



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**“ PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO CARRETERO:
ZACAPU - VILLA JIMENEZ ”**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:
ALFONSO MEJÍA CAMPOS

ASESOR:
ING. PATRICIA ARAÍZA CHÁVEZ

Morelia, Mich. Octubre 2007



TESIS DE INGENIERIA CIVIL.

NOMBRE: ALFONSO MEJIA CAMPOS.

TEMA: PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO CARRETERO ZACAPU-VILLA JIMENEZ.

I.- Introducción.

I.1.- Antecedentes.

I.2.- Objetivo.

I.3.- Justificación.

II.- Proyecto del tramo carretero: Zacapu-Villa Jiménez.

II.1.- Estudios Geotécnicos.

II.2.-Elementos del Proyecto Geométrico

III.-Procedimiento Constructivo del tramo carretero: Zacapu- Villa Jiménez.

III.1- Planeación.

III.2.-Trazo y Nivelación.

III.3.-Excavación.

III.4.-Terracerías.

III.5.-Sub-base.

III.6.-Base.

III.7.-Impregnación.

III.8.-Carpeta y Sellado.

IV.- Conclusiones.

CAPÍTULO I

I.- Introducción.

En esta tesis se expone el proyecto de un tramo carretero para su reparación Zacapu-Villa Jiménez y las partes que lo componen como lo son los Estudios Geotécnicos, Proyecto Geométrico, Los procedimientos de construcción de la obra no afectarán el flujo vehicular del tramo en reparación y se mencionarán algunas conclusiones.

I.2.- Objetivo.

- a).-Mostrar de manera práctica los elementos del Alineamiento Horizontal y Vertical.**
- b).-Presentar los Estudios Geotécnicos y sus resultados.**
- c).-Presentar el proceso constructivo de forma resumida e ilustrarlo mediante fotografías.**

I.3.- Justificación.

Este trabajo de tesis se realizará para mostrar en forma práctica y sencilla el proceso constructivo, así como los estudios que preceden al Proyecto Geométrico de un camino. Al contar con fotografías se ilustrará de mejor lo anterior; y así cualquier estudiante, o profesional relacionado con la Ingeniería Civil pueda aclarar o conocer cada actividad realizada en la construcción de una obra civil.

I.1.- Antecedentes.

En la última década en México el plan carretero ha tenido un desarrollo mayor construyendo carreteras nuevas y reparando los tramos ya existentes.

Las Vías terrestres juegan un papel muy importante en el desarrollo diario de un país, En su historia se reflejan los beneficios importantes generados. Las carreteras construidas de materiales asfálticos son desde hace mucho tiempo más utilizadas En México anteriormente se construían por préstamos laterales formando los terraplenes del camino en ocasiones con materiales arcilloso, un ejemplo son los tramos contruidos en Michoacán en los años 60's. En la actualidad se pueden observar los asentamientos de terraplenes que fueron contruidos con estos materiales. Muchos estudios se realizan actualmente permitido modificar el antiguo procedimiento, un ejemplo es un mejoramiento de forma total que consiste en cambiar las capas de nivel terracería y pavimento por materiales inertes provenientes de los bancos de materiales mas cercanos siempre y cuando las características de los materiales cumplan las normas de construcción; de no ser así se procede a trasportar el material de lugares mas lejanos. Se cuenta con herramientas que permite ayudar a que los asfaltos utilizados en la construcción y conservación de las carreteras soporten las acciones climatológicas y de carga. La modernización en el equipo de trabajo tanto en maquinaria como en los equipos de cómputo y medición dan como resultado trabajos posibles de realizar en lo técnico como en lo económico.

Ubicación.

Zacapu, Michoacán es una población que actualmente depende de la industria y agricultura principalmente contando con las empresas trasnacionales como lo son DEMACSA , TREOFAN, GRUPO ALCAN antes CELANSE. PROMOTORA Zacapu y un diverso de micro empresas. También cuenta con una planicie llamada ciénega, debido a las características del terreno, motivo por el cual se desarrolla la agricultura. Cuenta con la carretera Federal; Morelia-Guadalajara. Numero 15 de Oriente a Poniente y la Zacapu-Puruándiro, de orden Estatal que entronca con la autopista de Occidente: México Guadalajara. La Zacapu Puruándiro es carretera tipo “C” muy deteriorada motivo por el cual la población lleva años gestionando que se reparen los tramos carreteros que pertenecen a cada municipio. En Julio de 2004 se brindó la oportunidad de reconstruir el Sub/tramo 9+240 al 12+700 una longitud de 3460 metros lineales, que se localiza en el Municipio de Villa Jiménez, obra que con su construcción beneficia a más de 90000 habitantes de las poblaciones que transitan por esta carretera. El Municipio de Zacapu colinda con el Municipio de Villa Jiménez y participan activamente en la economía junto a los municipios de Puruándiro, San Francisco Angamacutiro y Panindícuaro.

Zacapu tiene una población de 100,000 habitantes y cuenta con escuelas primarias, secundarias, preparatorias y una universidad.

Villa Jiménez cuenta con escuelas primarias, secundarias y una preparatoria.

Clima.

El clima de la región de estudio varia de acuerdo con la orografía y el índice pluviométrico. Se presentan dos tipos de clima. Templado-Sub húmedo caracterizado por registrar lluvias en verano, con una temperatura media anual de 16° C a 18° C y Semifrío-Húmedo, en la parte suroeste y oeste del área, y se caracteriza por presentar una temperatura media anual de 14° C a 16°C.

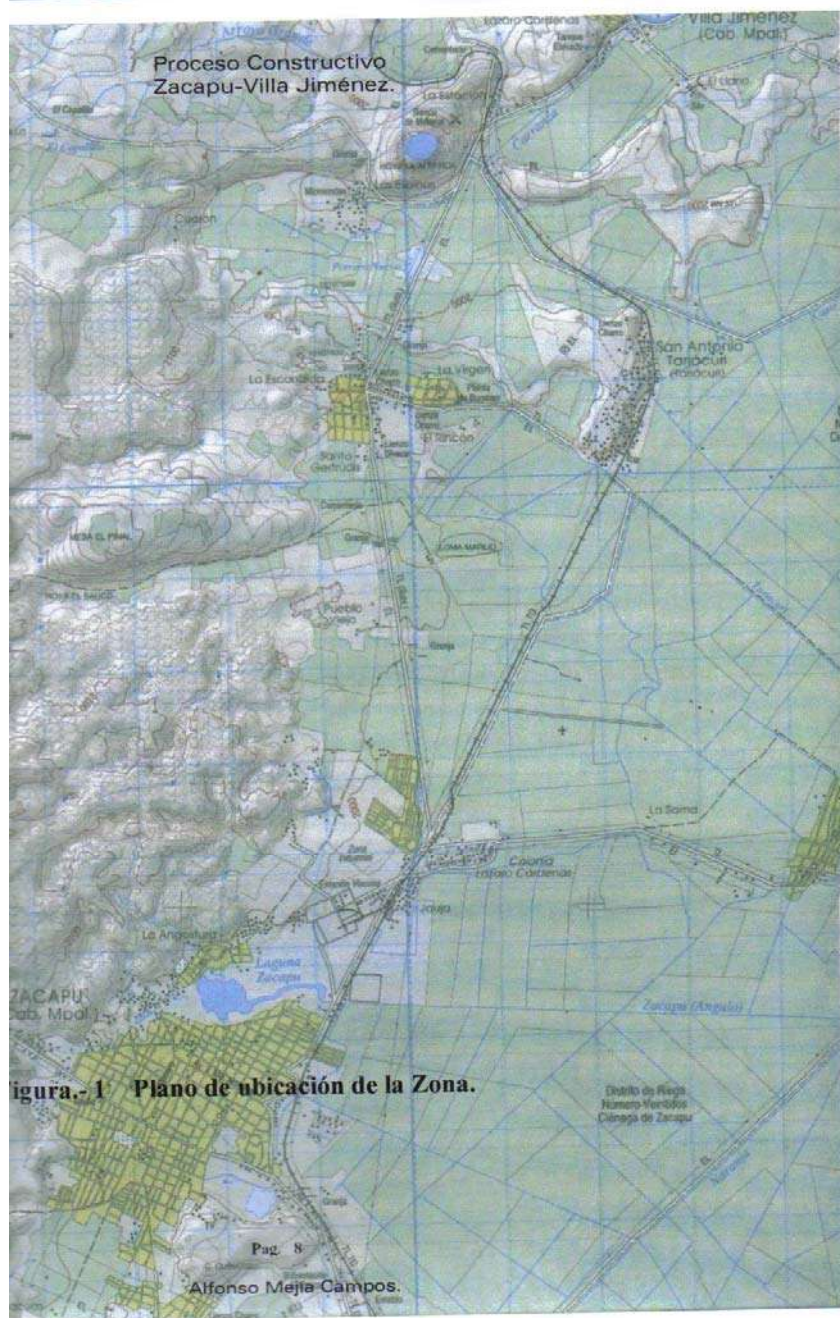
La precipitación media anual calculada fue de 898 mm. en base a los datos del periodo 1980-1992 de las estaciones pluviométricas.

Hidrología.

La Hidrología de la zona esta comprendida en la REGIÓN HIDROLÓGICA No. 12 “Cuenca del Río Lerma-Chapala”, que incluye a la Subcuenca del Río Angulo.

La Subcuenca del Río Angulo colinda al sur con la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, y al Oriente con la cuenca del lago de Cuitzeo. Abarca una superficie de 1628 Km² y en ella se presentan dos corrientes de primer grado; El río Angulo-Zacapu de 18.5 Kilómetros aproximadamente al SSW y el río Patera situado al noroeste del área, fluye en dirección NW por espacio de 16 Kilómetros. Existen además en el área los canales o drenes, Carranza y Cuarun.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.



CAPITULO II

II.- Proyecto del tramo carretero: Zacapu-Villa Jiménez.

II.-1. Estudios de Geotecnia.

II.-1. Antecedentes.

Como parte integral de un camino o de una vialidad urbana, es necesario llevar un Estudio Geotécnico, enfocado a determinar la calidad del terreno natural, obteniendo los parámetros de diseño del pavimento e identificando posibles problemas de inestabilidad de laderas cortes y taludes, así como zonas blandas, para su estudio detallado por separado. Dentro de este tipo de estudios es importante visualizar los aspectos geológicos más relevantes de la zona de estudio, pues de ella depende el tipo de formación y propiedades de suelo y rocas.

Además de conocer el perfil estratigráfico del subsuelo y sus características, es necesario verificar las propiedades de los materiales por explotar en los bancos más cercanos a la obra para abatir los costos de acarreo. Determinar en cada banco de material el estado actual de explotación, tratamientos para mejorar sus propiedades, aspectos legales y ubicación geográfica.

Croquis de ubicación.

El camino en estudio se localiza en los Municipios de Villa Jiménez y Zacapu ubicado en las coordenadas geográficas 19° 53'03" latitud Norte, y 101° 48' de longitud Oeste.

Origen de camino Zacapu Mich.

Destino Puruándiro. Mich.

Tramo: Zacapu- Villa Jiménez.

Sub/ Tramo: 9+240 al 12+700.

En la figura No. 2 se localiza el tramo en reparación parte de 1700 metros de la población de Santa Gertrudis al puente de la entrada de Villa Jiménez. Con longitud de 3460 m.

Las características del terreno muestran un camino ya existente de carpeta asfáltica con asentamientos fracturada sobre una estructura de terraplén formado por arcillas inorgánicas de alta plasticidad (CH); carreteras que en su tiempo fueron construidas por prestamos laterales formando los niveles hasta la Sub-base y una capa de material de banco de 20 cms. Que cumplía la función de una base. Esta estructura de pavimento tiene una antigüedad de 40 años. Edad aproximada de la carretera.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

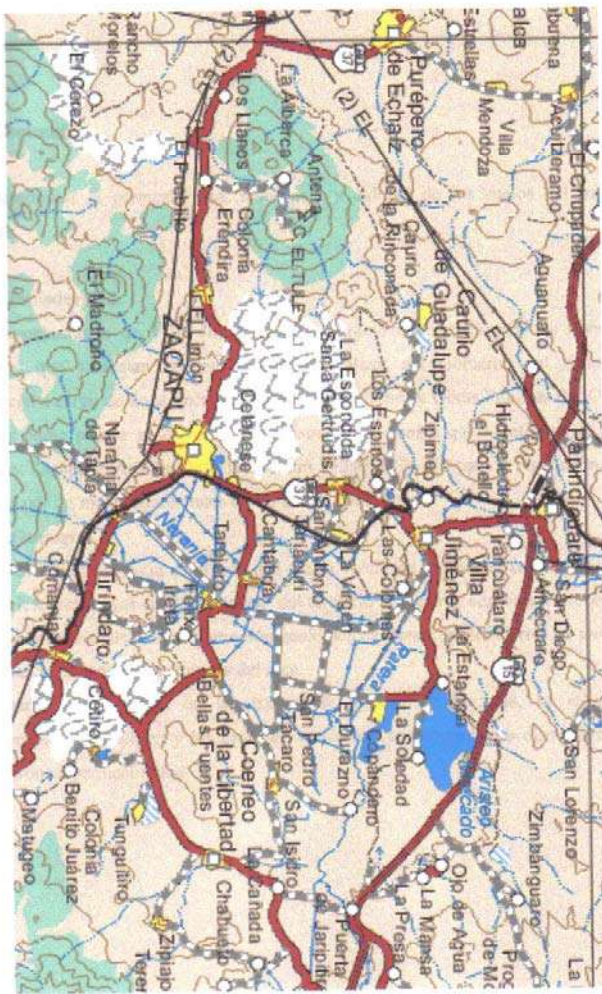


Fig. No. 2.9a/b/Tiempo a reconstruir en carretera No. 37 Zacapu-Panindícuaro.

Pag. 11

Alfonso Mejía Campos.

II.-2. Geotecnia.

Para determinar la permeabilidad, resistencia y calidad de los suelos del tramo a construir.

II.-2.1. Introducción.

El H. ayuntamiento de Villa Jiménez con el objeto de cumplir con las normas y requisitos que sustentan la Ley de Obras Públicas del Gobierno del Estado de Michoacán a cargo de de la Secretaria de Comunicaciones y Obras Públicas (SCOP), se pretende como primer paso presentar un estudio geotécnico que identifique el tramo carretero: Zacapu-Puruándiro Sub/Tramo: km 9+240 a 12+700 para la reparación en su totalidad por las malas condiciones en las que se encuentra.

II.-2.2 Geología.

El área en estudio se sitúa dentro de una franja volcánica mexicana, caracterizada por rocas volcánicas, cuyas edades fluctúan del terciario al reciente con base en recorridos de campo y al análisis de la información geológica existente, se definieron las unidades litológicas y los aspectos tectónicos del área.

Las características físicas de las rocas que afloran en la zona, se relacionan estrechamente a su origen y los procesos tectónicos posteriores, que disminuyeron o aumentaron su permeabilidad.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

* Las rocas son de origen volcánico con edades que fluctúan del plioceno al cuaternario, las cuales serán descritas de la más antigua a la más reciente:

Amplios aparatos volcánicos y derrames andesíticos (Tpma).- Geológicamente en el área las rocas mas antiguas del plioceno medio, afloran al noroeste y centro. Se han determinado como una secuencia de rocas de composición andesítica Basáltica (Tpma), que dan origen a derrames en bloques muy fragmentados y columnas, estamos hablando sobre el sub/tramo 11+000 al 12+700 seguido de un colchón de arcilla de alta plasticidad. de espesor variable en promedio 5 m.

Derrames Andesíticos. Basaltos (Tpsa).-Sobre yaciendo en forma concordante a la unidad anterior, se presentan ampliamente derrames de rocas de composición andesítica basáltica, brechas escorias y cenizas Volcánicas (Tpsa) Forman topográficamente derrames alargados y amplias mesetas de pendientes suaves, afloran en toda el área y se encuentran afectados por fallas normales en dirección NE-SW con desplazamiento horizontal en su base.

En la parte central del área donde los derrames de roca son afectados por el fallamiento, se presentan grandes bloques de roca andesíticas fracturados, en dirección norte- sur, con un alto grado de laminamiento en la base en dirección NE 10°.

Los derrames de estas secuencias presentan texturas que varían de vesicular a afanítica, con coloraciones que van de gris oscuro a gris verdusco y tonalidades rojizas en las brechas por oxidación. El espesor de estos derrames sobrepasan los 100 metros y se les asigna una edad de plioceno superior.

*** INFORMACION OBTENIDA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA ZONA REALIZADO EN 1997.**

Proceso Constructivo Zacapu-Villa Jiménez.

* Las rocas de esta unidad presentan una porosidad alta en la base de sus derrames, en los estratos de brechas y escorias volcánica. Lo que favorece a la presencia de los manantiales de Cuarún, la Escondida y Zipimeo (con gasto de 45,15 y 4 LPS. Respectivamente) por lo que se estima que la permeabilidad de esta secuencia es de regular a alta.

Aparatos volcánicos de tamaño medio (Qma) A esta secuencia pertenece un amplio derrame de rocas andesíticas-basálticas, brechas escorias volcánica; que afloran al norte del área y forman parte de los flujos del cerro del Fresno de 2,300 MSNM. (fuera del área).

Grandes aparatos y flujos volcánicos (Qmsab)- Están unidas de rocas aflora únicamente al SW del área en una pequeña porción. Morfológicamente estos derrames de composición andesítica, Formaron grandes aparatos volcánicos con elevaciones que van de 2,300 a los 3,200 MSNM. (Cerro Copaxtiro y el tecolote fuera de área de estudio) los derrames de estos volcanes, presentan una topografía abrupta y accidentada, con rompimientos bruscos de sus flujos, originando lo que se conoce como malpais.

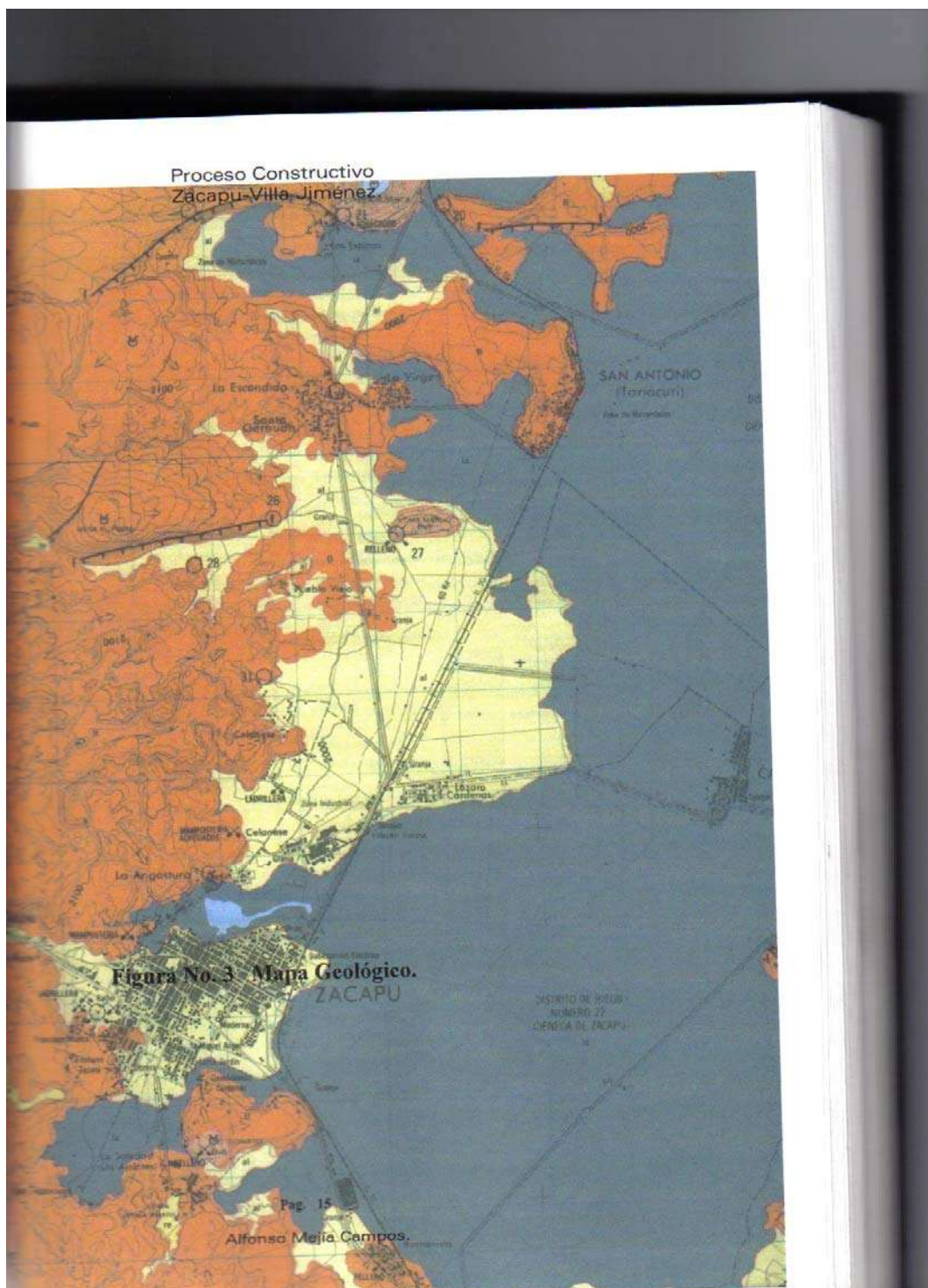
Estos derrames presentan un fracturamiento alto en su frentes y una textura que varía de afanítica a vesicular, hidrológicamente, estas unidades funcionan como receptora y transmisora del agua superficial y subterránea, debido a que estos derrames presentan una porosidad primaria igualmente elevada, debido al fracturamiento en la base de los derrames.

El tramo carretero se encuentra en su totalidad en depósitos lacustre, suelos y aluviones (Qal).- Afloran ampliamente en el área de estudio hacia su parte central. Están constituidos por suelos y aluviones en su estrato superior, una alternancia de arenas y brechas tobáceas, cenizas volcánicas, diatomitas y arcillas en su parte media; arcillas, limos y un alternancia de arcillas y arenas en su parte inferior.

La edad que se le asigna a estos cuerpos es del cuaternario superior o reciente donde su parte media superior funciona como acuífero libre de alta permeabilidad; su parte inferior actúa como roca sello. El espesor de estos cuerpos varía de acuerdo a su posición y va de 5m. a mas de 200 m. En la parte central de la ciénega de Zacapu.

* INFORMACION OBTENIDA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA ZONA REALIZADO EN 1997.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.



Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

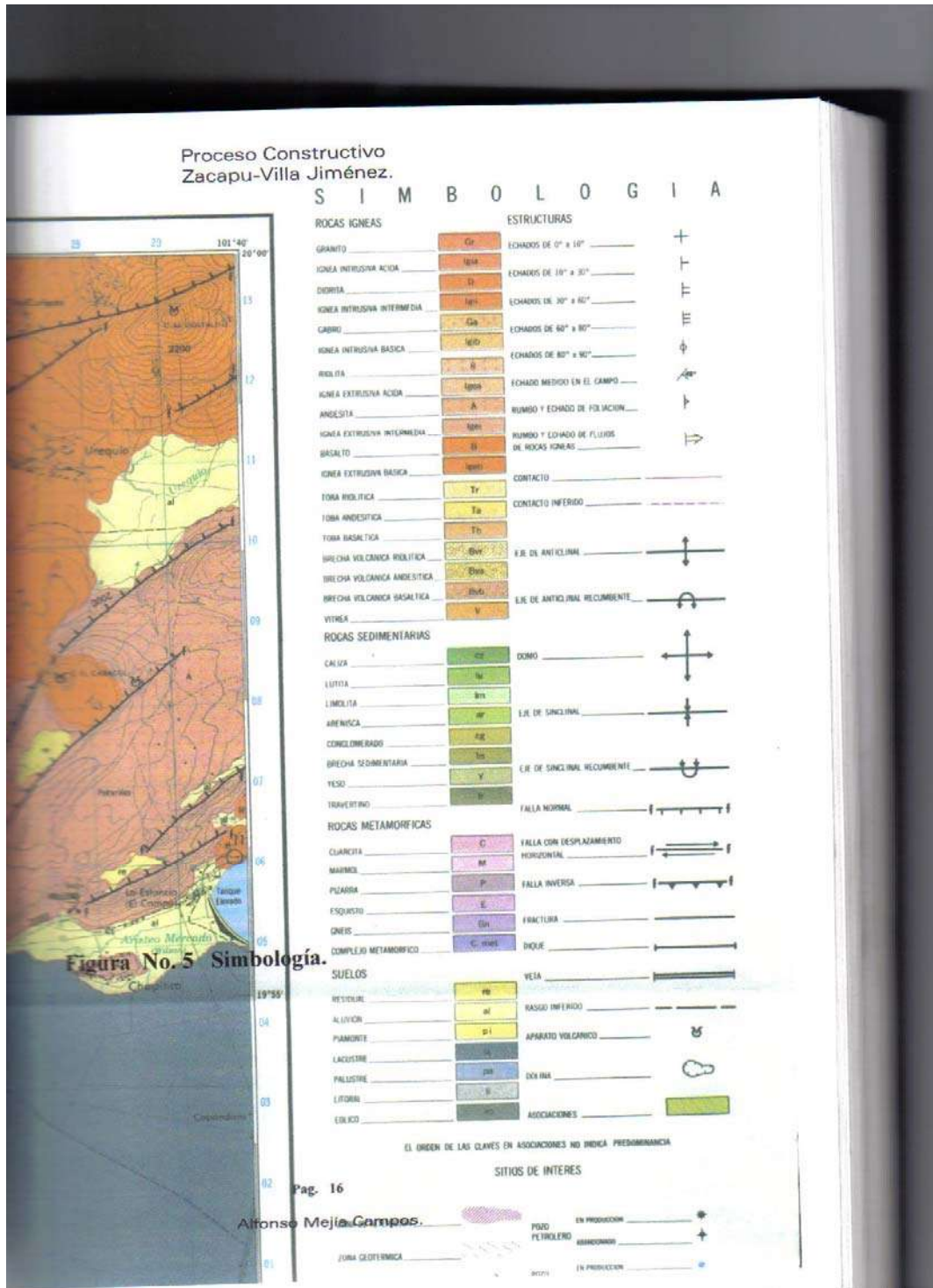


Figura No. 5 Simbología.

II.-2.3. GEOMORFOLOGÍA.

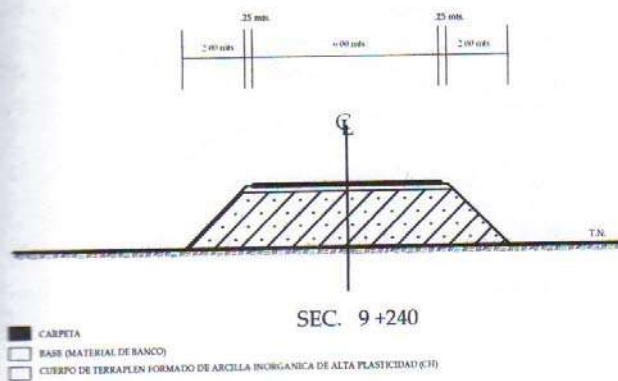
El área en estudio se presenta dentro de la provincia fisiográfica del eje Neovolcánico Mexicano (Raisz. 1964) la cual se encuentra constituida por las rocas volcánicas extrusivas de composición basáltica que dan lugar a grandes volcanes de diferentes dimensiones con elevaciones promedio 2400 y 2200 MSNM. Cerro Brinco del diablo, (al NE, próximo al tramo). Amplias planicies con pequeños valles, producto de extensas depresiones de origen tectónico, que favoreció al depósito de productos volcánicos en medios lacustre.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.



Figura 6.- Tramo antes de Reparar.



SECCION TRASVERSAL DEL TRAMO ANTES DE REPARAR.

Figura 6

Pag. 18

Alfonso Mejía Campos.

II.-2.4 Trabajos de campo.

Los trabajos de campo son parte de la información obtenida mediante visitas permanentes realizando los pozos a cielo abierto, muestreo de los diferentes tipos de suelo en varios puntos estratigráficos de todo el tramo.

2.4.1. Estratigrafía.

La estratigrafía observada en cada PCA se muestra en cada fotografía.

P.C.A. 1

Km: 9+500

Nivel de rasante.

Primer estrato formado por carpeta asfáltica de espesor .03 m. Desnivelada y con bache.

Segundo estrato formado por material base bien graduado de espesor .20 m. (GW).

Tercer estrato formado por material arcilla de alta plasticidad (CH) de espesor más de 1 metro.



Fig. No.7 Pozo a Cielo Abierto No. 1

P.C.A. 2

Km. 9+900

Nivel de rasante.

Primer estrato formado por carpeta asfáltica de espesor .025 m. Desnivelada y con baches.

Segundo estrato formado por material base bien graduada de espesor .18 m. (GW)

Tercer estrato formado por material arcilla de alta plasticidad (CH) de espesor más de 1 metro.



Fig. No. 8 Pozo a Cielo Abierto No. 2

P.C.A. 3

Km. 10+500

Nivel de rasante.

Primer estrato formado por carpeta asfáltica de espesor .03 m. Desnivelada y con baches.

Segundo estrato formado por material base bien graduado de espesor .20 m. (GW)

Tercer estrato formado por material arcilla de alta plasticidad (CH) de espesor más de 1 metro.



Figura 9.- Pozo a Cielo Abierto No.3

P.C.A. 4

Km. 11+200

Nivel de rasante.

Primer estrato formado por carpeta asfáltica de espesor de .03 m. Desnivelada y con baches.

Segundo estrato formado por material base bien graduado de espesor .20 m. (GW)

Tercer estrato formado por material arcilla de alta plasticidad (CH) de espesor más de 1 metro.



Figura 10.- Pozo a Cielo Abierto No. 4

II.-2.5 Resultados de laboratorio de mecánica de suelos.

Los resultados que se obtuvieron en el laboratorio de mecánica de suelos se resumen en las hojas posteriores donde todas las pruebas fueron realizadas con un estricto control de calidad y de acuerdo a las normas establecidas para tal fin, lo cual proporciona mayor confiabilidad a nuestros datos.

Reporte de Laboratorio.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.
ELATCO

Ensayes de laboratorio y asesoría técnica de la construcción
INFORME DE TERRACERIAS.

CARRERA: CAMINO ZACAPU-PURUANDIRO

ENSAYE N°: 1423-1429

LOCALIZACIÓN: TRAMO ZACAPU-VILLAJIMENEZ
S/ TRAMO: KM 9+240 A KM 12+700

FECHA DE RECIBIDO: 03/09/04
FECHA DE INFORME: 08/09/

IDENTIFICACIÓN	Num. De ensaye	1423-1429			
	Estación	9+400			
	Lado	Centro			
	Capa	T.N.			

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	Tamaño máximo	318			
	% retenido en malla de 75m.m	0.0			
	% que pasa malla de 4.75m.m	97			
	% que pasa malla de 0.425 m.m	81			
	% que pasa malla de 0.075m.m	74			
	Equivalente de hum. de campo %				
	Límite líquido %	90			
	Índice plástico	63			
	Contracción lineal	2119			
	P.E.S suelto Km./m3	1024			
	P.E.S máximo Km./m3	1310			
	Humedad óptima %	38.7			
	Humedad natural %				
	Compactación del lugar %				
	V.R.S. estándar saturado %	3.4			
ESTUDIO DE ESPESORES	Expansión %	11.9			
	Clasificación S.C.T	CH.			

ESTUDIO DE ESPESORES	COND. DEL LUGAR	Tipo de prueba			
		Curva de proyecto			
		Humedad de prueba %			
	90% COMP.	Valor relativo de soporte %			
		Espesor requerido cm.			
		Humedad de prueba %			
	95% COMP.	Valor relativo de soporte %	4.8		
		Espesor requerido cm.			
		Humedad de prueba %			
	100% COMP.	Valor relativo de soporte %			
		Espesor requerido cm.			
		Humedad de prueba %			

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL, RESULTADOS DE ENSAYES DE LABORATORIO.

EL LABORANTISTA
Eduardo Arroyo Zamora.

EL JEFE DE LABORATORIO
Juan Manuel Méndez C.

Vo. Bo.
Ing. Natanuel Morales H.

Pag. 24

Alfonso Mejía Campos.

II.-2.6. Resultados obtenidos en el diseño de pavimentos realizado por la S.C.T.

- a).- Del Km. 9+240 al 12+700 se cortara el camino actual en un espesor mínimo de 1.00 m. Utilizando el material de formación de banquetas compactadas al 90% AASHTO-ESTANDAR en capas de .3 m. El terraplén se sustituirá con material de banco “La Alberca de los Espinos ó la Villa”.
- b).- El camino se construirá nuevo, sobre un eje de paralelo al actual y dentro del derecho de vía utilizando material de banco.
- c).-Del Km. 9+240 al 9+990 los terraplenes se reconstruirán con espesor mínimo de 1.80mts. Utilizando el material de recorte para el arroyo formando un cajo de de confinamiento.
- d).- El banco cuyas características de calidad y uniformidad permitirán su utilización en las capas es “La Alberca de los Espinos ó la Villa”.

Para el diseño de pavimento, se siguió los lineamientos establecidos en el instructivo para el diseño estructural de pavimentos flexibles para carreteras 1980, así como las recomendaciones que a efecto hace la Dirección General de Servicios Técnicos S.C.T.

Prueba de Compactación Estándar y Modificada.

Las pruebas de compactación son realizadas en laboratorio a materiales para su utilización a terracerías, terraplenes, subyacentes y subrasantes. Las pruebas permiten determinar la curva de compactación de los materiales.

Para la realizar la prueba se toma una muestra representativa de material dividiendo en un cuarteo de 4 Kg. Para A y C de aproximadamente de 7.5 Kg. Para la variantes A y B. el material se criba a través de la malla No. 4 (4.75 mm.), mientras que para la variante C y D a través de la malla $\frac{3}{4}$ ” (19 mm.) en ambos casos se efectúa el cribado en forma manual, colocando la fracción que pasa en charola y desechando el retenido. Se homogenea perfectamente el material que constituye la porción de prueba.

Procedimiento.

A la porción preparada se le agrega la cantidad necesaria para que una vez homogenizada, tenga un contenido de agua inferior de 4 a 6 % respecto al óptimo estimado. En caso de que se hayan formado grumos durante la incorporación del agua, se revuelve el material hasta disgregarlo totalmente.

Se mezcla cuidadosamente la porción para homogenizarla y se divide en tres fracciones, aproximadamente iguales, en el caso de la prueba estándar y en cinco en la modificada.

Se coloca una de las fracciones de material en el molde de prueba seleccionando de acuerdo con la variante de que se trate, con su respectiva extensión, el cual se apoya sobre el bloque de concreto para compactar el material con el pisón que corresponda, aplicando 25 golpes para el caso de las variantes A y C ó 56 golpes para las variantes B y D repartiendo uniformemente los golpes en la superficie de la capa, para el caso de la prueba Estándar se utiliza el pisón de 2.5 Kg. Con una altura de caída libre de 30.5 cm y para el caso de la prueba modificada, la masa del pisón y la caída libre serán de 4.54 Kg. Y 45.7 cm. respectivamente se escarifica ligeramente la superficie de la capa compactada y se repite el procedimiento descrito para las capas subsecuentes.

Terminada la compactación de todas las capas se retira la extensión del molde y se verifica que el material no sobresalga del cilindro en un espesor promedio de 1.5 cm máximo: de lo contrario la prueba se repetirá utilizando de preferencia una nueva porción de prueba. Con masa ligeramente menor que la inicial. En caso de que no exceda dicho espesor, se enrasa cuidadosamente el espécimen con la regla metálica.

A continuación se determina la masa del cilindro con el material de prueba y se registra como W_i en g. anotándola en una hoja de registro.

Se saca el espécimen del cilindro, se corta longitudinalmente y de su parte central se obtiene una porción representativa para determinar su contenido de agua (), se registran los datos correspondientes a esta determinación en la misma hoja de registro.

Se incorporan las fracciones del espécimen al material que sobró al enrasarlo, en su caso, se disgregan los grumos, se agrega aproximadamente 2% de agua con respecto a la masa inicial de la porción de prueba y se repiten los pasos descritos anteriormente.

Con la misma porción de la prueba se repite lo indicado anteriormente incrementando sucesivamente su contenido de agua, hasta que dicho contenido sea tal que el último espécimen elaborado presente una disminución apreciable en su masa con respecto al anterior. Para definir convenientemente la variación de la masa volumétrica de los especímenes elaborados respecto a sus contenidos de agua, se requiere compactar cuatro o cinco especímenes, que en la segunda determinación la masa del cilindro con el

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

espécimen sea mayor que en la primera y que en la penúltima determinación sea mayor que la última.

La información de partida para el diseño es la siguiente.

CAMINO	TIPO B - DOS CARRILES.
TERRENO	PLANO, LOMERÍO SUAVE.
TERRAPLÉN	1.00 M. MINIMO (A NIVEL DE SUB RASANTE)
NAF	0.8 M. EN LA ZONA MAS CRÍTICA.

A) Clima (C.W.H.).

Sub. Tropical, de altura templada (16° - 18° C) sub. Húmedo lluvias en verano (800-1000 mm.) de mayo a noviembre.

B). Suelo.

Terreno natural, arcilla de alta plasticidad (CH) de color gris oscuro y negro. Con un contenido de agua de 39% limite liquido de de 70 a 80 % y un índice plástico de 25 a 40% mas 60% de finos. Se abrirá caja de 2.00 m. y 1 m.

C). Terraplenes

Las Terracerías (Terraplenes) estarán contruidos por materiales rocosos tipo filtro de 6"

a 25" de diam. Del banco la alberca.

D). Subrasante estará formada por material breña tezontle rojo de 4" de dim. banco la Alberca.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

E).-EL TRANSITO T.D.P.A. 1380 VEHÍCULOS

Clasificación Vehicular.

A% =65%

A1 = 50%

A2= 50%

B% =8%

B2=%

C% =27%

C2= 50%

C3=50%

VEHÍCULOS CARGADOS 70%

VEHÍCULOS VACÍOS 30%

TAZA DE CRECIMIENTO 5% ANUAL

VIDA ECONOMICA DE PROYECTO 10 AÑOS

Estudios de laboratorio de los bancos de materiales para Terracerías y sus Subrrasante (muestras únicas representativas).

Concluidos los estudios del banco y definido en Terracerías y en Subrasante se procedió a un muestreo, buscando aquellos materiales de menor calidad, esto para cubrir las heterogeneidades de los bancos. Al tratarse de arenas finas se procuró que el muestreo específico se hiciera de las zonas con más finos y mas arcillas.

A cada muestra se les determino:

-La curva granulométrica.

-Los limites líquido y plástico.

-La densidad de sólidos.

-La curva de compactación.

-La curva de valor relativo de soporte.

Utilizando los siguientes procedimientos de ensaye.

Granulometría.

Las curvas granulométricas se determinaron de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma ASTM-D-422-

Limites de consistencia.

Los límites líquido y plástico se determinaron de acuerdo con el procedimiento descrito en las normas ASTM-D-423 ASTM-D424,

Densidad de suelos.

La determinación de la densidad de sólidos se hizo de acuerdo con la norma ASTM-D-854.

*Actualmente existen muchos métodos para reproducir, al menos teóricamente, en el laboratorio unas condiciones dadas de compactación de campo. Todos ellos pensados para estudiar, además los distintos factores que gobiernan la compactación de los suelos. Históricamente, el primer método, en el sentido de la técnica actual, es el debido a R. R. Proctor y es conocido hoy día como Prueba Proctor Estándar o A.A.S.H.O. (American Association of State Highway Officials) Estándar. La prueba consiste en compactar el suelo en cuestión en tres capas, dentro de un molde de dimensiones y forma especificadas, por medio de golpes de un pisón, también especificado, que se deja caer libremente desde una altura prefijada.

El molde es un cilindro de .94 1 de capacidad aproximada (1/30 pies³), de 10.2 cm (4 pulgadas) de diámetro y 11.7 cm (4.59 pulgadas) de altura, provisto de una extensión desmontable de igual diámetro de 5cm (2 pulgadas) de altura. El molde puede fijarse a una base metálica con tornillos de mariposa.

El pisón es de 2.5 Kg. (5.5 libras) de peso y consta de un vástago en cuyo extremo inferior hay un cilindro metálico de 5 cm (2 pulgadas) de diámetro. Los golpes se aplican dejando caer el pisón desde una altura de 30.5 cm (12 pulgadas)

Dentro del molde el suelo debe colocarse en tres capas que se compactan dando 25 golpes, repartidos en el área del cilindro a cada una de ellas.

* MECÁNICA DE SUELOS TOMO I JÚAREZ BADILLO- RICO RODRÍGUEZ.

Proceso Constructivo Zacapu-Villa Jiménez.

MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES
Zacapu-Villa Jiménez.
PRUEBA DE COMPACTACION DINAMICA

M MMP-1 09/03

TRAMO: Autopista: Querétaro - Tlapasto ESTACION: Km 64+183 TUBO: MATERIAL: CONGREG: MODIFICACION: PCA-7 MUESTRA No.: 5 DESCRIPCION: Arena arcillosa con 30% aproximadamente de grava (SC)	FECHA: 17 de Agosto de 2000. PRUEBA: 22-125 OPERADOR: Ernesto Hernández CALCULO: Gabina Marcial
--	--

METODO: AASHTO Estándar MOLDE: R MASA EN g: 2 750

VARIANTE: A No. DE GOLPES POR CAPA: 25

Especimen número		1	2	3	4	5
Muestra de agua	Cápsula número	2	6	3	9	1
	Masa cápsula + Suelo húmedo, (g)	193,8	204,2	198,1	172,4	187,9
	Masa cápsula + Suelo seco, (g)	169,0	177,0	171,0	143,8	156,8
	Masa del agua, (g)	24,8	27,2	27,1	28,6	31,1
	Masa cápsula, (g)	38,0	47,2	52,3	28,9	41,5
Muestra volumétrica	Masa suelo seco W_s , (g)	131,0	129,8	118,7	114,9	115,3
	Contenido de agua w , (%)	18,9	21,0	22,9	24,9	27,0
	Masa del molde + Suelo húmedo W_t , (g)	6 449	6 619	6 711	6 741	6 743
	Masa del molde W_m , (g)	2 750	2 750	2 750	2 750	2 750
	Masa suelo húmedo W_h , (g)	3 699	3 869	3 961	3 991	3 993
	Volumen del molde V , (cm ³)	2 133	2 133	2 133	2 133	2 133
	Masa volumétrica húmeda γ_w , (kg/m ³)	1 734	1 814	1 857	1 871	1 872
Masa volumétrica seca γ_s , (kg/m ³)	1 458	1 499	1 511	1 498	1 474	

$$\text{Masa volumétrica seca} = \frac{\text{Masa volumétrica húmeda}}{100 + \text{contenido de agua (\%)}} \times 100$$

The graph plots dry density (kg/m³) on the y-axis (1450 to 1520) against water content (%) on the x-axis (18 to 27). A series of data points are plotted, and a smooth curve is drawn through them, peaking at approximately 1512 kg/m³ at 22.7% water content. A dashed line represents the theoretical maximum dry density.

OBSERVACIONES: Masa Volumétrica
 Seco Máximo $\gamma_{max} = 1 512 \text{ kg/m}^3$
 Humedad óptima $w_o = 22,7\%$

FIGURA 3.- Hoja de registro y curva de compactación para prueba dinámica AASHTO

Pag. 30

SCT

Alfonso Mejía Campos.

Compactación.

La curva de compactación se definió mediante 4 o 5 contenidos de agua para cada energía utilizada. La compactación de los especímenes se hizo por impactos y se utilizaron moldes de 15 y 24 cms. De diámetro, el procedimiento para estos ensayos fue del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de Norte América, empleando tres diferentes números de golpes, para obtener tres energías de compactación que corresponden dos de ellas aproximadamente a las pruebas AASHTO ESTANDAR (6.60/KG/CM/CM3) Y AASHTO MODIFICADO una prueba con 11.6 Kg./cm./cm3 como valor intermedio.

Las características del equipo y procedimientos utilizados son:

Diámetro del molde (cm.).	15.24		
Altura de molde (cm.)	12.70		
Número de capas	3		
Peso del martillo (Kg.)	4.536		
Altura de caída del martillo (cm.)	45.72		
Volumen compactado (cm3)	2440		
Numero de golpes	12	26	55
Energía Especifica (kg.cm./cm3)	5.4	11.6	25.0

Valor relativo de soporte.

Las curvas de valor relativo de soporte se determinaron para 4 ó 5 contenidos de agua para energía de compactación utilizada. La compactación se hizo por impactos y los especímenes, preparados para determinar la curva de compactación fueron saturados, se midió la expansión y luego fueron penetrados para definir la curva penetración carga y el valor relativo de soporte.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Resultados obtenidos.

Granulometría

BANCO	GRAVA	ARENA	FINOS
LA ALBERCA	4.3	73.6	22.1

Límite Plástico.

Con base en los resultados de curvas granulométricas y en los límites líquido y plástico se clasificaron los materiales de acuerdo con el sistema unificado de clasificación de suelos.

LÍMITES Y CLASIFICACION S.U.C.S.

BANCO	LIMITES	INDICE DE	CLASIFICACION
LIQUIDO	PLASTICO PLASTICIDAD	S.U.C.S.	
LA ALBERCA	27.2 NP	-----	SM

SM = Arenas limosas, mezclas de arena y limo.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Densidad de sólidos.

BANCO	DENSIDAD DE SÓLIDOS.
LA ALBERCA	2.18

Compactación.

PESO VOLUMÉTRICO SECO MÁXIMO Y HUMEDADES ÓPTIMAS PARA
DIFERENTES ENERGÍAS DE COMPACTACION.

BANCO	ENERGÍA	PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO KG. /CM3	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
LA ALBERCA	E1	1180	28
LA ALBERCA	E2	1190	23.5
LA ALBERCA	E3	1260	26.0

Valor Relativo de Soporte.

En la columna se presentan los valores relativos de soporte máximos para cada energía de compactación y las humedades a las que se presentan dichos máximos.

BANCO	ENERGIA	VRS MÁXIMO (%)	HUMEDAD (%)
LA ALBERCA	E1	33.0	28.0
LA ALBERCA	E2	61.0	23.5
LA ALBERCA	E3	78.0	18.0

Los registros individuales de cada prueba de valor relativo de soporte efectuada se presentan en el anexo que no se exponen en esta tesis.

Interpretación de resultados.

El material que se puede obtener de este banco es de buena calidad para la construcción de terracerías y una de capa Subrasante, sin embargo su composición es heterogénea, su límite líquido varía desde 30% hasta el 60% su contenido de finos varía a su vez desde 2% hasta 20% por ello, para el diseño del pavimento obtuvo muestra de zona con mayor contenido de finos aunque su límite líquido no fuera el más elevado.

Existe la posibilidad de que alguna muestra con valores más altos del límite líquido y con menos cantidad de finos tuviera un V.R.S. menor al determinado en este estudio, pero seguramente la diferencias no serían importantes, sin embargo esta heterogeneidad hace pensar en que no será conveniente su uso en la capa Subrasante.

Estudios de los bancos de Materiales.

El estudio Geotécnico concluyó que en el tramo del Km. 9+240 al 12+700 el terraplén formado de por arcilla de alta plasticidad y boleos, estas arcillas se presentan mal compactadas y son inadecuadas para su utilización en el terraplén de un camino.

Apegándose a la tendencias actuales en materia de terraplenes y considerando que el camino en estudio corresponde con la clasificación de “obra vial tipo II, definida esta como.

“Carreteras y Aeropistas que inicialmente requieren de una superficie de rodamiento que no incluye concreto asfáltico pero que en un futuro próximo lo requerirán”.

Se recomienda que el cuerpo del terraplén tenga un mínimo de .7 m. superiores contruidos con material de calidad adecuada.

Resultado por ello indispensable proyectar, como se indicó en capítulos anteriores, un recorte del camino actual que permita construir una capa de terracerías de cuando menos 70 cms. Con materiales cuyas características mínimas serían:

“Terracerías de calidad adecuada.”

Tamaño Máximo	1500 mm.
Material mayor de 3”	20% máximo.
Tamaño máximo (fragmentos)	0.5 H (altura de terraplén).
Compactación	90 + 2% AASHTO ESTANDAR.
Valor Relativo de Soporte en	
Condiciones de campo	5% mínimo.
Límite Líquido (máximo)	WL 50%

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Siendo este el material que debería localizarse como banco de terracería, tanto para la capa superior de los terraplenes, donde el eje del nuevo camino coincidirá con el actual (Kilometrajes antes señalados) como para el tramo donde todo el cuerpo de terraplén será nuevo (Km. 9+240 al 12+700) ya que en el estudio geotécnico se determinó que el desplante de los terraplenes se hará sobre suelos cuya calidad es inferior a la tolerable o sea:

Fragmentos con tamaño menor a	0.5 H (altura del terraplén)
Límite Líquido	6% máximo.
Contenido natural de agua.	Optimo o ligeramente superior
Valor relativo de soporte.	3% (mínimo)

De esta manera se definió que el volumen requerido para la construcción de las terracerías sería de aproximadamente de 35000 M3 en el tramo KM 9+240 a 12+700 para la reconstrucción del pavimento se consideró que la estructura del mismo sería:

ESPESORES PROYECTADOS YA COMPACTADOS.

TERRACERIA	145 CMS.
SUB BASE	30 CMS.
BASE	20 CMS.
CARPETA.	5 CMS.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Los volúmenes requeridos para los 3.4 kilómetros de carretera en estudio (KM 9+240 A 12+700) será de forma aproximada los siguientes.

TERRACERIA	41,174	M3
SUB BASE	12,352 .2	M3
BASE	8,234.8	M3
CARPETA	2,058.7	M3

Bancos Localizados.

Con apoyo en la información geológica existente y los primeros recorridos por la zona, se estableció que los materiales susceptibles de ser aprovechados serían:

Tobas y Cenizas volcánicas sedimentadas en un medio lacustre, arenas limosas y arcillas de color blanco y gris claro.

Brechas volcánicas, Tezontles y Lapillos.

Basaltos y Andesitas.

Estos serían los materiales utilizables para la reconstrucción del camino, de ellos se localizaron los siguientes bancos, susceptibles de ser explotados.

Banco la Alberca.

La Alberca, aparato volcánico (CONO CINERITÍTICO), que tiene varios frentes en explotación ubicado en el KM 10+740 desviación izquierda 200 m. de brecha camino a Zipimeo.

De este banco puede obtenerse rocas, gravas – arenas (TEZONTLES) no plásticas, de color rojo y negro, se presentan alterados ver las fotografías.

Su tamaño máximo es del orden de las 3” con algunas “bombas” aisladas que deberán desperdiciarse.



Figura.- 11 Banco de Materiales la Alberca.

La distancia de acarreo a la zona en estudio sería de poco más de 2 Km. En promedio.

Las posibilidades son mayores de elegir este banco para el suministro por la buena calidad de los materiales así como las condiciones en lo económico.

Banco el Caracol.

Banco el Caracol, aparato volcánico basáltico ubicado a 16 Km. De la obra. De este banco se puede obtener Tezontle de color negro y café rojizo denso y de buena calidad, el material aprovechable se ubica en la parte media superior del volcán y presenta un frente que es explotado actualmente para extrayendo arena, grava y filtro ya cribados. Por la lejanía que presenta para la obra no es posible su aprovechamiento.

Banco la Calabaza.

Banco Comaja, ubicado a 27 Km. Del lugar de la obra. Este banco produce grava, arena y materiales para carpeta. Bajo de un pequeño despilme de material de origen vegetal encontrando un buen material de color negro.

La posibilidad son mínimas de su aplicación a la obra por la distancia.

II.-2.2.1. Elementos del Proyecto Geométrico.

2.2. Anteproyecto.

Elección de ruta.

Cuando se realiza un camino se determina la franja de la corteza terrestre donde se construirá una vía terrestre.

En la reparación de la carretera se reconocieron los derechos de vía sobre la cual se identificaron servicios de luz, telefonía instalaciones subterráneas como drenajes, fibra óptica, red de agua potable árboles. Por la ampliación de ancho de corona de 6 metros a 8 metros la ampliación se midió, se trazo y se dibujo en los planos de planta del levantamiento topográfico que se realizó.

.

Para la elaboración de anteproyecto se considero el terreno, tipo de suelo, impacto ambiental, levantamiento topográfico a detalle, costo beneficio de la obra y propuestas técnicas.

Se tomaron en cuenta las características de la carretera ya existentes los daños que presentaba el pavimento, las dimensiones que por el tránsito promedio anual resultaba ineficiente.

TPDA. (Tránsito Promedio Diario Anual.) Es de 1380.

La rasante económica se propuso considerando las pendientes, grados de curvatura pero sobre todo los acarreo de los materiales el cual resulto un factor económico a nuestro favor por contar con una cercanía de los bancos de materiales.

Así mismo una vez que se tienen los bancos de materiales que pueden utilizarse para construir la capa Sub/rasante y de pavimento es preciso seleccionar los materiales cuyos tratamientos necesarios y acarreo reporten los menos costosos.

Se clasifico la carretera como de tipo “C” por las características que se muestran en la Fig. 2. como es ancho de calzada de 6 m. Ancho de corona de 6.5 m. Ancho de acotamientos .25 m. Sin bobeo, sin sobre elevación.

Se proyecta una carretera de tipo “B” ancho de calzada de 7 m. Con ancho de acotamiento de .75 m. Pendiente Gobernadora 4 % Velocidad de proyecto de 80 Km/hr.

2.2.1. Alineamiento Horizontal.

El alineamiento horizontal es la proyección del centro de línea de una obra vial sobre un plano horizontal. Sus elementos son tangentes y curvas horizontales. La posición de los puntos y elementos de un proyecto geométrico, tanto en planta como en elevación está ligada a los datos geodésicos del banco más cercano a la nueva obra.

Las tangentes del alineamiento horizontal tienen longitud y dirección. La longitud es la distancia existente entre el fin de la curva horizontal anterior y el principio de la curva siguiente; la dirección es el rumbo.

La longitud mínima de una tangente horizontal es aquella que se requiere para cambiar en forma conveniente la curvatura, la pendiente transversal y el ancho de la corona. En teoría, la longitud máxima puede ser identificada, por ejemplo, en la zonas muy llanas; sin embargo, en estas regiones se limita a 15 Km. por razones de seguridad, ya que las longitudes mayores causan somnolencia y dañan los ojos de los operadores.

Dos tangentes consecutivas del alineamiento horizontal se cruzan en un punto de inflexión (PI), formado entre sí un ángulo de deflexión (Δ), que esta constituido por la continuación de la tangente de entrada hacia delante del PI y la tangente de salida.

En general, para cambiar la dirección de un vehículo de una tangente horizontal a otra se requieren curvas cuya longitud sea proporcional a la variación de la aceleración centrífuga, y con las cuales la aceleración centrífuga de los vehículos varíe de cero a un máximo hacia el centro y luego disminuya a cero al llegar a la tangente posterior. Las curvas que cumplen con estas condiciones son las espirales de Euler y la lemniscata de Bernoulli.

Como no es posible utilizar una espiral para realizar el cambio, se utilizan dos, una de entrada y otra de salida, y se acostumbra colocar entre ellas una curva circular en la que no hay cambio de aceleración centrífuga.

Nomenclatura de las curvas circulares simples.

PI Punto de intersección de las tangentes. A la primera tangente se le llama tangente de atrás o de entrada a la curva y a la segunda tangente de adelante o de salida de la curva.

PC Punto de curvatura. El primer punto de este tipo se encuentra sobre la tangente de atrás en el inicio de la curva.

PT Punto de tangencia. Está al final de la curva sobre la tangente de adelante.

I Angulo de intersección. El ángulo entre tangentes.

R Radio de la curva.

T Distancia tangencial e igual a la longitud de las tangentes de atrás o de adelante.

E Distancia externa. La distancia comprendida entre PI y el punto central de la curva.

CL Cuerda larga. Cuerda de arco que une el PC y PT .

M Ordenada media. La distancia desde la mitad de la curva hasta la mitad de la cuerda larga.

L Longitud real de la curva.

La poligonal abierta que se tubo del levantamiento topográfico presento cuatro curvas circulares simples con sus deflexiones y sus PI. Seguido del cadenamiento.

Calculo de las curvas.

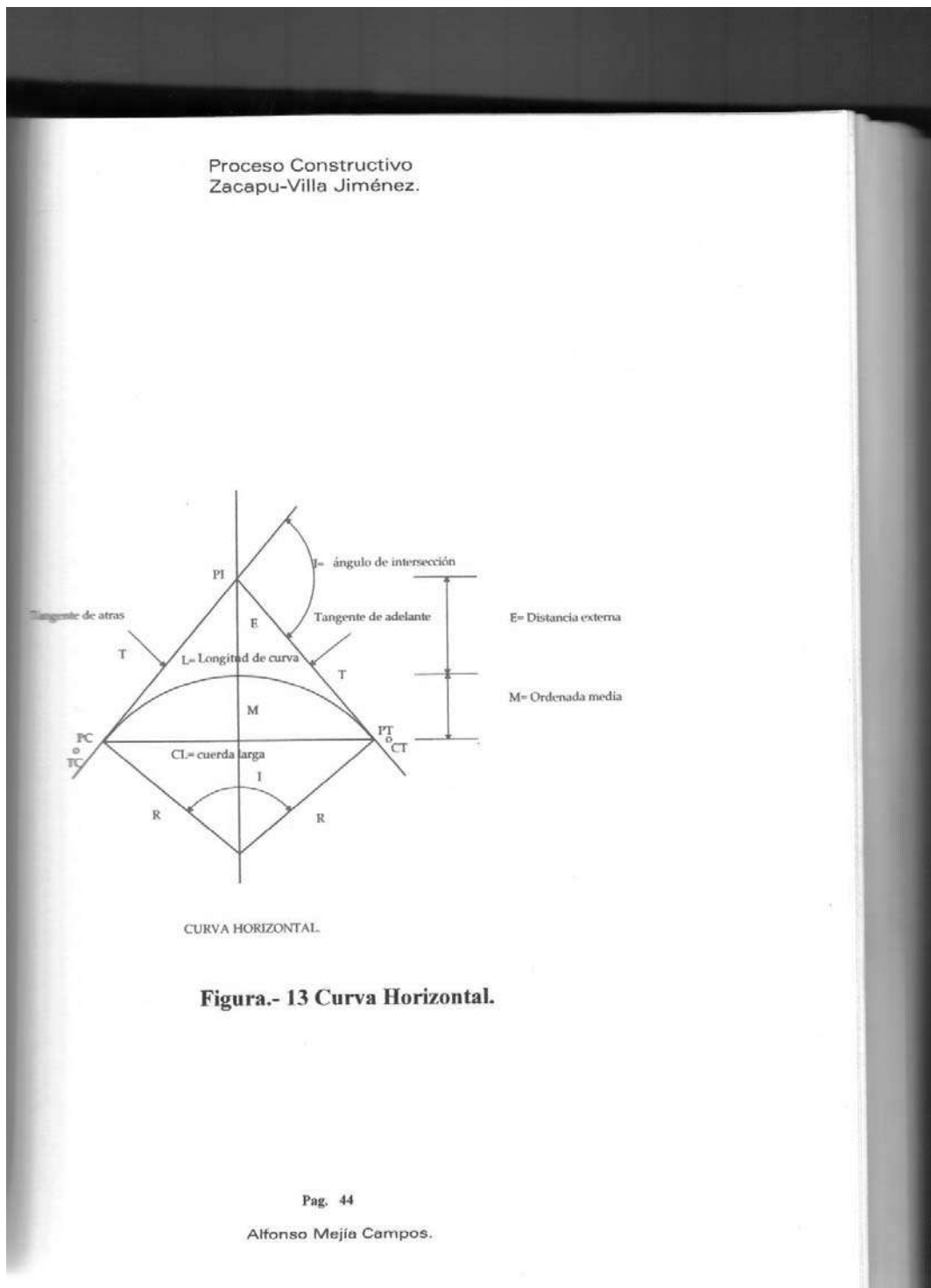


Figura.- 13 Curva Horizontal.

Trazo de las curvas horizontales.

Primera Curva.

$$PI = 10+791$$

$$DEFLEXION = 41^\circ$$

FORMULAS.

$$Gc = 1145.91/Rc$$

Gc Grande, Rc pequeño.

Gc Pequeño, Rc grande.

El radio de curvatura se obtiene por escantillones comparando a diferente medida sobre el PI que se va a calcular la curva utilizando las mismas escalas de polígono abierto y escantillones sobre el plano.

Se obtiene un radio de 108 m.

$$Rc = 108m.$$

$$Gc = 1145.91/108 = 10^\circ 36'$$

$$T = Rc \operatorname{Tg} [DELTA/2]$$

$$T = (108m.) \operatorname{Tg} [41^\circ/2] = 40.37mts.$$

$$L = R (DELTA) 3.1416 / 180^\circ$$

$$L = (108 m.) (41^\circ) 3.1416 / 180^\circ = 77.283 m.$$

$$PC = PI - T$$

$$PC = (10+791) - 40.37 mts. = 10+750.63$$

$$PT = PC + L$$

$$PT = (10+750.63) + 77.283 mts. = 10+827.91$$

Trazo de la primer curva.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Cadenamiento	Cuerda desde el PC	Punto	Angulo de deflexión.
10+827.91	77.28 m.	PT	20° 30'
10+820	69.37 m.		18° 24'
10+800	49.37 m.		13° 5'
10+780	29.37 m.		7° 49'
10+760	9.37 m.		2°29'
10+750.63	0	PC	0° 00'

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Segunda Curva.

$$PI = 11+619.80$$

$$\Delta = 11^\circ$$

$$G_c = 1145.91/R_c$$

Con escantillón se obtiene el radio de curvatura.

$$R_c = 140 \text{ m.}$$

$$G_c = 1145.91/140 \text{ mts.} = 8^\circ 11'$$

$$G_c = 8^\circ 11'$$

$$T = R_c \operatorname{Tg}(\Delta/2)$$

$$T = (140 \text{ m}) \operatorname{Tg}(11^\circ/2)$$

$$T = 13.4804 \text{ m.}$$

$$L = R_c (\Delta) 3.1416 / 180^\circ$$

$$L = (140 \text{ m.}) (11^\circ) 3.1416 / 180^\circ$$

$$L = 26.87 \text{ mts.}$$

$$PC = PI - T$$

$$PC = 11+619.80 - 13.48 \text{ m.}$$

$$PC = 11+606.32$$

$$PT = PC + L$$

$$PT = (11+606.32) + 26.87 \text{ m.}$$

$$PT = 11+633.19$$

Cadenamiento	Cuerda desde el PC	Punto	Angulo de deflexión.
11+633.19	26.87 m	PT	5° 30'
11+630	23.68 m		4° 50'
11+620	13.68 m		2° 48'
11+610	3.68 m		0° 45'
11+606.32	0	PC	0° 00'

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Tercera Curva.

$$PI. = 12+200.55$$

$$DELTA = 23^\circ$$

Por escantillones se obtiene $R_c = 100$ m.

$$G_c = 1145.91 / R_c$$

$$G_c = 1145.91 / 100 \text{ m.}$$

$$G_c = 11^\circ 27'$$

$$T = R_c T_g (DELTA / 2)$$

$$T = (100 \text{ m.}) [T_g (23^\circ/2)]$$

$$T = 20.34 \text{ m.}$$

$$L = R_c (DELTA) 3.1416 / 180^\circ$$

$$L = 100 \text{ m.} (23^\circ) 3.1416 / 180^\circ$$

$$L = 40.14 \text{ m.}$$

$$PC = PI - T$$

$$PC = (12+200.55) - 20.34 \text{ m.}$$

$$PC = 12+180.21$$

$$PT = PC + L$$

$$PT = (12+180.21) + 40.14 \text{ m.}$$

$$PT = 12+220.35$$

Cadenamiento	Cuerda desde el PC	Punto	Angulo de deflexión
12+220.35	40.14 m.	PT	11° 30'
12+220	39.79 m.		11° 23'
12+210	29.79 m.		8° 32'
12+200	19.79 m.		5° 40'
12+190	9.79 m.		2° 48'
12+180.21	0	PC	0° 00'

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Cuarta Curva.

$$PI = 12+410$$

$$DELTA = 35^\circ$$

$$\text{Por escantillones. } R_c = 90 \text{ m.}$$

$$G_c = 1145.91 / R_c$$

$$G_c = 1145.91 / 90 \text{ m.}$$

$$G_c = 12^\circ 43'$$

$$T = R_c \operatorname{Tg} (DELTA/2)$$

$$T = 90 \text{ m } \operatorname{Tg} (35^\circ / 2)$$

$$T = 28.37 \text{ m.}$$

$$L = R_c (DELTA) 3.1416 / 180^\circ$$

$$L = 90 \text{ m } (35^\circ) 3.1416 / 180^\circ$$

$$L = 54.97 \text{ m.}$$

$$PC = PI - T$$

$$PC = (12+410) - 28.37 \text{ m.}$$

$$PC = 12+381.63$$

$$PT = PC + L$$

$$PT = (12+381.63) + 54.97 \text{ m.}$$

$$PT = 12+436.6$$

Cadenamiento	Cuerda desde el PC	Punto	Angulo de deflexión.
12+436.6	54.97 m	PT	17°30'
12+430	48.37 m		15°23'
12+420	38.37 m		12°12'
12+410	28.37 m		9° 1'
12+400	18.37 m		5°50'
12+390	8.37 m		2°39'
12+381.63	0	PC	0° 00'

Para el trazo de la curvas se tomaron cuerdas de 20m. 10m. como lo indican las tablas.

2.2.2 Alineamiento vertical.

El alineamiento vertical es la proyección del desarrollo del centro de línea de una vía terrestre sobre un plano vertical;

En un plano se representa la topografía de terreno referida en el plano de las Y se ponen las elevaciones del nivel del mar, a Escala 1:200 en las X se coloca el cadenamiento de 20 metros en 20 metros. Escala 1:2000 Con las lecturas obtenidas en campo se dibuja la rasante del camino existente, y posteriormente se diseña la rasante obteniendo pendientes, curvas verticales, los volúmenes de corte y terraplén.

Lectura de campo.

CADENAMIENTO	LEC.	COTA DE APATRATO	B.N.	COTA.
--------------	------	------------------	------	-------

Las lecturas se representan por medio de tablas las cotas finales del eje del camino los hombros, taludes y nivel de terreno natural.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Proceso Constructivo Zacapu-Villa Jiménez											
OBRA: CAMINO ZACAPU-PURUANDIRO						Hoja 1			FECHA: 15-AGOSTO-2004		
TRAMO: ZACAPU-VILLA JIMÉNEZ						Equipo Utilizado: Teodolito Marca: DAVID WHITE			Cinta, Estadal Balizas		
SUB TRAMO: Km 9+240 AL 12+700						REALIZO: ALFONSO MEJÍA CAMPOS.			Plomada y Estacas		
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO NIVELACIÓN											
Km.	CAD.	N.T.N. IZO	TALUD	OMBRO IZO	EJE	OBRO DER.	TALUD DER.	N.T.N. DER.	AN.	CORONA	
9+240	0+000	98.05 m.s.n.m.	02.03	100.12 m.s.n.m.	100.08 m.s.n.m.	100.15 m.s.n.m.	02.03	98.18 m.s.n.m.	98.22	6m.	
9+260	0+020	98.22	02.03	100.13	100.16	100.12	02.03	98.22	98.24	6m.	
9+280	0+040	97.44	02.05	99.88	100.01	99.88	02.05	97.99	97.99	6m.	
9+300	0+060	98.04	02.05	99.89	100	99.82	02.05	97.74	97.74	6m.	
9+320	0+080	97.42	02.05	99.9	99.82	99.87	02.05	97.39	97.39	6m.	
9+340	0+100	97.47	02.05	99.81	99.86	99.88	02.05	97.38	97.38	6m.	
9+360	0+120	97.27	02.05	99.84	99.87	99.81	02.05	97.38	97.38	6m.	
9+380	0+140	97.27	02.05	99.38	99.39	99.45	02.06	97.38	97.38	6m.	
9+400	0+160	96.89	02.04	99.29	99.34	99.39	1.4.4.8	97.91	97.91	6m.	
9+420	0+180	96.89	02.04	99.24	99.24	99.27	02.04	97.24	97.24	6m.	
9+440	0+200	96.97	02.04	98.95	98.99	99.03	02.05	97.04	97.04	6m.	
9+460	0+220	96.49	5.5	98.99	98.99	98.86		96.84		6m.	
ALCANTARILLA No.1											
9+480	0+240	96.84		98.78	98.78	98.71	02.04.5	96.69		6m.	
9+500	0+260	96.54	1.41	98.54	98.54	98.5	02.04	96.49		6m.	
9+520	0+280	96.72	1.5	98.38	98.38	98.34	01.03	97.04		6m.	
9+540	0+300	98.24	0.01	98.3	98.35	98.31		98.66		6m.	
9+560	0+320	96.17	1.8	98	98.06	98.02		96.43		6m.	
9+580	0+340	96.9	1.03	97.83	97.83	97.79		96.36		6m.	
9+600	0+360	96.03	1.63	97.65	97.66	97.54		95.98		6m.	
9+620	0+380	96	1.42	97.42	97.46	97.45		97.45		6m.	
9+640	0+400	96.91	1.48	97.38	97.44	97.33		96.1		6m.	
ALCANTARILLA No.2											
9+660	0+420	96.91		97.38	97.44	97.33				6m.	

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

OBRAS: CAMINO ZACAPU-PURUANDIRO Hoja 2 FECHA: 15-AGOSTO-2004 TRAMO: ZACAPU-VILLA JIMENEZ Equipo Utilizado: Teodolito Marca: DAVID WHITE SUB TRAMO: Km 9+240 AL 12+700 REALIZO: ALFONSO MEJIA CAMPOS. Cinta, Estadal Balizas Piomada y Estacas									
Km.	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO				NIVELACIÓN				
	CAD.	N.T.N. IZO.	TALUD	OMERO IZO.	EJE	OBRO DER.	TALUD DER.	N.T.N. DER.	ANCHO COR.
9+600	0+420	95.48 m.s.n.m.		97.18 m.s.n.m.	97.22 m.s.n.m.	97.18 m.s.n.m.		96.93 m.s.n.m.	6m.
9+680	0+440	95.98		96.83	96.87	96.78		95.28	6m.
9+700	0+460	95.38		96.23	96.26	96.35		94.93	6m.
9+720	0+480	95.33		96.13	96.17	96.13		95.28	6m.
9+740	0+500	RUCHE PUENTE CUARUN							
9+760	0+520	94.71		95.66	95.69	95.74		94.81	6m.
9+780	0+540	94.93		95.56	95.59	95.33		94.24	6m.
9+800	0+560	94.81		96.23	96.27	95.41		94.58	6m.
9+820	0+580	94.56		95.56	95.6	95.33		94.58	6m.
9+840	0+600	94.44		95.65	95.7	95.44		94.38	6m.
9+860	0+620	95		96.55	96.6	96.35		94.81	6m.
9+880	0+640	94.16		96.2	96.25	95.86		94.26	6m.
9+900	0+660	95		96.56	96.6	96.36		94.81	6m.
9+920	0+680	95.35		96.88	96.93	96.68		95.46	6m.
9+940	0+700	95.79		97.21	97.26	97.18		95.56	6m.
9+960	0+720	96.21		97.61	97.64	97.48		95.9	6m.
9+980	0+740	97.83		97.83	97.85	97.84		96.04	6m.
10+000	0+760	98.12		98.13	98.18	98.38		95.4	6m.
10+020	0+780	98.38		98.37	98.42	98.38		97.98	6m.
10+040	0+800	98.94		98.94	98.88	98.73		98.04	6m.
10+060	0+820	98.08		98.08	98.12	98.08		98.08	6m.
10+080	0+840	99.28		99.28	99.33	99.3		97.88	6m.
10+100	0+860	99.02		99.37	99.37	99.25		99.25	6m.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

OBRA: CAMINO ZACAPU-PURUANDIRO											
Hoja 3											
TRAMO: ZACAPU-VILLA JIMÉNEZ											
SUB TRAMO: Km 9+240 AL 12+700											
REALIZO: ALFONSO MEJIA CAMPOS											
Equipo Utilizado: Teodolito Marca: DAVID WHITE											
Cinta, Estadal Balizas											
Plomada y Estacas											
FECHA: 15-AGOSTO-2004											
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO											
NIVELACIÓN											
Km.	CAD.	NTN. IZQ.	TALUD	OMERO IZQ.	EJE	OMERO DER.	TALUD DER.	NTN. DER.	ANCHO COR.		
10+120	0+880	99.39m s.n.m.		98.95m s.n.m.	99.56m s.n.m.	99.52m s.n.m.		99.52m s.n.m.	6m.		
10+140	0+900	99.37		98.92	99.82	99.76		98.72	6m.		
10+160	0+920	100.1		100.1	100.13	100.12		98.56	6m.		
10+180	0+940	100.87		100.5	100.5	100.42		98.92	6m.		
10+200	0+960	101.48		100.76	100.76	100.7		99.27	6m.		
1+0220	0+980	101.27		101.01	101.09	101.02		99.61	6m.		
10+240	1+000	101.87		101.39	101.43	101.36		99.82	6m.		
10+260	1+020	102.25		101.57	101.62	101.57		99.97	6m.		
10+280	1+040	102.37		101.8	101.85	101.85		100.3	6m.		
10+300	1+060	101.87		101.84	101.95	101.96		100.36	6m.		
10+320	1+080	101.82		102.01	102.03	102.04		100.51	6m.		
10+340	1+100	101.79		102.05	102.09	102.05		99.94	6m.		
10+360	1+120	102.04		101.97	101.99	101.99		100.64	6m.		
10+380	1+140	101.93		101.82	101.84	101.84		100.19	6m.		
10+400	1+160	101.94		101.7	101.78	101.72		100.03	6m.		
10+420	1+180	101.74		101.84	101.89	101.87		99.64	6m.		
10+440	1+200	101.85		101.64	101.69	101.65		100.84	6m.		
10+460	1+220	102.17		101.63	101.69	101.64		100.61	6m.		
10+480	1+240	101.79		101.68	101.73	101.7		99.54	6m.		
10+500	1+260	101.94		101.7	101.75	101.7		99.29	6m.		
10+520	1+280	101.94		101.94	101.96	101.9		99.51	6m.		
10+540	1+300	101.8		101.8	101.89	101.84		99.94	6m.		
10+560	1+320	101.71		101.8	101.8	101.84		100.14	6m.		

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Proceso Constructivo Zacapu-Villa Jiménez.									
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO									
Km.	CAD.	N.T.N. IZQ.	TALUD	OMBRO IZQ.	NIVELACIÓN	EJE	OBRO DER.	TALUD DER.	N.T.N. DER. ANCHO COR.
10+580	1+340	101.97		101.98	101.99	101.99	101.99		101.96
10+600	1+360	101.97		102.09	102.15	102.09			102.09
10+620	1+380	102.07		102.09	102.13	102.09			102.01
10+640	1+400	102.04		102.09	102.09	102.09			102.04
10+660	1+420	102.02		102.14	102.19	102.04			101.34
10+680	1+440	102.24		102.3	102.15	102.04			101.34
10+700	1+460	102.25		102.44	102	101.99			101.09
10+720	1+480	102.48		101.9	101.93	101.84			99.64
10+740	1+500	101.95		101.94	101.79	101.56			99.04
10+760	1+520	101.8		101.99	101.85	101.86			98.62
10+780	1+540	101.9		101.9	101.9	101.53			98.7
10+800	1+560	100.64		101.7	101.15	101			98.5
10+820	1+580	100.5		100.7	100.6	100.52			98.65
10+840	1+600	100.45		100.13	100.1	99.95			97.4
10+860	1+620	99.75		99.45	99.3	99.2			96.5
10+880	1+640	99.45		98.57	98.57	98.35			95.6
10+900	1+660	97.75		97.75	97.79	97.16			95.44
10+920	1+680	97.78		97.4	97.02	96.9			95.3
10+940	1+700	96.87		96.87	96.87	96.38			94.98
10+960	1+720	96.87		96.35	96.2				
10+980	1+740	96.87							
10+1000	1+760	96.47							
10+1020	1+780	96.47							
10+1040	1+800	96.35							

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

OBRAS: CAMINO ZACAPU-PURUANDIRO									
Hoja 5									
TRAMO: ZACAPU-VILLA JIMÉNEZ									
SUB TRAMO: Km 8+240 AL 12+700									
REALIZO: ALFONSO MEJÍA CAMPOS.									
Equipo Utilizado: Teodolito Marca: DAVID W									
Cinta, Estadal Balizas									
Plomada y Estacas									
FECHA: 15-AGOSTO-2004									
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO NIVELACIÓN									
KM.	CAD.	NTN. IZQ.	TALUD	OMBRO IZQ.	EJE	OMBRO DER.	TALUD DER.	NTN. DER.	ANCHO COR
11+050	1+820	95.05 s.n.m.		95.94	95.96	95.76		94.61 s.n.m.	6m
11+060	1+840	95.95		95.94	95.78	95.61		94.45	6m
11+100	1+880	95.36		95.75	95.78	95.49		93.95	6m
11+120	1+900	95.24		95.88	96.5	95.28		94.01	6m
11+140	1+920	95.14		96.5	95.28	95.21		94.81	6m
11+160	1+940	95.2		95.26	95.26	95.25		94.11	6m
11+180	1+960	95.14		95.16	95.36	95.21		94.16	6m
11+200	1+980	95.31		95.36	95.46	95.44		93.81	6m
11+220	1+990	95.43		95.38	95.46	95.4		94.41	6m
11+240	2+000	95.38		95.38	95.43	95.61		94.51	6m
11+260	2+020	95.7		95.7	95.75	95.63		94.8	6m
11+280	2+040	95.7		95.7	95.73	95.51		93.61	6m
11+300	2+060	95.5		95.53	95.56	95.51		93.61	6m
11+320	2+080	95.37		95.37	95.55	95.38		93.21	6m
11+340	2+100	95.35		95.38	95.29	95.28		93.26	6m
11+360	2+120	95.29		95.21	95.24	95.21		93.76	6m
11+380	2+140	96.13		96.16	95.25	95.19		93.65	6m
11+400	2+160	95.09		95.09	95.22	95.16		93.81	6m
11+420	2+180	95.1		95.16	95.23	95.23		93.21	6m
11+440	2+200	95.06		95.44	95.47	95.4		93.58	6m
11+460	2+220	95.39							
11+480	2+240								

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Proceso Constructivo Zacapu-Villa Jiménez									
OBRA: CAMINO ZACAPU PURULANDERO					FECHA: 15/ AGOSTO/2004				
TRAMO: ZACAPU VILLA JIMENEZ					EQUIPO UTILIZADO: TEODOLITO, MARCA DAVIT WHITE.				
SUB TRAMO KM. 9+240 A 12+700					CINTA, ESTADAL, BALIZAS, PLOMADAS Y ESTADAL.				
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO					REALIZO ALFONSO MEJIA CAMPOS.				
KM	CADENAMIENTO	N.T.N IZQ.	OMERO IZQ.	EJE L	OMERO DER.	TALUD DER.	N.T.N DER.	ANCHD CORONA	
11+480	2+240	95m.s.n.m.	95m.s.n.m.	95.6	95.51m.s.n.m.	3.8	94.2m.s.n.m.	6 m.	
11+500	2+280	95.5	95.5	95.6	95.58	3.4	94.51	6 m.	
11+520	2+280	95.71	95.71	95.73	95.71	3.5	94.51	6 m.	
11+540	2+300	95.89	95.89	95.89	95.89	3.6	94.61	6 m.	
11+560	2+320	95.77	95.77	95.79	95.77	3.6	94.38	6 m.	
11+580	2+340	95.83	95.83	95.85	95.83	3.6	94.61	6 m.	
11+600	2+380	95.35	95.35	95.35	95.35	3.9	94.55	6 m.	
11+620	2+380	96.28	96.28	96.29	96.28	3.8	94.5	6 m.	
11+640	2+400	96.05	96.05	96.09	96.09	3.8	94.7	6 m.	
11+660	2+420	95.95	95.95	95.99	95.95	3	94.7	6 m.	
11+680	2+440	95.95	95.95	95.99	96	3.1	94.9	6 m.	
11+700	2+480	96	96	96.06	96		94.75	6 m.	
11+720	2+480	95.9	95.9	95.99	95.95	4	95.1	6 m.	
11+740	2+500	95.6	95.6	95.89	95.85	3.8	94.85	6 m.	
11+760	2+520	95.3	95.4	95.55	95.51	4	94.25	6 m.	
11+780	2+540	95.2	95.25	95.27	95.1	3.8	93.75	6 m.	
11+800	2+580	94.9	94.85	94.95	94.55	3.6	93.75	6 m.	
11+820	2+600	94.9	94.8	94.93	94.9	3	93.6	6 m.	
11+840	2+620	94.99	94.99	94.94	94.99	3.2	94.2	6 m.	
11+860	2+640	95	95	95.05	95.05	3.5	94.4	6 m.	
11+900	2+660	94.95	94.95	95	94.99	3.6	94.32	6 m.	
12+808		ALCANTARILLA No 5							

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Proceso Constructivo Zacapu-Villa Jiménez								FECHA: 15/AGOSTO/2004
OBRA: CAMINO ZACAPU PURUANDIRO								HOLIA No 7
TRAMO: ZACAPU VILLA JIMENEZ								EQUIPO: UTILIZADO TEODOLITO MARCA DAVID WHITE.
SUB TRAMO KM. 9+240 A 12+700								CINTA: ESTADAL BALIZAS, PLUMADAS Y ESTADAL.
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO								REALIZO : ALFONSO MEJIA CAMPOS.
NIVELACION								
KM	CADENAMIENTO	N.T.N.	OMBRIO IZO.	E.I.E.L.	OMBRIO DER.	N.T.N. DER.	ANCHO COR.	
11+920	2+880	95.15m.s.n.m.	95.4	95.45	95.15m.s.n.m.	94.37m.s.n.m.	6M.	
11+940	2+700	95.34	95.74	95.78	95.74	94.22	6M.	
11+960	2+720	95.7	96	96.19	96.15	95.24	6M.	
11+980	2+740	96	96.1	96.25	96.2	96.15	6M.	
12+000	2+760	96.1	96.15	96.27	26.25	96.2	6M.	
12+020	2+780	96.15	96.15	96.27	95.27	95.18	6M.	
12+040	2+800	95.2	95.2	95.3	95.3	95.2	6M.	
12+060	2+820	96.4	96.4	96.43	96.4	96.34	6M.	
12+080	2+840	96.34	96.4	96.43	96.4	96.34	6M.	
12+100	2+860	96.5	96.34	96.5	96.55	96.55	6M.	
12+120	2+880	96.83	96.83	96.85	96.88	96.88	6M.	
12+140	2+900	96.95	96.95	96.97	97	97	6M.	
12+160	2+920	96.9	96.95	96.94	97.01	97	6M.	
12+180	2+940	97.21	97.15	97.2	97.15	97.21	6M.	
12+200	2+960	97.21	97.16	97.2	97.2	97.21	6M.	
12+220	2+980	97.2	97.2	97.26	97.26	97.45	6M.	
12+240	3+000	97.3	97.2	97.3	97.43	97.38	6M.	
12+260	3+020	97.3	97.3	97.34	97.38	97.38	6M.	
12+280	3+040	97.3	97.33	97.34	97.36	97.35	6M.	
12+300	3+060	97.5	97.5	97.53	97.56	97.61	6M.	
12+320	3+080	97.61	97.55	97.58	97.58	97.5	6M.	
12+340	3+100	97.55	97.58	97.58	97.55	97.38	6M.	
12+360	3+120	97.3	97.3	97.34	97.38	97.38	6M.	
12+380	3+140	97.5	97.45	97.47	97.3	97.27	6M.	

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

OBRA: CAMINO ZACAPU PURUANDIRO				HOJA No. 8				FECHA: 15 / AGOSTO / 2004			
TRAMO: ZACAPU VILLA JIMENEZ				EQUIPO: UTILIZADO TEODOLITO MARCA DAVIT WHITE				CINTA, ESTADAL, BALIZAS, PLOMADAS, Y ESTADAL			
SUBTRAMO KM 8+240 A 12+700				REALIZO: ALFONSO MEJIA CAMPOS.				NIVELACION			
KM	CADEMAMIENTO	N.T.N. IZO.	OMERO IIZO	E.IE	OMERO DER	N.T.N. DER.	ANCHO CORONA				
12+400	3+160	97.82	97.82	97.5	97.35	97.36	6m				
12+420	3+180	98.01	98.01	97.7	97.51	97.51	6m				
12+440	3+200	97.89	97.89	97.62	97.42	97.5	6m				
12+460	3+220	97.75	97.7	97.6	97.58	97.58	6m				
12+480	3+240	97.51	97.51	97.45	97.43	97.4	6m				
12+500	3+260	97.1	97.01	97.06	97.01	97	6m				
12+520	3+280	96.79	96.68	96.65	96.69	96.7	6m				
12+540	3+300	96.5	96.55	96.59	96.53	96.55	6m				
12+560	3+320	96.55	96.5	96.53	96.43	96.4	6m				
12+580	3+340	96.6	96.6	96.63	96.53	96.5	6m				
12+600	3+360	96.7	96.55	96.59	96.55	96.62	6m				
12+620	3+380	96.7	96.7	96.73	96.65	96.6	6m				
12+640	3+400	96.6	96.6	96.65	96.59	96.59	6m				
12+660	3+420	96.55	96.55	96.59	96.6	96.53	6m				
12+680	3+440	96.55	96.6	96.62	96.65	96.55	6m				
12+700	3+460	96.55	96.55	96.55	96.55		6m				

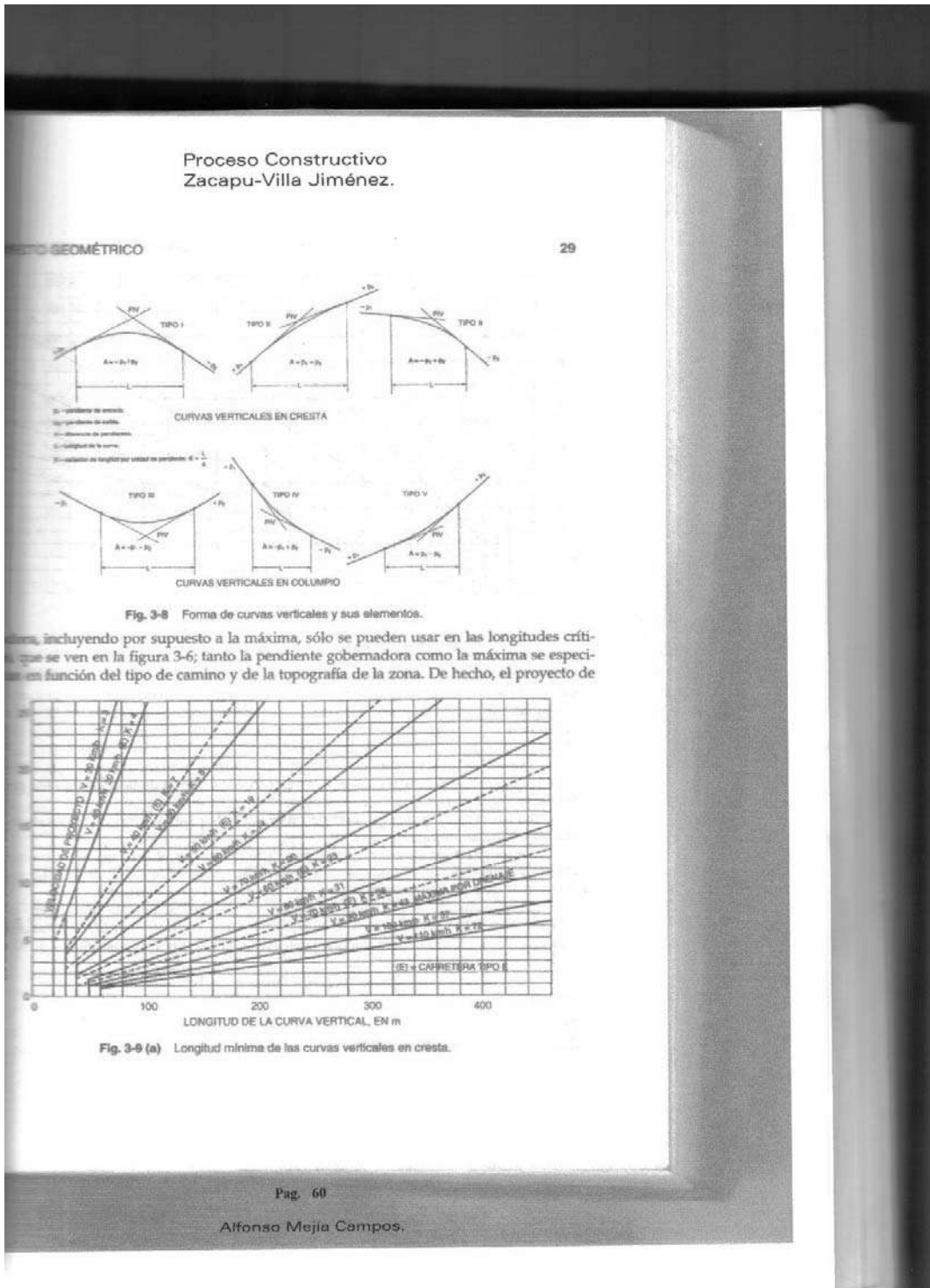
2.2.3 Alineamiento Vertical o Perfiles.

Para el proyecto del alineamiento vertical se define tres tipos de pendientes de las Tangentes verticales: mínima, gobernadora y máxima. La mínima se requiere para asegurar el drenaje de la corona del camino y se especifica de .5%. La pendiente gobernadora, en teoría, se puede mantener en forma indefinida a lo largo de todo el trazo. La pendiente máxima es la mayor que se puede usar en un proyecto. Las pendientes mayores que la gobernadora, incluyendo por supuesto a la máxima se especifican en función del tipo de camino y de la topografía de la zona. De echo, el proyecto de alineamiento vertical estará constituido por una combinación de pendientes verticales, que dentro de las alternativas estudiadas, hará que el tiempo de recorrido sea el menor.

Existen dos tipos de curvas verticales la de cresta y la de columpio para su cálculo se aplica una ecuación de segundo grado.

En la tabla siguiente se dan las longitudes de curva para curvas en cresta y pendiente.

TABLAS.



Curvas Verticales.

En la figura 4 muestra la nomenclatura utilizada en las curvas verticales. La primera de las líneas de la rasante que se encuentra sobre la carretera se llama tangente de atrás o de entrada y la siguiente se denomina tangente de adelante o salida. Para distinguir los puntos de tangencia y su intersección con respecto a los términos similares que se aplican en curvas horizontales, se agrega la letra V.

PIV Punto de intersección vertical.

PCV Punto de curvatura vertical al inicio de la curva.

PTV Punto de de tangencia vertical al final de la curva

Como se realizo una rasante de proyecto en promedio plana debido a que los cambios de pendiente eran suaves, no se requirió el trazo de curvas verticales.

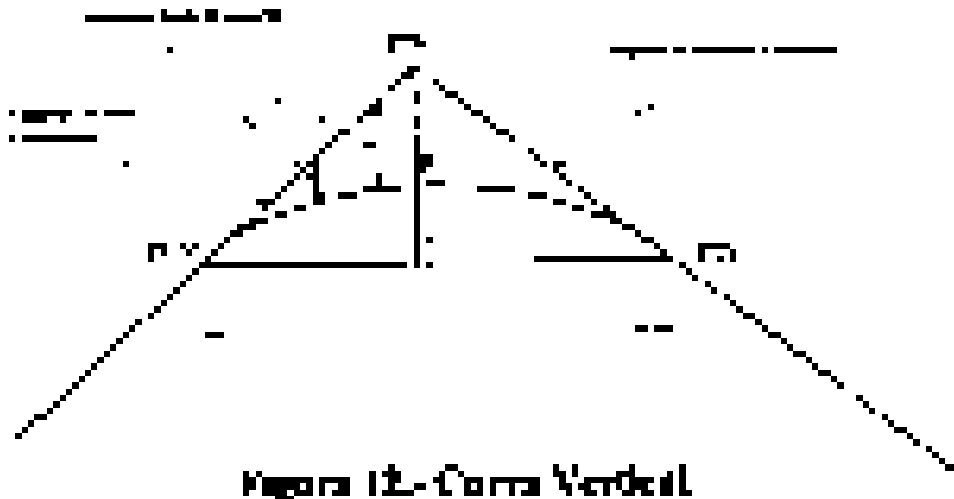


Figura 12.- Curva Vertical.

2.3 Movimiento de Tierras.

Cuando se ha trazado y nivelado la línea definitiva en el campo, se inicia el estudio de movimiento de terrecerías con el proyecto de la Sub/rasante definitiva. Con ello se pretende hacer mas económica la obra y que en general, se parezca a la del anteproyecto.

Se propone respetar la rasante anterior removiendo todo el material de una profundidad de 2m. Como resultado del estudio de mecánica de suelos. De 9+240 al 9+940 y 1m.

De 9+940 al 12+700.

Se realizo corte en todo el tramo.

TABLA DE CORTE.

El material de corte es arcilla inorgánica de alta plasticidad. (CH).

SECCION DE CORTE.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

TABLA DE CORTES TERRAPLENES

ESTACION	AREA DE CORTE	AREA DE TERRAPLEN	LONGITUD	VOLUMEN DE CORTE	FACTOR DE VARIACION VOLUMETRICA	VOLUMEN DE CORTE ABUNDADO	VOLUMEN DE TERRAPLEN	SUMA ALGEBRAICA COORDENADA DE CURVATURA
9+240	17 M2		700 M	11 800 M3	1.4	16520 M3		
9+840	8.5 M2		2.750 M	23.480 M3	1.4	32.844 M3		

VOLUMEN DE CORTE. = 49,504 METROS CUBICOS.

2.4 Obras de Drenaje.

El drenaje artificial se clasifica en superficial y subterráneo, dependiendo de si el agua escurre o no por las capas de la corteza terrestre. El drenaje superficial se considera longitudinal o transversal, según la posición que las obras guarden con respecto al eje del camino.

El drenaje longitudinal tiene por objeto captar los escurrimientos para evitar que lleguen al camino o permanezcan en él, causando desperfectos. De este tipo de drenaje son las cunetas, contracunetas, bordillos y canales de encauzamiento. Se llaman de drenaje longitudinal porque se sitúan más o menos paralelos al eje del camino.

El drenaje transversal de paso expedito al agua que cruza de un lado a otro del camino, o bien la retira lo más pronto posible de la corona, con tubos, losas, cajones, bóvedas, lavaderos vados sifones invertidos, puentes y el bombeo de la corona.

De acuerdo con la dimensión del claro de las obras de drenaje transversal, se ha convenido dividir al drenaje en mayor y menor. El drenaje mayor requiere obras con un claro superior a 6m. A las obras del drenaje mayor se les denomina puentes y a las del drenaje menor, alcantarilla.

A).- Alcantarillas.

B).- Cunetas.

A).- Alcantarillas.

Los escurrimientos que se localizan en el tramo no son de gastos grandes por la topografía plana que presenta el terreno debido a esto se construyen obras de drenaje menor.

En el tramo se requieren 5 cruces de agua para distintos usos como lo indicaremos.

1.-Cruce 9+471. Se trata de un tubo metálico de alcantarilla de diámetro 1 m. Sirve como paso de agua para regadío.

2.-Cruce 9+593. Se trata de un tubo metálico de alcantarilla de diámetro 1mt. Sirve como paso de agua para regadío.

3.-Cruce 9+750. Se trata de una alcantarilla tipo de losas sobre estribos sobre de el desagua un manantial.

4.- Cruce 10+460. Se trata de un tubo metálico de alcantarilla de diámetro 1mt. Sirve como cruce de agua pluvial retenida.

5.- Cruce 11+848. Se trata de un tubo metálico de alcantarilla de diámetro 1mt. Sirve como cruce de agua pluvial retenida.

Los tubos que se colocan son armables, consiste en medias lunas de un metro que se van atornillando para ir formando el cilindro a la anchura requerida.

Se recomienda realizar la excavación procurando que el tubo quede enterrado a una profundidad mínima de 1.6 m. Considerando un colchón de .6 m.

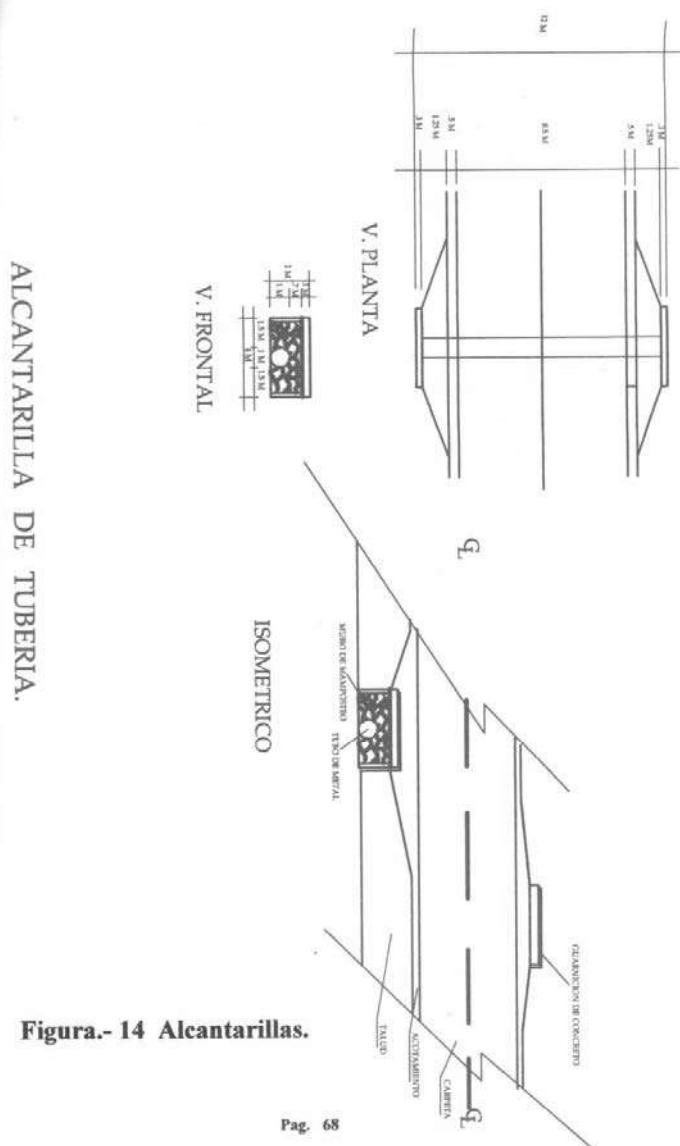


Figura.- 14 Alcantarillas.

B).- Cunetas.

Las cunetas son canales en los cortes que hacen a los lados de la cama del camino y cuya función es interceptar el agua que escurre de la corona, del talud del corte y del terreno natural adyacente, para conducirla hacia una corriente natural o a una obra transversal y así alejarla lo más pronto posible de la zona que ocupa el camino.

Para calcular el área hidráulica de las cunetas es necesario tomar en cuenta las características del área por drenar. En la mayoría de los casos se considera suficiente utilizar una sección transversal triangular con una profundidad de 33 cm., un ancho de 1 m. y taludes, del lado de la corona de 3:1, del lado del corte, el que corresponda según el material que se encuentre. Las longitudes de las cunetas no deben ser mayores de 250 m; si sobrepasa esa cantidad, se debe construir una obra de alivio que permita reducir esa longitud la captar y conducir el caudal de la cuneta aguas abajo, fuera del camino.

La carretera requiere cuneta en los siguientes tramos.

Cuneta de Km. 9+240 a 10+040

Cuneta de Km. 11+920 a 12+700.

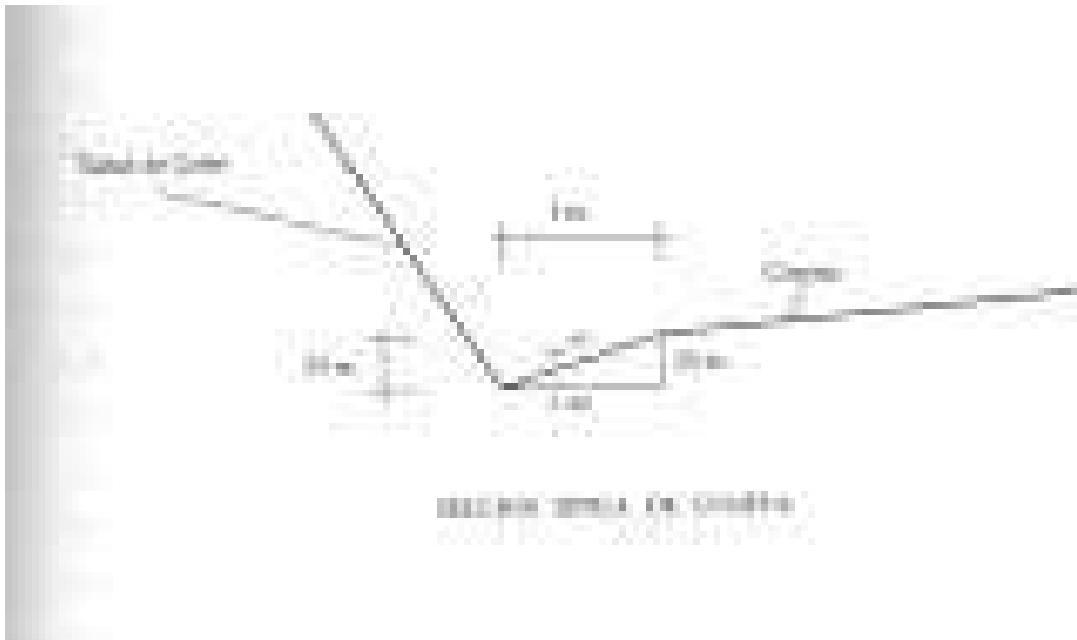


Figura.- 15 Cuneta.

CAPUTULO III

III. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DEL TRAMO CARRETERO ZACAPU VILLA JIMENEZ.

- III. 1.- PLANEACION.
- III. 2.- TRAZO Y NIVELACION.
- III. 3.- EXCAVACION.
- III. 4.- CAPA TERRACERIA.
- III. 5.- CAPA SUB/BASE.
- III. 6.- CAPA BASE.
- III. 7.- IMPREGNACION.
- III. 8.- CARPETA Y SELLADO.

III. 1.- PLANEACION.

Dentro de toda obra se debe de iniciar con una planeación antes de iniciar físicamente los trabajos.

Se indica los trabajos dividiéndolos por etapas de obra y a su vez en periodos de tiempo de ejecución.

Se maneja calendario de obra global y parcial.

Calendario global.

Corresponde a un calendario de obra que se presentara de todos los trabajos que se realizaran en este calendario se estima la duración por medio de un análisis producto de los rendimientos de maquinaria, pronósticos del clima, fechas festivas como tiempos muertos debido a problemas sociales, retraso en los pagos de las estimaciones, etc. Es preciso mencionar que la dependencia marca los tiempos y formas de trabajo.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

La obra se inicia el 26 de agosto de 2004.

Tendrá una duración de tres meses y quince días.

Promedio 1 Km. Por mes.

La obra por la magnitud se divide en 9 etapas las cuales se traslapan en su periodo de ejecución esto para ganar tiempo y para atacar factores problemas.

Factores problemas.

Se señalan factores problemas debido al retraso lo que son:

-Tráfico.

-Clima (lluvias).

-Excavaciones sobre arcilla (CH).

Después de definir la maquinaria y personal de trabajo con el cual se trabajara se presenta un calendario de obra global.

La duración de la maquinaria es producto del rendimiento que esta genera en este tipo de trabajo.

La duración de personal se considera que tiene una experiencia sobre este tipo de obra.

Calendarios parciales.

Los calendarios parciales nos ayudan a formarnos metas por etapas y para ello es preciso apoyarnos sobre los tiempos previstos en el calendario global por los intervalos de tiempo estos se dan por día para esta obra.

Bitácora de obra.

Es el libro sobre el cual se reportara todo lo relevante de la obra en ocasiones se puede ir mas allá, llevar un detallado informe de todo lo realizado diariamente y recalando lo no previsto, Esta bitácora se escribe a mano debido a que debe de estar siempre en la obra, se pueden representar las actividades por medio de un escrito y un dibujo que sirva de entendimiento de lo que se realizo, dicha bitácora debe ser foliada hoja por hoja así como firmada y revisada diariamente por el residente contratista y director de la dependencia encargada de la obra. La bitácora al final de la obra se entrega al departamento de obra pública como antecedente sacando una copia el contratista, el residente y el director si lo desea. Se recomienda también que una bitácora esté complementada con fotografías.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

MAQUINARIA

TIPO	CAPACIDAD	NUMERO	TIEMPO DE TRABAJO
GRADUADORA	CAT 235	2	45 DIAS.
EXCAVADORA	CAT 416 D	1	90 DIAS
CONFORMADORA	CAT. 140G	1	60 DIAS
MOED LISO VIBRADOR.	6 TON.	2	70 DIAS
MEAGLIA	12 M3	1	90 DIAS
GRADUADORA	800 M2 /HR.	1	15 DIAS
GRADUADORA MANUAL	1 SACO	1	15 DIAS
GRADUADORA NEUMATICO	8 TON.	1	30 DIAS
GRADUADORA	6500 LTS.	1	60 DIAS.
GRADUADORA	7 M3	20	90 DIAS
GRADUADORA BULDOZER	CAT D7	1	60 DIAS

PERSONAL

PERSONAL	NUMERO	DIAS DE TRABAJO
ING. RESIDENTE	1	90 DIAS
ING. TOPOGRAFO.	2	90 DIAS
ING. SOBRESTANTE.	1	90 DIAS
CHECADOR.	1	90 DIAS
ALBAÑIL	2	45 DIAS
PEONES.	7	70 DIAS

CALENDARIO GLOBAL.

ETAPAS DE TRABAJO	PERIODO DE EJECUCION		
1. TRAZO Y NIVELACION.			
2. EXCAVACION.			
3. TERRACERIA.			
4. SUB/BASE.			
5. BASE			
6. CARPETA.			
7. SELLADO			
9. BALIZAMIENTO.			
	1°- MES	2°- MES	3°- MES.

III. 2.- TRAZO Y NIVELACION.

Una vez realizado los trabajos previos para la obra se inician los trabajos de trazo de los cerros de corte marcando una línea doble de cal para guía de la maquina que realiza el corte del terraplén a remover.

La brigada de topografía juega un papel muy importante en toda la obra porque ira marcando los trazos y niveles de corte.

Para esto se requiere una brigada de topografía compuesta de un ingeniero Tipógrafo, un auxiliar y tres peones con conocimiento de saber leer la cinta métrica, saber colocarse en los puntos que se visen con las Balizas.

Para el avance y sincronización es adecuado que la brigada de topografía vaya unos metros delante de la maquinaria que va cortando para poder auxiliarla y a su vez no provocar accidentes con el tráfico.

El trazo se realiza por medio de cadenamiento a cada 20 m. Se traza un eje virtual en paralelo al eje real del camino para tener referencia en todo momento. Se recomienda guardar una distancia de 20 m. de un eje a otro procurando estacar lo mas posible de cadenamientos y con un marcador de aceite escribir su numero que le corresponde.

La topografía siguiente a la obra se explicara como se vaya avanzando sobre la obra.

El equipo a utilizar es:

Teodolito

Balizas.

Estadal.

Cinta.

Estacas.

Marcador.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

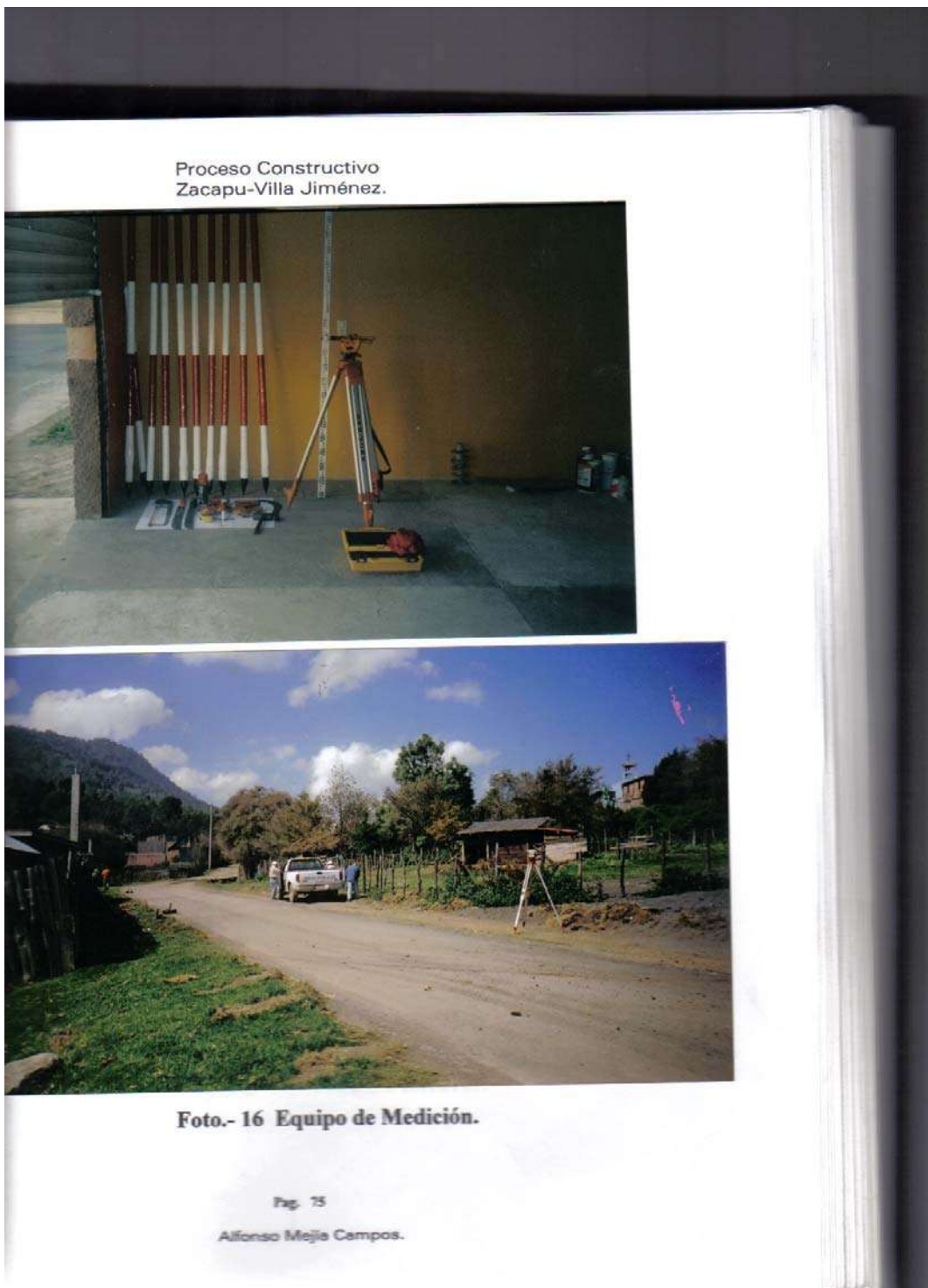


Foto.- 16 Equipo de Medición.

III. 3.- EXCAVACION.

Se realizo una excavación de 49,504 m³ de arcilla inorgánica de alta plasticidad (CH) sobre un talud, para ello se pretendió desviar el trafico pero resulta imposible por no existir otra vía alterna por lo que se excavo primero tramos no mas de 200 m. de longitud por un ancho de 3m. del cero hacia dentro y una profundidad de 2 m.

El rendimiento de la excavadora es de 1200 m³ diarios por lo cual se pudo pronosticar el avance de obra.



Figura.- 17 Tramo a Excavar.

Se requerirá 3 máquinas tipo excavadoras para poder terminar en los tiempos previstos. El corte se decidió realizarlo de esta forma para no interrumpir la circulación del tránsito.



Figura 18.- Trazo e Inicio de la Excavación.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

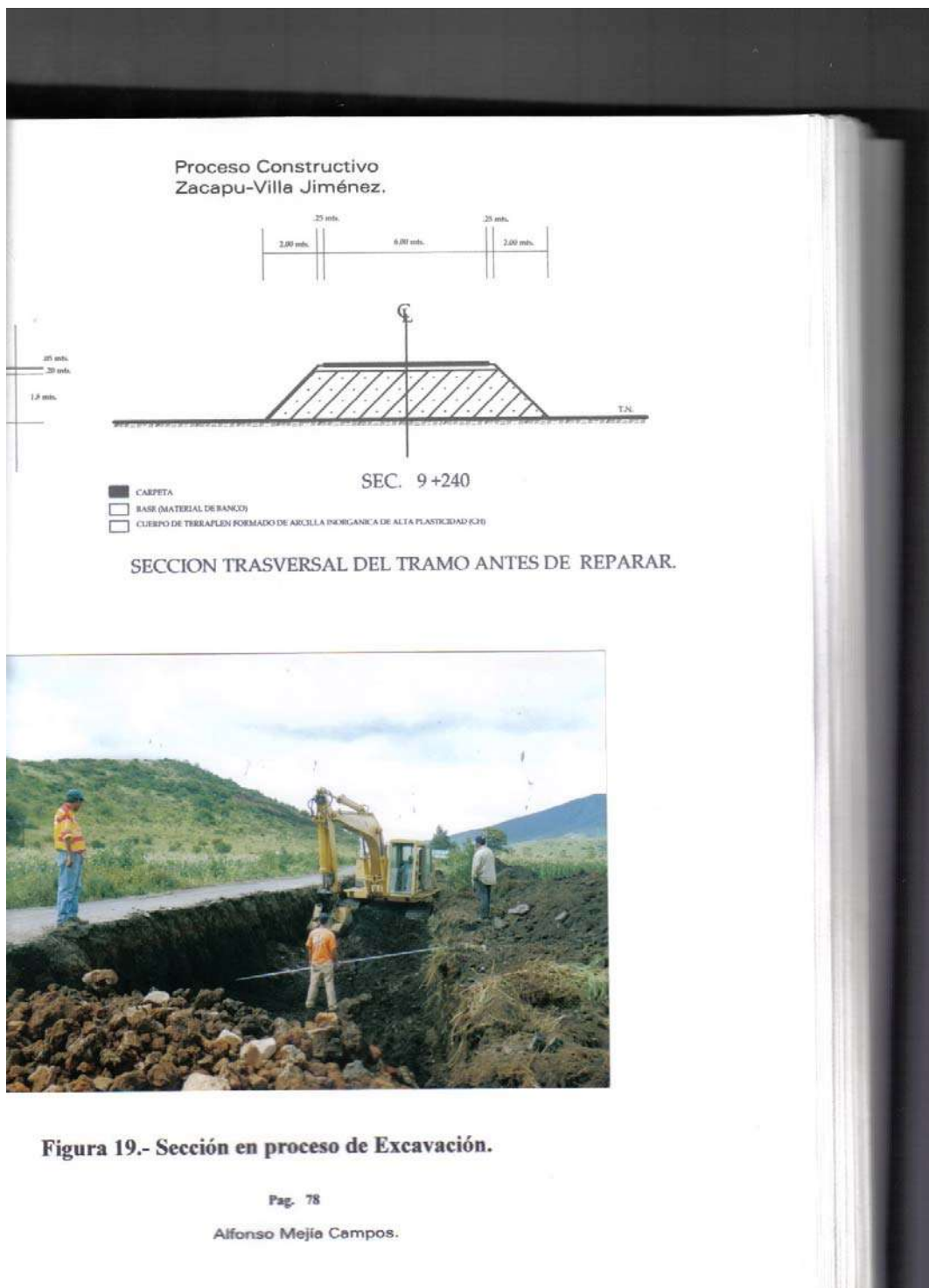
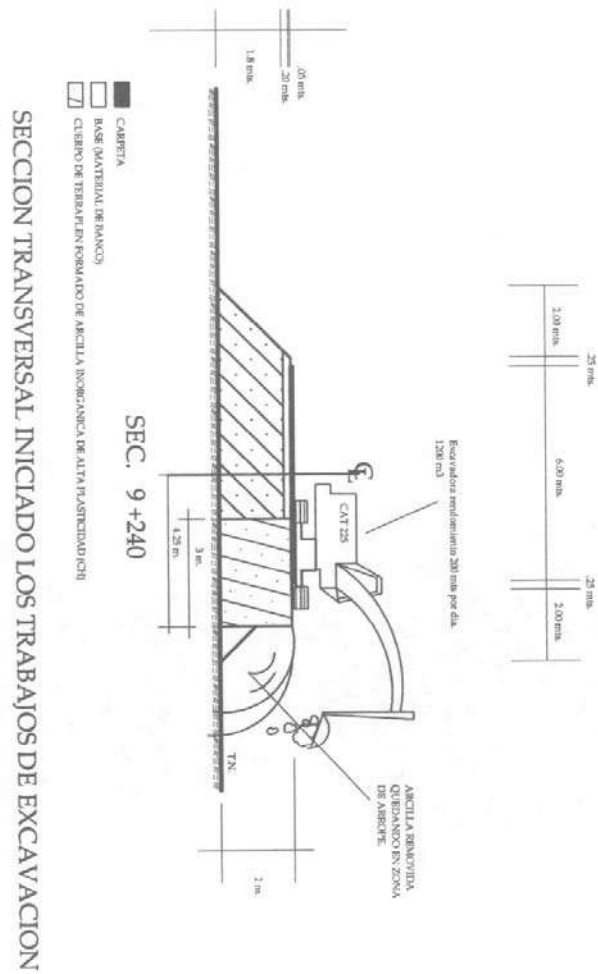


Figura 19.- Sección en proceso de Excavación.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Page 79

Alfonso Mejia Campos.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Una vez excavado el cuerpo de 3 m. de ancho se procede a integrar el material filtro a nivel de Subrasante en los 200 m. Por capas de 40 cms. Asta llegar a un espesor de 1.2 m. Reacomodado y bandeado con tractor D7, Para posteriormente poder pasar el tráfico por la Terracería y de esa manera poder realizar la excavación completa de toda la sección.



Figura 20.- Nivelado de Terreno Natural una vez realizada la Excavación.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Como se puede observar en las figuras se fue realizando el trazo, excavación y construcción de la terracería a nivel Subrasante.

Los niveles de excavación se fueron ajustando al proyecto para llegar a la rasante de proyecto.

Los trabajos se terminaron en el tiempo previsto a pesar de los imprevistos como el tráfico y el clima.



Figura 21.- Imprevistos de la Excavación.

III. 4.- TERRACERÍAS.

La terracería es el volumen de material que es necesario excavar y que sirve como relleno para formar la obra.

En esta obra a construir el material excavado no sirvió para relleno por ser arcilla. Las Terracerías fueron realizadas por material de préstamo (Material de Banco). Se realizaron junto con la excavación, esto implicó la colocación de material rocoso y sobre de él, material filtro de banco la Alberca ubicado a 3 Km.



Figura 22.- Construcción de la Terracería.

Una vez excavado el primer frente se realizaron las primeras pruebas de laboratorio al terreno natural para conocer su compactación.



Figura 23.- Pruebas de Laboratorio al Terreno natural.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

ELATCO
CONTROL DE CALIDAD
ENSAYES DE LABORATORIO
Y ASESORIA TECNICA
DE LA CONSTRUCCION

INFORME DE TRABAJO N° 999
CAMINO : ZACAPU-PURUANDIDO
TRAMO : ZACAPU-VILLA JIMENEZ
SUB/TRAMO : KM 9+240 ALA 12+700

Tangancicuaro, Mich. a 03/09/04.

AT'N: C ING: ALFONSO MEJIA CAMPOS.
Director General.

Anexo al presente me permito informar a usted lo siguiente:
Ensayes N° 1402-1413

Correspondientes a:

Pruebas de compactación efectuadas a capa de terreno natural representativas del
Sub/tramo siguiente:

DE Km.	A	Km.
9+240		9+800

CONCLUSIONES: Los grados de compactación obtenidos en el sub/tramo que se reportan, resultaron satisfactorios.

ATENTAMENTE
Ensayes de laboratorio y
Asesoría Técnica de la
Construcción.

ING. RODOLFO APARICIO S.

Pag. 84

Alfonso Mejía Campos.

REGULES 238 TEL. (351) 100 3308 TEL./FAX (355) 553-39-02 TANGANCICUARO, MICH.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.
ELATCO
control de Calidad

Ensayes de Laboratorio y Asesoría Técnica de la Construcción

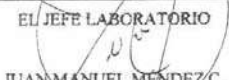
ME DE COMPACTACIÓN Y ESPESOR DE: CAPA TERRENO NATURAL
CAMINO ZACAPU-PURUANDIDO ENSAYE: 1402-1413
O: ZACAPU-VILLA JIMENEZ FECHA DE RESIBO: 01/09/04
RAMO: KM 9+240 12+700 FECHA DE INFORME: 03/09/04

CAMINO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DE CADENAMIENTO, ETC)

PARTE DE CAMPO Nº COMPACTACIÓN X RECOMPACTACIÓN
O DE COMPACTACIÓN MÍNIMO ESPECIFICADO PARA LA CAPA ENSAYADA 90%
OR DE PROYECTO ORIGINAL ESPESOR AJUSTADO QUE SE ORDENO CONSTRUIR
O DEL AJUSTE DEL ESPESOR

O DEL AJUSTE DEL ESPESOR										
E	ESTACIÓN Km.	LADO	ESPESOR DE LA CAPA ENSAYADA		ANCHO DE LA CAPA CMS.	HUMEDAD %		PESO ESPECIFICO SECO KG/M³		% DE COMPAC- TACION
			CONSTRUIDA	PROYECTO		DEL LUGAR	OPTIMA	DEL LUGAR	MAXIMO	
Estación efectuada a capa de terreno natural en sub/tramo ubicado en Km 9+240 a Km 9+800										
	9+260	D	0.20	0.20	-	27.4	38.7	1244	1310	95
	9+320	C	0.22	0.20	-	29.8	38.7	1265	1310	97
	9+380	I	0.21	0.20	-	26.2	38.7	1230	1310	94
	9+400	D	0.23	0.20	-	24.3	38.7	1258	1310	96
	9+440	C	0.22	0.20	-	29.7	38.7	1270	1310	97
	9+520	I	0.22	0.20	-	31.2	38.7	1247	1310	95
	9+580	D	0.21	0.20	-	32.4	38.7	1218	1310	93
	9+640	C	0.23	0.20	-	30.3	38.7	1260	1310	96
	9+700	I	0.21	0.20	-	27.6	38.7	1220	1310	93
	9+720	D	0.22	0.20	-	23.9	38.7	1260	1310	96
	9+760	C	0.20	0.20	-	25.2	38.7	1257	1310	96
	9+800	I	0.21	0.20	-	29.7	38.7	1284	1310	98
										</

ERVACIONES

EL LABORATORISTA  EDUARDO ARROYO Z.	EL JEFE LABORATORIO  JUAN MANUEL MÉNDEZ C.	Vo.Bo.  ING. RODOLFO APARICIO S.
--	---	---

Pag. 85

Alfonso Mejía Campos.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Se instalo un Laboratorio cercano al tramo con todos los instrumentos requeridos para realizar las pruebas de Laboratorio requeridas.



Figura 24.- Laboratorio en Campo.

Proceso Constructivo Zacapu-Villa Jiménez.

Se nivelo la rasante de proyecto para esto fue necesario de contar con dos brigadas de Topografía para nivelar la Terracería, Trazar y dar el nivel de excavación. Referenciado con los bancos de nivel. El material filtro es difícil nivelarlo y mas aun enrasar a un nivel determinado por lo que se ajusto a la capas de tiro de espesor 40 cms. Medida que coincide con los tamaños del material en promedio logrando así una excelente nivelación. Después se reacomoda por medio de una bandeada con tractor D7 dejando el material bien armado.



Figura 25.-Bandeado de Primer Capa de Material.

Una vez terminada la excavación en un lado en una distancia de 200 m. se colocaba el material de Terracería, Bandeaba, nivelaba se pasaba el trafico por el para poder excavar la sección completa.

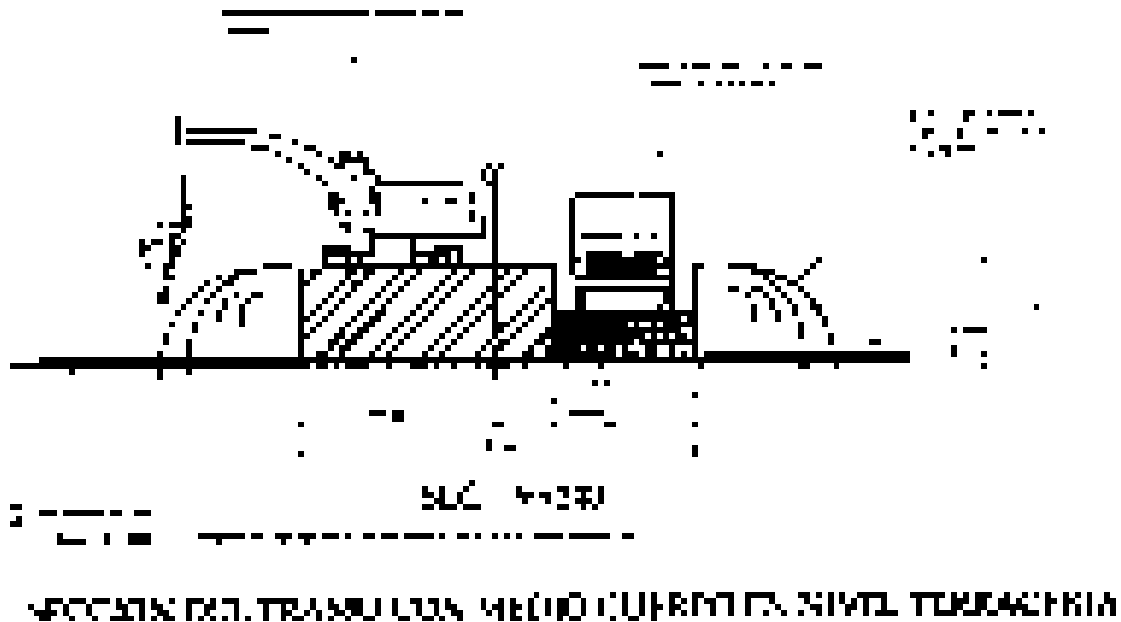
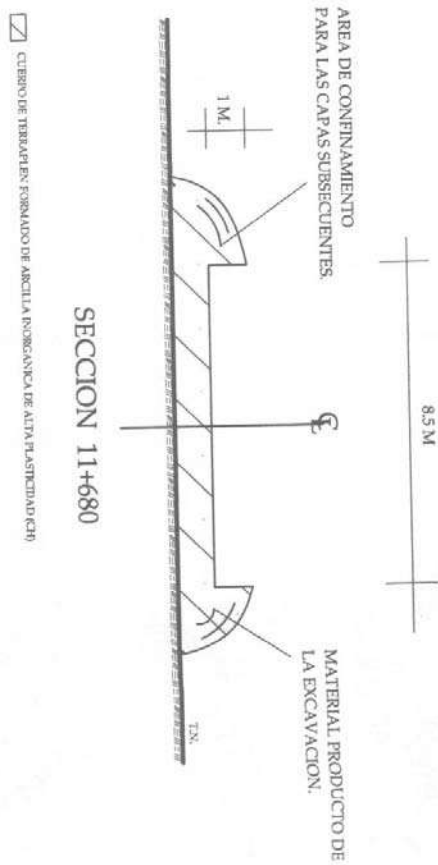


Figura 26.- Excavación total de la Sección.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

FIG. 27.- CORTE EN CAJON MOSTRADO EN SECCION TRASVERAL



Pag. 89

Alfonso Mejía Campos.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

La Terracería fue construida en distintos estados de terreno natural como lo mostraremos a continuación.

De 9+420 al 9+640 la capa de material filtro se coloco sobre nivel freático.

De 9+640 al 11+040 la capa de material filtro se coloco sobre suelo blando.

De 11+040 al 11+320 la capa de material filtro se coloco sobre nivel freático.

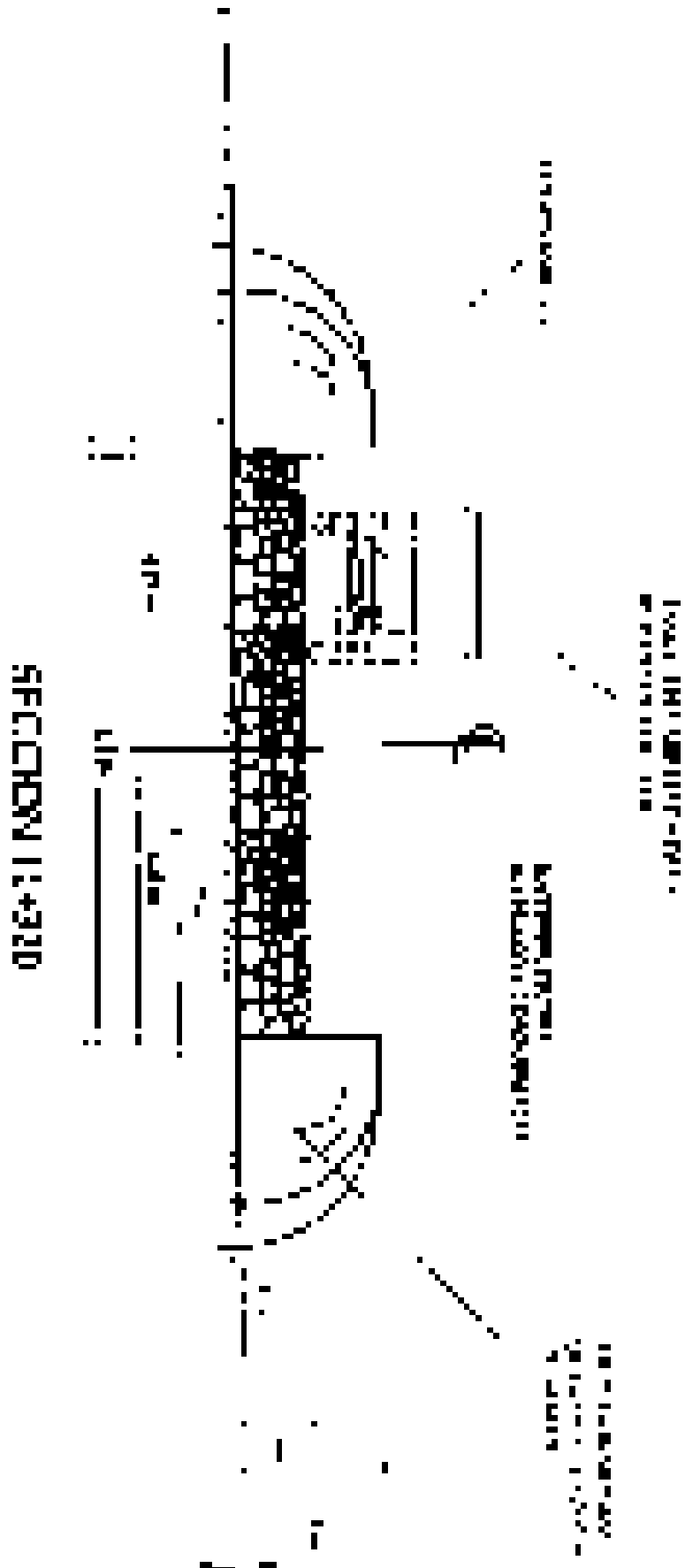
De 11+320 al 12+700 la capa de material filtro se coloco sobre suelo blando.

Como podemos ver el comportamiento del suelo al momento de realizar la excavación no fue uniforme ya que en distintas zonas apareció el nivel freático implicando que las capas de material tuvieran una variación de espesor referido a los niveles de proyecto.



Figura 28.- Tendido de material en todo el ancho de la Sección a nivel Terracería.

FIG. 24. SECCION 11+320



Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

También se detectaron asentamientos sufridos al momento de que la Terracería se enrasó y compacto llegando a tener desplazamientos de hasta 10 cm. en un periodo de 10 días abierto al tráfico pesado. Estos detalles se pudieron detectar al momento de realizar una nueva nivelación topográfica.

Los recargues se realizaron de material tipo breña de banco la Villa.

El material filtro que se incrusto en el terreno natural se puede estimar de que fue 30 cms. a 50 cms. en las partes mas criticas.

Los trabajos se terminaron en un periodo de 2 meses a partir del inicio de la obra.



Figura 30.- Terracería Terminada.

Reportes de Laboratorio.

Se entregaron reportes de laboratorio de todo el tramo de la capa de materiales no compactables (Roca y Filtro) en hojas abaladas por el laboratorio por cada 500 m.

A continuación presentaremos fotografías de los materiales utilizados para la construcción de las Terracerías. Así como un reporte de laboratorio.



Figura 31.- Material Roca utilizado en la capa terracería para formar un piedraplen.

Materiales Utilizados en la Terracería.



Figura 32.- Material Filtro.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

FLATCO
CONTROL DE CALIDAD
ENSAYES DE LABORATORIO
Y ASESORIA TECNICA
DE LA CONSTRUCCION

INFORME DE TRABAJO N° 1007
CAMINO: Zacapu - Puruandiro.
TRAMO: Zacapu - Villajimenez.
SUB/TRAMO: KM 9+240 A KM 12+700

Tangancicuaro Mich. a 06/09/04

AT'N: C : ING: Alfonso Mejia Campos.
Director General.

Anexo al presente me permito informar a usted lo siguiente:
Ensayes N° 1423-1425

Correspondiente a:
Pruebas para materiales no compactables efectuadas a la primera capa de filtro.
representativas del sub/tramo siguiente

DE KM : A KM
9+240 : 9+740

CONCLUSIONES: El material de filtro analizada, resultado satisfactoria.

ATENTAMENTE
Ensayes de laboratorio y
Asesoría Técnica de la
Construcción.
ING: RODOLFO APARICIO S.

Pag. 95

Alfonso Mejia Campos.
REGULES 238 TEL. (351) 100 3306 TEL./FAX (355) 553-39-02 TANGANCICUARO. MICH.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

ELATCO

ENSAYES DE LABORATORIO Y ASESORIA TECNICA DE CONSTRUCCION.

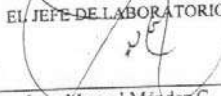
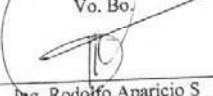
CAMINO: Zacapu - Puruandiro
TRAMO: Zacapu - Villajimenez
SUB/TRAMO: km 9+240 a km 12+700

CAPA : primera : ALTURA DEL PROYECTO. 1.50 DEN: 1.90
Ensaye n° 1423
ESPESOR 0.35 P.V.S.S 980 .kg/m3

ALTURA FALTANTE A NIVEL TERRACERIA: 1.15

MALLA	PESO RETENIDO KG.	PESO RETENIDO acum..	VOLUMEN PARCIAL LTS.	% RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% MERCADO EN ESPECIF.
6"	7200	7200	3.8	4.0	4.0	5.0Max.
3"	23600	30800	12.4	13.4	17.4	20.0 Max.
Pasa 3"	74800	105600	76.3	82.6	100.0	
TOTAL	105600		92.5	100.0		

OBSERVACIONES: El material de filtro analizado, resulto satisfactorio
Muestra representativa del sub/tramo km 9+300 l/der.

EL LABORATORISTA	EL JEFE DE LABORATORIO	Vo. Bo.
		
Eduardo Arroyo Z.	Juan Manuel Méndez C.	Ing. Rodolfo Aparicio S.

Pag. 96

Alfonso Mejía Campos.

III. 5.- SUB-BASE.

Para la construcción de la Sub-base se determino utilizar el material tipo breña sin cribar mas próximo a la obra para economizar la obra. Este material es de menor calidad que la capa de la base pero no por esto deja de ser importante para la estructura; sin embargo si no se cumple con la calidad de granulometría este se puede mejorar con una estabilización mecánica.

Se procuro que el material tuviera como mínimo el 15 % de finos en relación al volumen manejado.

El banco de extracción fue La Alberca mismo donde se extrajo el material rocoso y Filtro, presenta una variación de material por los estratos que se van extrayendo pero gracias a las recomendaciones anteriores y el papeo que se realizo a mano a la hora de tirar los materiales en el tramo resulto benéfico.

La función de la Sub-base es dar mayor resistencia al terreno, evita la humedad por capilaridad a la capa de la base, permite realizar ajustes de nivelación en su espesor de 5 cms. de tolerancia para no afectar su resistencia, es la capa donde se debe de revisar todos los detalles de nivelación como de falla de terreno y compactación.

Cuando se tiro el material en el tramo se considero un abudamiento del 40% para su cubicación y acomodo en el tramo.

La humedad de que se manejo fue de 13% al 14 % apegado a la óptima.

Estos datos nos ayudaron para poder tirar a cada 20 m. 10 camiones de 7m3 cada uno y utilizar una pipa de agua de 7m3 por cada 40 metros debido a que se utilizo el 6% porque el material contaba de forma natural con 8 % de humedad.

Se tendió después de humedecido con una Motoconformadora realizando primero movimientos de un extremo a otro con distancia a lo largo del tramo limitada de 200 m. Para homogenizar el material permitiendo realizar la extracción de fragmentos de roca grandes mayores de 5" (papeo) luego acordonarlo. Una vez acordonado se Checa las estacas niveladas que no falte ninguna en los extremos a cada 20 m. Para luego poder tender el material.

Proceso Constructivo Zacapu-Villa Jiménez.

Una vez tendido el material se continúa una pequeña compactación previa a la definitiva (armado) para poder realizar una nueva afinación con moto. Terminado se continua la compactación definitiva con rodillo liso vibratorio hasta logra la compactación del 95%. El laboratorio de nombre ELATCO encargado de las pruebas de laboratorio checo las compactaciones a cada 60 m. Realizando sondeos en lado derecho, centro y lado izquierdo.

Es preciso mencionar que una vez realizado los trabajos de compactación de la capa no es posible un recargue de material a menos que este se realice de un espesor mayor de los 15 cms. para evitar el encarpetamiento del mismo material agregado.

Gracias al espesor de filtro que se manejo en la terraceria la capa Sub-base no presento ningún bache a pesar de las intensas lluvias.

El 20 de Octubre de 2004 a 2 meses de inicio de obra se libera toda la capa de Sub-base como buena.



Figura 33.- Tendido de la Capa Sub-base.

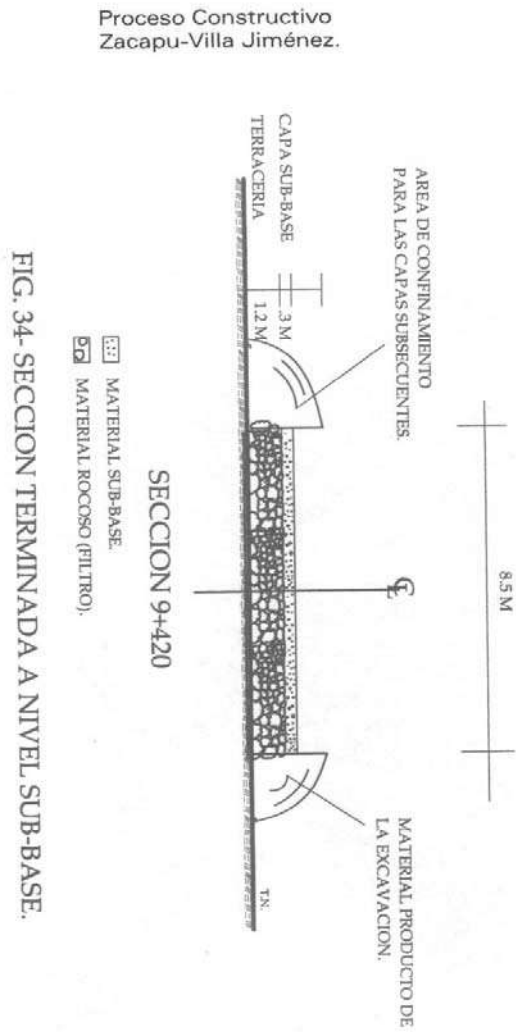


FIG. 34- SECCION TERMINADA A NIVEL SUB-BASE.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Una vez lograda la capa de Sub-base se colocaron los tobos de alcantarilla con el fin de no obstaculizar el tráfico.

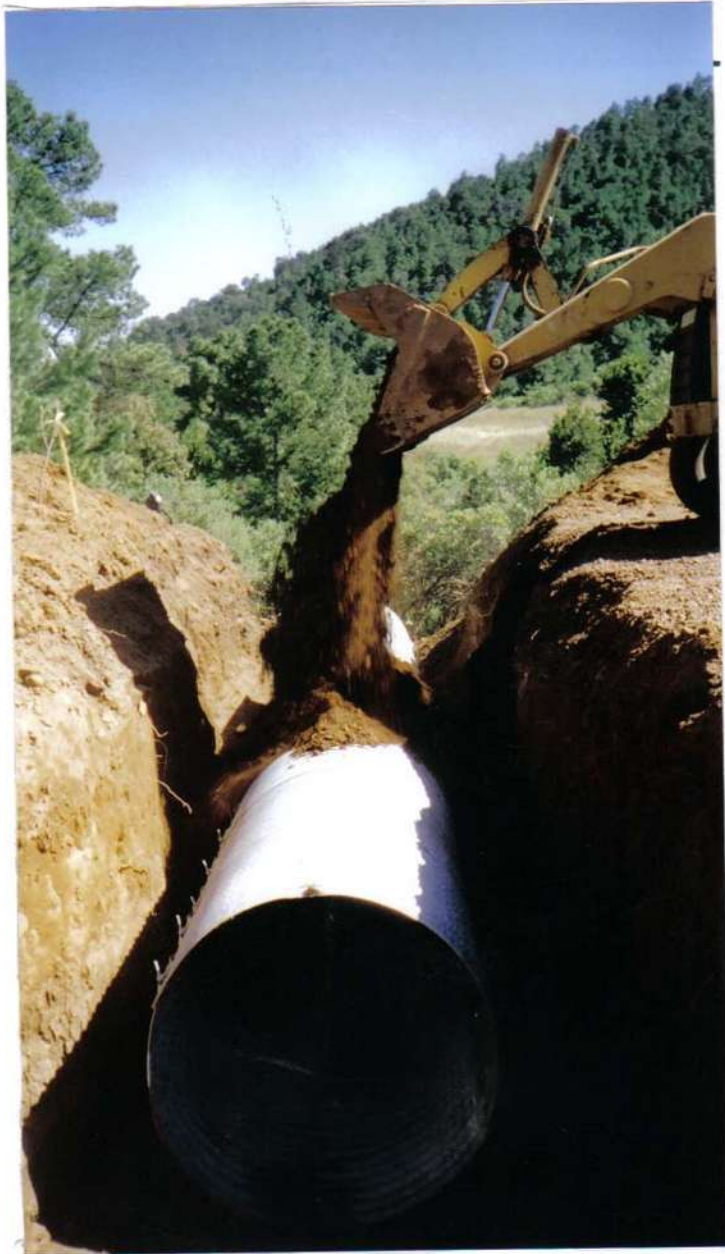


Figura 35.- Colocación de tubería de metálica como alcantarilla.

Los reportes de la capa Sub-base se entregaron por medio de hojas abaladas por el laboratorio de materiales indicando los reportes por cada 800 m.

A continuación se muestra una fotografía de los materiales Sub-base utilizados en la obra y un ejemplo de los reportes de laboratorio.



Figura 36.- Material Tipo breña utilizado para Sub-base.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.



Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez
ELATCO

CONTROL DE CALIDAD
ENSAYES DE LABORATORIO
Y ASESORÍA TÉCNICA
DE LA CONSTRUCCIÓN

INFORME DE TRABAJO No. 1297
CAMINO : ZACAPU-PURUANDIRO
TRAMO : ZACAPU-VILLA JIMENEZ
SUB/TRAMO : KM 9+240 A KM 12+700

Tangancicuaro, Mich. a 06/10/04.

AT N: C ING. ALFONSO MEJIA CAMPOS.
Director General.

Anexo al presente me permito informar a usted lo siguiente:
Ensayes N° 1847-1858

Correspondientes a:

Pruebas de compactación efectuadas a capa de sub/rte representativas del sub/tramo
de la obra en referencia. Ubicado:

DE Km.
9+240

A

Km.
10+040

CONCLUSIONES: Los grados de compactación obtenidos en el sub/tramo que se
reportan, resultaron satisfactorios.

ATENTAMENTE
Ensayes de laboratorio y
Asesoría Técnica de la
Construcción.

ING. RODOLFO APARICIO S.

Pag. 102
LAS RÉGULES 238 • CEL: 01 351 548-58-71 • TEL/FAX: (355) 553-39-02 • TANGANCÍCUARO, MICH.

Alfonso Mejia Campos

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.
ELATCO
control de Calidad

Ensayes de Laboratorio y Asesoría Técnica de la Construcción

TÍTULO DE COMPACTACIÓN Y ESPESOR DE: SUB-BASE BASE X REVESTIMIENTO
C: ZACAPU-PURUANDIRO ENSAYE: 1847-1858
O: ZACAPU- VILLA JIMÉNEZ
RAMO: KM 9+240 AL KM 10+040

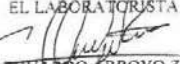
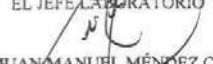
FECHA DE RESIBO: 05/10/04.
FECHA DE INFORME: 06/10/04.

CAMINO, TRAMO, KILÓMETRO, ORIGEN DE CADENAMIENTO, ETC.)

RTE DE CAMPO N° COMPACTACIÓN X RECOMPACTACIÓN
O DE COMPACTACIÓN MÍNIMO ESPECIFICADO PARA LA CAPA ENSAYADA 95%
POR DE PROYECTO ORIGINAL ESPESOR AJUSTADO QUE SE ORDENO CONSTRUIR
O DEL AJUSTE DEL ESPESOR

COMPROBACIÓN DEL AJUSTE DEL ESPESOR										
E	ESTACIÓN Km.	LADO	ESPESOR DE LA CAPA ENSAYADA		ANCHO DE LA CAPA CMS.	HUMEDAD %		PESO ESPECÍFICO SECO KG/M³		% DE COMPAC- TACIÓN
			CONSTRUIDA	PROYECTO		DEL LUGAR	ÓPTIMA	DEL LUGAR	MÁXIMO	
Compactación efectuada a capa de sub/rte, representativa en el sub/tramo Km 9+240 A Km 10+040.										
	9+260	D	0.27	0.30	-	13.1	16.3	1451	1511	96
	9+320	C	0.29	0.30	-	12.7	16.3	1462	1511	97
	9+380	I	0.31	0.30	-	11.9	16.3	1448	1511	96
	9+440	D	0.30	0.30	-	13.4	16.3	1463	1511	97
	9+500	C	0.31	0.30	-	12.9	16.3	1474	1511	98
	9+560	I	0.25	0.30	-	14.1	16.3	1449	1511	96
	9+620	D	0.27	0.30	-	13.8	16.3	1432	1511	95
	9+680	C	0.26	0.30	-	13.7	16.3	1461	1511	97
	9+740	I	0.29	0.30	-	12.9	16.3	1447	1511	96
	9+800	D	0.28	0.30	-	13.7	16.3	1460	1511	97
	9+860	C	0.29	0.30	-	12.9	16.3	1471	1511	97
	10+020	I	0.31	0.30	-	11.9	16.3	1439	1511	95

Observaciones: Los grados de compactación obtenidos en el sub/tramo que se reportan, resultaron satisfactorios.

EL LABORATORISTA  EDUARDO ARROYO Z.	EL JEFE LABORATORIO  JUAN MANUEL MÉNDEZ C.	Vo.Bo.  ING. RODOLFO APARICIO S.
--	---	--

III. 6. BASE.

Los trabajos de construcción de la capa base se iniciaron cuando se tenía medio tramo de capa de Sub-base termina, porque el tráfico era muy intenso y no debería estar mucho tiempo expuesta a la fricción de los automóviles sin tener la carpeta asfáltica.

En poco más de 15 días se colocaron sobre el tramo 8,234 m³ de material cribado tipo base de 2" a finos cribado de banco la Alberca material aprobado por el laboratorio de nombre ELATCO.

Se inician los trabajos nivelando con teodolito indicando con estacas sobre los hombros los niveles de rasante de proyecto.

Antes de iniciar los acomodos de material se humedeció la superficie para que ligara el nuevo material.

Como se indico anteriormente la base hidráulica consistió en material cribado de banco la Villa la humedad optima resulto ser del 16.8% resultado de laboratorio un abudamiento de 1.4 %.

Al igual que la Sub-base el material base se cubico y se tiro 7 viajes de camión de 7m³ cada uno por cada 20 metros; Después se aplicó una pipa de 7m³ por cada 30 metros Integrando una humedad aproximada del 8% contando que el material tenía de forma natural 8% de humedad del banco. Se mezclo y acomodó de forma de cordón tramos de 200 m. Después se tendió y se compacto con rodillo liso de 8 ton. De peso parcialmente para poder afinar nuevamente con motoconformadora, una vez afinado se coloco una nueva nivelación que contenga el bombeo del 2% de pendiente que llevara la corona se realiza una cuadrícula indicando los niveles de los hombros y nivel del eje central es decir se formaron cuadrículas de tres puntos a cada 20 metros permitiendo rectificar los pequeños detalles de sobrantes y compensaciones de material todo este proceso se realizo con la humedad del 16 % en todo momento para lograr la adecuada adhesividad de los materiales en los cortes de compensaciones y evitando los secretados o clasificación del material .

Una vez renivelado se compacta al 95% como mínimo comprobando por medio de pruebas de laboratorio a cada 60 metros realizando sondeos en hombro derecho, centro y hombro izquierdo.

La capa base contó con un valor en porcentaje entre el 20% de finos lo cual represento ser optimo para el proceso de compactación.



Figura 36.- Tendido de la base.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

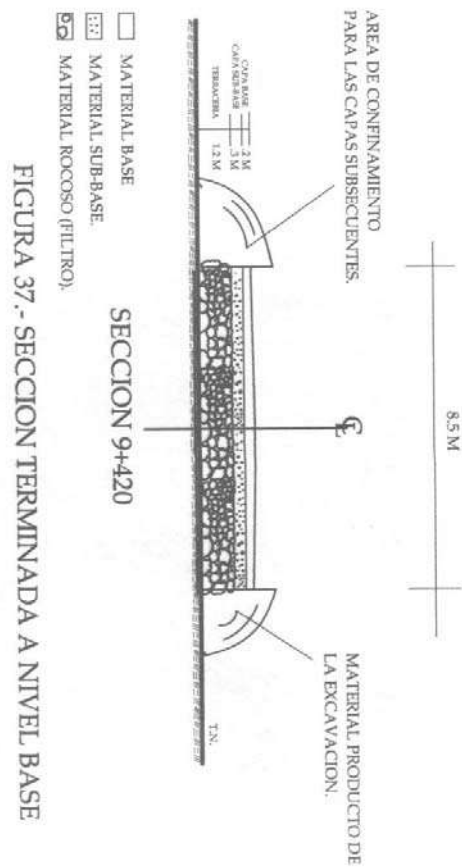


FIGURA 37.- SECCION TERMINADA A NIVEL BASE

Pag. 106

Alfonso Mejía Campos.

Se entregaron las pruebas de compactación de la base hidráulica de todo el tramo por medio de reportes a cada 460 m. Indicaremos a continuación uno de estos reportes.

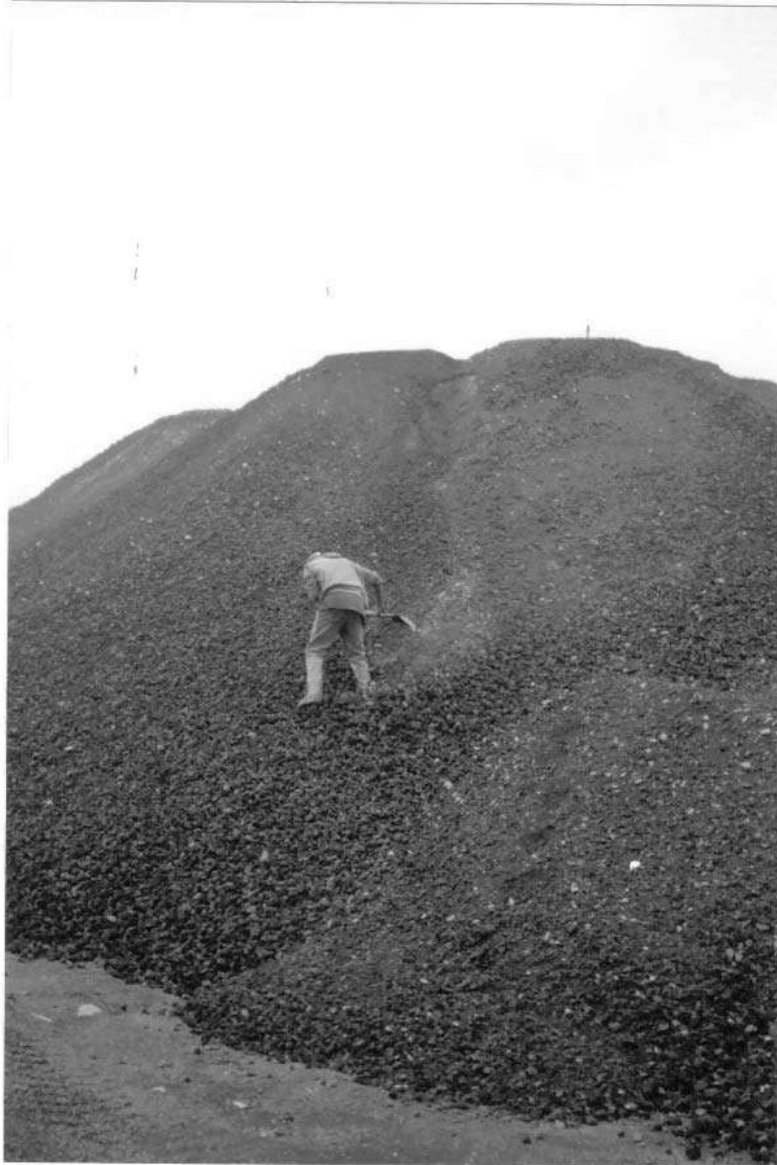


Figura 38.- Material Base.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez

ELATCO

CONTROL DE CALIDAD
ENSAYES DE LABORATORIO
Y ASESORIA TÉCNICA
DE LA CONSTRUCCIÓN

INFORME DE TRABAJO No. 1346
CAMINO : ZACAPU-PURUANDIRO
TRAMO : ZACAPU-VILLA JIMENEZ
SUB/TRAMO : KM 9+240 A KM 12+700

Tangancicuaro, Mich. a 28/10/04.

AT'N: C ING. ALFONSO MEJIA CAMPOS.
Director General.

Anexo al presente me permito informar a usted lo siguiente:
Ensayes N° 1904-1912

Correspondientes a:
Pruebas de compactación efectuadas a capa de Base Hidráulica representativas del
sub/tramo de la obra en referencia. Ubicado.

DE Km. A Km.
9+240 9+700

CONCLUSIONES: Los grados de compactación obtenidos en el sub/tramo que se
reportan, resultaron satisfactorios.

ATENTAMENTE
Ensayes de laboratorio y
Asesoría Técnica de la
Construcción.

ING. RODOLFO APARICIO S.

Pag. 108
COLÁS RÉGULES 238 • CEL: 01 351 546-58-71 • TEL./FAX: (355) 553-39-02 • TANGANCÍCUARO, MICH.
Alfonso Mejía Campos

Alfonso Mejía Campos.

III 7.- IMPREGNACION.

Una vez alcanzado el grado de compactación de proyecto en las bases, se dejó secar superficialmente, se barrió para retirar la basura, el polvo y las partículas sueltas con ayuda de cepillos manuales. En seguida se proporciona a la base un riego de impregnación. Las normas nos indicaron la utilización de un FM-1 y del FR-3 pero en el mercado este producto dejó de producirse por lo que se aplicó una emulsión que brinda las mismas características con una penetración de 2mm a 5 mm. La emulsión especial de impregnación es elaborada con asfalto tipo AC-20, el cual es reblandecido con un aditivo orgánico hasta alcanzar la consistencia de un asfalto tipo FM-1, posteriormente es emulsificado para obtener una emulsión asfáltica totalmente ecológica ya que no contamina el medio ambiente, sus características de contener un asfalto altamente fluidificado y ser una emulsión poca viscosa, le permite penetrar con mayor facilidad en las superficie de la base.

Se le conoce con el nombre de Emulsión catiónica de impregnación ECI-45.

La proporción de emulsión que se aplicó a la base fue de 1.8 lts./m². a una temperatura de 60 °C.

Este riego de impregnación sirve para tener una zona de transición entre la base de materiales naturales y la carpeta asfáltica.

El riego se realizaba y el poreo con arena cribada en una proporción de 12 lts./m² para proteger lo impregnado del tráfico ya que de no ser así los neumáticos de los carros levantarían lo impregnado.

La impregnación se realizó en un periodo de una semana utilizando 53,000 lts. Se utilizó una petrolizadora de 6500 lts. De capacidad, la cantidad de arena utilizada fue de 50 m³ airándose manualmente con camión volteo.

Se superviso que la impregnación fuera la correcta entregándose reportes de liberación por cada 460 m. sobre todo el tramo por lo que indicaremos en las hojas posteriores.



Figura 39-. Impregnación y poreo.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez

ELATCO

CONTROL DE CALIDAD
ENSAYES DE LABORATORIO
Y ASESORÍA TÉCNICA
DE LA CONSTRUCCIÓN

INFORME DE TRABAJO: 1349
CAMINO: ZACAPU-PURUANDIRO
TRAMO: Zacapu-VILLAJIMENEZ
SUB/TRAMO: KM 9+240 AL KM 12+700

Tangancicuaro, Mich., a 28/10/04:

AT'N: C. ING. ALFONSO MEJIA CAMPOS.
Director General.

Anexo al presente me permito informar a usted lo siguiente:
Ensayes No. 1926-1928

Correspondientes a:
Riego de impregnación efectuado en el sub-tramo con ubicación Km 9+240 al Km 9+700. De la obra en referencia.

Conclusiones:
El riego de impregnación se efectuó en condiciones normales.

ATENTAMENTE.
Ensayes de laboratorio y
Asesoría técnica de la
Construcción.

ING. RODOLFO APARICIO S.

Pag. 112
LÁS RÉGULES 238 • CEL: 01 351 548-58-71 • TEL./FAX: (355) 553-39-02 • TANGANCÍCUARO, MICH.
Alfonso Mejía Campos

[illegible]

III 8.- CARPETA Y SELLADO.

La carpeta asfáltica es la capa superior del pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento para los vehículos y se elabora con materiales pétreos y productos asfálticos.

Se aplicó material de banco la Alberca por ser materiales pétreos inertes que cumple las características como son. Granulometría, dureza, forma de la partícula y adherencia con el asfalto.

El contenido óptimo de asfalto para mezcla asfáltica se calculó de la siguiente forma.

Se calcula el área de la superficie de las partículas del material una vez conocida su granulometría.

Material que se retiene		Constante de área m ² /Kg.
Pasa malla	En malla	
38.1 mm.(1 1/2")	19.05 mm. (3/4")	0.27
19.05 mm. (3/4")	Núm. 4	0.41
Número. 4	Núm. 40.	2.05
Número. 40	Núm. 200	15.38
Número 200		53.33

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Granulometría.

MALLA	% QUE PASA	PORCENTAJE PARCIALRETENIDO
NUM. 1"	100	0
NUM. ¾"	94	
NUM. ½"	83	
NUM. 3/8"	79	
NUM. ¼"	74	
NUM. 4	63	37
NUM. 10	48	
NUM. 20	31	
NUM. 40	20	43
NUM. 60	16	
NUM. 100	11	
NUM. 200	4	6
Pasa malla 200	-	4

(PORCENTAJE ACUMULADO) X (CONSTANTE DE AREA) = SUPERFICIE PARCIAL

(SUPERFICIE PARCIAL) X (INDICE ASFALTICO) = CONTENIDO PARCIAL DE C.A.

(.37) (.41) = .15	(.15) (.0070) = .00105
(.43) (2.05)= .8815	(.8815) (.0070) =.0061
(.06) (15.38)=.9228	(.9228) (.0070) =.0064
(.04) (53.30)=2.132	(2.13) (.0070) =.01492
SUMA = .0284	

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Contenido de C. A. .028

Para encontrar el porcentaje de de cemento asfáltico.

$$(.028) (100) = 2.8 \%$$

Si la emulsión que nos mandan tiene 63 % de cemento asfáltico entonces.

$$2.8 / .63 = 4.44\%$$

Si la densidad de asfalto es de .94 y la del material pétreo de 1.4 el volumen de asfalto en porcentaje será.

$$4.44 \times 1.4 / .94 = 6.6 \%$$

y la cantidad en litros será.

$$6.6 \times 100 = 66 \text{ L / m}^3$$

Material	Índice asfáltico
Gravas a arenas de río o materiales redondeados de baja absorción.	0.0055
Gravas angulosas o redondeadas, trituradas, de baja absorción.	0.006
Gravas angulosas o redondeadas, de alta Absorción y rocas trituradas de absorción media.	0.007
Rocas trituradas de alta absorción.	0.008

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

El índice asfáltico promedio se encuentra con los datos iniciales de laboratorio al dividir el porcentaje de contenido óptimo de asfalto obtenido entre la superficie de material que se tenía.

$$\text{Índice asfáltico promedio} = 66 / \text{la superficie del material (5.7)} = 11.57$$

Los cálculos ya indicados de una superficie de agregados de 9.779 m²/Kg. La nueva cantidad de asfalto ya recogida es:

$$\text{Volumen de asfalto} = 9.779 \times 11.57 = 113.14 \text{ Kg. /m}^3$$

La emulsión que se aplicó fue Emulsión superestable ECS-60 para mezcla asfáltica.

Se realizó un diseño de mezclas para llegar a la cantidad óptima recomendando el laboratorio que se aplicara 140 Litros de emulsión por cada metro cúbico dando lugar pudiendo cubrir la emulsión que se ocuparía.

El volumen de material pétreo para el tramo fue de 2060 m³ considerando un espesor de 7 cms. para el tiempo de compactar quedar en 5 cms. que nos indica el proyecto.

La mezcla se realizó en patio con motoconformadora.

Diseño de Mezcla de carpeta Asfáltica.

El contenido de limo en los finos de los materiales pétreos es mínimo por lo que se aprueba estos materiales.



Figura.- 40 Contenido de limos en los materiales pétreos para la mezcla asfáltica.

Diseño de Mezcla Asfáltica.

Superficie cubierta por la cantidad mínima de Emulsión Súper Estable con un % de C. A. 63 % dio por debajo de 100 lts. Por metro cúbico de material por lo que se avala el cálculo.



Figura 41.- Muestra de contenido mínimo de asfalto.

Mezcla Asfáltica.

Muestra representativa de las distintas mezclas para la cantidad óptima de material asfáltico que se debe de aplicar.



Figura 42.- Nueve mezclas con diferente cantidad de Emulsión.

Tendido de Carpeta Asfáltica.

Para realizar el tendido se barrió perfectamente la superficie de la corona para luego realizar un riego de liga a una proporción de .5 L/m² de emulsión superestable sobre toda la superficie, con el fin de que la carpeta asfáltica quede bien ligada con la base.

Se tendieron por tramos de 200 metros lineales con motoconformadora y se armó con rodillo liso. Una vez armada se compacto con rodillo neumático.

El tráfico fue uno de los problemas para tender la carpeta pero se logro, el objetivo.

El 26 de noviembre de 2004 se tendió toda la carpeta.

El laboratorio aprobó toda la carpeta así como la aplicación.



Figura 43.- Tendido de Carpeta.

Los reportes de la aplicación de la carpeta fueron dados por muestras de material ya extraídas del tramo a cada 300 m.

A continuación se muestra la carpeta ya tendida y un reporte de los diez realizados.



Figura 44.- Carpeta en proceso de fraguado.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

ELATCO

**CONTROL DE CALIDAD
ENSAYES DE LABORATORIO
Y ASESORIA TÉCNICA
DE LA CONSTRUCCIÓN**

INFORME DE TRABAJO N° 1403
CAMINO : ZACAPU- PURUANDIRO
TRAMO: ZACAPU - VILLAJIMENEZ
SUB/TRAMO: KM 9+240 AL KM 12+700

Tangancicuaro Mich., 10/11/04

AT'N: ING. Alfonso Mejia Campos
Residente de Obra.

Anexo el presente me permito informarle usted lo siguiente:
Ensaye: nº 2001-2003

Correspondiente a:
Prueba de calidad a una muestra de mezcla asfáltica para carpeta tomada del km 9+840 y representativa del km 9+400 al km 10+000 de la obra en referencia.

Observaciones: El material representado por la muestra ensayada dio como resultado 7.0 % de c.a. en peso, equivalente a 113 lts/m³.

ATENTAMENTE,
Ensayes de Laboratorio y
Asesoría Técnica de la
Construcción.
ING. Rodolfo Aparicio S.

Pag. 123
NICOLÁS RÉGULES 238 • CEL: 01 351 548-58-71 • TEL/FAX: (355) 553-39-02 • TANGANCÍCUARO, MICH.
Alfonso Mejia Campos

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

ELATCO

Control de Calidad
Proceso Constructivo
Ensayes de laboratorio y Asesoría Técnica de la Construcción
Zacapu-Villa Jiménez.

Informe de pruebas de material pétreo para carpeta asfáltica

CAMINO: ZACAPU - VILLA JIMÉNEZ
TRAMO: KM 9+240 A KM 12+700

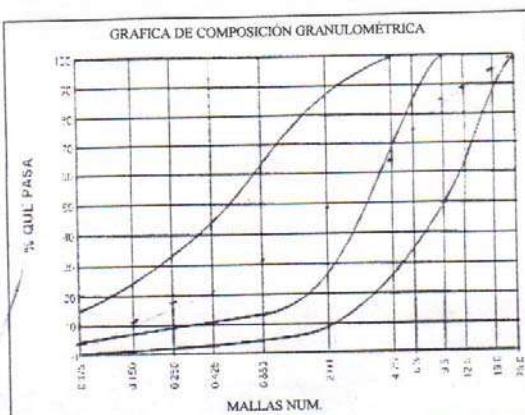
ENSAYES N°: 2001- 2003
FECHA DE RECIBO: 09/11/04.
FECHA DE INFORME: 10/11/04

DATOS DEL MUESTREO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Mezcla Asfáltica
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO	Representativa del sub/tramo Km 9+840
	TRATAMIENTO PREVIO A LA MUESTRA	Ninguno
	UBICACIÓN DEL BANCO DE DONDE PROCEDE EL MATERIAL PETREO	Bco. La Alberca ubicada en Km 10+720 L/izq. 300 metros.
	TRAMO DE KM A KM.	PARA USAR EN: Carpeta Asfáltica

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PETREO

P.E SECO SUELTO KG/M3	
EQUIV. ARENA %	
CONTRACCIÓN LINEAL	
DESGASTE %	
PART. ALARGADAS	
PART. LAJEADAS	
ADHERENCIA	
% DE TRIT.	

COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA	T. MÁXIMO DESPERDICIO %	
	MALLA	% QUE PASA
	NUM. 25.0	100
	NUM. 19.0	94
	NUM. 12.5	89
	NUM. 9.5	86
	NUM. 6.3	75
	NUM. 4.75	64
	NUM. 2.00	48
	NUM. 0.850	31
	NUM. 0.425	20
	NUM. 0.250	18
	NUM. 0.150	11
	NUM. 0.075	5



SUP. ESPECÍFICA M2/KG	
DENSIDAD	
ABSORCIÓN %	
ÍNDICE ASFÁLTICO KG/M2	

CARACT. DEL ASFALTO		PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFÁLTICA	
TIPO		OPT. DE ASF. % EN PESO	8.0
DENSIDAD		ASF. EN MEZCLA % EN PESO	7.0
ÍNDICE ASFÁLTICO KG/M2		CONT. DEL SOLV.(K)	
		P.E. SUELTO KG/M3	
		P.E. MAX KG/M3	
		P.E. DEL LUGAR KG/M3	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: El material representado por la muestra ensayada dio como resultado 7.0 % de C.A. en peso equivalente a 113.0 Lit/m3.

EL LABORATORISTA EDUARDO ARROYO Z.	EL ADMINISTRADOR UNICO JUAN MANUEL MÉNDEZ C.	Vo.Bo. ING. NATANAEL MORALES H.
---------------------------------------	---	------------------------------------

RIEGO DE SELLO.

El riego de sello es la última etapa de construcción en una carpeta asfáltica, sirve para impermeabilizar, también como cubierta de desgaste, para mejorar el coeficiente de rugosidad y aun para señalar la superficie de rodamiento que los conductores reconocerán por el ruido de las llantas o por el color de la superficie. El riego de sello consiste en el riego con petrolizadora de producto asfáltico tipo emulsión cationica de rompimiento rápido ECR- 70 en una proporción de 1.5 Lt./m² bajo una temperatura de 60°C y un riego de material pétreo del número 3-A con camión tipo volteo con tapadera esparcidora especial para tirar el sello.

Se aplicaron 44115 litros de emulsión de rompimiento rápido en todo el tramo.

Se aplicaron en todo el tramo 360 metros cúbicos de material pétreo en una proporción de 12 litros por metro cuadrados.

En ocho días hábiles se realizo el riego de sello en todo el tramo.



Figura 45.- Riego de Sello.

IV.-Conclusiones.

La obra fue entregada al H. Ayuntamiento de Villa Jiménez el 12 de Diciembre de 2004 fecha que marcaba el contrato de obra.

La entrega fue autorizada y aprobada concluyendo así los trabajos.

A pesar de que fue una obra difícil por el tráfico que se tiene todo salio bien, las compactaciones y aplicación de los materiales fueron aprobadas por el Laboratorio de Mecánica de suelos.



Figura 46.- Tramo Terminado Foto tomada el 13 de Diciembre de 2004 Estación 11+700.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

La experiencia que se adquirió en esta obra fue muy grande para el personal que laboro y también para las respectivas autoridades municipales que participaron.



**Figura 47.- Tramo carretero terminado. Foto tomada el 13 de Diciembre de 2004
Estación 9+240.**

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Para lograr una buena obra carretera es necesario realizar los trabajos necesarios de Topografía, Laboratorio de materiales, conocimiento de maquinaria y personal capacitado.



Figura 48.- Tramo carretero Zacapu-Villa Jiménez Estación 9+240 Foto tomada el 20 de octubre de 2005 a 1 año de construido.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.

Debido al ancho de calzada los vehículos que transitan el tramo desarrollan velocidades de 110 kilómetros en partes del tramo no representando peligro por no tener curvas pronunciadas.



Figura 49.- Tramo carretero Zacapu-Villa Jiménez Estación 9+240 Foto tomada actualmente 3 años después de su construcción.

Proceso Constructivo
Zacapu-Villa Jiménez.



**Figura 50.- Tramo Carretero Zacapu-Villa Jiménez Estaciones 10+500 y 11+700
3 años después de su construcción.**

Bibliografía:

Estructuración de Vías Terrestres de Fernando Olivera Bustamante.

Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas Tomo I.

Topografía de Jack McCormac.

Manual de SCT Libro M.MMP.1.09/03 Método de Muestreo y Prueba de Materiales.

Mecánica de Suelos. TOMO 1 de Juárez Badillo y Rico Rodríguez.

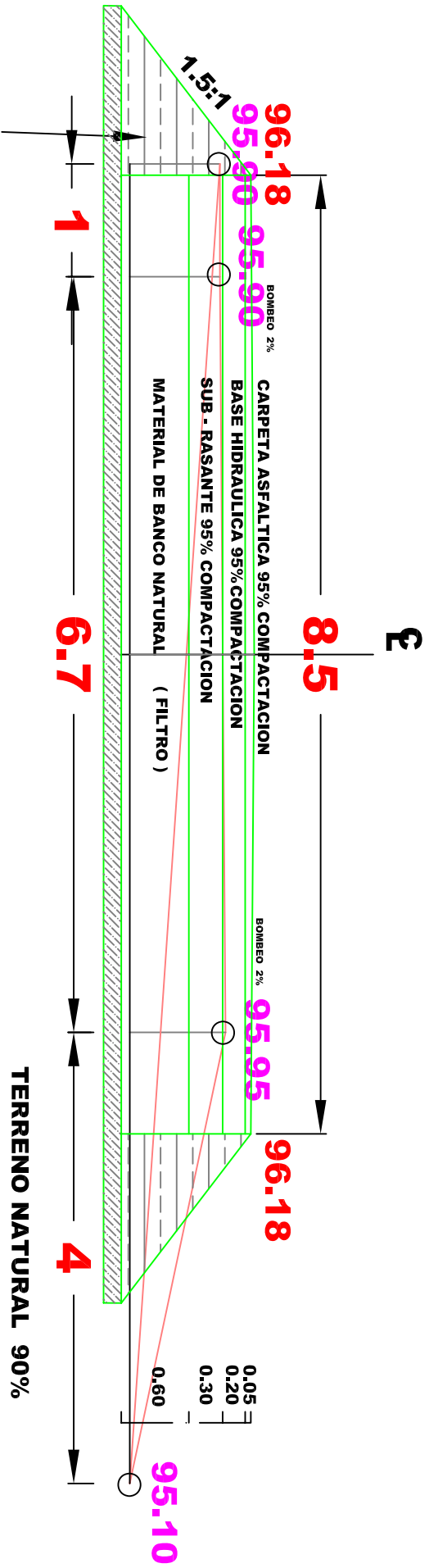
Libro de Registro de Estado de Michoacán Editado por INEGI.

Libro de Autocad Hill Burchard David Pitzer.

Manual de Banzini Salamanca Gto.

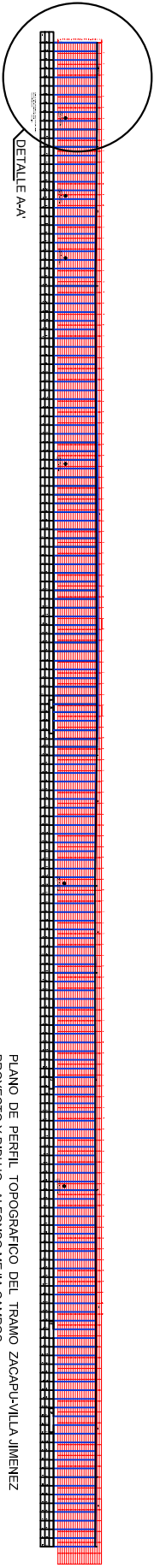
Estudio de Impacto Ambiental de la Zona Realizado en Octubre de 1997 por Ing. Hugo Rainier Ballina López.

ANEXOS (PLANOS)



COMPACTACION

SECCION 11+700



PLANO DE PERFIL TOPOGRAFICO DEL TRAMO ZACAPU-VILLA JIMENEZ
PROYECTO Y DIBUJO: ALFONSO MEJIA CAMPOS.
15 DE SEPTIEMBRE DE 2004 ESCALA 1: 690

PRIMERA CURVA
PL=10+791
DELTA=41°
LC= 140,00 m.
Rc 108 m.

F.F.C.C.

10+780

10+720

10+740

P.C.

P.I.

P.T.

10+840

10+860

10+880

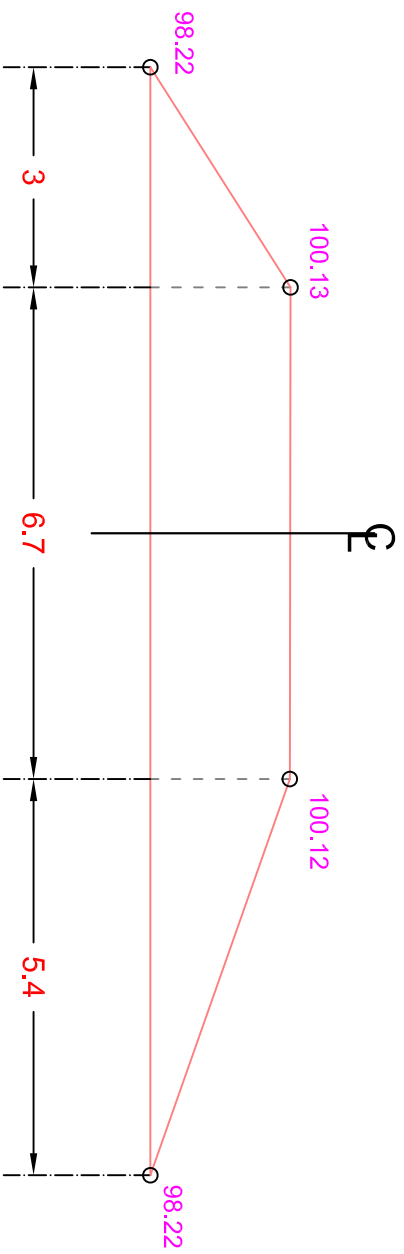
10+900

10+920

10+940

10+960

DETALLE A-A'



SECCION DE TERRENO NATURAL 9+260

Nota: Se tomo como referencia la cota 100 quedando indicada en un banco de nivel cercano a la Estación 9+240.

