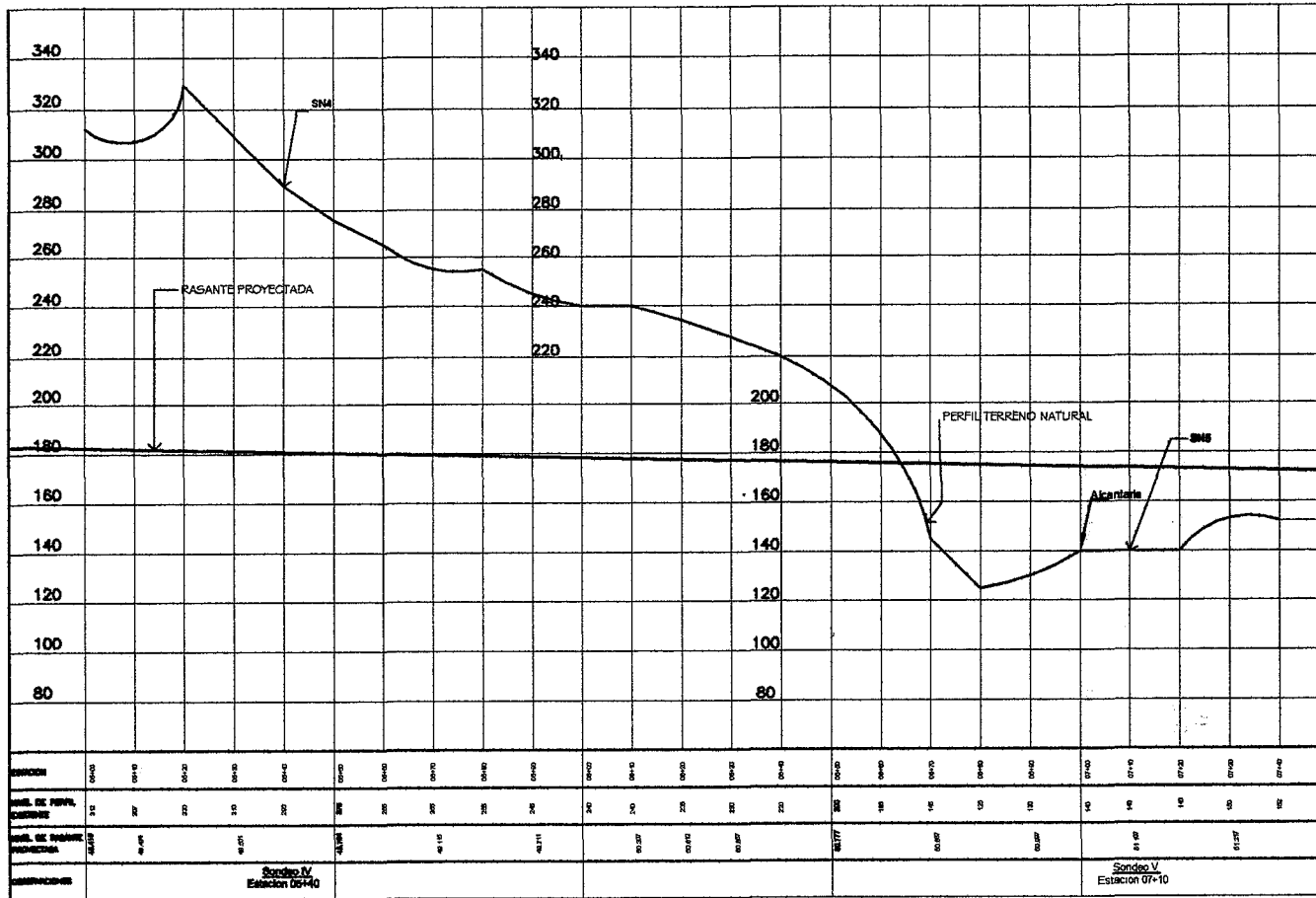


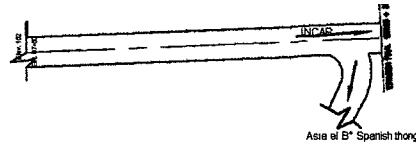
Escala
1:1500



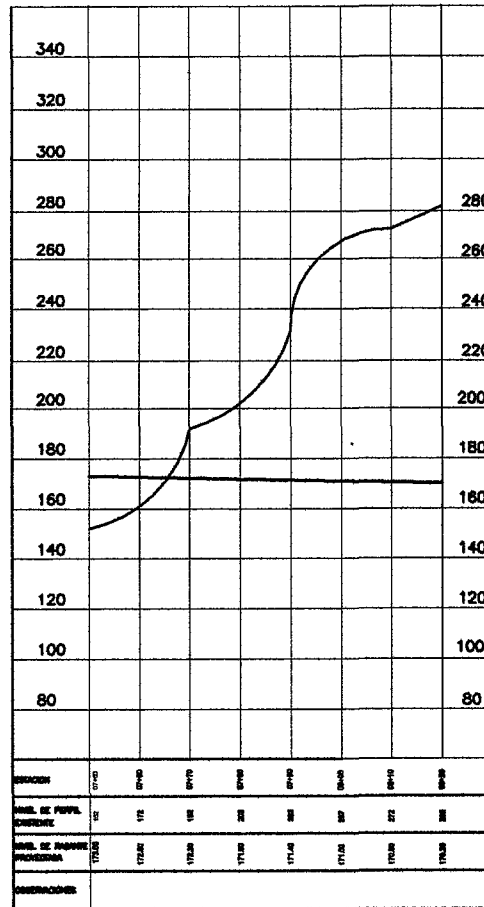


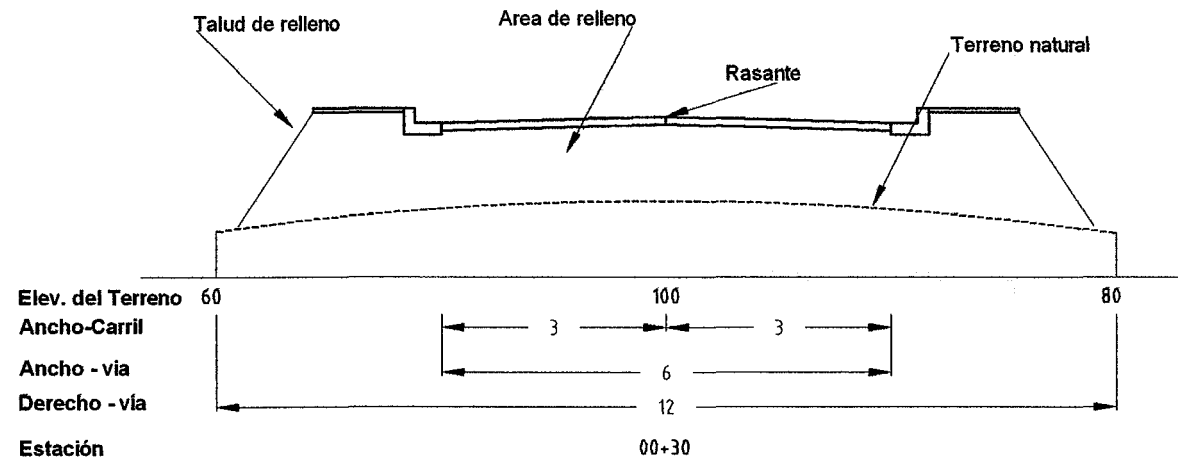
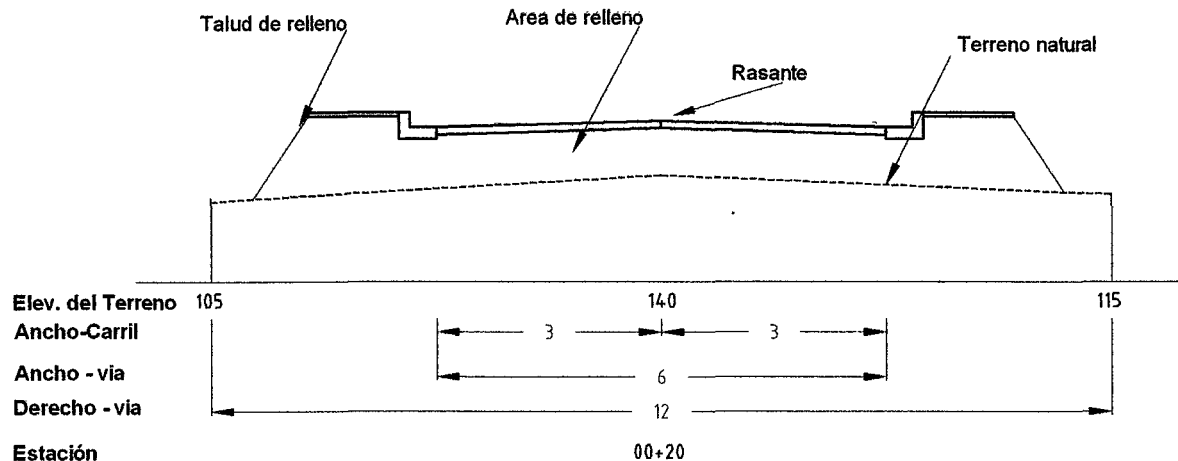
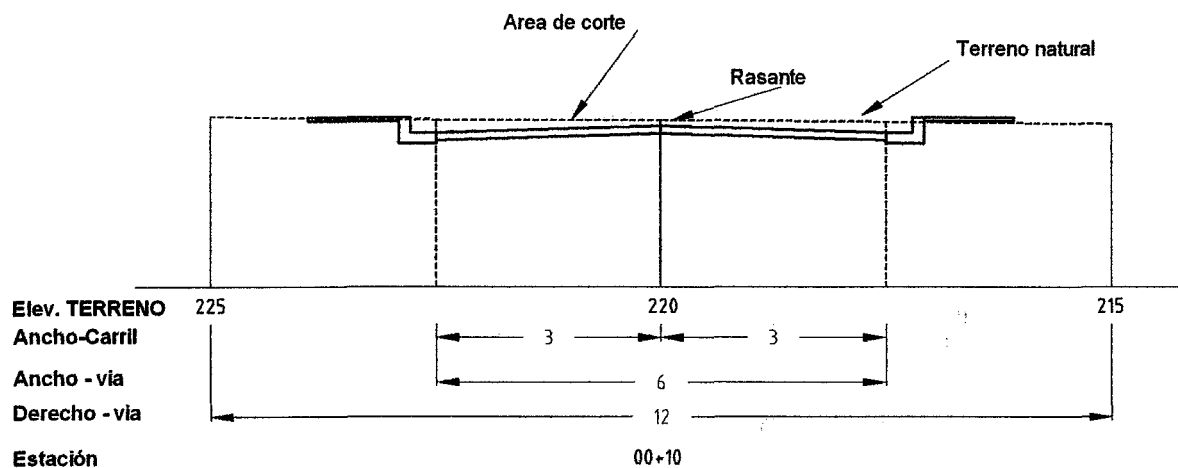
Escala
1:1500



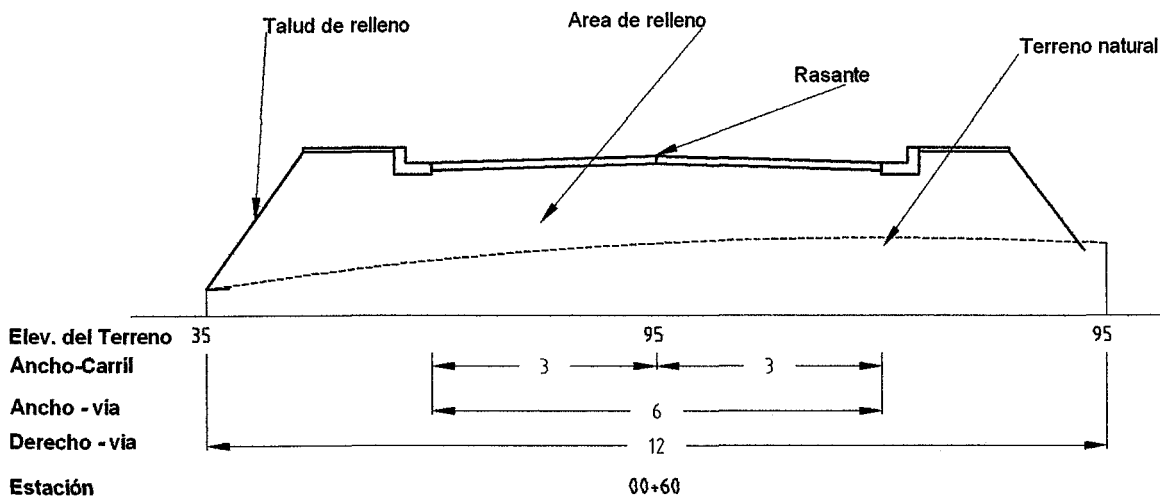
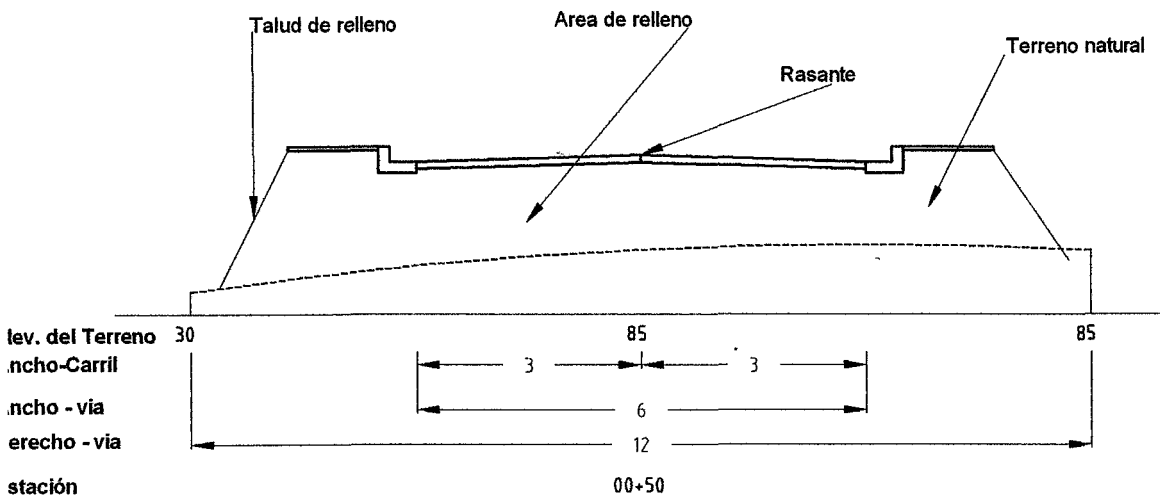
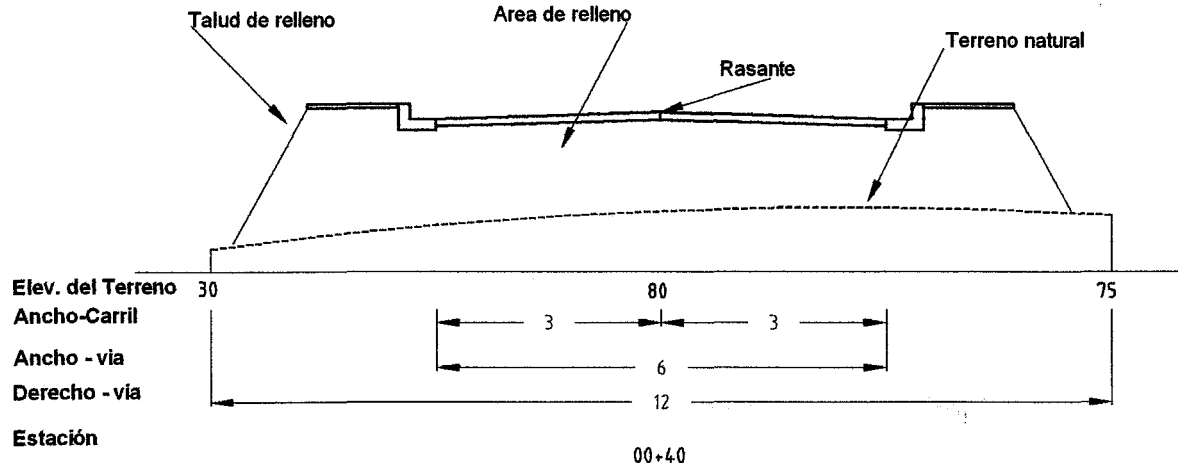


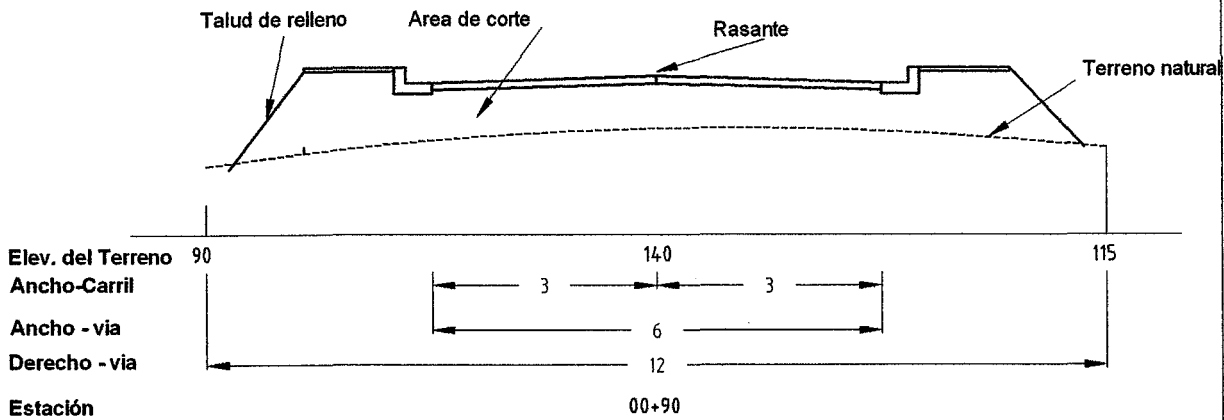
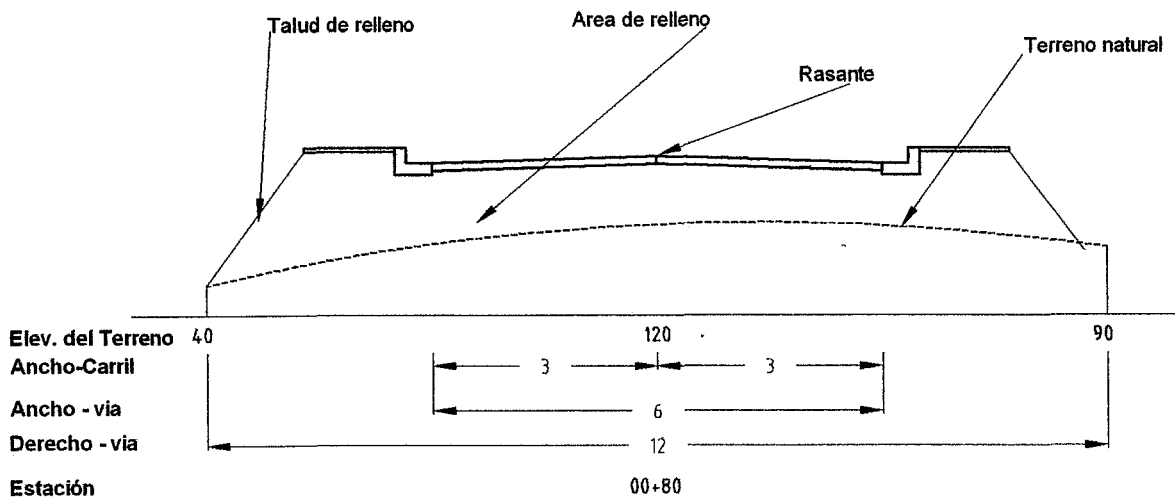
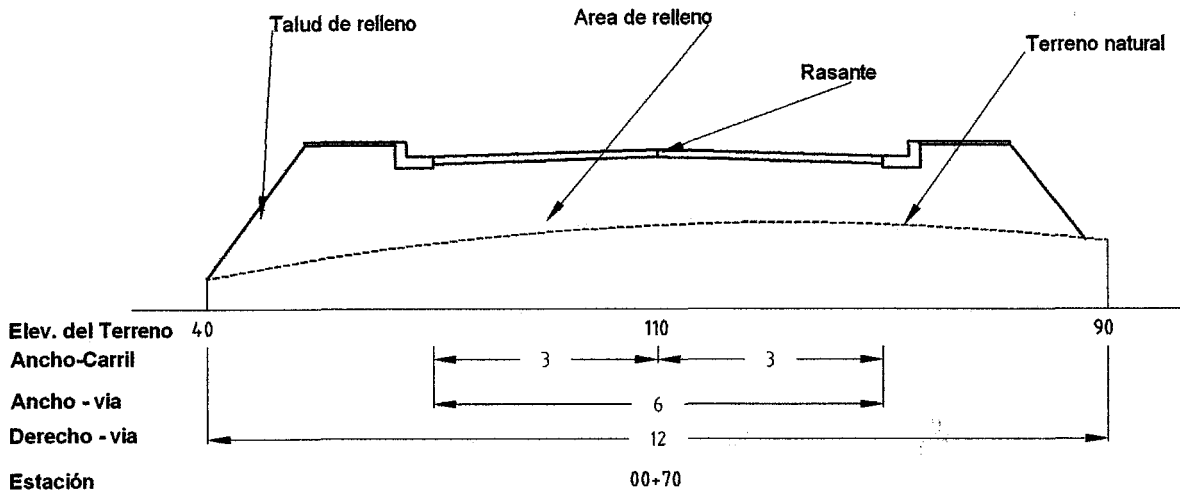
Escala 1:1500



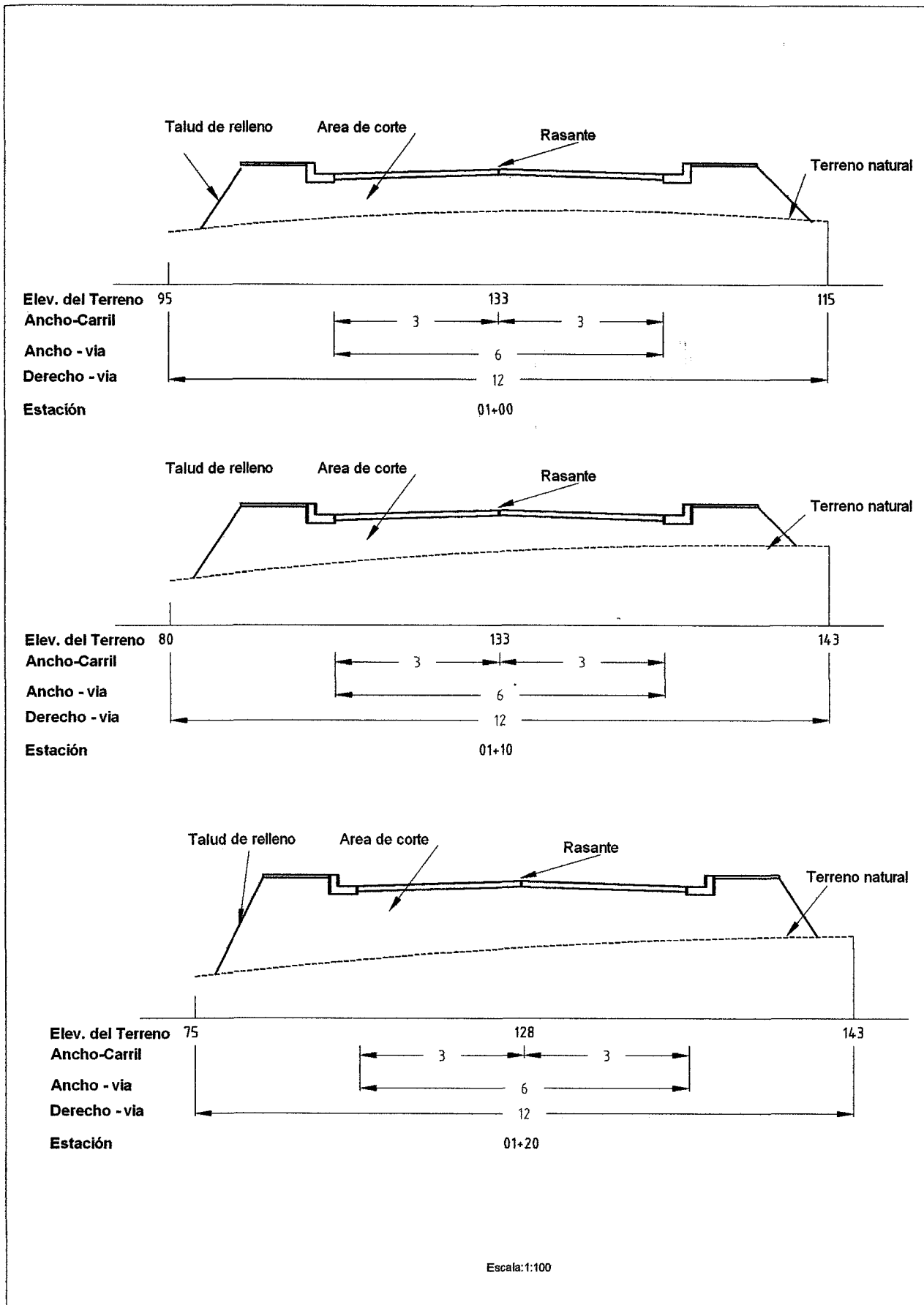


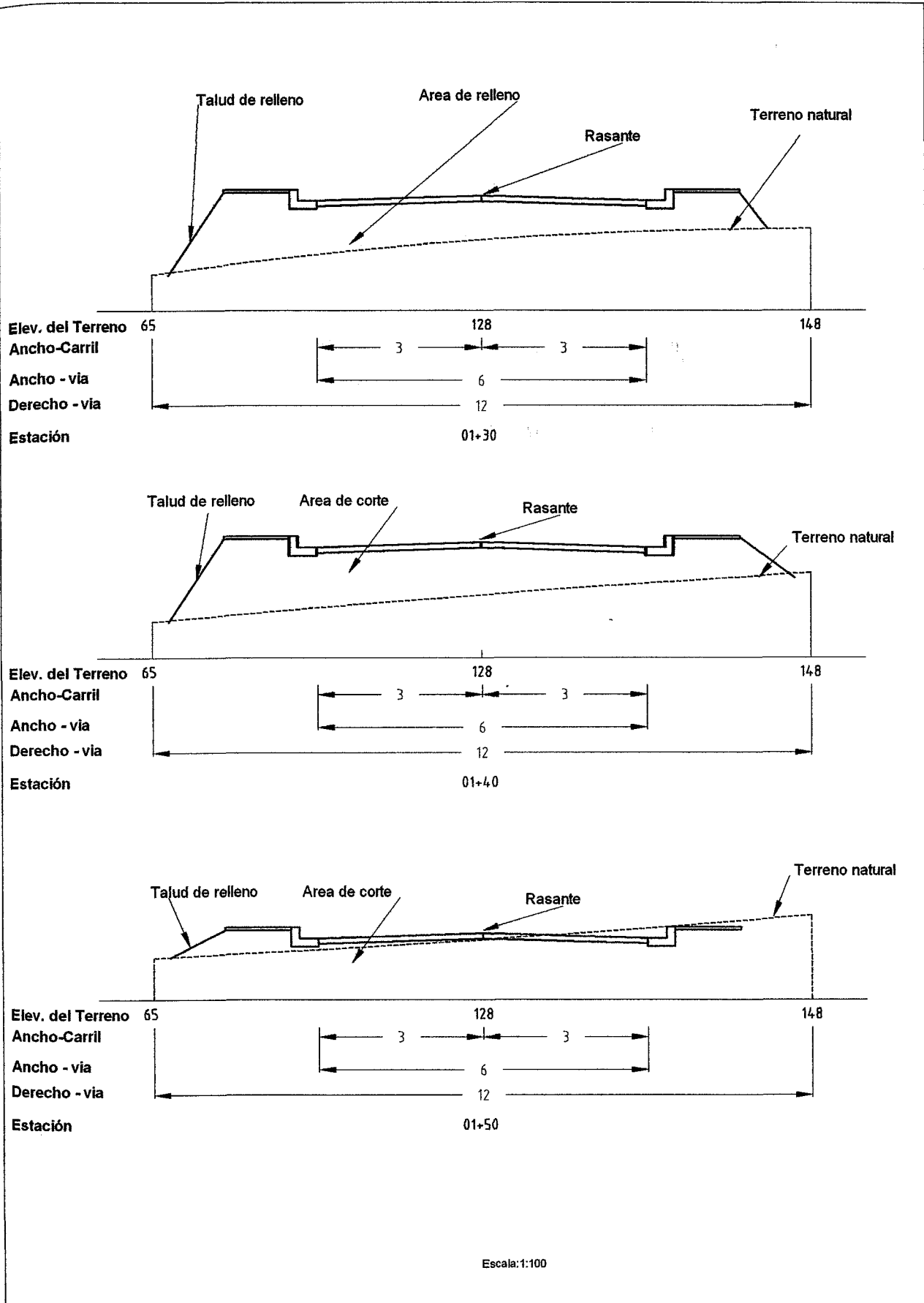
Escala: 1:100

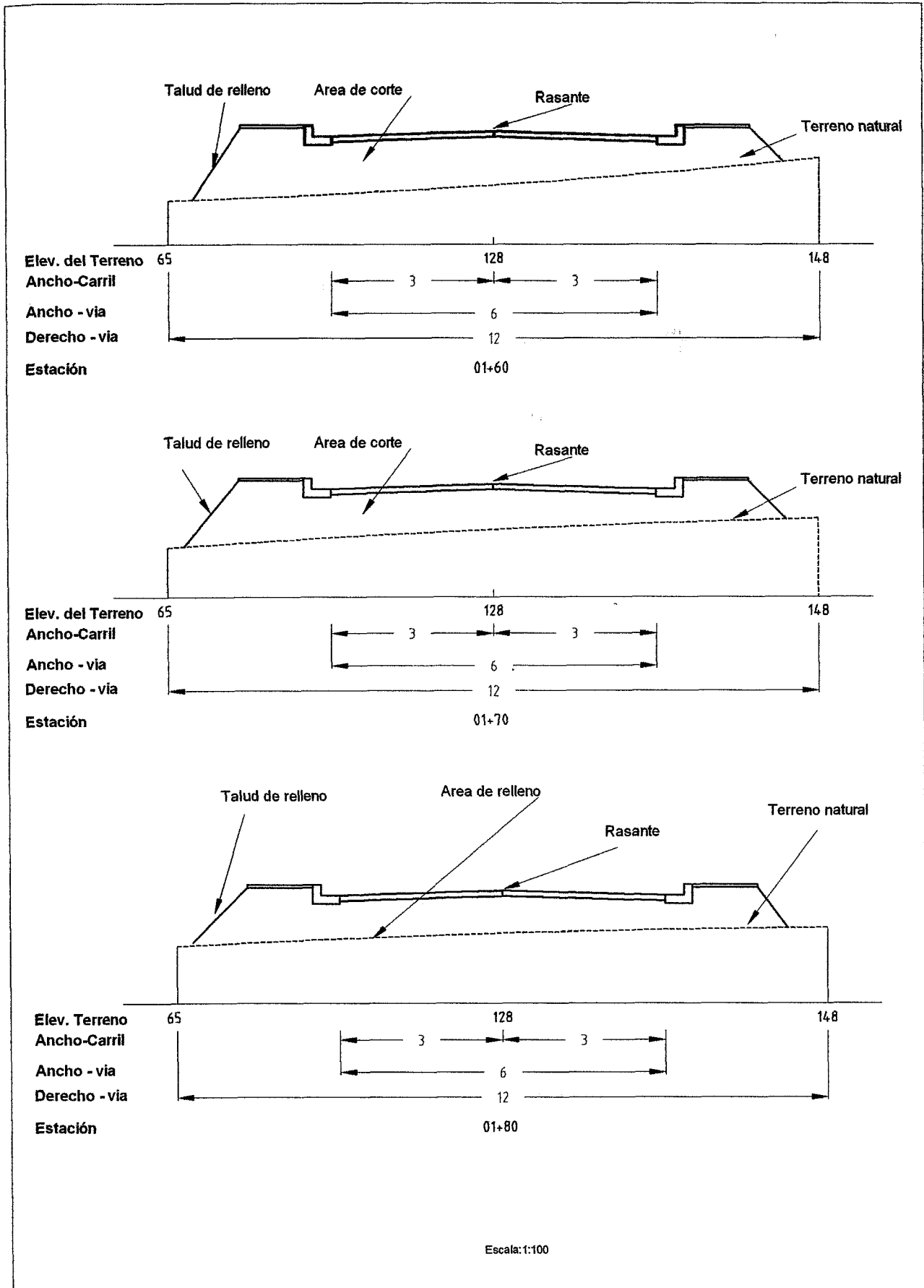


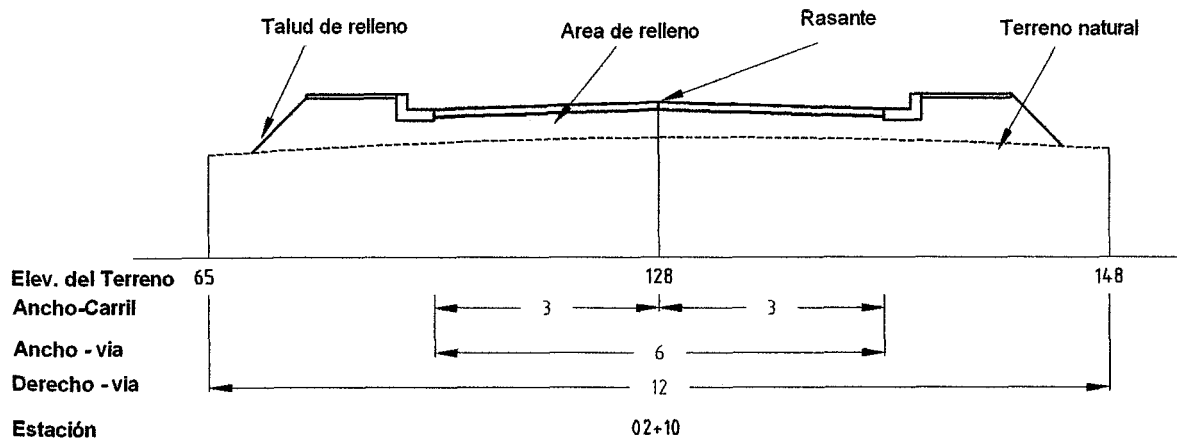
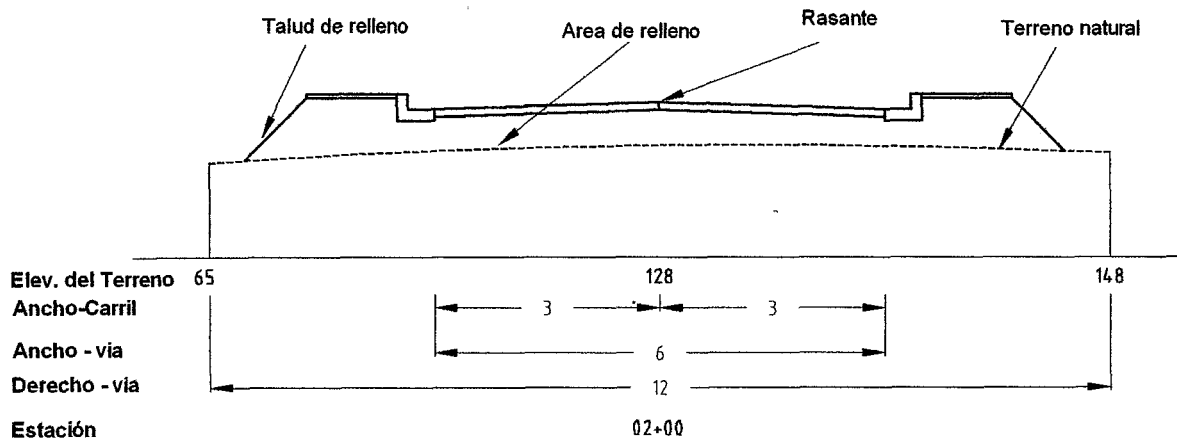
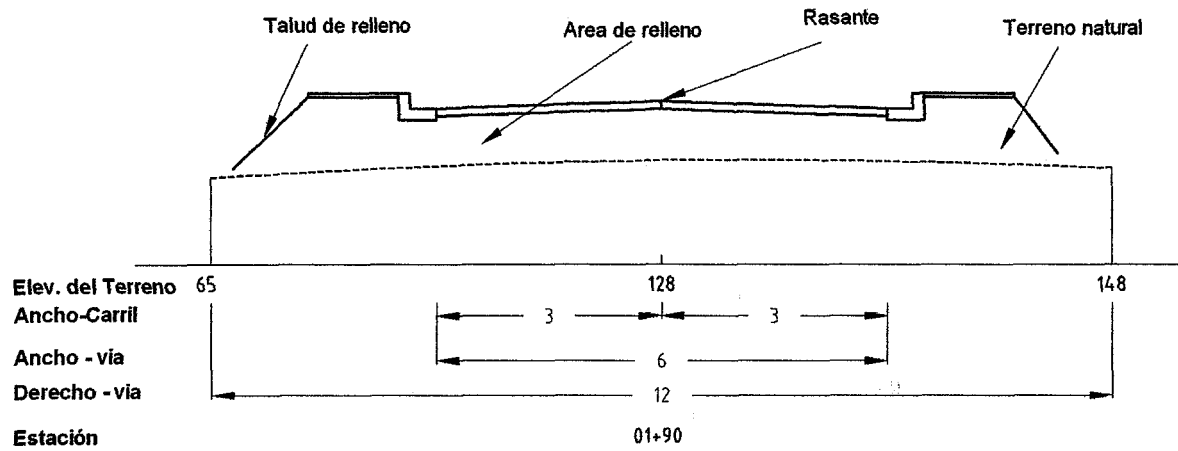


Escala: 1:100

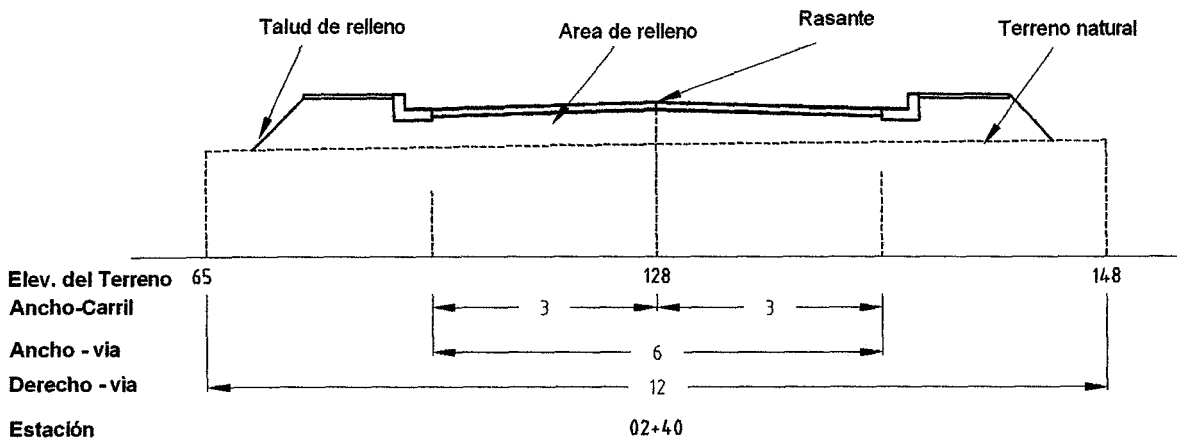
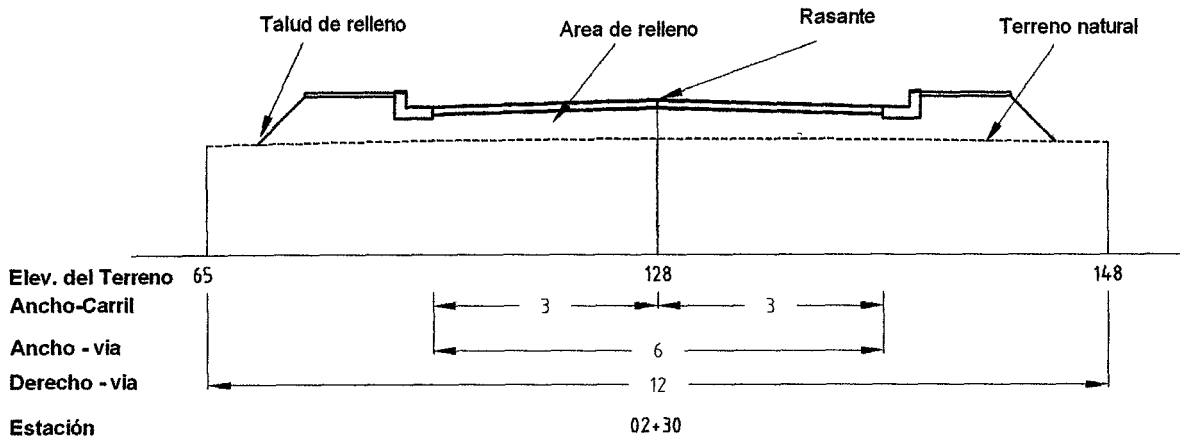
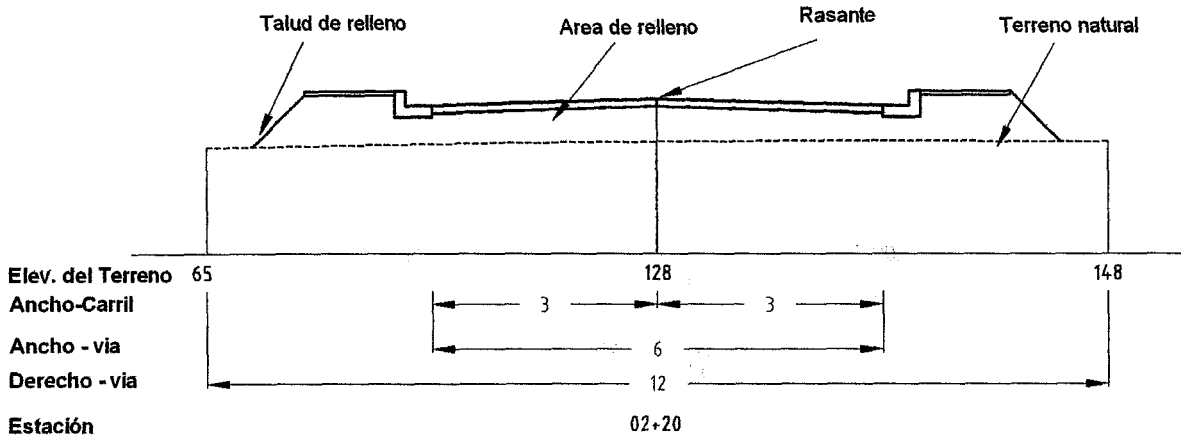




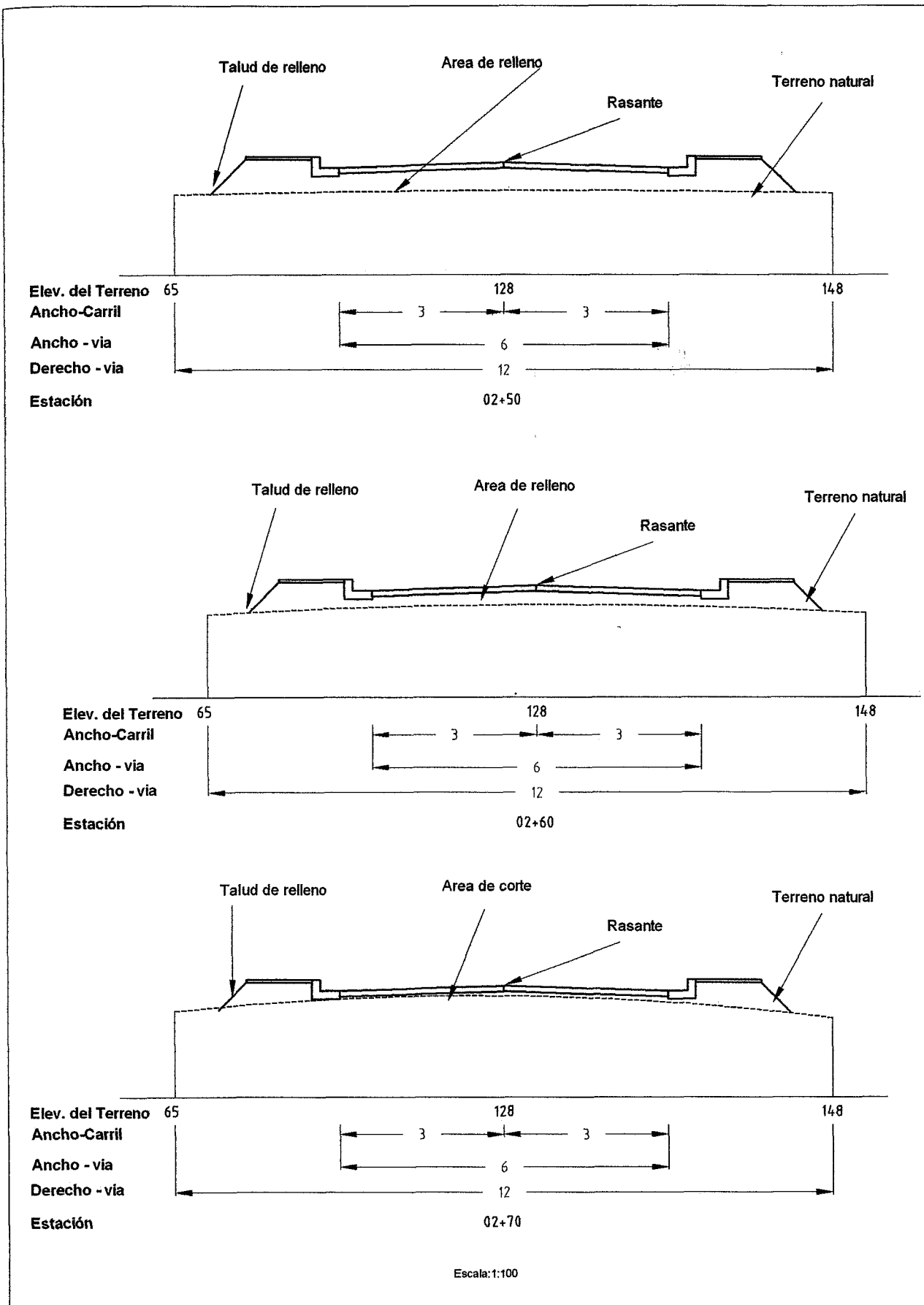


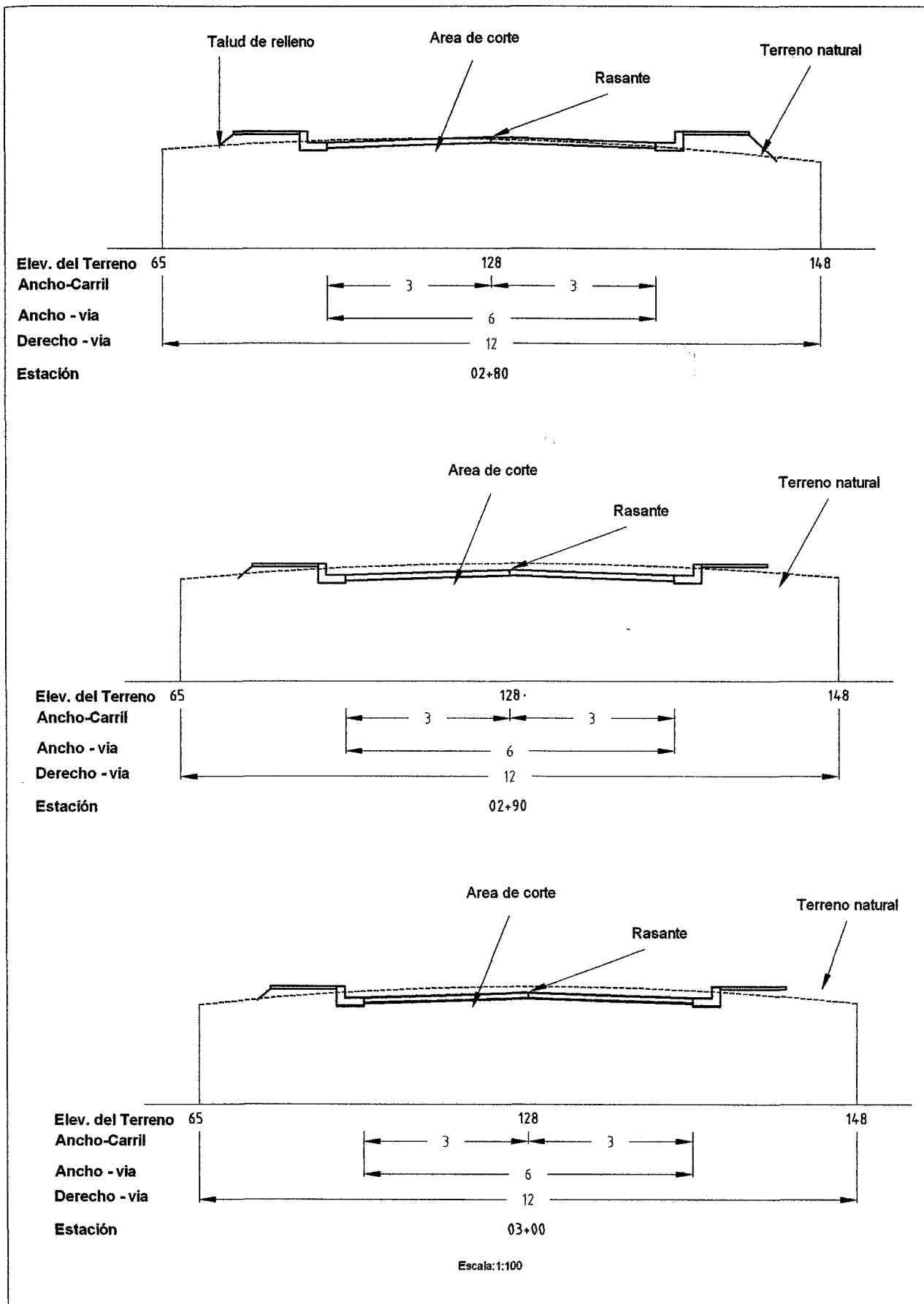


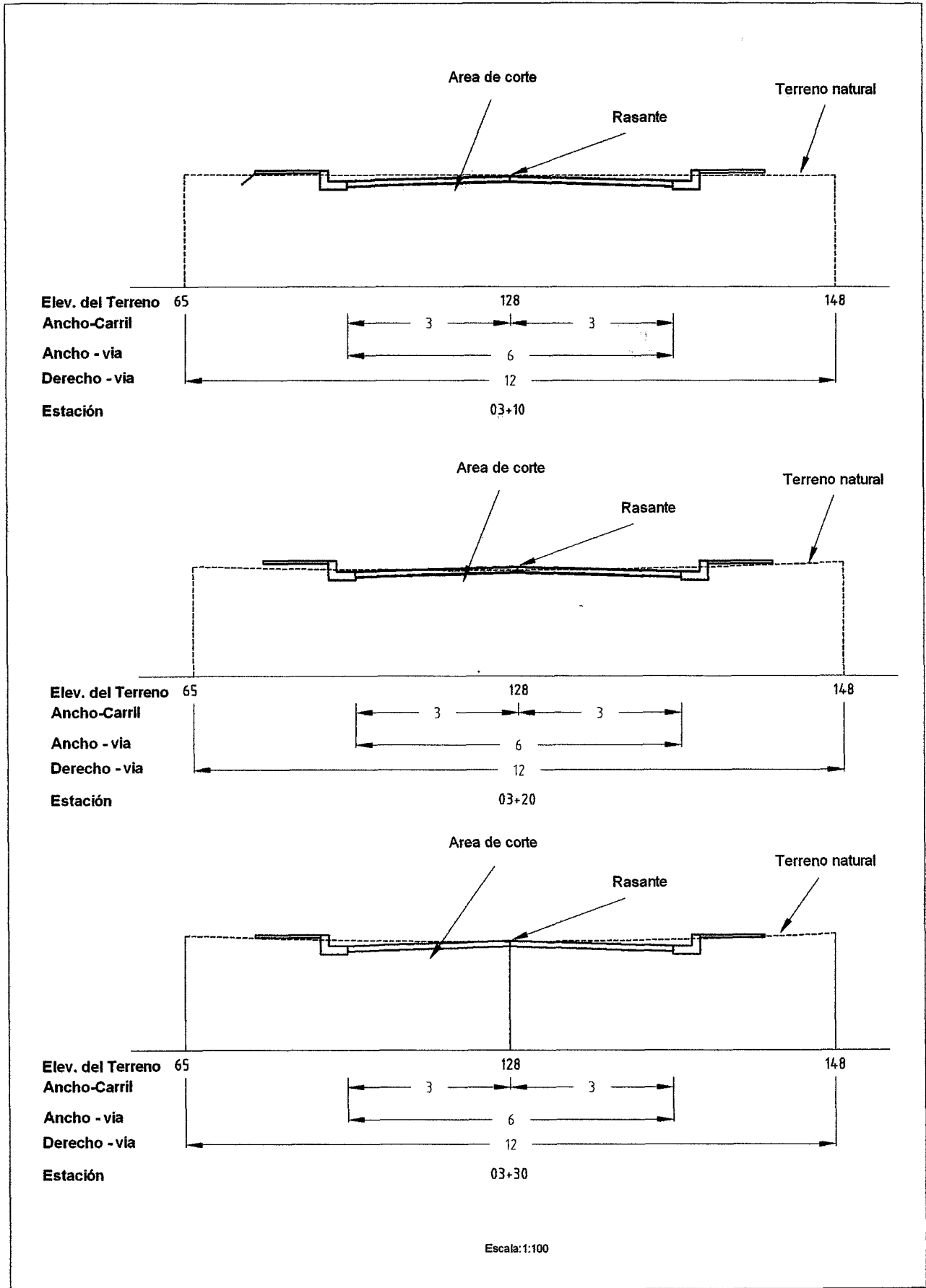
Escala: 1:100

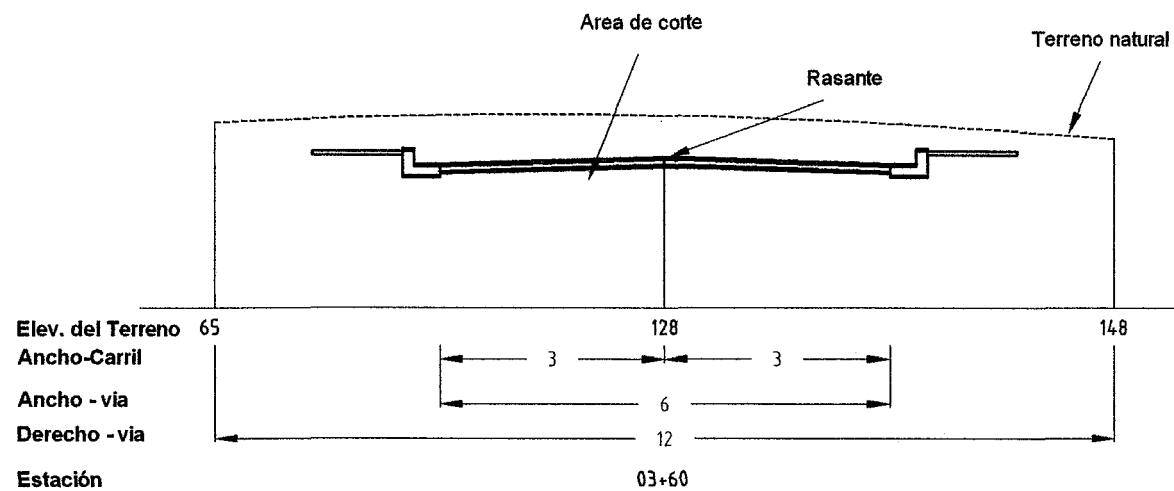
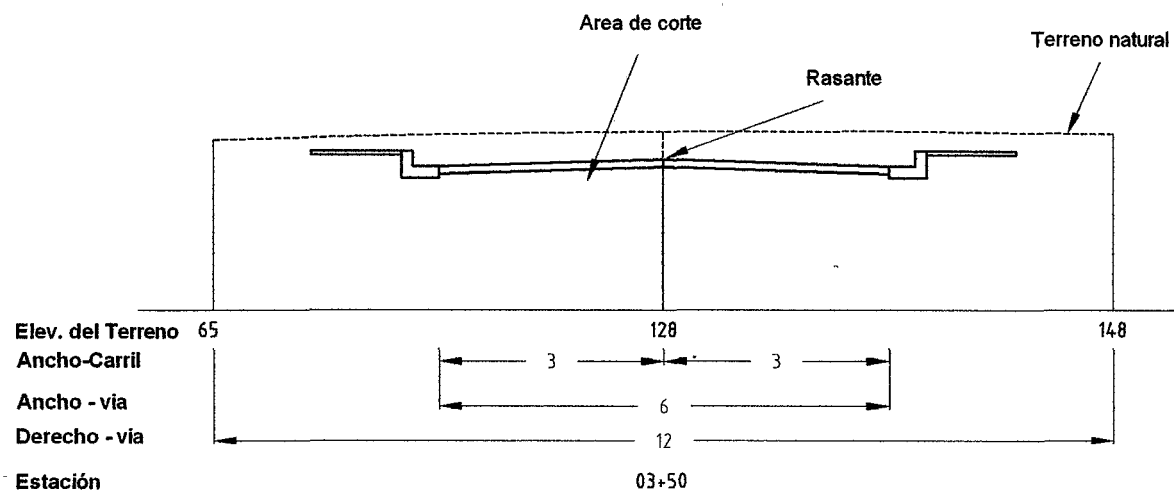
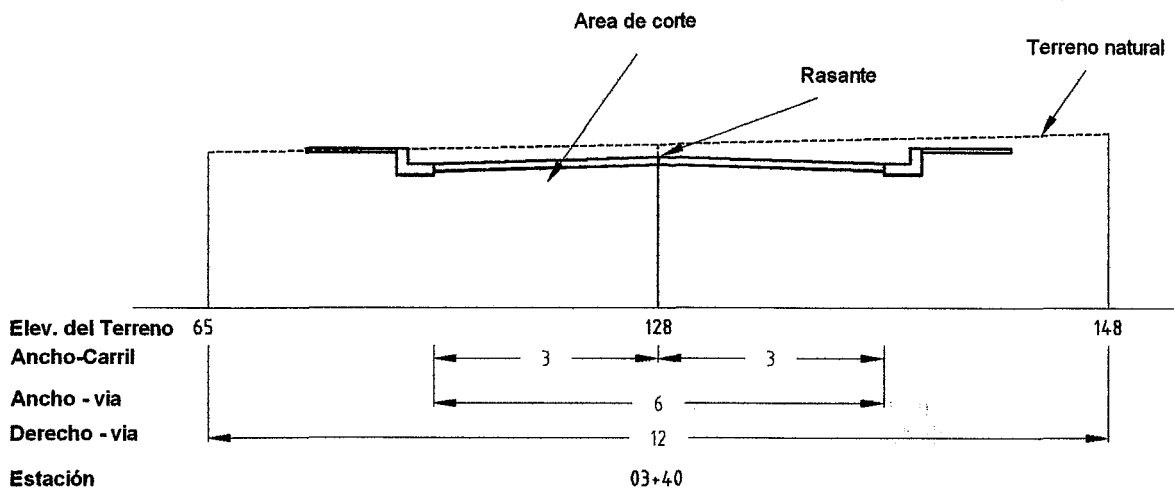


Escala: 1:100



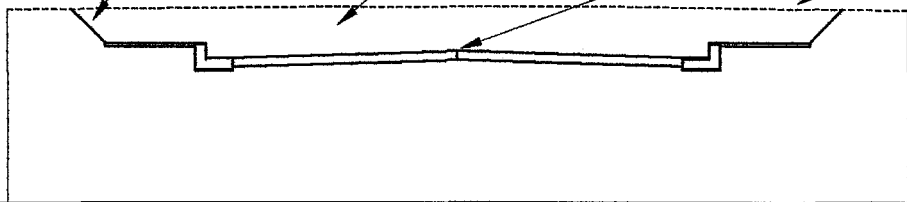






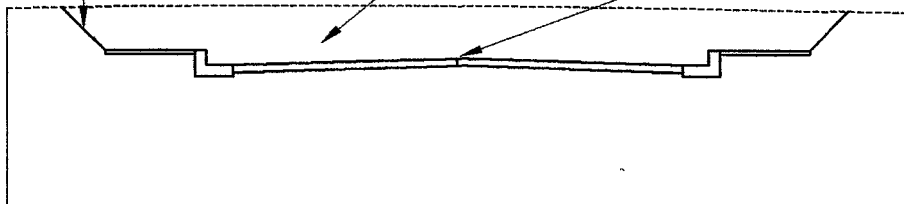
Escala: 1:100

Talud de corte Area de corte Rasante Terreno natural



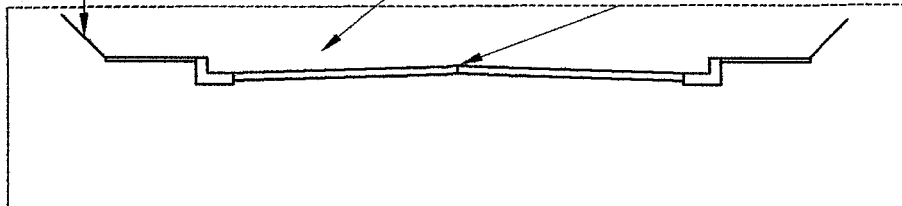
Elevación 65 128 148
 Ancho-Carril 3 3
 Ancho - vía 6
 Derecho - vía 12
 Estación 03+70

Talud de corte Area de corte Rasante



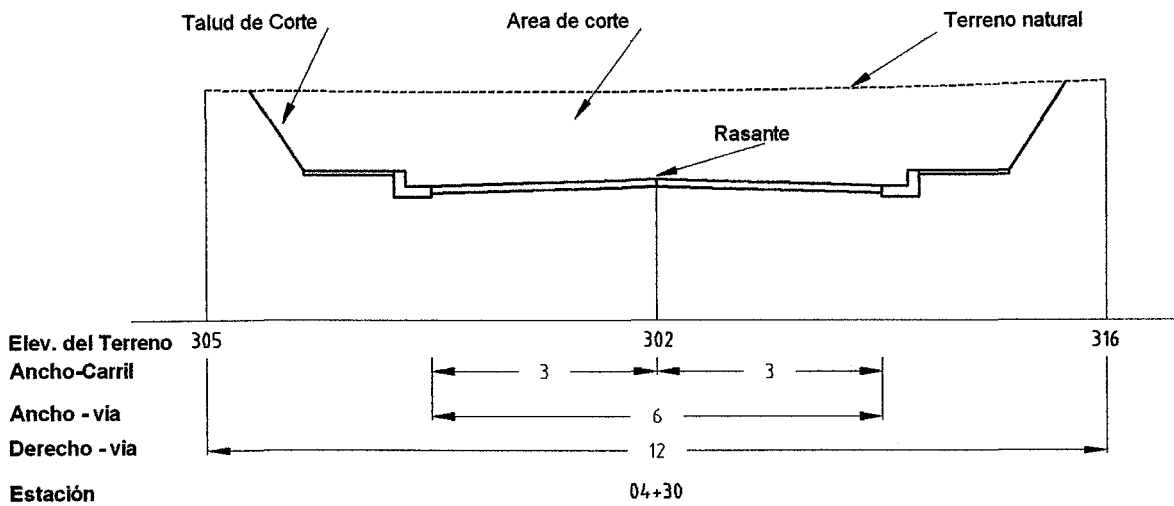
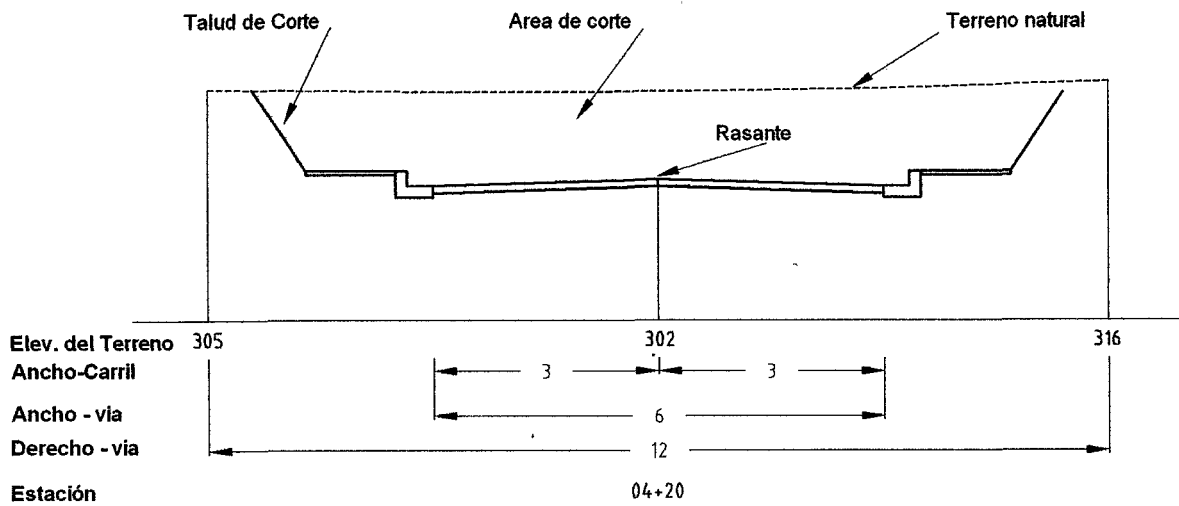
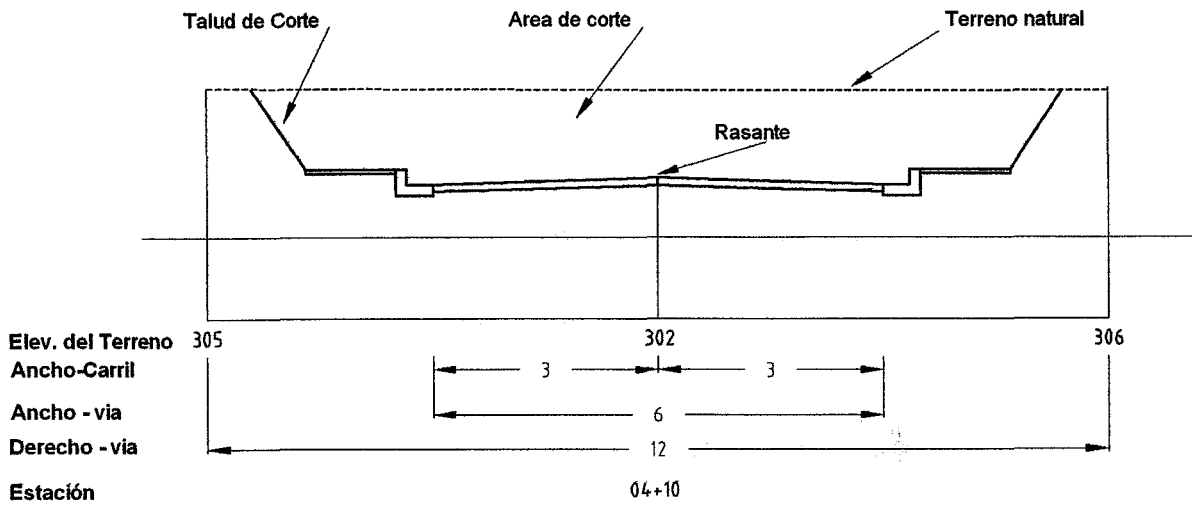
Elevación 65 128 148
 Ancho-Carril 3 3
 Ancho - vía 6
 Derecho - vía 12
 Estación 03+80

Talud de corte Area de corte Rasante

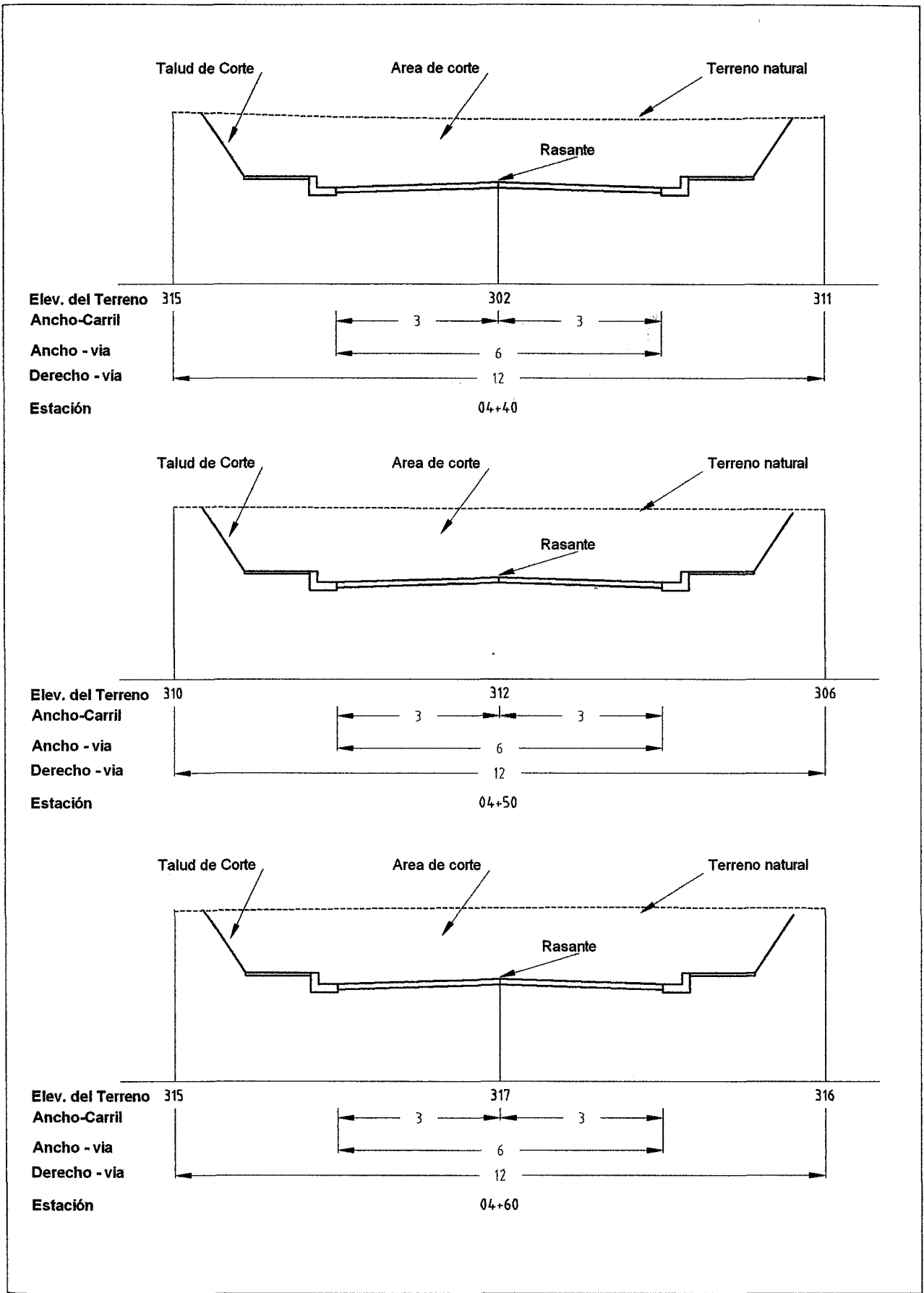


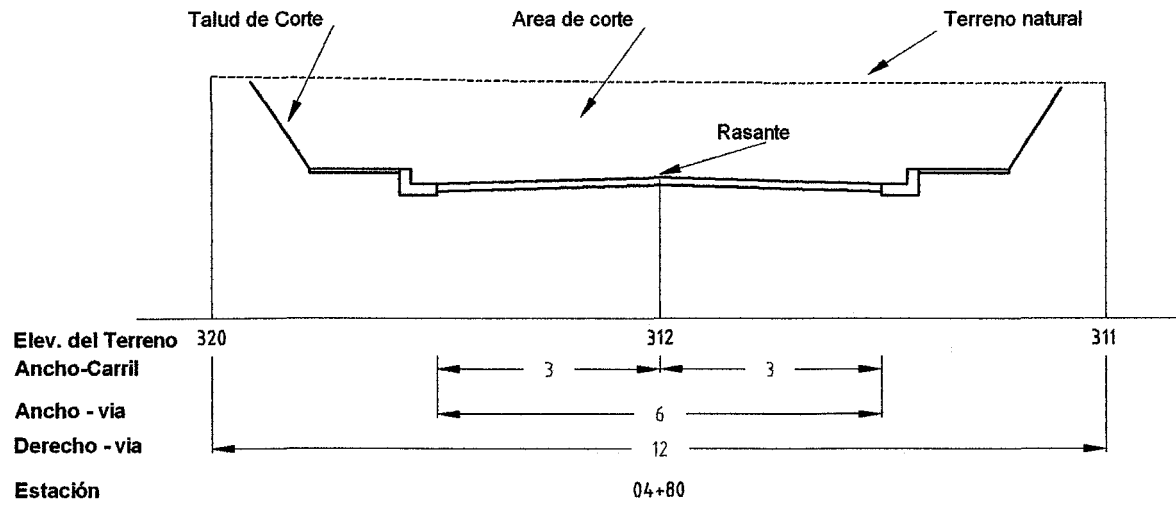
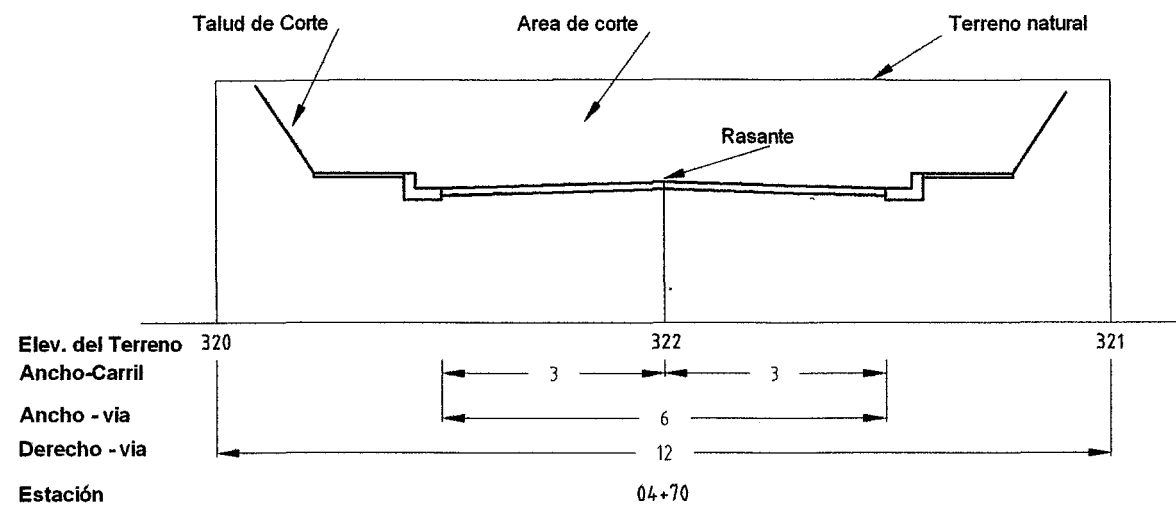
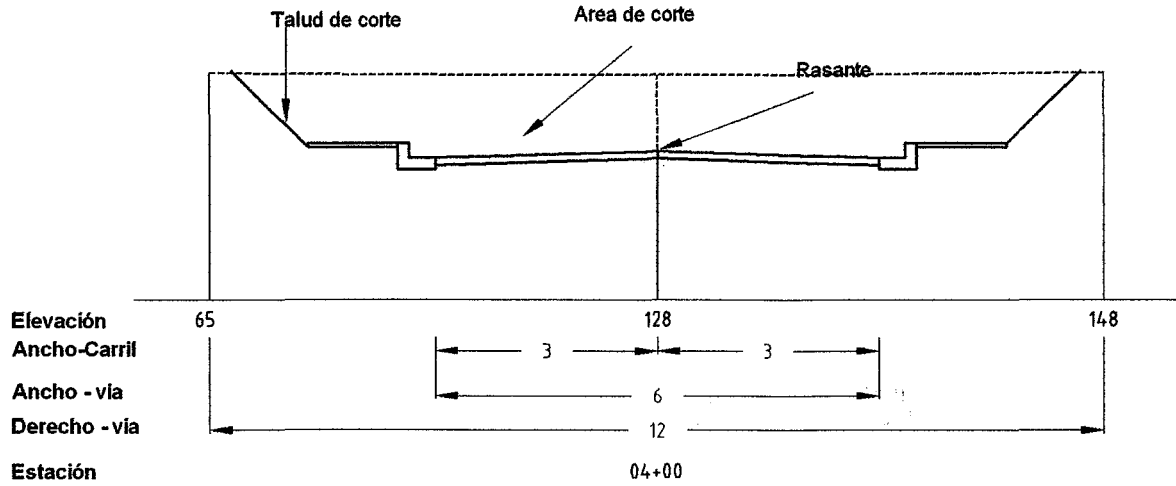
Elevación 65 128 148
 Ancho-Carril 3 3
 Ancho - vía 6
 Derecho - vía 12
 Estación 03+90

Escala:1:100

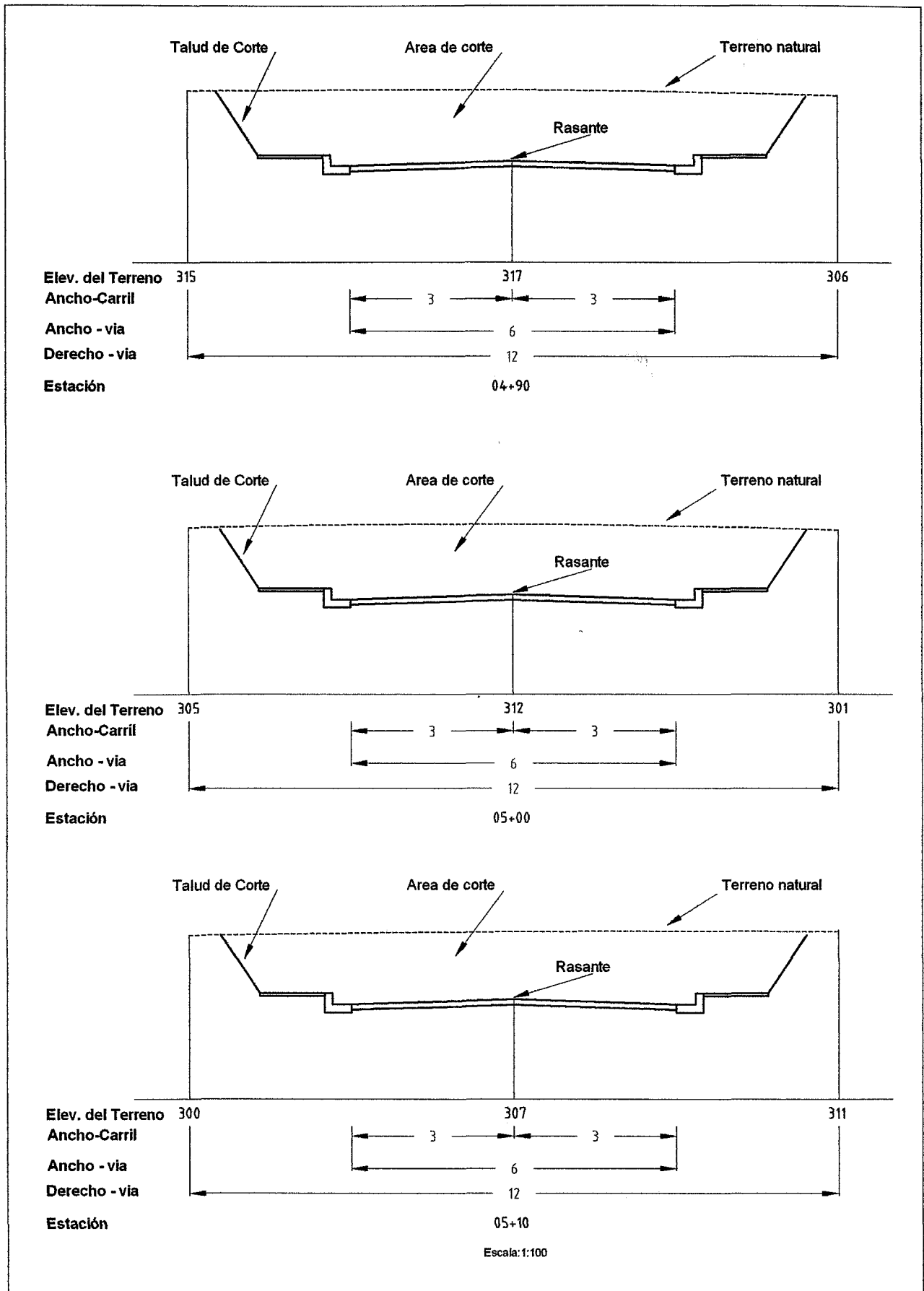


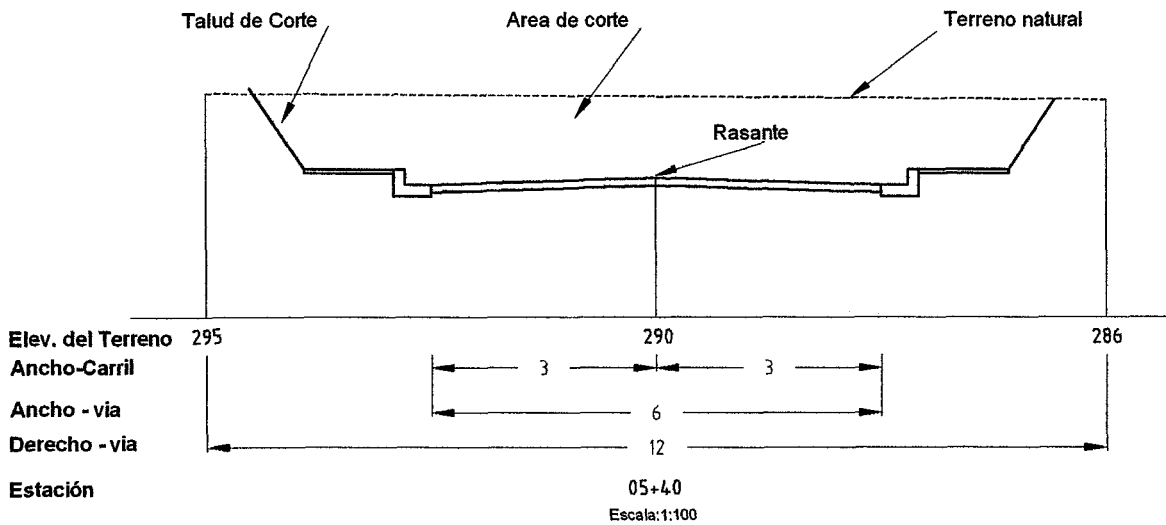
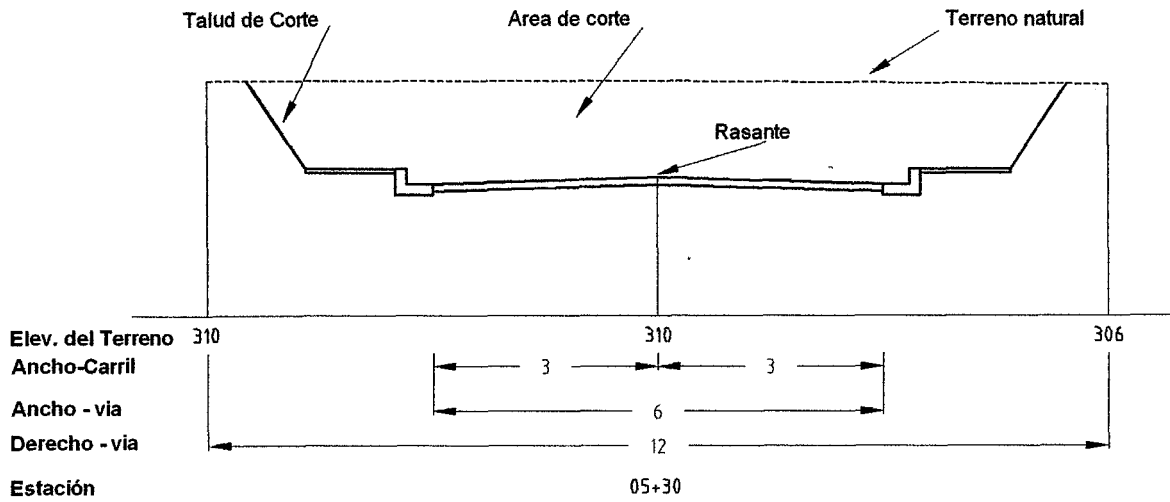
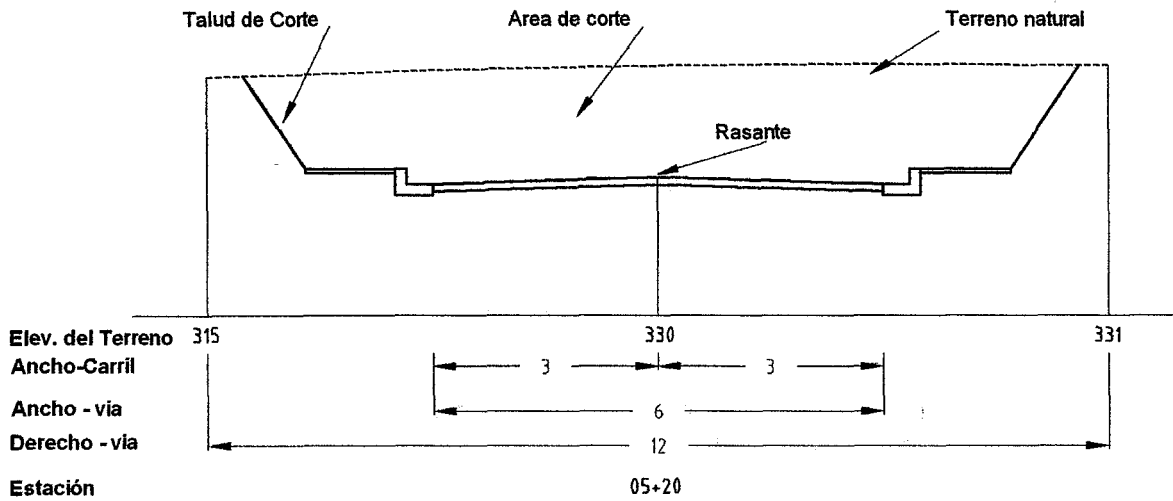
Escala:1:100

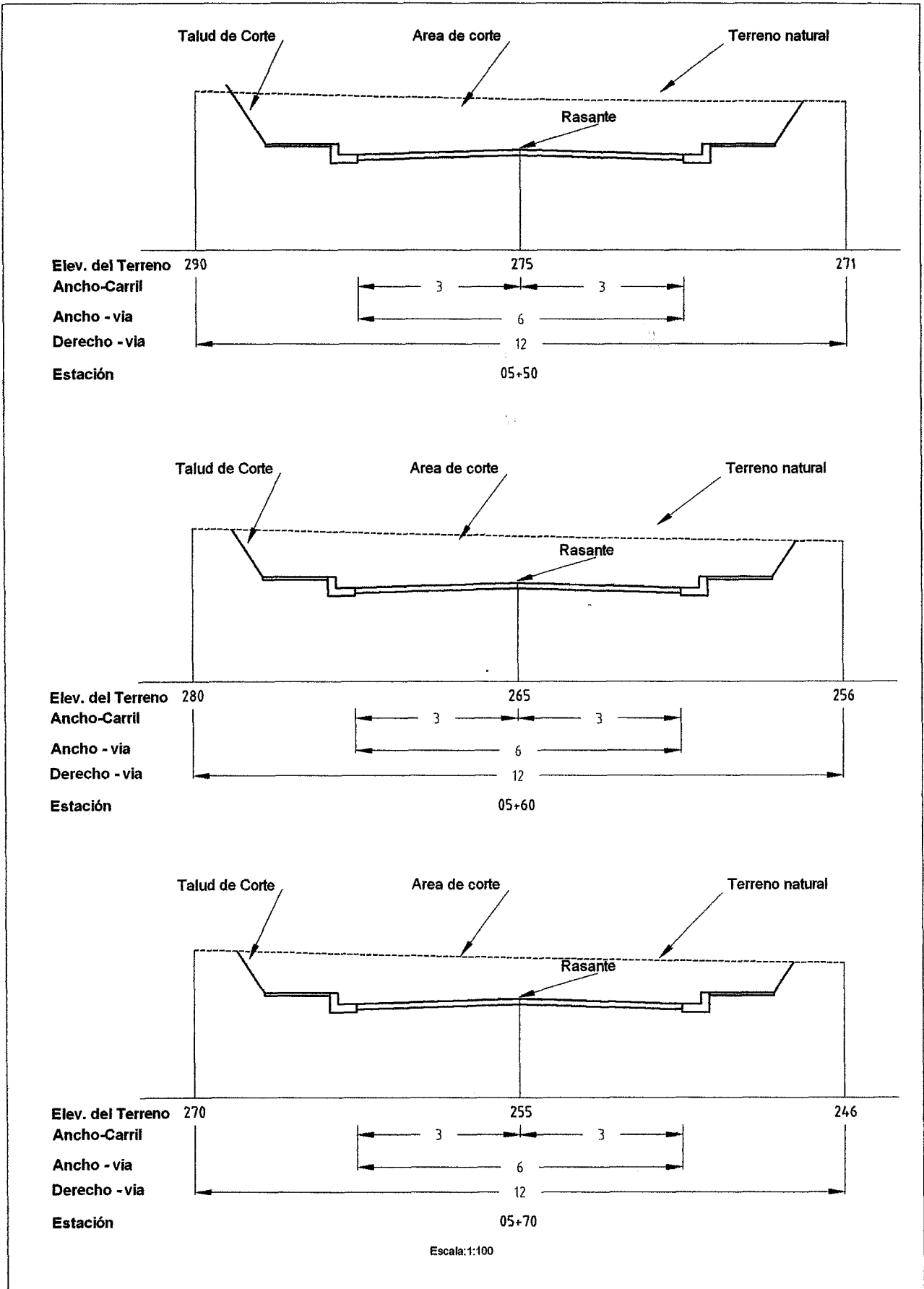




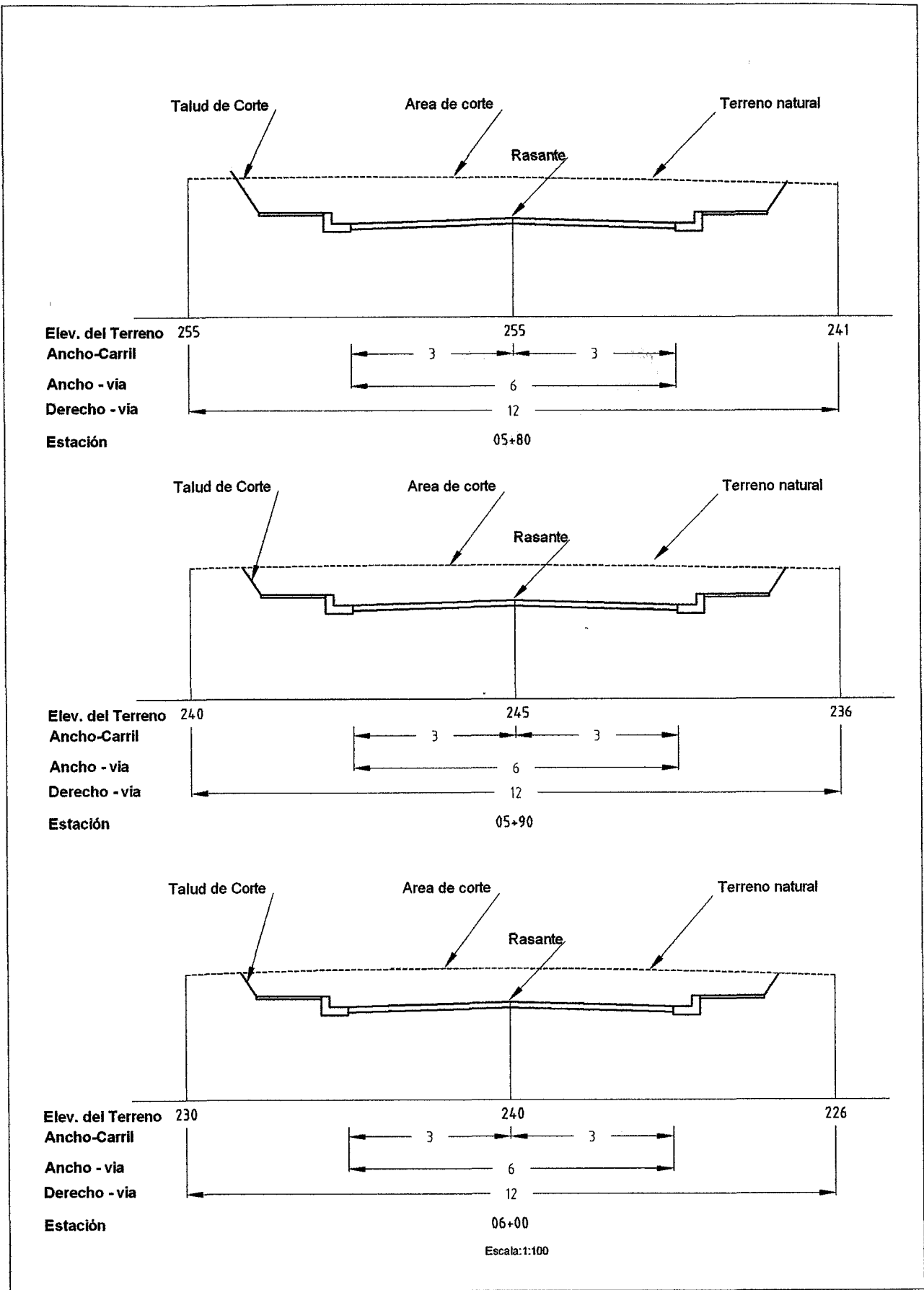
Escala: 1:100

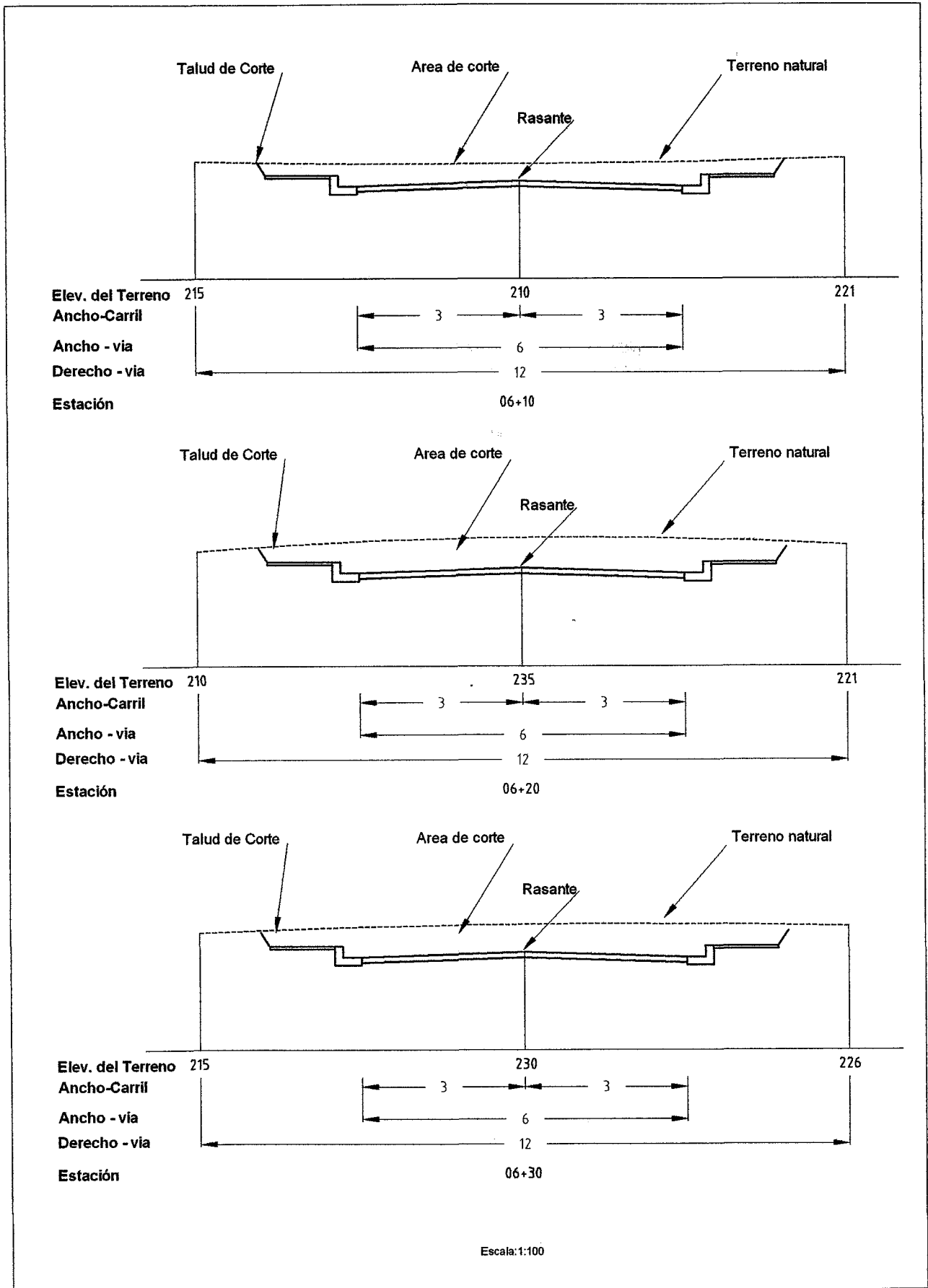


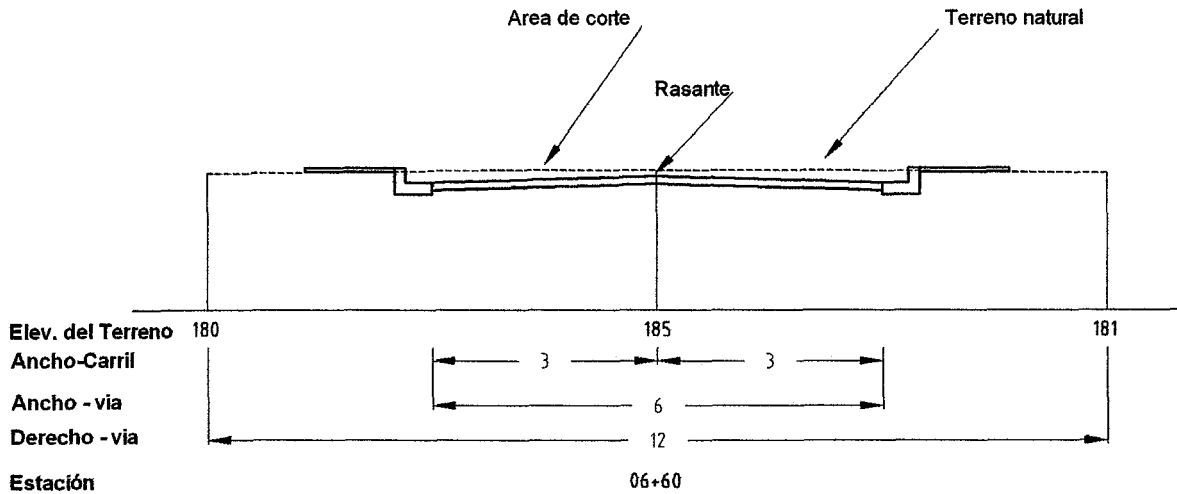
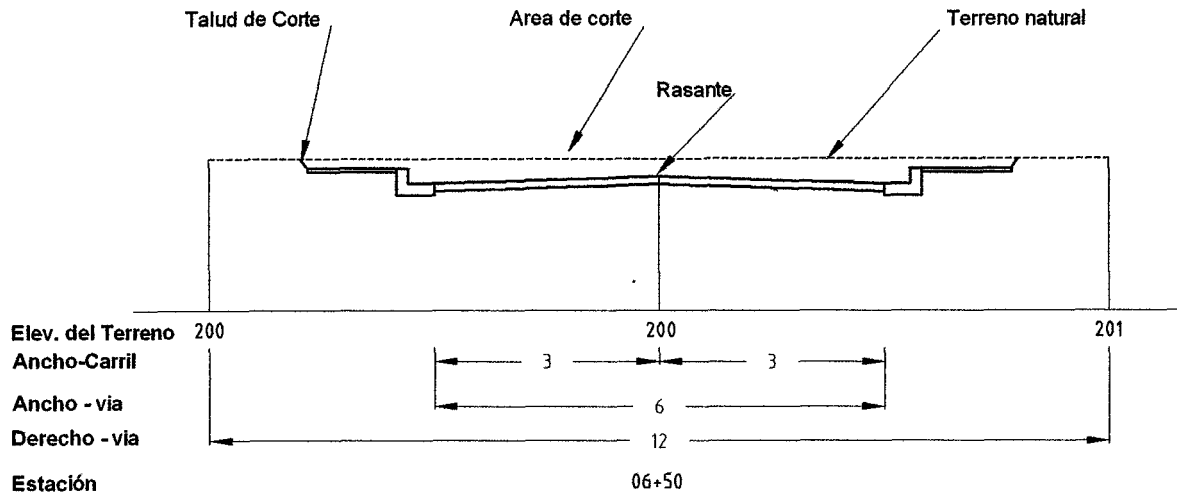
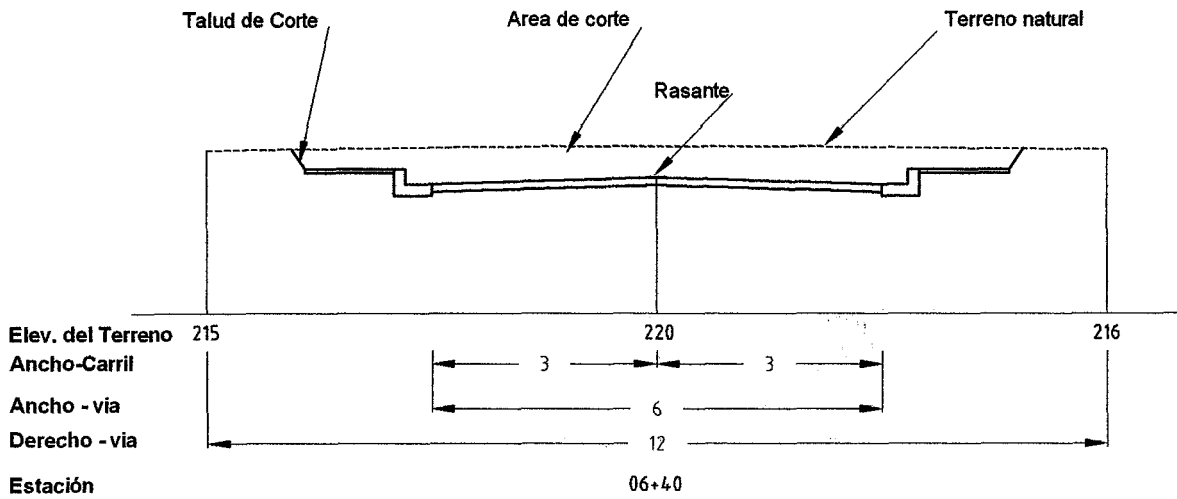




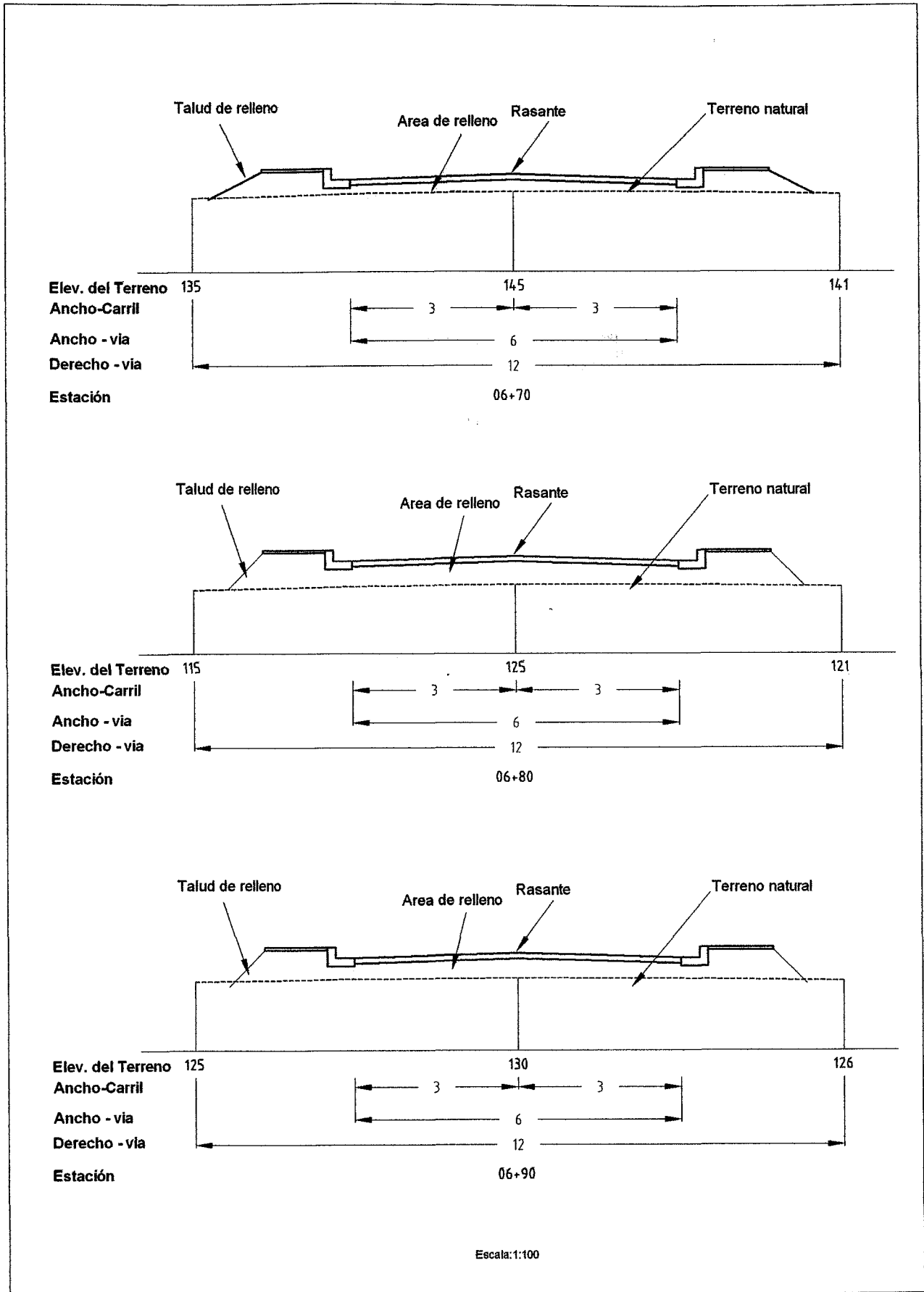
Escala: 1:100

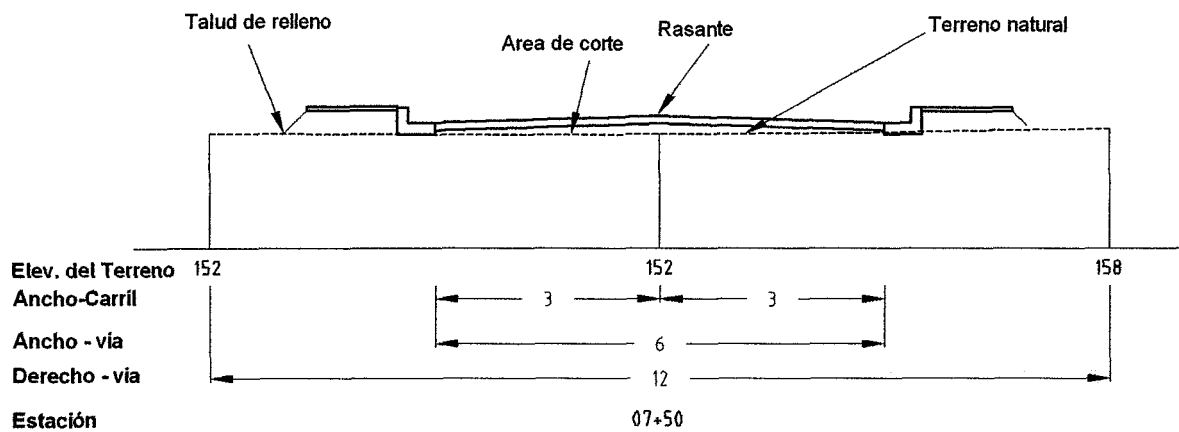
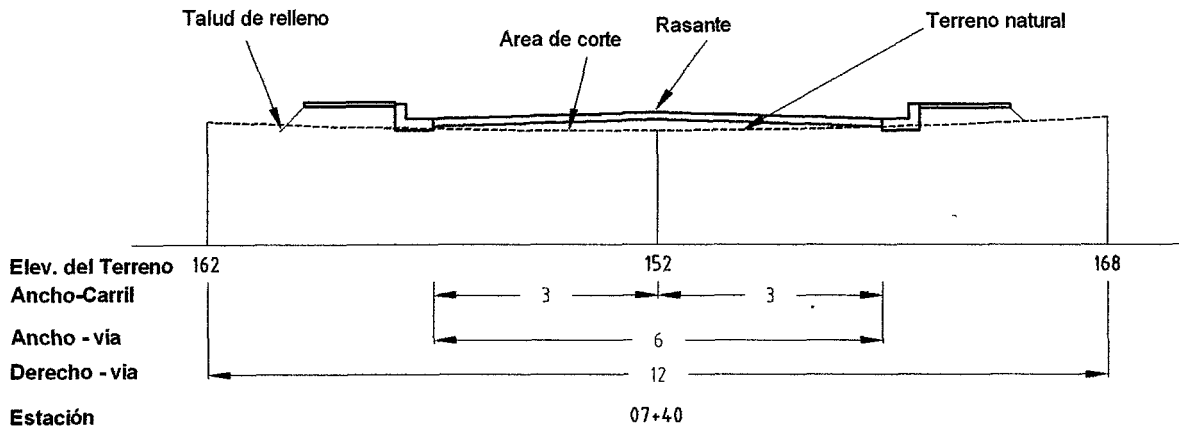
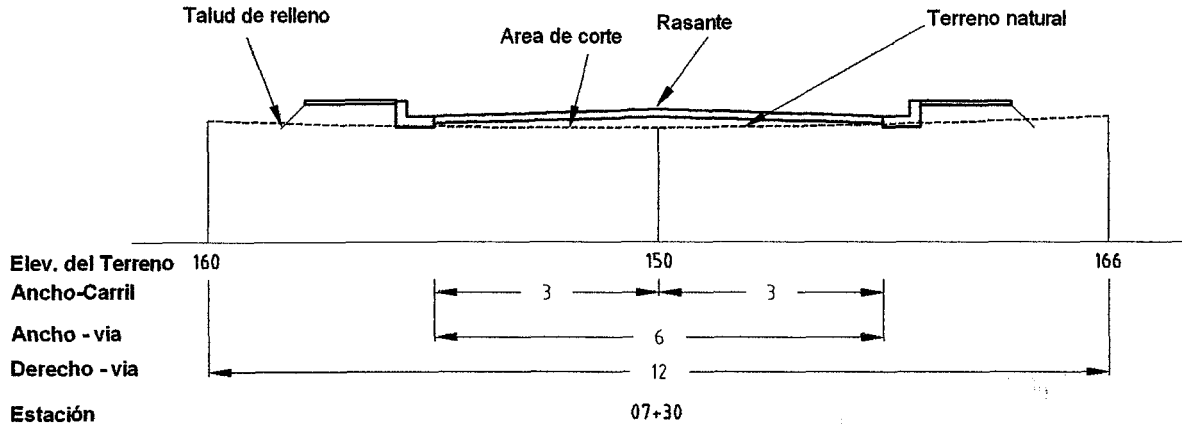




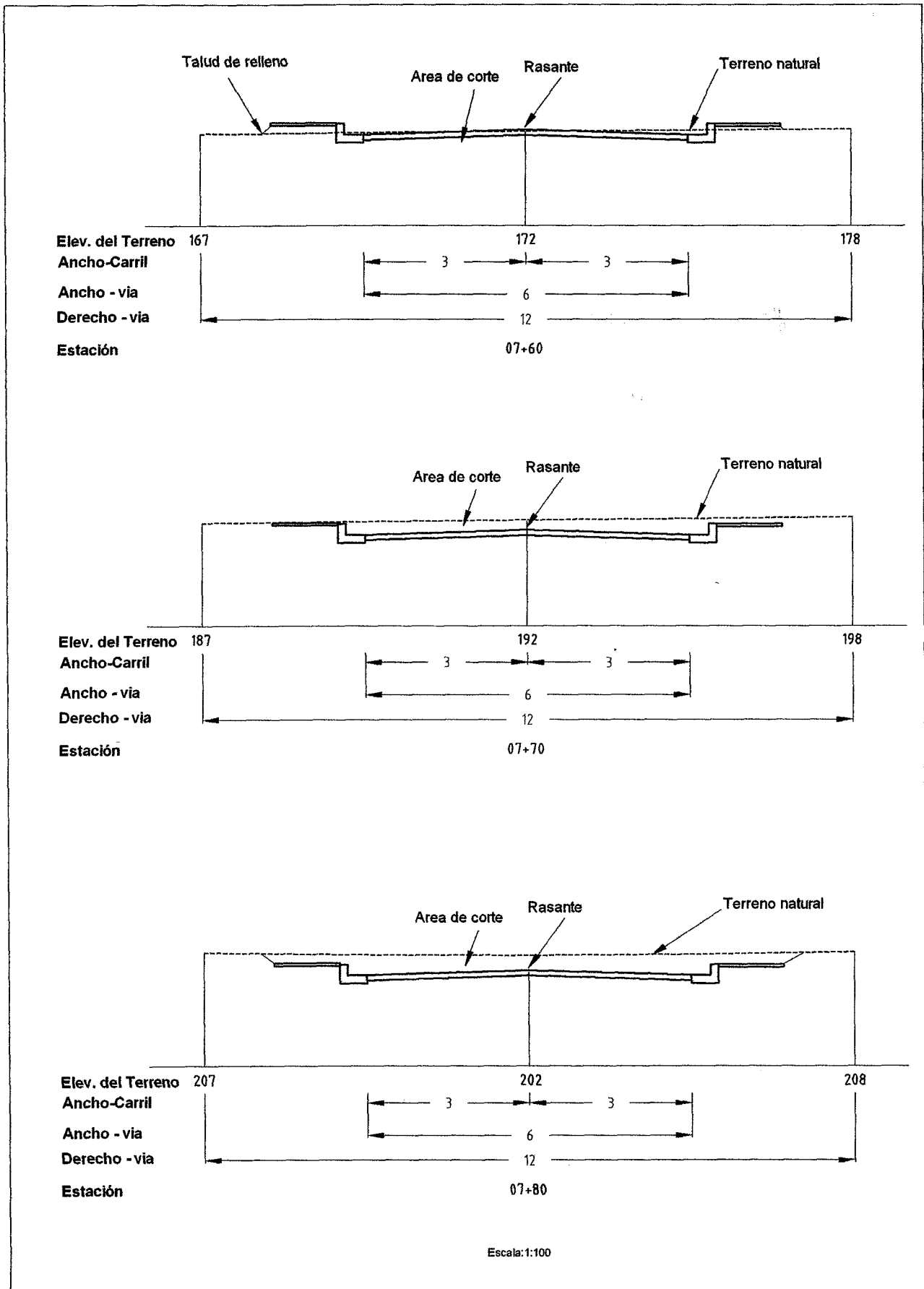


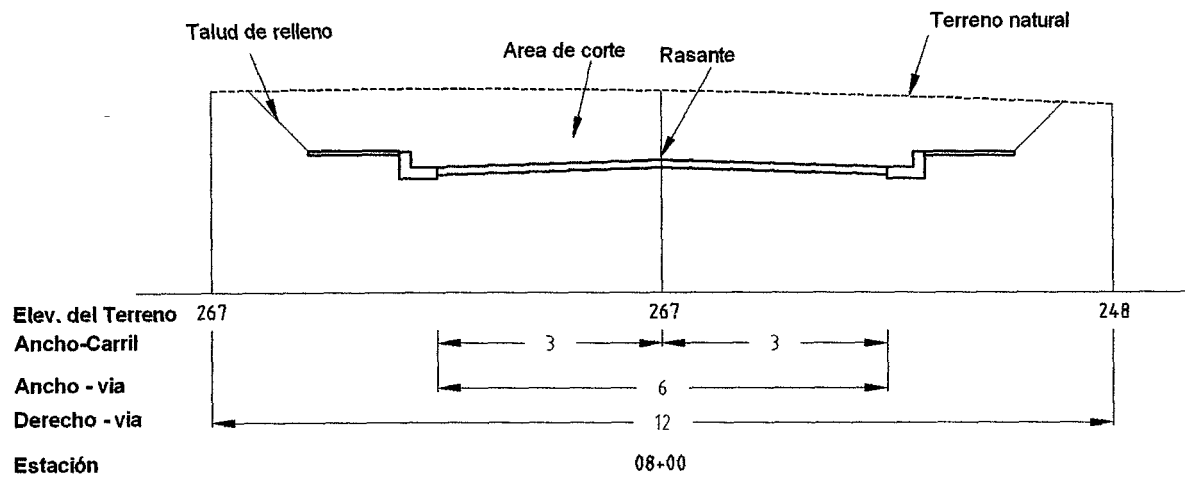
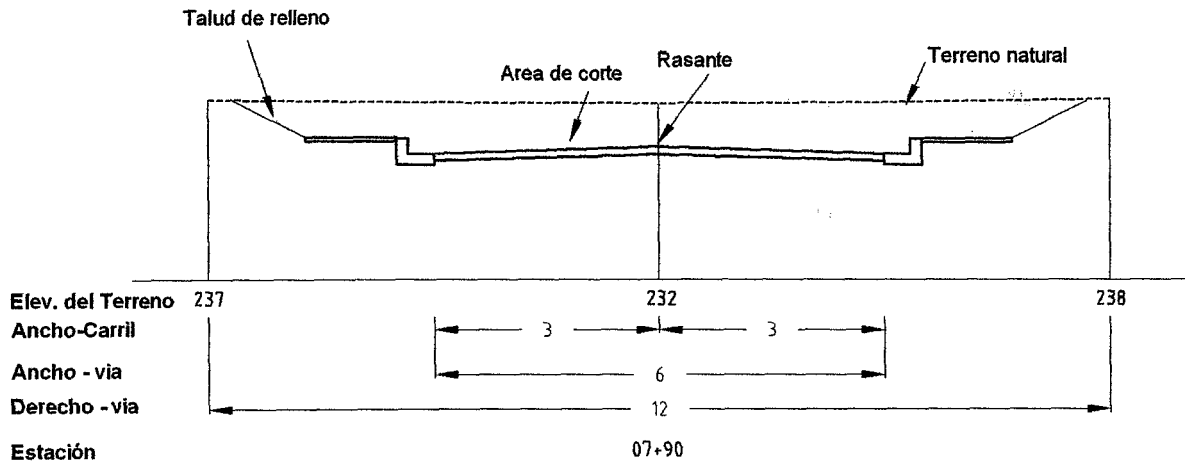
Escala:1:100



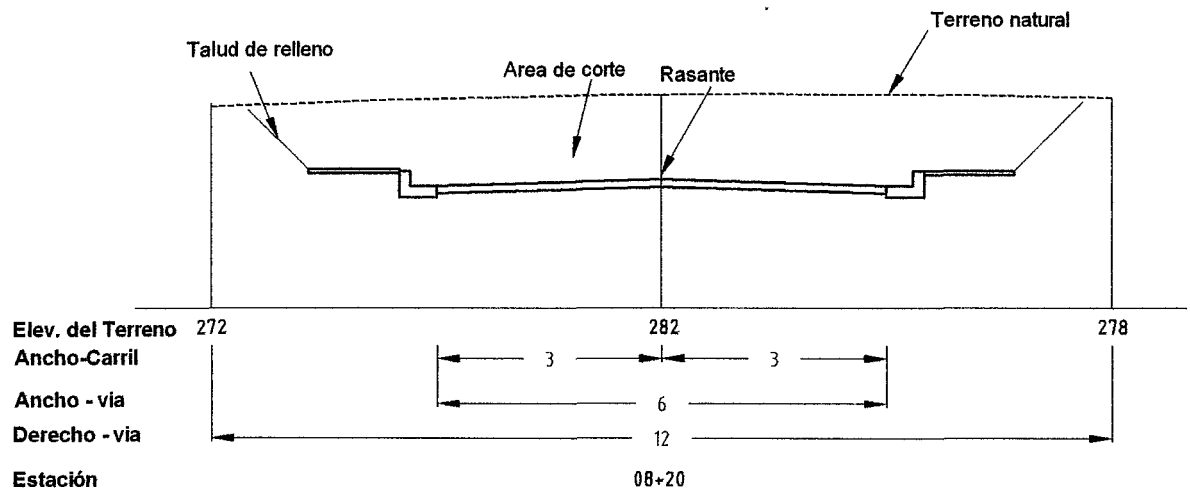
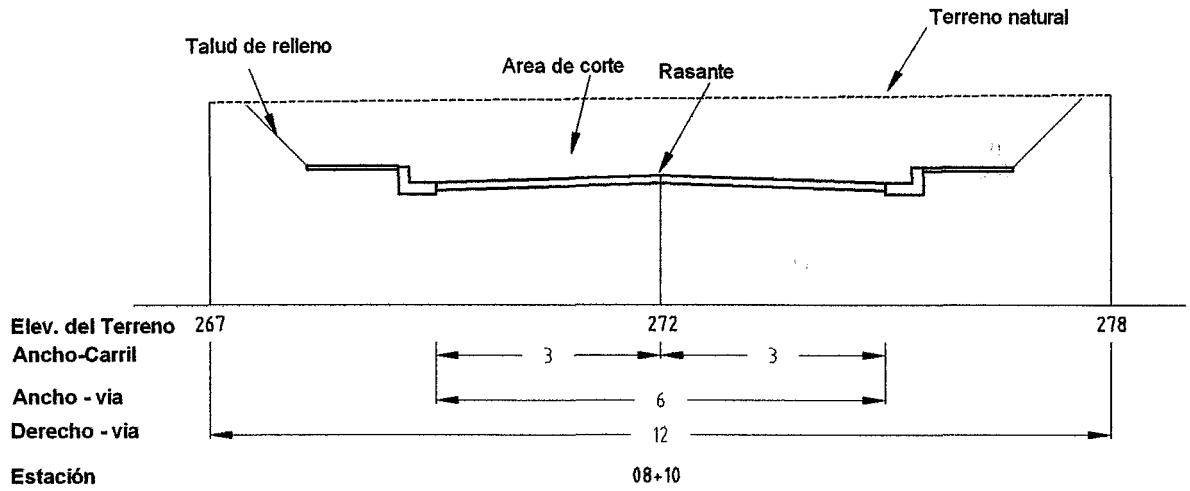


Escala:1:100



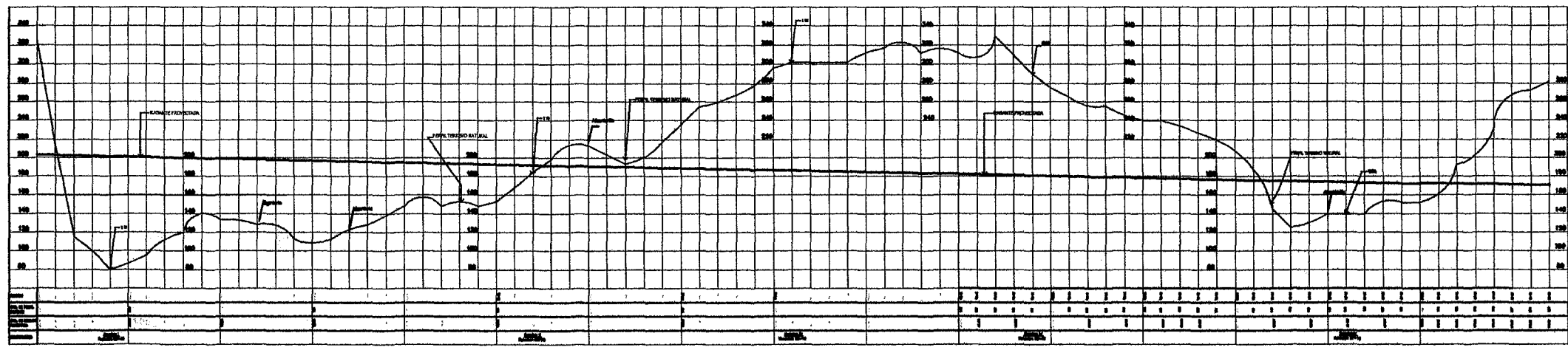
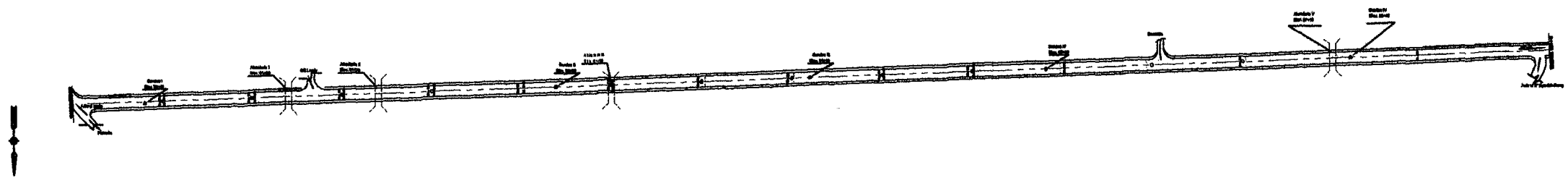


Escala: 1:100



Escala: 1:100

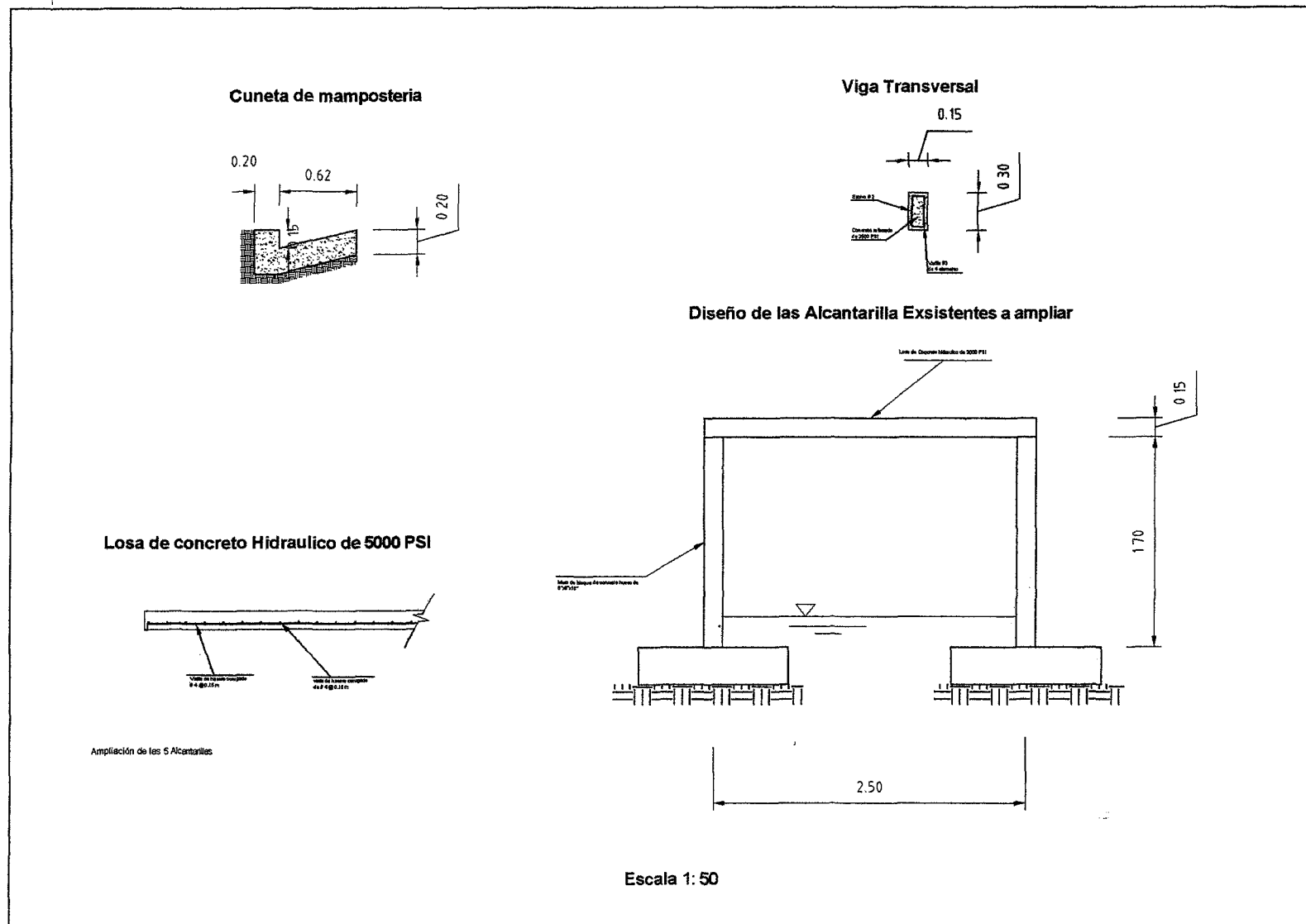
Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas del Barro El Muelle - Puerto Cabezas



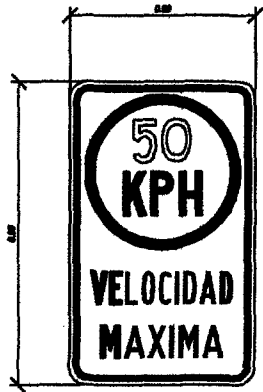
PERFIL LONGITUDINAL DE TODO EL PROYECTO

Escala 1:3000

Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas del Barrio El Mulle - Puerto Cabeza



SEÑALES REGLAMENTARIAS



R-3-1



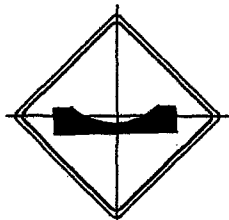
R-17-1



R-39-1



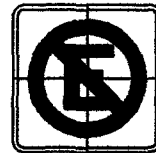
R-63



VADO



SENTIDO DEL TRANSITO



PROHIBIDO ESTACIONARSE

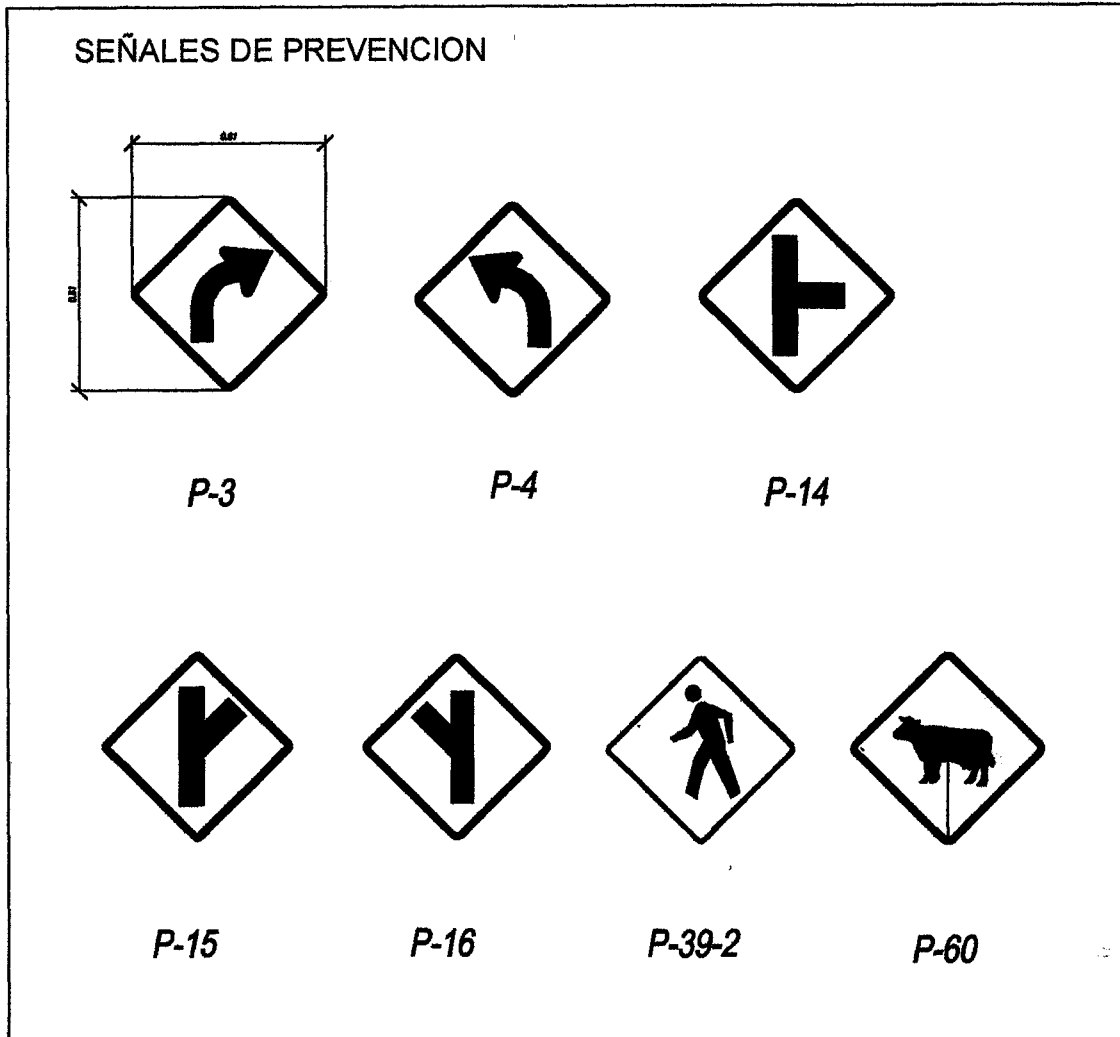


ALTO

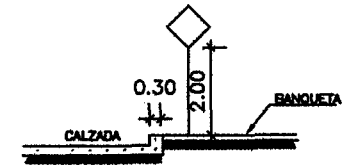
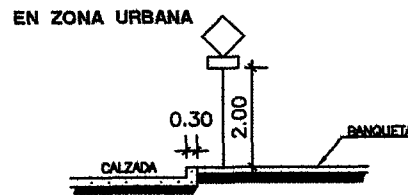
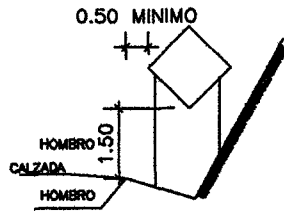
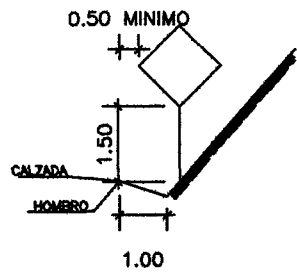
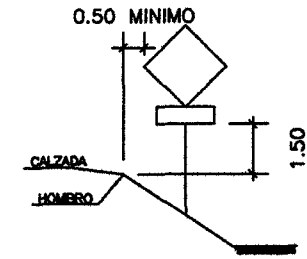
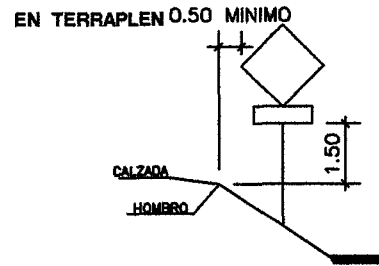
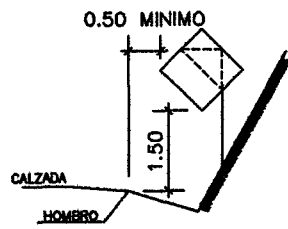
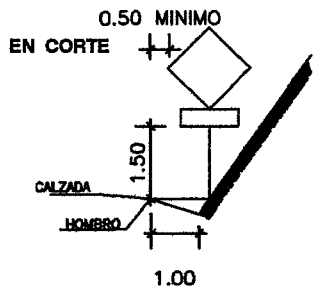


CEDA EL PASO

Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas del Barrio El Muelle - Puerto Cabeza



Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas del Barrio El Muelle - Puerto Cabeza



DISTANCIA LATERAL Y ALTURA DE LAS SEÑALES PREVENTIVAS

Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas del Barrio El Muelle - Puerto Cabeza

Diseño de 820 ml de adoquinado y obras conexas del Barrio El Muelle - Puerto Cabeza

ALTO

EN CRUCE DE DOS CALLES.

EN TODOS LOS CASOS, LA SEÑAL SE COLOCARA SOBRE LA CALLE DE MENOR VOLUMEN DE TRANSITO, EN EL LUGAR PRECISO DONDE DEBEN DETENERSE LOS VEHICULOS.

CEDA EL PASO

ESTA SEÑAL INDICA QUE EL CONDUCTOR DEBE DETENERSE O AMINORAR LA VELOCIDAD DE SU VEHICULO, CUANDO SEA NECESARIO CEDER EL PASO AL TRANSITO AL QUE SE INCORPORA O CRUZA.

LA SEÑAL DE CEDA EL PASO NO DEBE CONSIDERARSE COMO UN SUSTITUTO DE LA SEÑAL DE ALTO, CUANDO ESTA SEA NECESARIA.

VELOCIDAD

SE UTILIZARA PARA INDICAR EL LIMITE MAXIMO DE LA VELOCIDAD DEL PROYECTO QUE ES DE 50 KM/H.

PROHIBIDO ESTACIONARSE

SE UTILIZARA EN AQUELLOS LUGARES DONDE ESTE PROHIBIDO EL ESTACIONAMIENTO DE VEHICULOS.

EN UN TABLERO ADICIONAL SE PODRAN INDICAR LAS CARACTERISTICAS DE LA RESTRICCION AL ESTABLECIMIENTO COMO PUEDEN SER HORARIOS, LUGARES, FECHAS, SANCIONES, MOTIVOS Y EXCEPCIONES.

EJEMPLO DE LAS RESTRICCIONES PUEDEN SER LAS SIGUIENTES LEYENDAS: MAS DE UNA HORA, DE 8 A 21 Hr, PRINCIPIA, TERMINA, ESTA CUADRA, DIAS HABILES, COCHERA EN SERVICIO, HIDRANTES, EXCEPTO AMBULANCIAS, EXCEPTO DOMINGOS, ETC.

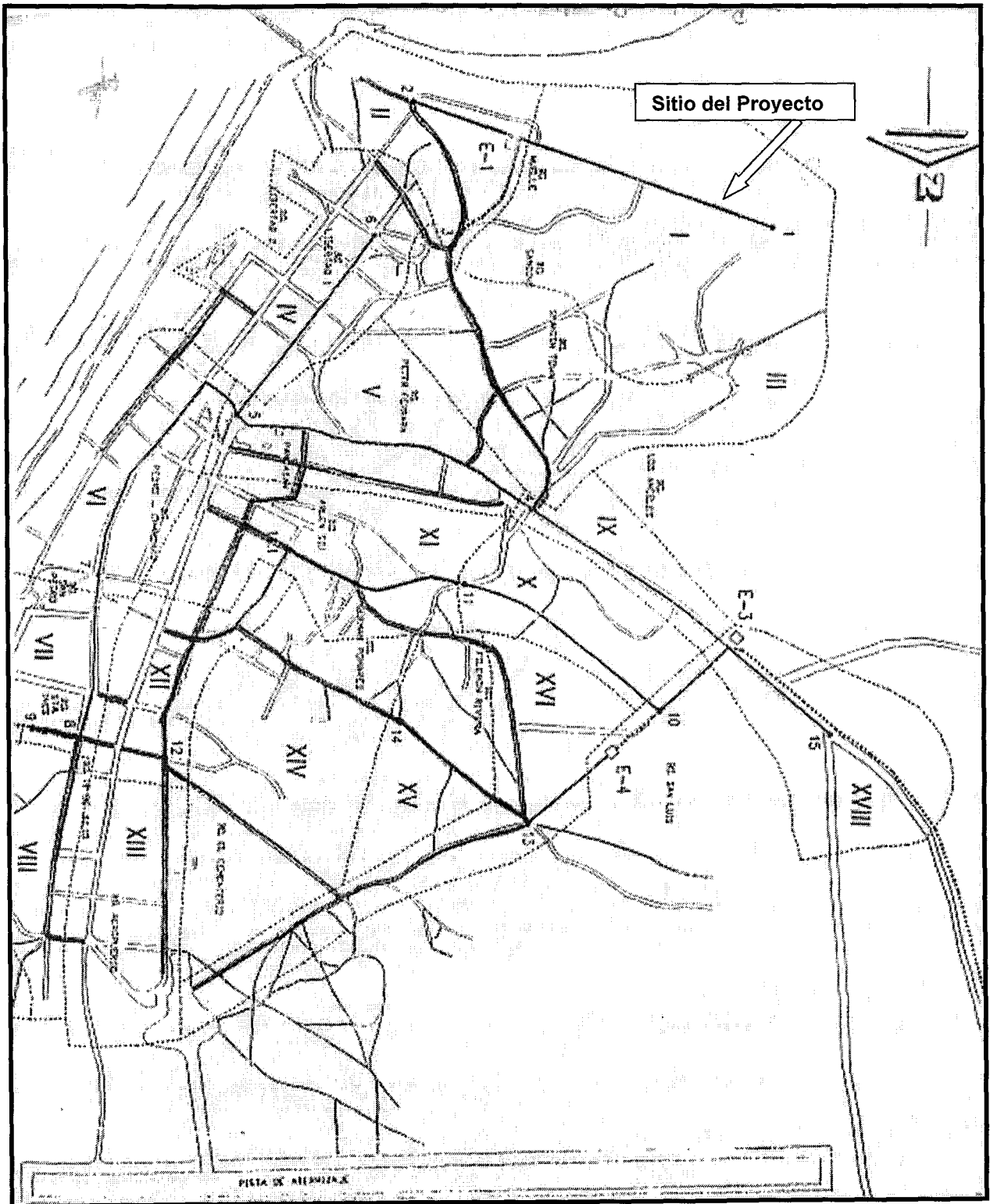
SENTIDO DEL TRANSITO

SE USARA PARA INDICAR A LOS USUARIOS QUE EN LA CALLE O CARRETERA QUE VAN A CRUZAR, EL TRANSITO DE VEHICULOS ESTA PERMITIDO EN LA DIRECCION QUE MUESTRA LA FLECHA.

Anexo VI

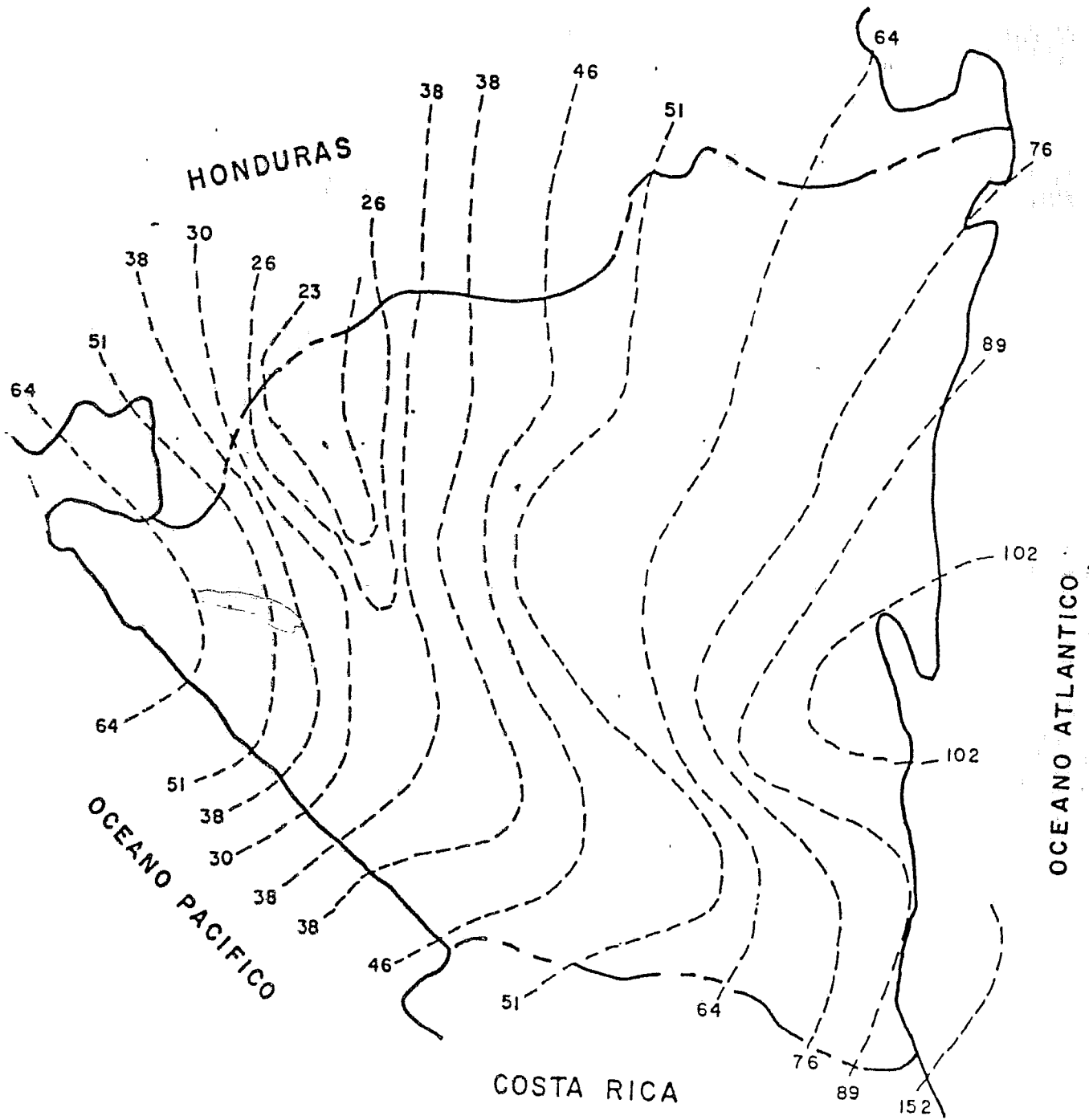
Documentos de Respaldo

Mapa del Casco Urbano de Puerto Cabeza



MAPA DE PRECIPITACION PLUVIAL NICARAGUA

(en pulgadas por año)



DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Presentamos hace algún tiempo un método de diseño de pavimentos flexibles, que se basaba en la utilización del C.E.R. y del I.G. como parámetros definidores de la estabilidad de los suelos y de ciertos conceptos adaptados aquí en -- Brasil por el Ingeniero Williams Haynes Mills y en los Estados Unidos de Norte América, por algunos estados, como Wyoming, Kansas, Colorado Etc. para tomar en cuenta las condiciones de clima, drenaje y repetición de cargas.

No está demás decir que este procedimiento fue previsto por el propio Porter, creador del C.E.R. en sus trabajos "Fundaciones para Pavimentos Flexibles" de 1942.

Nuestros trabajos han sufrido algunas revisiones, pero respetando siempre las líneas generales establecidas inicialmente, hacemos esta nueva revisión para tomar en consideración, especialmente, los siguientes objetivos:

- a) Mayor precisión de algunos conceptos
- b) Mayor Simplicidad
- c) Consideración de Cargas por ruedas superiores a 9,000 Lbs. (4.1 Ton), ya que circulan en las carreteras brasileras, cargas de 5 toneladas (11,000 Lbs.) y hasta 6 toneladas (15,000 Lbs.) por rueda.

La determinación del espesor total del pavimento se hace en función del -- índice de soporte de la Sub-rasante (I.S.), que será determinada en las condiciones de peso volumétrico máximo y humedad óptima especificadas para la Sub-rasante (por el momento, las correspondiente al ensayo AASHO Estándar), pueden -- tomarse si se desea, muestras inalteradas para la determinación del índice de -- soporte.

Los 15 centímetros superiores de la Sub-rasante deben de ser escarificados y compactados, por lo menos, al 100% de la densidad máxima obtenida en el ensayo AASHO Estándar siempre y cuando este grado de compactación se juzgue necesario y sea posible alcanzarlo.

Quando no fuere posible efectuar la compactación de la parte superior de la sub-rasante, el pavimento debe contar (además del espesor mínimo de base) con una capa de espesor mínimo de 15 cms. (o mayor si el diseño así lo indicara) compactadas por lo menos al 100% de la densidad máxima AASHO Estándar.

En el caso de que la sub-rasante sea heterogénea, esto es, que está constituida por capa superior de suelos diferente, se debe verificar si el dimensionamiento para la capa superior satisfaga a las demás capas extendiéndose esta verificación hasta 60 cms. de profundidad debajo de la rasante de conformación.

A no ser que el sondeo (mediante pruebas de resistencia a la penetración) revele condiciones sospechadas de densidad y humedad, el moldeo de los especímenes de prueba para la determinación del I.S. de capas, será hecho en las condiciones de densidad máxima y humedad óptima del ensayo AASHO Estándar.

El refuerzo de la sub-rasante, cuando lo hubiere será compactado por lo menos, al 100% de la densidad máxima AASHO Estándar. El Espesor del pavimento sobre el refuerzo de la sub-rasante, se determina del mismo modo que el espesor total del pavimento.

La sub-base cuando la hubiere, será compactada al 100%, como mínimo de la densidad máxima AASHO Estándar. Cuando la capa de sub-base esté constituida por una mezcla de dos o más materiales, o fuera necesaria realmente aumentar su capacidad de soporte, se especificará para su compactación un porcentaje no menor al 100% de la densidad máxima obtenida con el ensayo AASHO Modificado.

El espesor de pavimento sobre la sub-base será siempre el espesor mínimo de base + revestimiento (B+R).

La base será siempre compactada, por lo menos, al 100% de la densidad máxima AASHO Modificada.

Los materiales utilizados en el pavimento se dividen en tres categorías (con excepción del revestimiento):

a. Materiales de Sub-rasante o refuerzo de sub-rasante

Los que, en las condiciones de compactación especificada, acusaren un índice de soporte inferior a 20.

b. Materiales de Sub-base

Los que, en las condiciones de compactación especificadas, acusaren un índice de soporte igual o superior a 20.

c. Materiales de Base

Los que, en las condiciones de compactación especificadas, acusaren un índice de soporte igual o superior a 30, 35, 40, o 45, dependiendo del tipo de tránsito y de la carga máxima de rueda adoptados en el proyecto. Los materiales de base deberán acusar además un límite líquido no superior a 25, un índice de plasticidad no superior a 6 y cumplirán con los requisitos de graduación que la AASHO exige para estos materiales en su especificación M-147.

El índice de soporte (I.S.) que se debe adaptar en el diseño será el promedio de los valores suministrados por la igualdad $I.S = C.B.R.$ y la tabla siguiente:

<u>Indice de Grupo</u>	<u>Indice de Soporte</u>
I.G.	I.S.
0	20
1	18
2	15
3	13
4	12
5	10
6	9
7	8
8	7

<u>Indice de Grupo</u>	<u>Indice de Soporte</u>
I.G.	I.S.
9 a 10	6
11 a 12	5
13 a 14	4
15 a 17	43
18 a 20	2

El índice de soporte (I.S.) que se adaptará en el diseño no deberá ser superior al valor del C.B.R.

El molde de los especímenes de prueba para efectuar los ensayos de C.B.R. de los materiales de refuerzo de sub-rasante, se efectúan en las condiciones de densidad máxima y humedad óptima del ensayo AASHO Estandar. El moldeo de los especímenes de prueba para C.B.R. de los materiales de sub-base, se efectúa normalmente en las condiciones de densidad máxima y humedad óptima del ensayo AASHO Estandar, pudiéndose adoptar el ensayo AASHO Modificado cuando fuere -- necesario.

El moldeo de los especímenes de prueba para C.B.R. de materiales de base, se hará siempre en las condiciones de densidad máxima y humedad óptima del ensayo AASHO Modificado. Para efectos de dimensionamiento, se considera que los materiales de sub-base tienen un índice de soporte igual a 20.

El espesor máximo de capa a compactar, de una sola vez, será de 20 cms. El espesor mínimo de capa a compactar, será de 10 cms., con excepción del revestimiento. Se comprende desde luego, que nos referimos a espesores de materiales compacto. La capa freática debe ser rebajada, por lo menos, a 1.50 m de profundidad.

Para el dimensionamiento del pavimento se tendrá en cuenta también, el tipo de tránsito, la carga máxima por rueda y la intensidad media anual de lluvia.

El tránsito lo dividiremos en tres categorías:

a) Tránsito Liviano

Quando el número de vehículos comerciales por día fuera igual o inferior a 250, con un máximo de 20% de camiones, con carga por rueda igual a la máxima.

b) Tránsito mediano

Quando el número de vehículos comerciales por día estuviere comprendido entre 250 y 750, con un máximo de 20% de camiones, con carga por rueda igual a la máxima.

c) Tránsito Pesado

Quando el número de vehículos comerciales excediere de 750 o cuando hubiera más de 250 camiones por día con carga por rueda igual a la máxima.

Fueron consideradas tres cargas máximas de rueda para la realidad actual en el Brasil:

- a) Carga máxima de 4 toneladas para carreteras situadas en regiones donde sea remota la posibilidad de circulación de vehículos muy pesados.
- b) Carga máxima de 5 toneladas que juzgamos es el caso general en Brasil.
- c) Carga máxima de 6 toneladas para carreteras en regiones especiales, altamente industrializadas.

Presentamos tablas de dimensionamiento para los diversos tipos de tránsito y cargas máximas consideradas.

Los espesores determinados por medio de estas tablas, deberán ser incrementados, en función de la densidad media anual de lluvia, de la siguiente manera.

<u>Intensidad Media</u> <u>Annual de Lluvia</u> mm	<u>Incremento</u> %
Zonas poco lluvia hasta 800	0
" lluviosa de 800 a 1500	10
" muy lluviosa más de 1500	20

Para el dimensionamiento, debe ser adoptado una tasa de crecimiento para el tránsito.

A falta de datos más precisos, se debe dimensionar el pavimento para un tránsito equivalente a 1.5 veces el tránsito actual.

Carga Máxima de 4 Toneladas

- a.- Tránsito liviano I.S. mínimo de 30 (C.B.R. mínimo de 40)
- b.- Tránsito mediano I.S. mínimo de 30 (C.B.R. mínimo de 40)
- c.- Tránsito Pesado I.S. mínimo de 35 (C.B.R. mínimo de 50)

Carga Máxima de 5 Toneladas

- a.- Tránsito Liviano I.S. mínimo de 30 (C.B.R. mínimo de 40)
- b.- Tránsito Mediano I.S. mínimo de 35 (C.B.R. mínimo de 50)
- c.- Tránsito Pesado I.S. mínimo de 40 (C.B.R. mínimo de 60)

Carga Máxima de 6 Toneladas

- a.- Tránsito Liviano I.S. mínimo de 35 (C.B.R. mínimo de 50)
- b.- Tránsito Mediano I.S. mínimo de 40 (C.B.R. mínimo de 60)
- c.- Tránsito Pesado I.S. mínimo de 45 (C.B.R. mínimo de 70)

Los revestimientos bituminosos que se deben utilizar en los diferentes - casos, serán los siguientes:

Carga Máxima de 4 Toneladas

Tránsito Liviano : Revestimiento bituminoso con espesor máximo de 1" Tratamiento Superficial, arena asfáltica, etc.

Tránsito Mediano : Idem.

Tránsito Pesado : Revestimiento bituminoso con espesor de 2" pudiendose adoptar los de tipo intermedio in situ, mezola en planta, macadan bituminoso, o los de tipo superior como concreto bituminoso, dependiendo la selección de la mayor o menor durabilidad que se desee.

Carga Máxima de 5 Toneladas

a) Tránsito Liviano : Revestimiento bituminoso de 1" de espesor máximo - Tratamiento Superficial, arena asfáltica, etc.

b) Tránsito Mediano : Revestimiento bituminoso con espesor de 2" pudiendose adoptar los de tipo intermedio o superior.

Tránsito Pesado : Revestimiento bituminoso de tipo intermedio, con espesor de 3" o de tipo superior con espesor de 2".

Carga Máxima de 6 Toneladas

a) Tránsito Liviano : Revestimiento bituminoso con espesor de 2", pudiendose adoptar los de tipo intermedio o superior.

b) Tránsito Medio : Revestimiento bituminoso con espesor de 3" de tipo intermedio con espesor de 2".

c) Tránsito Pesado : Revestimiento bituminoso de tipo superior con espesor de 3".

TABLA DE DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE PARA CARGA MÁXIMA

POR RUEDA DE 4 TONELADAS

ESPESORES EN CENTÍMETROS

I.S.	Tránsito Liviano :			Tránsito Medio :			Tránsito Pesado :		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	7,000 lbs/rueda, Menos de 250 vehículos comerciales por día, 20% con carga máxima.			9,000 lbs/rueda, Menos de 750 vehículos comerciales por día, 20% con carga máxima.			11,000 lbs/rueda Más de 750 vehículos comerciales por día.		
2	56	62	67	61	67	73	68	75	82
3	45	50	54	50	55	60	55	61	66
4	39	43	47	43	47	52	47	52	56
5	35	39	42	38	42	46	42	46	50
6	32	35	38	35	39	42	38	42	46
7	30	33	36	32	35	38	35	39	42
8	28	31	34	30	33	36	33	35	38
9	26	29	31	28	31	34	30	33	36
10	24	27	29	26	29	31	28	31	34
11	23	25	28	24	27	29	26	29	31
12	22	24	27	23	23	28	25	28	30
13	21	23	25	22	24	26	24	27	29
14	20	22	24	21	23	25	25	25	28
15	19	21	23	20	22	24	21	24	26
16	18	20	22	19	21	23	21	23	25
17	18	20	22	19	21	23	21	23	25
18	17	29	21	18	20	22	20	22	24
19	17	19	21	18	20	22	19	21	23
20	16	18	19	17	19	21	18	20	22

Nota :

Espesores A : Para una intensidad media anual de lluvia hasta 800 mm.

Espesores B : Para una intensidad media anual de lluvia de 800 a 1500mm

Espesores C : Para una intensidad media anual de lluvia mayor de 1500 mm.

TABLA DE DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE PARA CARGA

MAXIMA POR RUEDA DE 5 TONELADAS

		<u>Tránsito Liviano :</u>			<u>Tránsito Medio :</u>			<u>Tránsito Pesado:</u>		
		9,000 lbs/ rueda Me- nos de 250 vehículos comerciales por día, 20% con carga Máxima.			11,000 lbs/rueda Menos de 750 vehí- culos comerciales por día, 20% con carga máxima.			14,000 lbs/rueda Más de 750 Vehí- culos comerciales por día.		
<u>I.G.</u>	<u>I.S.</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>
18										
19										
20	2	61	67	73	68	75	82	76	84	91
15										
16										
17	3	50	55	60	55	61	66	60	66	71
13										
14	4	43	47	52	47	52	57	51	56	61
11										
12	5	38	42	46	42	46	50	46	51	55
9										
10	6	35	39	42	38	42	46	41	45	49
8	7	32	35	38	35	39	42	38	42	46
7	8	30	33	36	32	35	38	35	39	42
6	9	28	31	34	30	33	36	32	35	38
5	10	26	29	31	28	31	34	30	33	36
	11	25	28	30	27	30	33	29	32	35
4	12	24	26	29	26	29	31	28	31	34
3	13	29	25	28	25	28	30	27	30	33
	14	22	24	26	24	27	29	26	29	31
2	15	21	23	25	23	25	28	25	28	30
	16	20	22	24	22	24	27	24	26	29
	17	19	21	23	21	23	25	23	25	28
1	18	18	20	22	20	22	24	22	24	26
	19	18	20	22	19	21	23	21	23	25
0	20	17	19	21	18	20	22	20	22	24

ESPESORES DADOS EN CENTIMETROS.

TABLA DE DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE PARA CARGA MAXIMA
FOR RUEDA DE 6 TONELADAS

ESPESORES EN CENTIMETROS

Tránsito Liviano :				Tránsito Medio :			Tránsito Pesado :		
11,000 lbs/rueda Menos de 250 vehí- comerciales por — día, 20% con carga máxima.				14,000 lbs/rueda Menos de 750 ve- hículos comercia- les por día. 20% con carga má- xima.			17,000 lbs/rueda más de 750 vehículos comerciales por día.		
I.S.	A	B	C	A	B	C	A	B	C
2	68			75			83		
3	54			60			66		
4	47			52			57		
5	42			46			50		
6	39			43			47		
7	35			39			43		
8	32			36			40		
9	30			34			38		
10	28			32			36		
11	27			39			34		
12	26			29			32		
13	25			27			30		
14	24			26			28		
15	23			25			27		
16	22			24			26		
17	21			23			25		
18	20			22			24		
19	19			21			23		
20	18			20			22		

APENDICE "A"

EJEMPLOS :

I) Diseñar un pavimento para las siguientes condiciones:

- a) La Sub-rasante acusa una compactación arriba de 100% de la densidad Máxima AASHO Estandar, tiene un C.B.R. = 7 y un I.G. = 10
- b) Se puede adoptar, en función de la región, una carga máxima de 5 toneladas por rueda y el tránsito actual es de 300 vehículos comerciales por día.
- c) La intensidad de lluvia media anual de la región es de 1000 mm.
- d) Se dispone de dos yacimientos de materiales terrosos; uno con -- I.G. = 0 y C.B.R. = 30 y otro con I.G. = 0 y C.B.R. = 60, y además un L.L inferior a 25, un índice de plasticidad inferior a 6 y llena una de las graduaciones de las especificaciones ASSHO M-147.
- e) Se dispone de un yacimiento de roca.

Entonces, el pavimento será dimensionado para un tránsito de --
 $1.50 \times 300 = 450$ vehículos comerciales por día, es decir un tránsito medio con carga máxima de 5 toneladas.

La Sub-rasante, con un C.B.R. = 7 tendrá un I.S. = 7 y con I.G. = 10 un I.S. = 6 el I.S. final será :

$$\frac{7+6}{2} = \frac{13}{2} = 6.5 = 6$$

Uno de los yacimientos tiene un C.B.R. = 30 y un I.G. = 0 a lo que corresponde un I.S. = 30 + siendo apto, por lo tanto para sub-base; el otro yacimiento tiene un C.B.R. = 60 y un I.G. = 0 a lo que corresponde un I.S. = $\frac{60+20}{2} = 40$, Pudiendo por tanto funcionar con base para tránsito medio, con carga máxima de 5 toneladas.

El pavimento será dimensionado de la siguiente manera:

De donde

$$H_6 = 38 \text{ cms.}$$

$$H_{20} = B \quad R = 13 \text{ cms. de donde } H_{20} = 38 - 18 = 20 \text{ cms.}$$

$$B \quad R = 18 \text{ cms.}$$

Designando con H_n el espesor del pavimento colocado encima de una capa con I.S. = n . Debido a la intensidad anual de lluvia el espesor del pavimento deberá incrementarse en un 10%.

Y con H_n el espesor de la capa construida con material que tiene un I.S. = n .

$$H_6 + \frac{10}{100} H_6 \text{ de donde } H_6 = 38 + 3.8 = 41.8 = 42 \text{ cms.}$$

$$H_{20} + \frac{10}{100} H_{20} \text{ de donde } H_{20} = 18 + 1.8 = 19.8 = 20 \text{ cms.}$$

$$\text{de donde } H_{20} = 42 \text{ cms.} = 20 \text{ cms.} = 22 \text{ cms.}$$

Con revestimiento bituminosos se debe adoptar uno de tipo intermedio inferior con espesor de 2". El pavimento quedará entonces constituido de la siguiente manera:

Revestimiento :	5 cms.
Base	15 "
Sub-base	<u>22 "</u>
Espesor Total	<u>42 cms.</u>

II. Sea proyectar un pavimento para las mismas condiciones de tránsito e intensidad de lluvia del ejemplo anterior y además para las condiciones adicionales siguientes:

- La Sub-rasante acusa una compactación inferior al 100% de la densidad máxima AASHO Estandar y no deberá ser compactada.
- El material de la Sub-rasante tiene un I.G. = 10 y un C.B.P. = 2 cuando el material es compactado al 100% de la densidad máxima AASHO Estandar.

- c. Se dispone de dos yacimientos de material terroso; uno con C.B.R.=10 I.G. = 3 y otro con C.B.R. = 30 I.G. = 0
- d) Estos mismos materiales compactados al 100% de la densidad máxima -- ASSHD MODIFICADA, no acusasen un I.S. satisfactorio para base.

La sub-rasante tiene un C.B.R. = 2 y un I.G.= 10 a lo que corresponde un I.S. = $\frac{2+6}{2} = 4$, como el I.S. que se debe adoptar no puede ser superior al valor del C.B.R se tomará como I.S. de la sub-rasante el valor de 2.

Uno de los yacimientos tiene un C.B.R. = 10 y un I.G.= 3 a lo que corresponde un I.S. = $\frac{10+13}{2} = 12$. Se tomará por lo tanto para estos yacimientos un I.S.= 10

El otro yacimiento tiene un C.B.R. = 30 y un I.G. = 0 a lo que corresponde un I.S. = $(20 + 30)/2 = 25$

El pavimento será por lo tanto dimensionado de la siguiente manera:

$$H_2 = 68 \text{ cms.}$$

$$H_{10} = 28 \text{ cms.}$$

$$H_{20} = B+R = 18 \text{ cms.}$$

Teniendo en consideración el incremento de 10% debido a la intensidad de lluvia se tendrá:

$$H_2 + \frac{10}{100} H_2 = \text{de donde } H_2 = 75 \text{ cms.}$$

$$H_{10} + \frac{10}{100} H_{10} = \text{de donde } H_{10} = 31 \text{ cms}$$

$$H_{20} + \frac{10}{100} H_{20} = \text{de donde } H_{20} = 20 \text{ cms.}$$

$$\text{De donde; } H_{10} = 75 \text{ cms.} - 31 \text{ cms.} = 44 \text{ cms.}$$

$$H_{20} = 31 \text{ cms} - 20 \text{ cms.} = 11 \text{ cms.}$$

$$B+R = 20 \text{ cms.}$$

El pavimento estará entonces constituido por:

Revestimiento 5 cms.
Base 15 cms. (Macadan hidráulico)
Sub-base 11 cms. (Material con I.S. = 25)

Refuerzo de Sub-rasante : 44 cms. (Material con I.S. = 10)

Como la sub-base más el refuerzo (compactados por lo menos al 100% de la densidad máxima AASHO Estandar) dan un espesor de 15 cms. quedá entonces satisfecho el requisito de existir el pavimento, además de la base (compactada al 100% de la densidad máxima AASHO Modificada), una capa por lo menos de 15 cms. compactada al 100% de la densidad máxima AASHO Estandar.

Sean las mismas condiciones del ejemplo anterior, no disponiéndose además de material para la sub-base; el material será dimensionado así:

$$H_2 = 68 \text{ cms.}$$

$H_{10} = 28 \text{ cms.} = B+R$ Considerando el incremento de 10% relativo a la intensidad anual de lluvia se tiene:

$$H_2 + 10\% H_2 = 75 \text{ cms.} \qquad H_{10} + 10\% H_{10} = 31 = (B+R) + 10\% (B+R)$$

De donde:

$$H_{10} = 75 \text{ cms} - 31 \text{ cms} = 44 \text{ cms.}$$

$$(B+R) = 31 \text{ cms.}$$

El pavimento estára constituido por:

Revestimiento 5 cms.
Base 26 cms. (Macadán Hidráulico)
Refuerzo 44 cms. (Materiales con I.S. = 10)

JUSTIFICACION DEL METODO :

El método del proyecto de pavimentos flexibles que presentamos está basado en el C.B.R. como medida de capacidad de soporte de los materiales del pavimento con excepción del revestimiento bituminoso, siendo el valor del C.B.R. corregido, que se denomina (I.S.) índice de soporte, para no confun

diría con el índice de soporte californiana.

Así el I.S. con que se entra en las curvas de proyecto, no es más que un C.B.R. alterado a través de la corrección citada.

Por la manera en que se hace esta corrección es mantener C.B.R. o disminuirlo, pero nunca aumentarlo, pues como se dijo en el texto el índice de soporte I.S. a adoptar en el Proyecto no debe ser superior al valor C.B.R. Esta práctica introducida en Brasil por Mr. William Mills se traduce en un poco de prudencia, para evitar posibles sorpresas con C.B.R., traduciendo por tanto, en un método conservador de proyectos de pavimentos flexibles, muy apropiados para las actuales condiciones de Brasil donde a veces se tiene que proyectar grandes extensiones de pavimentos en poco tiempo y con pocos recursos técnicos.

El I.S. no es más que una medida entre el C.B.R. y el I.G., para el cálculo de esa medida, el I.G. tiene que ser transformado, previamente en equivalente de C.B.R. de acuerdo con una tabla contenida en el texto, supongamos un material con C.B.R. = 12 e I.G. = 7; de la tabla se obtiene que a un I.G. = 7 corresponde un I.S. = 8 y tendremos I.S. = 1.2

Evidentemente sino se quisiera tomar en cuenta el I.G. para hacer la corrección del C.B.R. y se quisiese dimensionar un pavimento para el material -- considerado, se podría emplear las curvas presentadas en el texto y usar el valor I.S. = 12 pues las curvas son curvas del proyecto.

De la misma manera (aunque de manera muy grosera) si no se conoce el C.B.R. del material citado, se podría dimensionar el pavimento para un I.S. = 8.

El método presentado, prevee también un incremento de un 20% en el espesor total del pavimento, (manteniéndose inalterado el espesor del revestimiento bituminoso), para tener en cuenta la mayor o menor intensidad de lluvia.

El propio Porter afirma, en sus trabajos que los espesores dado por las -- curvas, son para determinadas condiciones de drenaje, presión de neumáticos, repetición de cargas, etc. y que deben hacerse incrementos o disminución en el espesor del pavimento de $\pm 20\%$, dependiendo de estas condiciones. Como se recomienda que la capa freática sea rebajada por lo menos, 1.50 debajo de la rasante de conformación y como un buen proyecto geométrico impone siempre una pendiente longitudinal mínima razonable, procuramos traducir -- la influencia del agua en las estructuras del pavimento, a través de la --

intensidad media anual de lluvia.

Consideremos también que los trabajos de Porter se refieren a presiones -- neumáticos de 60 lbs por pulgada cuadrada y en los vehículos actuales son comunes presiones de 80 lbs.

Se observa también en el método de proyecto presentado, que para una carga máxima dada, no siempre es esta la carga adoptada para el Proyecto depende de la mayor o menor frecuencia de esta carga, pudiéndose usar para el proyecto, la carga máxima y una mayor o menor.

El propio estado de California, cuando emplea el C.B.R. a pesar de adoptar 9,000 lbs. como carga legal máxima, dimensionaba para 7,000 lbs. cuando el tránsito era leve, para 9,000 lbs. cuando el tránsito era medio, para --- 12,000 lbs. cuando el tránsito era pesado. Procedimiento semejante adoptan los ingleses.

Clasificamos como liviano el tránsito que presenta hasta 250 vehículos comerciales por día (con carga por rueda igual o superior a 5,000 lbs) de -- los cuales 20%, 50 vehículos tienen carga por rueda igual a la máxima.

El mismo tránsito (con menos de 250 vehículos comerciales por día pasará a la categoría de tránsito medio si el porcentaje de vehículos con carga -- por rueda igual a la máxima es mayor del 20% (mayor de 50).

Clasificamos como tránsito medio, al que presenta de 250 hasta 750 vehículos comerciales por día con un 20% (150), a lo sumo con carga por rueda -- igual a la máxima. El mismo tránsito (250 a 750) vehículos comerciales -- por día pasa a la categoría de pesado si el porcentaje con carga por rueda igual a la máxima es superior al 20% (150).

Finalmente el tránsito pesado es el que presente más de 750 vehículos comerciales por día o más de 150 vehículos con carga por rueda igual a la -- máxima.

Adoptamos, todavía. Un espesor mínimo de base + revestimiento que corresponde al espesor dado por las curvas, para un I.S. = 20. Procedimientos semejantes son adoptados en la mayoría de los métodos de proyectos de pavimentos flexibles.

Fijamos, también, de acuerdo con las prácticas utilizadas en casi todo el mundo, tanto las especificaciones como las características que se exigen a los materiales, así como los tipos y espesores de los revestimientos bituminosos.

APENDICE C

ENSAYOS DE COMPACTACION

Se habla, en el método de proyecto presentado, del ensayo AASHO Modificado y del ensayo AASHO Normal, que son los ensayos adoptados actualmente por la D.N.E.R.

La fracción del suelo que se debe usar en los dos métodos es la que pasa por el tamiz de 3/4 y el tamiz #4, como en el ensayo C.B.R.

El ensayo AASHO Modificado es el ensayo efectuado con energía de compactación igual a 26531 pies-libras por pie-cúbico.

Quando el material se compacta en 5 capas, con martillo de 10 lbs. de peso y altura de caída de 18", el número de golpes por capa será de 12.

El ensayo AASHO Estandar como se sabe es el que corresponde a una energía de compactación de 12387 pies-libras por pie cúbico. Quando se ejecuta dicho ensayo Estandar en el cilindro de Próctor, usandose el martillo de 561 lbs. De peso con una altura de caída de 12" en 3 capas el número de golpes por capa será de 25.

Quando se ejecuta la prueba en el cilindro california (6" de diámetro interno con martillo de 10 lbs. 18" de altura de caída en 5 capas los números de golpes por cada capa serán:

- a) CILINDRO DE 7" de altura y discos espaceador de 2", 13 golpes!
- b) CILINDRO DE 7" de altura y disco espaceador de 2.5 12 golpes.

APENDICE D

ACOTAMIENTO DE LOS VALORES DE C.B.R.

El cuerpo de ingenieros del ejército de los Estados Unidos de Norteamérica recomienda, y juzgamos buena práctica que los valores de C.B.R.

no mayores de 20 sean redondeados al número entero más próximo y que los valores de C.B.R. mayores de 20 sean redondeados al múltiplo de 5 más próximo.

APENDICE E

Valores I.S. Inferiores a(2):

Como se puede observar, las curvas de proyectos solo contemplan valores de I.S. no inferiores a 2 para que el I.S. sea inferior a 2 y no son tan frecuentes estos suelos con tan baja capacidad de soporte.

Sono de la opción que tales cosas deben ser tratados como casos especiales, en donde en función de la fracción interna y la cohesión determinadas en muestras alteradas, o del módulo de deformación, se calcularán la altura de capa permisible y la influencia de carga por rueda.

PELTIEH propone la Fórmula:

$$H = \frac{100+150}{I+5}$$

En donde H es el espesor del pavimento en cms., P es la carga por rueda en toneladas e I es el índice de soporte californiana.

KERHOVEN Y DORMAN PROPONE LA FORMULA:

$$H.R. = \frac{9 (0.11 + 0.09 \text{ Long.})}{C.B.R.} = 1$$

En donde H es el espesor del pavimento en pulgadas, 9 es la presión de los neumáticos en lbs/pulgadas²; n es el número de repeticiones de cargas.

Volvemos a insistir, no obstante, que tales casos deben ser tratados como casos especiales.

Muchas veces, sin embargo los valores de C.B.R. menores que 2, son debidos al hecho de no usarse (como recomendado) una sobre carga la inersión en agua y la penetración, que presenta el peso del pavimento, con error admisible de \pm 5 lbs.

Para tener una idea de la sobre carga a usar, sugerimos en función de la granulometría y de los índices físicos del material, los siguientes valores:

<u>I.G.</u>	<u>Sobre Carga</u>
0-5	10 lbs
5-12	20 "
12-20	30 "

Puede admitirse, aproximadamente, que cada libra de sobrecarga representa un centímetro de pavimento y así el resultado del ensayo es aceptable, puesto que en función del C.B.R. encontrado, el espesor de pavimento necesario, representa una sobrecarga no inferior en 5 lbs. a la utilización en el ensayo.

Es una aproximación que queda, no obstante del lado de la seguridad y ya es una mejora en relación al uso indiscriminado de la sobrecarga de 10 lbs.

APENDICE F

UTILIZACION DE BASE DE SUELO-CEMENTO:

El método de proyecto que presentamos se destina específicamente, y es evidente, al proyecto de pavimentos flexibles. En el caso en que se utilizan bases de suelo-cemento, el procedimiento correcto es un diseño especial y para eso hay métodos que se adaptan mejor, como en el caso del método de Haynes.

En caso de ciertos servicios, de pequeña extensión e importancia, se puede proceder del siguiente modo:

Dimensionar el pavimento exactamente como si fuese flexible; mantener el revestimiento bituminoso con el espesor y características especificadas.

Una capa flexible puede ser sustituida por otra de suelo-cemento con 75% de espesor.

No deben ser construída bases de suelo-cemento con menos de 12 cms. de espesor.

Ejemplo:

Sea dimensionar un pavimento para un tránsito medio con carga máxima de 6 toneladas. La sub-rasante acusa un I.S. = 3; se dispone de material para refuerzo con I.S. = 12; la base será de suelo-cemento y la (altura) intensidad media anual de lluvia de la región es de 1200.

Se tiene:

$$H_3 = 61 \text{ cms.}$$

$$H_{12} = 28 \text{ cms. de donde } H_{12} = 33 \text{ cms.} \quad (B+R) = 28 \text{ cms.}$$

Dando el incremento de 10% para tomar en cuenta la lluvia se tiene:

$$H_{12} + 10\% H_{12} = 36 \text{ cms.}$$

$$(B+R) + 10\% (B+R) = 30 \text{ cms.}$$

El pavimento estará constituido por:

Revestimiento Bituminoso	7.5 cms.
Base de Suelo-Cemento	17.0 cms.
Base de Suelo-Cemento	36.0 cms.

APENDICE G

SUELOS CAULINITICOS Y LATERITICOS :

Muchas veces las granulometrías e índice físico de un suelo dan ideas muy diferentes de su comportamiento real. Un suelo puede presentar - granulometría inadecuada, altos valores de I.P. y L.L. y por tanto - alto I.G. acusando no obstante buena capacidad de soporte y baja expansión a través de un ensayo de resistencia, como en el caso del -- C.B.R.

El uso del I.G. en combinación del C.B.R. como se usa en este método conduce a obtener espesores conservadores, pero no debe llegar a ser anti-económico.

Nada de positivo hay todavía a este respecto pero por los trabajos realizados por los Franceses y Portugeses se puede recomendar que:

- a) En el caso de suelos finos caoliníficos se puede tolerar un I.P = hasta 8, L.L. hasta 30, porcentaje que pasa el tamiz #200 hasta -- 35, para uso en bases estabilizadas.
- b) Para suelos lateríticos, se puede tolerar un I.P. hasta 35, y porcentaje que pasa por el tamiz #200 hasta 35, para uso en base estabilizadas.

Para continuar el uso de nuestro método que utilizan el I.S. es necesario hacer una corrección al I.G. antes de calcular el I.S.

El I.G. será corregido por la alteración de los valores L.L., I.P. y -- tanto por % que pasa el tamiz Nº 200 antes de entrar a las tablas que -- nos da el I.G.

En el caso que L.L máximo para base sea 30 (caulinita) o 35 Laterita, -- los límites corregidos serán respectivamente: $L.Lx25/30$ y $L.Lx25/35$.

En el caso de que el I.P. máximo para base sea 8 (caulinita) o 10 (Late_ rita) o 35 laterita los porcentajes corregidos serán obtenidos multipli_ cando el porcentaje que realmente se tiene por las relaciones: $25/30$ y $25/35$.

Sea un suelo laterítico que acusa un I.P.- 15, L.L. = 40 y % que pasa #200 = 45 el I.G. sin corrección será 4. no obstante el I.P. corregido será $15x6/10 = 9$; el L.L. corregido será $40x25/35=29$ y el % que pasa por la Nº 200 corregido será $45x25/35 = 32$.

El nuevo I.G. corregido será entonces 0.

APENDICE H

MATERIALES CON FRACCION PEQUENA QUE PASA POR EL TAMIZ Nº 40

La determinación de los índices físicos, como se sabe, se efectuan en -- la fracción de suelo que pasa por la 40.

Cuando esta fracción es inferior a la necesaria para que el suelo sea densamente graduado, es lo lógico que el I.P y el L.L. pasan a tener poco o ninguna significación en lo que se refiere al comportamiento del suelo cuyas características pasan a depender casi exclusivamente de la fracción superior al tamiz N° 40.

Este es un concepto expuesto por Woolfore, en su libro "The Scientific Basis of Road Design" E.J. Yoder da un ejemplo de suelos, con el mismo tamaño máximo, la misma graduación y en que las fracciones que pasan por la N° 40 acusaban un I.P. de 4,13, 21 respectivamente.-

Para un suelo de estas características y un 15% de material que pasa el tamiz N° 40, los C.B.R. eran respectivamente 78, 35 y 20.

Este ejemplo de Yodern nos sugiere, por tanto que cuando un suelo acusa un porcentaje bajo de material que pasa por el tamiz #40, se debe abandonar las fracciones que el L.L I.P. y la fracción de material #200 pudieron tener, en su comportamiento.

Damos a continuación en función del tamaño máximo, los porcentajes mínimo de materiales N°40, para que un suelo de granulometría continua sea considerado como denso:

DIAMETRO MAXIMO	FORCENTAJE MINIMO A PASAR POR EL TAMIZ # 40
3"	6%
2"	9%
1"	13%
3/4"	15%
1/2"	18%
3/8"	21%
N°4	30%
N°10	46%

Para quedarnos de lado de la seguridad, juzgamos que, desde que el suelo de granulometría continua presente como fracción que pasa por el tamiz - Nº40, 70% o menos 0 con referencia a los valores indicados en la tabla anterior, pueden ser despreciadas las influencias supuestas del L.L. del I.P. y de la fracción que pasa por el tamiz Nº200, en relación a su comportamiento.

APENDICE I

Es un hecho conocido que las capas bituminosas, por poseer una cohesión acentuada, trabajan de una manera diferente a las capas puramente granulares, en lo que se refiere a la distribución de cargas. La pista experimental de W.A.H.S.O. lo probó al especificar, en nuestro método, revestimientos más gruesos y de mejores características, para tránsito más intensos y con cargas más pesadas, quisimos tomar en cuenta aunque generalmente, esté hecho.

Los espesores que recomendamos son los mínimos que deben utilizarse en muchos casos, pero sobre todo en los casos de refuerzo de pavimento, puede ser interesante la sustitución de capas puramente granulares por capas bituminosas.

Este es un caso para estudio especial, con restricciones que ya hemos hecho de este método, esta sustitución se puede hacer del siguiente modo, 1 cms. de concreto bituminoso: 2 cms. de base granular.

1 cm. de mezcla asfáltica graduación cerrada = 1.8 cms. de base granular

1 cm. de mezcla asfáltica graduación abierta = 1.5 de base granular.

APENDICE J

PLACAS DE CONCRETO DE CEMENTO :

Para cada uno de los tipos de tránsito presentados, se ve que al dimensionamiento de una placa de concreto de cemento para una duración de 20 a 30 años tendría que ser hecha para un número limitado de solicitaciones.

Desde el punto de vista del tránsito, el dimensionamiento tendría que ser hecho entonces, para carga de 4 toneladas, y de 6 toneladas.

quedaría como variable el coeficiente de asentamiento de la sub-rasante desde que fuera supuesta constante la resistencia del concreto a la fracción en la flexión.

Teniendo en cuenta que el espesor de la placa varia poco con el coeficiente de asentamiento y con las mismas restricciones que hicimos en el caso de suelo-cemento, presentamos los detalles de las placas de concreto para carga de 4 ton. 5 y 6 ton. por rueda.

Fue admitido un coeficiente de asentamiento de 3 kgs/cm^3 . y la placa debe ser asentada sobre una capa de 10 cms. de espesor mínimo de material 1 que tenga un I.G. = 0 y compactado, por lo menos, a 100% del ensayo AASHO Estandar.

Las placas tienen espesores constantes y se eliminaron las juntas de dilatación.

BIBLIOGRAFIA.

- 1-Diseño de pavimento semi-flexible. Murillo López de Souza.
- 2-NORMAS MTI NIC-2000.
- 3-Folleto de construcción y supervisión de adoquinados del MTI.
Ing. H. A. Dávila Silva.
- 4-Folleto de diseño de adoquinado CEMEX.
- 5-Mecánica de suelo CRESPO.
- 6-Modulo de Hidrotecnia Vial Dr. Néstor Lanza.
- 7-Diseño de pavimento flexible Msc. Israel Morales.
- 8-Costo y presupuesto Ing. Manuel Rojas.

