



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLAS DE HIDALGO.



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**“CONFORMACION DE PLATAFORMAS EN LA CONSTRUCCION DE LA  
U.V.A.Q., CAMPUS TACAMBARO, MICHOACAN.”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

JORGE MADRIGAL PACHECO

ASESOR:

ING. ERNESTO ALBERTO NUÑEZ AGUILAR

MORELIA, MICH. MARZO DEL 2007.

---

---

**“CONFORMACION DE PLATAFORMAS EN LA CONSTRUCCION DE LA  
U.V.A.Q., CAMPUS TACAMBARO, MICHOACAN.”**

**INDICE:**

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>02</b>
<b>2.</b>	<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>04</b>
	2.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	05
	2.2. ANTECEDENTES HISTORICOS.....	09
	2.3. DATOS GENERALES.....	11
<b>3.</b>	<b>ESPECIFICACIONES.....</b>	<b>16</b>
	3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.....	17
	3.2. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.....	19
	3.3. PROPUESTA DE PLATAFORMAS ESCALONADAS.....	45
<b>4.</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO.....</b>	<b>47</b>
	4.1. PROYECTO ARQUITECTONICO.....	48
	4.2. PRESUPUESTO GLOBAL.....	50
	4.3. ETAPAS CONSTRUCTIVAS.....	65
<b>5.</b>	<b>PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....</b>	<b>66</b>
	5.1. EQUIPO Y MAQUINARIA PESADA.....	67
	5.2. BANCOS DE MATERIALES.....	73
	5.3. CONFORMACION DE PLATAFORMAS.....	78
<b>6.</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS.....</b>	<b>107</b>
	6.1. MUROS DE RETENCION.....	108
	6.2. TALUD.....	117
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>124</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>126</b>

## **1. INTRODUCCIÓN.**

## 1. INTRODUCCION.

El objetivo principal en la elaboración de esta tesis es presentar una secuencia en la construcción de cada una de las etapas constructivas de plataformas de cimentación de suelo mejorado de la Escuela Preparatoria UVAQ campus Tacámbaro, Michoacán.

Es por eso que me di a la tarea de explicar cada uno de los pasos necesarios para la conformación de las plataformas realizadas en esta obra civil, con la finalidad de que esta tesis sea de gran utilidad para aquellos compañeros que quieran conocer acerca del procedimiento constructivo de este nuevo tipo de cimentación que se esta llevando acabo durante los últimos años.

Se propuso realizar plataformas de cimentación escalonadas debido a la topografía del lugar de la obra y el tipo de construcción que se iba a realizar sobre las plataformas, ya que era conveniente formar plataformas horizontales con características mecánicas uniformes, formadas en forma escalonada para evitar deslizamientos o inestabilidad en estas.

Para la elaboración de estas plataformas se busco emplear material y mano de obra de primera calidad para obtener el éxito propuesto en la elaboración de esta cimentación.

## **2. ANTECEDENTES.**

## 2. ANTECEDENTES.

### 2.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA.

El Estado de Michoacán se localiza en la parte centro occidente de la República Mexicana, sobre la costa meridional del Océano Pacífico, entre los  $17^{\circ}54'34''$  y  $20^{\circ}23'37''$  de latitud Norte y los  $100^{\circ}03'23''$  y  $103^{\circ}44'09''$  de longitud Oeste.

El Estado de Michoacán cubre una extensión de 5,986,400 hectáreas (59,864 km<sup>2</sup>) que representa alrededor del 3% de la superficie total del territorio nacional, con un litoral que se extiende a lo largo de 210.5 Km. sobre el Océano Pacífico. Su ubicación privilegiada le permite en un radio de tan sólo 300 kilómetros tener acceso al 50 por ciento del mercado nacional, lo cual le otorga una ventaja competitiva única en el área comercial.



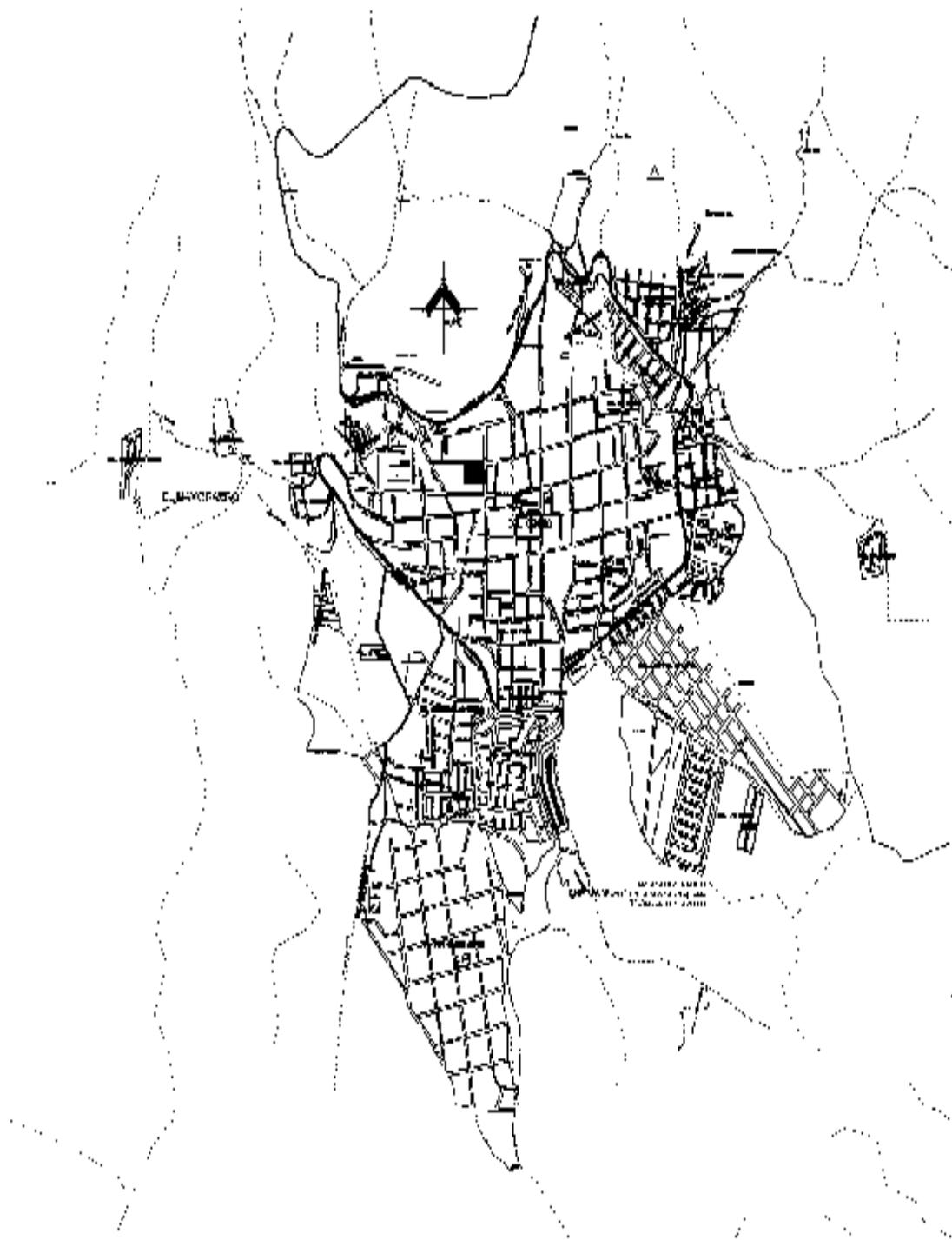
## LOCALIZACIÓN

La Ciudad de Tacámbaro se localiza al centro del Estado de Michoacán, en las coordenadas 19°14' de latitud norte y 101°28' de longitud oeste, a una altura de 1,640 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Santa Clara del Cobre, Huiramba y Acuitzio del Canje, al este con Villa Madero y Nocupétaro, al sur con Turicato, y al oeste con Ario de Rosales.

Su superficie es de 787.15 Km<sup>2</sup> y representa 1.33 por ciento del total del Estado.







## 2.2. ANTECEDENTES HISTORICOS.

Tacámbaro de Codallos es un municipio que bien puede ser considerado como un balcón hacia la tierra caliente ya que desde allí puede contemplarse el horizonte terracalenteño. Su etimología es de origen p'urhepecha y significa lugar de palmeras. Su cabecera es la ciudad de Tacámbaro de Codallos y su nombre se menciona antes de la llegada de los españoles.

Tacámbaro fue encomienda en 1528 y después República de Indios. Su evangelización, encabezada por Fray Juan Bautista Moya, inició con la llegada de los agustinos a Tiripetío, durante las primeras décadas del siglo XVI. Era un lugar frecuentado para vacacionar por Fray Alonso de la Veracruz y sus alumnos.

En 1828, su cabecera fue elevada a la categoría de Villa y el 21 de septiembre de 1859 a la de ciudad, quedando con la designación de Tacámbaro de Codallos, en memoria del insurgente Juan José Codallos.

Tacámbaro fue uno de los principales baluartes de los patriotas durante las épocas de la Independencia, las luchas federalistas, la Intervención Francesa y la Revolución Mexicana, además de haber sido capital del Estado en 1865 y 1915.

En el año de 1922, aquí abrió sus puertas la primera Escuela Regional Mixta, pionera de este tipo de instituciones educativas en el país.

Tacámbaro es un pueblo de origen prehispánico que fue conquistado por los Tarascos entre 1401 y 1450 y perteneció al cacicazgo de Cuyuacán. En 1528 se otorgó en encomienda al Cristóbal de Oñate y posteriormente se constituyó en República de indios.

Los maestros misioneros y apóstoles del cristianismo que con la elocuencia de la verdad y el ejemplo convencieron al pueblo disperso por la montaña, para unirlos fundaron el primer pueblo hospital cristiano de la tierra caliente en la primavera del año de 1538 al cual se le puso pronombre San Jerónimo de Tacámbaro.

La evangelización en el lugar se inició con la llegada de los frailes agustinos Juan de San Román y Diego de Chávez. En el año de 1535, aproximadamente, se fundó el pueblo de Tacámbaro y en 1540, se estableció la capilla y el convento adjunto.

En 1631, se estableció el partido de indios, nombrándose a Tacámbaro cabecera del mismo. En esa época tenía ocho barrios y muy poca población, debido a las epidemias y principalmente la de 1575, que casi acabó con los indígenas del lugar.

En 1706 se designó prior de Tacámbaro a Fray Francisco de Fonseca, quien se dedicó a la reconstrucción del convento y a mejorar el poblado, trazado de calles, introduciendo agua, impulsando el comercio y consiguiendo solares para los españoles.

Después de consumada la independencia, en 1822, Tacámbaro se encontraba en ruinas y quemadas sus haciendas y ranchos inmediatos, tocó a sus pobladores, la ardua labor de reconstrucción. En 1828, siendo Gobernador Don José Salgado, se decretó la elevación de Tacámbaro a la categoría de Villa.

El 10 de diciembre de 1831, por la Ley Territorial de ese año se constituyó en municipio. El título de ciudad, lo obtuvo el 21 de septiembre de 1859 por decreto del entonces Gobernador, el General Epitacio Huerta, denominándosele Ciudad de Codallos. Los habitantes hicieron gestiones para que el nombre de la cabecera municipal fuera Tacámbaro de Codallos, mismo que hasta hoy conserva.

Un reconocimiento a la brillante participación del pueblo tacambarenses como baluarte de la libertad, la democracia y la justicia social por el triunfo sobre la invasión extranjera, se le dio el rango de Ciudad de Tacámbaro de Codallos el día 21 de septiembre de 1959.

Durante la Revolución, a finales de 1919, se declaró a Tacámbaro capital del estado, siendo Gobernador el general Gertrudis G. Sánchez. Posteriormente los poderes fueron trasladados a Nocupétaro.

### 2.3. DATOS GENERALES.

#### Orografía

Su relieve lo constituyen el sistema volcánico transversal, las sierras de Santa Clara, del Coco y de Acuitzio y los cerros Hueco, Colorado, El Jabalí, el Tigre, La Cruz y otros.

#### Hidrografía

Su hidrografía está constituida por los ríos Tacámbaro, Pedernales y Frío el arroyo de Apoyo y la Laguna de la Magdalena.

#### Clima

Su clima es tropical y templado con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1,451.6 milímetros y temperaturas que oscilan entre 8.8 a 26.9° centígrados.

#### Principales ecosistemas

En el municipio dominan el bosque mixto con pino, encino y cedro, el bosque tropical deciduo, con parota, cuéramo, ceiba y huisache y el bosque de coníferas con pino y oyamel.

#### Recursos naturales.

La superficie forestal maderable es ocupada por pino y encino la no-maderable por matorrales de distintas especies.

#### Características y uso del suelo

Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico, terciario inferior y eoceno, corresponden principalmente a los del tipo podzólico y chernozem. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadera

#### Perfil sociodemográfico

##### Grupos étnicos

Según el Censo General de Población y Vivienda 1990, en el municipio habitan 121 personas que hablan alguna lengua indígena, y de las cuales 70 son hombres y 51 son mujeres. La principal lengua indígena que se habla es el purépecha y la segunda más importante es el totonaca.

### Religión

La religión que predomina en el municipio es la católica seguida en menor proporción por Los Testigos de Jehová, Evangelistas y Bautistas.

### Infraestructura Social y de Comunicaciones

#### Educación

El municipio cuenta con planteles de educación inicial como son: Preescolares, primarias, secundarias e instituciones de nivel medio superior como son colegios de bachilleres y la preparatoria República de Venezuela.

#### Salud

La demanda de servicios médicos de la población del municipio es atendida por organismos oficiales y privados como son: Clínicas de IMSS, Clínicas del ISSSTE y Centros de Salud, además de los Consultorios Particulares.

#### Abasto

El municipio cuenta con servicio de tianguis, mercados, tiendas departamentales donde la población se abastece de los artículos de primera necesidad.

#### Deporte

El municipio cuenta con una unidad deportiva en la cabecera municipal y canchas de básquetbol y fútbol en las comunidades.

#### Vivienda

El municipio cuenta aproximadamente con 10,138 viviendas edificadas de las cuales predomina la construcción de adobe, seguida en menor proporción por la de tabique, madera y cartón.

#### Medios de comunicación

El municipio cuenta con los siguientes medios de comunicación: Periódicos, radio y televisión.

#### Vías de comunicación

Se comunica por la carretera pavimentada hacia Pedernales, Tecario, Chupio y Yoricostío y caminos de terracería que comunica a todas las demás comunidades además cuenta con servicio de teléfono, telégrafo, correo, radio comunicación, taxis, camiones de carga y autobuses suburbanos y foráneos.

### Actividad Económica

#### Agricultura

La principal actividad del municipio siendo sus principales cultivos: el trigo, sorgo, garbanzo, arroz, aguacate, chile y caña de azúcar.

#### Ganadería

Se cría principalmente ganado: bovino, caballar, mular, porcino, caprino y ovino.

#### Industria

Se cuenta con una industria establecida que fabrica principalmente alimentos envasados, productos de madera y corcho, muebles y accesorios.

#### Turismo, Paisajes naturales y artesanías

##### Comercio

Cuenta con varias plazas comerciales, tiendas de ropa, muebles, calzado, alimentos, ferreterías, materiales de construcción y papelerías.

##### Servicios

La capacidad de estos en el municipio es suficiente para atender la demanda ofreciéndose hospedaje y alimentación en los hoteles y restaurantes de la cabecera municipal, centros nocturnos, agencias de viajes y transporte turístico.

#### Atractivos Culturales y Turísticos

##### Monumentos históricos

En el municipio se pueden apreciar monumentos arquitectónicos como la Catedral de Tacámbaro, la Capilla de Santa María Magdalena (en ruinas) y la fuente y bancas de cantera en la plaza principal. Monumentos esculturales como la Virgen de la Purísima concepción original del siglo XVI y el retablo en la catedral.

##### Fiestas, danzas y tradiciones

Abril 11 Celebración del Aniversario de la Fundación de Tacámbaro  
Septiembre 15 y 16 Celebración de las fiestas patrias  
Septiembre 30 Celebración en la Catedral de San Jerónimo  
Noviembre 20 Aniversario de la Revolución Mexicana  
Diciembre 12 Celebración en honor de la Virgen de Guadalupe

##### Música

Popular.

##### Artesanías

Huaraches y sombreros de Palma.

### Gastronomía

La comida típica del municipio es: Guisado conocido como Tritio y sopa conocida como Cola de Buey.

### Gobierno

Cabecera Municipal: Tacámbaro de Codallos

Principales localidades:

#### Pedernales

Su principal actividad es el cultivo de caña de azúcar. Se localiza a 16 km. de la cabecera municipal. Cuenta con aproximadamente 5,781 habitantes (INEGI 1995)

#### Chupio

Su principal actividad es el cultivo de caña de azúcar. Se localiza a 8 km. de la cabecera municipal. Cuenta con aproximadamente 570 habitantes (INEGI 1995)

#### Yoricostio

Su principal actividad es cultivo del Aguacate y de Chile Perón. Se localiza a 25 km. de la cabecera municipal. Cuenta con aproximadamente 850 habitantes (INEGI 1995)

#### San Juan de Viña

Su principal actividad es la agricultura y la fabricación de productos de manera. Se localiza a 20 km. de la cabecera municipal. Cuenta con aproximadamente 915 habitantes (INEGI 1995)

#### Tecario

Su principal actividad es el cultivo de chile. Se localiza a 13 km. de la cabecera municipal. Cuenta con aproximadamente 2035 habitantes (INEGI 1995).

### Atractivos turísticos

La Catedral de Tacámbaro data del siglo XVI, cuyas restauraciones, a lo largo del tiempo, poco han dejado de la original; en el sótano del templo de Fátima hay una réplica del Santo Sepulcro y ahí se veneran las imágenes de las vírgenes de Cuba, Hungría, Polonia y Lituania, que atraen a creyentes de diferentes países del orbe.



La ciudad tiene una arquitectura típica encantadora, con techos de teja y callejuelas empedradas. La plaza central está rodeada de añosos portales, en uno de los cuales vivió Mariquita, la bella musa a quien Marcos A. Jiménez le cantaba en serenata su mundialmente conocida canción: "Adiós Mariquita Linda"

Las fuentes y rincones de Tacámbaro nos obligan a dar un paseo por los sitios que en el pasado recorriera el genial Pito Pérez, personaje que vivió allí y que fuera inmortalizado en una novela de José Rubén Romero.



### Artesanías

Aquí se elaboran huaraches, juguetes de madera tallada, sillas de montar, fuetes y tapices que, por su calidad y belleza, son verdaderas obras de arte.

### Gastronomía

Son famosas las carnitas que ahí se preparan y el aguacate, que se ha incorporado significativamente a la dieta de los lugareños, debido a que la región es importante productora de esa fruta e incluso hay una fábrica de aceite para procesarla.



### **3. ESPECIFICACIONES.**

### **3. ESPECIFICACIONES.**

#### **3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.**

El levantamiento topográfico fue realizado en el predio Solar Urbano, que se encuentra en la manzana delimitada por las calles de Vicente Guerrero, Abasolo, Aldama y Madero Poniente, este predio se ubica en la Ciudad de Tacámbaro, Michoacán.

Este levantamiento fue realizado por el Arq. José Alberto Méndez Aguilar de la empresa Servicios Profesionales de Ingeniería Y Arquitectura; la medición del predio fue realizada con equipo electrónico digital (estación total).

En el archivo digital que nos fue entregado se pueden observar los diferentes puntos de ligas, los polígonos que fueron hechos para trazar las curvas de nivel, así como los límites del terreno, en el cual se iba a realizar la construcción de las plataformas de cimentación, y las colindancias con los vecinos del predio.

*Nota: A continuación anexamos el plano del levantamiento topográfico.*



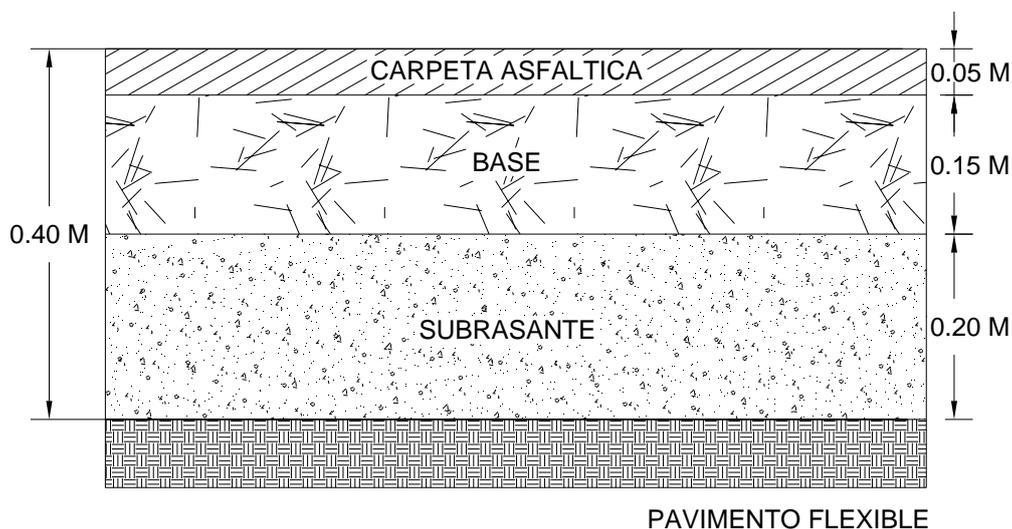
### 3.2. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO.

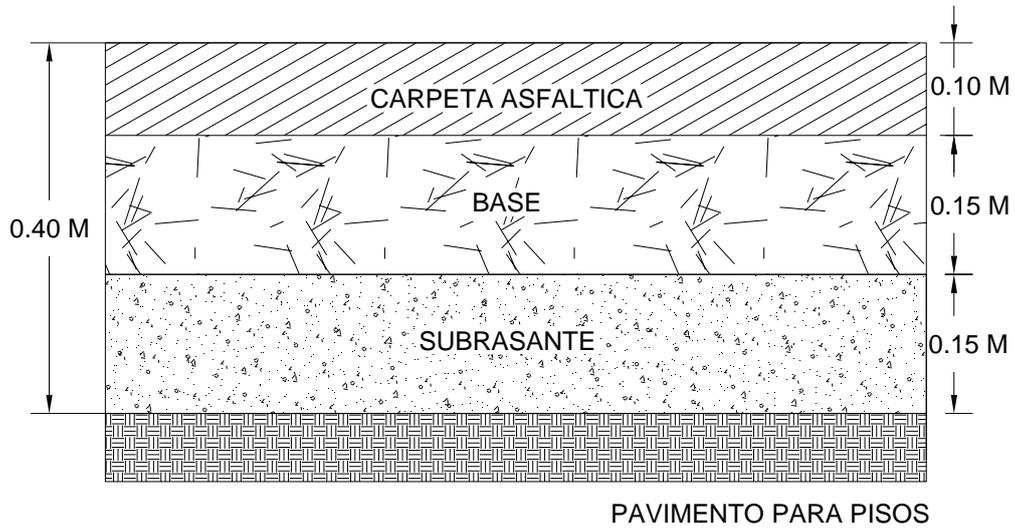
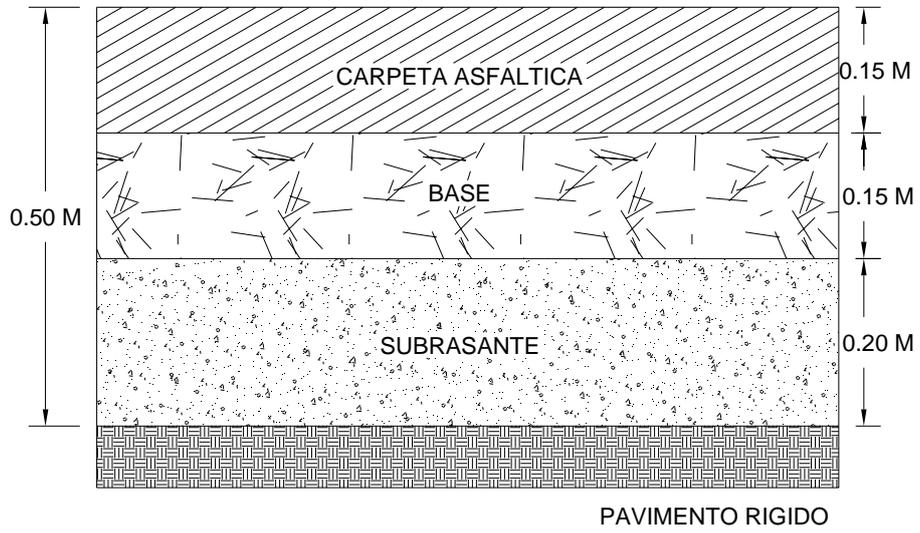
El estudio de mecánica de suelos fue realizado por la empresa JL Castillo Mecánica De Suelos Y Construcciones, S.A. de C.V. en el mes de Noviembre del 2005. En este estudio venia un informe del estudio de mecánica de suelos, la capacidad de carga del terreno, el diseño del pavimento y unas recomendaciones generales.

En el informe nos informan que el estudio se realizo mediante la explotación y muestreo de 5 pozos a cielo abierto. Nos dicen que en el sitio de la obra se encontraron principalmente suelos, limos inorgánicos de alta compresibilidad de color rojizo y un pequeño porcentaje de rocas, durante el muestreo no se detecto el nivel de aguas freáticas.

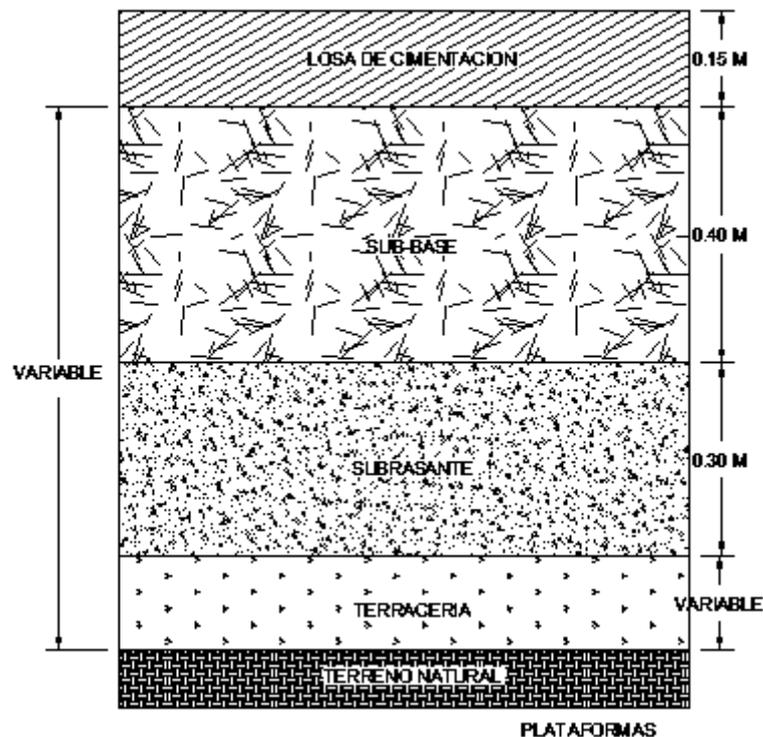
Al realizar las pruebas en el laboratorio al material extraído nos recomendaron no sobrepasar una capacidad de carga de 15 tn/m<sup>2</sup> a una profundidad de 1.50 m en terreno natural, una capacidad de carga de 20 tn/m<sup>2</sup> en la losa de cimentación desplantada en la plataforma.

Nos muestran el diseño del pavimento flexible, del pavimento rígido y del pavimento para pisos para una vida del pavimento de 20 años. Nos dan como estructura de los pavimentos las siguientes:





También se nos dio la estructuración de las plataformas que iban a recibir la cimentación, la cual se muestra a continuación:



Por ultimo se nos hace la recomendación de que se debe construir una cimentación mediante una losa de cimentación rigidizada con contratraveses que pueden ser invertidas desplantadas en una plataforma o zapatas corridas en terreno natural a 1.50 m de profundidad.

De la información dada por el estudio de mecánica de suelos a nosotros lo que más nos importaba era saber la estructura de las plataformas de cimentación, como era los espesores de filtro y de base.

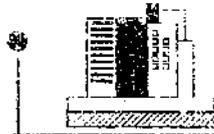
En el estudio de mecánica de suelos se nos daba el procedimiento constructivo de las plataformas, el cual era:

“Para la formación de la plataforma es necesario seguir el siguiente procedimiento constructivo: inicialmente se deberá realizar el desmonte y limpieza del terreno, realizando un despalme mínimo de 0.20 m, y posteriormente hacer los escalones de liga, para poder iniciar de la parte mas baja hacia arriba y por ultimo construir la cimentación de las estructuras de acuerdo a los niveles de proyecto.”

También decía que las capas de material no deberían de ser mayores de 30 centímetros de espesor suelto y se nos daban algunas especificaciones de construcción, las cuales eran las siguientes:

- El terreno natural deberá de estar compactado al 90% para eliminar material suelo y zonas inestables.
- La subrasante puede ser una grava-arena o una arena limosa compactada al 95%, con un tamaño mayor de 3" y no deberá contener un porcentaje mayor de finos del 35%.
- La base deberá estar compactada al 95%, la capa deberá ser una grava limpia con arena limosa (tepetate) como cementante.
- El riego de impregnación podrá ser con una emulsión de rompimiento medio a razón de 1 a 1.5 lts/m<sup>2</sup>.
- Las capas de material se compactaran con un rodillo liso vibratorio de impacto total.
- El material que se utilizara en las capas deberá de extraerse de los bancos de materiales que cumplan con los requisitos de las normas en vigencia de la S.C.T.

*Nota: A continuación se anexa el informe del estudio de mecánica de suelos.*



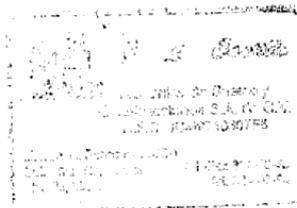
MATHEU M. PONCE 102, 585-1  
COL. CHAPULTEPEC OTE.  
C.P. 58200  
MORFLIA, MICH.

TEL. 01 (443) 414 10 60  
FAX 424 07 94  
e-mail jlesana@prodigy.net.mx  
R.F.C. JCM197103075

**El Castillo MECANICA DE SUELOS Y CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.**

**INFORME DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO, DISEÑO DEL PAVIMENTO Y RECOMENDACIONES GENERALES.**

OBRA: ESCUELA PREPARATORIA DON VASCO DE QUIROGA.  
LOCALIZACIÓN: CALLE GUERRERO # 5/N, TACAMBARO, MICH.  
SOLICITANTE: ING. ROBERTO SUÁREZ REYES.



NOVIEMBRE 2005.

**INFORME DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO.**  
ESCUELA PREPARATORIA DON VASCO DE QUIROGA, CALLE GUERRERO # 5/N, TACAMBARO, MICH.



MANUEL M. PONCE NO. 5051  
COL. CUAPUENEPÉ CTE.  
C.P. 58260  
MORELIA, MICH.

TEL. (01) 461 314 36 56  
PAX. 314 97 94  
e-mail jilcoto@prodigy.net.mx  
R.F.C. JCMX71036784

**El Castillo MECANICA DE SUELOS Y CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.**

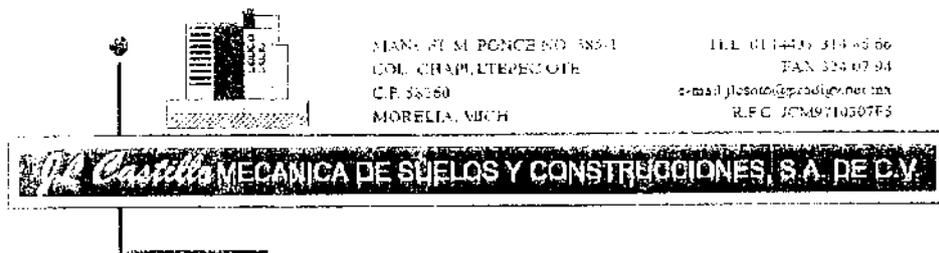
OBRA: ESCUELA PREPARATORIA DON VASCO DE QUIROGA.  
LOCALIZACIÓN: CALLE GUERRERO # 5/N, TACAMBARO, MICH.  
SOLICITANTE: ING. ROBERTO SUÁREZ REYES.

## CONTENIDO

- I.- INTRODUCCION
- II.- CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS
- III.- TRABAJOS DE CAMPO
- IV.- ESTRATIGRAFIA
- V.- TRABAJOS DE LABORATORIO
- VI.- RESULTADOS DE LABORATORIO
- VII.- CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO
- VIII.- ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES
- IX.- PROPIEDADES Y PARÁMETROS DINÁMICOS A CONSIDERAR
- X.- DISEÑO DEL PAVIMENTO
- XI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

**INFORME DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO**

ESCUELA PREPARATORIA DON VASCO DE QUIROGA. CALLE GUERRERO # 5/N, TACAMBARO, MICH.



MANUEL PONCE DE LEÓN  
COL. CHAPULTEPECOTE  
C.P. 58160  
MORELIA, MICH.

TEL. 011443 314 43 66  
FAX 324 07 84  
e-mail jlosada@prodigy.net.mx  
R.F.C. JCM9710307F5

## INFORME DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO, DISEÑO DEL PAVIMENTO Y RECOMENDACIONES GENERALES.

OBRA: ESCUELA PREPARATORIA DON VASCO DE QUIROGA.  
LOCALIZACIÓN: CALLE GUERRERO # S/N, TACAMBARO, MICH.  
SOLICITANTE: ING. ROBERTO SUÁREZ REYES.

### I.)- INTRODUCCION.

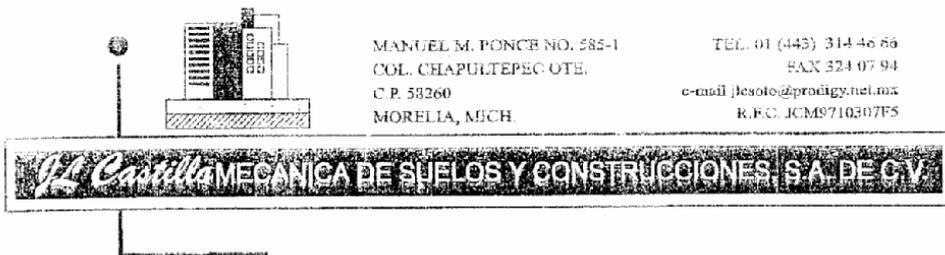
Se realizó el Estudio de Mecánica de Suelos, para determinar la capacidad de carga del terreno, diseño del pavimento y recomendaciones generales para el proceso constructivo, necesario en la construcción de la Escuela Preparatoria Don Vasco De Quiroga (edificio de 5 niveles), localizada en la Calle Guerrero # S/N, en Tacambaro, Mich. El estudio se realizó mediante la exploración y muestreo de 5 pozos a cielo abierto (PCA), localizados como se indica en el croquis del anexo No. 1.

### II.)- CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS.

#### II.1.)- CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS DE LA ZONA.

La Ciudad de Tacambaro se localiza al Suroeste de la ciudad de Morelia y al Sureste de la ciudad de Patzcuaro, Michoacán, además colinda con los municipios de Villa Madero, Nocupétaro, Tunicato, Año de Rosales y Villa Escalante. En general la ciudad de Tacambaro se encuentra ubicado en una zona de lomeríos de fuerte pendiente, que conforman las cañadas y afluentes de escurrimientos naturales, que confluyen en la parte baja, en donde se encuentran los cauces de los arroyos intermitentes o ríos denominados El Pedernal y Tacambaro, con pendiente descendente de norte a sur. La mayor parte de las construcciones y viviendas que se construyen se ubican en la parte alta o lomerío y modifican la topografía inicial existente.

El terreno en estudio se localiza al sur de la ciudad aproximadamente a dos cuadras y media entre las calles Guerrero y Abasolo y presenta una topografía de fuerte pendiente, descendente de Poniente a Oriente y en la parte baja es semi-plana.



## II.2.)- ASPECTOS GEOLÓGICOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS DE SUELOS Y ROCAS.

La región de Tacámbaro, se localiza en el sureste del estado, a 60 km al sur franco en línea recta de la ciudad de Morelia y comprende el distrito minero inactivo de Curucupaceo, cubriendo una buena parte del municipio de Villa Madero, así como una pequeña porción de los municipios de Nocupétaro, Carácuaro y Tacámbaro.

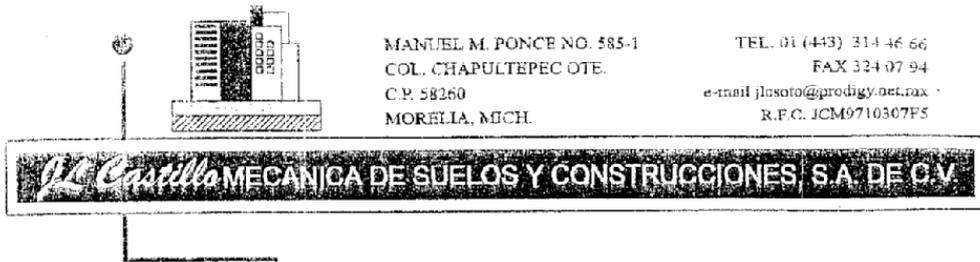
En esta región, el ambiente geológico se caracteriza por una secuencia metamórfica de la facies de esquistos verdes, de edad jurásica media, que afloran en el centro y sur de la región; sobre ella descansan discordantemente sedimentos continentales molásicos, constituidos por areniscas, limolitas y conglomerados del Terciario. Hacia el norte de la región, afloran predominantemente rocas volcánicas representadas por sedimentos piroclásticos, ignimbritas, aglomerados y lavas de composición basáltica a dacítica, que varían en edad del Oligoceno al Mioceno. Las dos primeras unidades están intrusionadas por apófisis de un cuerpo granítico del Oligoceno, que se extiende intermitentemente desde la localidad de San Diego hasta los alrededores de Carácuaro y Pedernales.

La mineralización existente en esta región es de origen hidrotermal y se presenta en forma de vetas, vetillas y relleno de cavidades y fisuras. Al sur de la población de San Diego, se encuentran los depósitos hidrotermales de oro y plata de Llanitos, El Real y Santa Gertrudis; el de plomo de Las Sidras y el de cobre de El Tigre.

Al norte, en las inmediaciones del poblado El Capulín, se localizan varios depósitos auríferos de pequeñas dimensiones, como La Purísima, El Montón de Oro y El Fryolar.

En el distrito de Curucupaceo existen evidencias de una intensa actividad minera, como lo testimonian los vestigios de molinos, haciendas de beneficio y plantas que aún se pueden observar en diferentes localidades.

En el sitio de estudio, se encontraron principalmente suelos y un pequeño porcentaje rocas en la parte alta. En la parte baja y alta se tienen limos inorgánicos de alta compresibilidad (MH), de color rojizo y una parte de la zona alta, estos limos se encuentran empacando a los fragmentos de roca basáltica. Lo cual se observa en las estratigrafías de los PCA realizados, correspondiendo con la geología regional descrita anteriormente (ver anexo No. 2).



### III.)- TRABAJOS DE CAMPO.

Los trabajos de campo consistieron en la exploración y el muestreo de los diferentes materiales que forman el subsuelo, observados en los pozos a cielo abierto (PCA), de acuerdo al croquis de localización del anexo No. 1.

Se extrajo una muestra "inalterada", del PCA-3, estrato No. 1, a 2.20 m. de profundidad, para determinar sus propiedades índice y mecánicas, para calcular así la capacidad de carga del terreno.

Además se obtuvieron muestras alteradas (A), de los materiales que constituyen los distintos estratos del subsuelo, para clasificarlos mediante sus propiedades índices.

Así mismo se obtuvo una muestra alterada del PCA-5, estrato 1 a una profundidad de 0.25 m., para obtener los parámetros de diseño del pavimento.

### IV.)- ESTRATIGRAFIA.

La estratigrafía observada en el PCA, se presenta en el anexo No. 2, en las cuales se aprecia lo siguiente:

#### PCA-1.

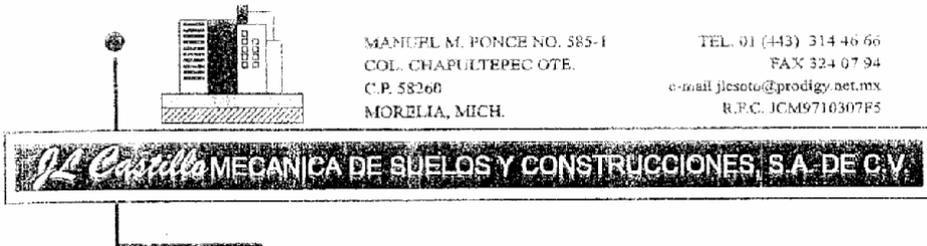
- 0.00 m. a 0.95 m. Relleno, formado por un limo inorgánico de alta compresibilidad (MH), de color rojizo, de consistencia natural "firme", con pedacerías de tabique.
- 0.95 m. a 3.20 m. Primer estrato, formado por un limo inorgánico de alta compresibilidad (MH), de color rojizo, de consistencia natural que varía de "firme" a "muy firme".

#### PCA-2.

- 0.00 m. a 1.20 m. Relleno, formado por un limo inorgánico de alta compresibilidad (MH), de color rojizo, de consistencia natural "muy firme", con pedacerías de tabique.
- 1.20 m. a 3.10 m. Primer estrato, formado por un limo inorgánico de alta compresibilidad (MH), de color rojizo, de consistencia natural "dura".

#### PCA-3.

- 0.00 m. a 2.10 m. Relleno, formado por un limo inorgánico de alta compresibilidad (MH), de color café oscuro y grumos negros amarillentos, de consistencia natural "muy firme", con pedacerías de tabique.



2.10 m. a 2.40 m. Primer estrato, formado por un limo inorgánico de alta compresibilidad (MH), de color rojizo y grumos amarillentos, de consistencia natural "firme".

2.40 m. a 3.10 m. Segundo estrato, formado por un limo inorgánico de alta compresibilidad (MH), de color café verdoso, de consistencia natural "dura".

**PCA-4.**

0.00 m. a 0.40 m. Relleno, formado por un limo inorgánico de alta compresibilidad (MH), color rojizo, de consistencia natural "dura".

0.40 m. a 1.20 m. Relleno, formado por una arena limosa (SM), color café, en estado "semi-compacto".

1.20 m. a 1.60 m. Relleno, formado por una grava limosa (GM), color café oscuro, en estado "semi-compacto".

1.60 m. a 3.10 m. Primer estrato, formado por un limo inorgánico de alta compresibilidad (MH), color rojizo, de consistencia natural "muy firme".

**PCA-5.**

0.00 m. a 0.65 m. Relleno, formado por un limo inorgánico de alta compresibilidad (MH), color café oscuro, de consistencia natural "muy firme".

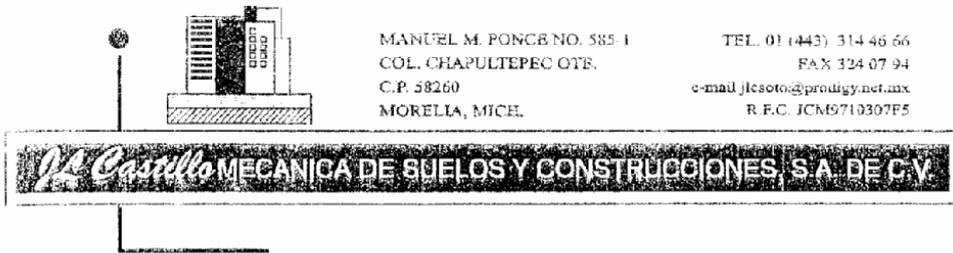
0.65 m. a 2.00 m. Primer estrato, formado por un limo inorgánico de alta compresibilidad (MH), color rojizo, de consistencia natural "dura", con fragmentos de roca basáltica.

Las profundidades son referidas al brocal de los pozos.

No se detectó el nivel de aguas freáticas en los PCA muestreados.

**V.)- TRABAJOS DE LABORATORIO.**

Los trabajos de laboratorio consistieron en realizar los ensayos correspondientes, para determinar las propiedades índice y mecánicas de los materiales, los cuales se mencionan en el inciso siguiente, junto con los resultados de laboratorio.

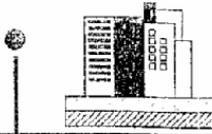


#### VI.)- RESULTADOS DE LABORATORIO.

Los resultados que se obtuvieron en nuestro laboratorio se resumen en las tablas siguientes, donde todas las pruebas fueron realizadas mediante un control de calidad adecuado, con la finalidad de dar confiabilidad a los resultados.

*Donde:*

- SUCS = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
- I = Muestra Inalterada.
- R = Muestra remoldeada.
- PCA = Pozo a cielo abierto.
- MH = Limo inorgánico de alta compresibilidad.
- SM = Arena limosa.
- GM = Grava limosa.



MANUEL M. PONCE NO. 585-1  
COL. CHAPULTEPEC OTE.  
C.P. 58260  
MORELIA, MICH.

TEL. 01 (443) 314 46 66  
FAX 324 07 94  
e-mail jicsoto@prodigy.net.mx  
R.F.C. JCM9710307F5

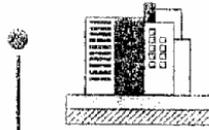
## J.A. Castillo MECANICA DE SUELOS Y CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.

TABLA DE RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO DEL PCA.

PRUEBAS REALIZADAS.						
PCA No.	1	1	1	2	2	3
ESTRATO No.	RELLENO	1	1	RELLENO	1	RELLENO
PROFUNDIDAD MUESTRA (m).	0.15	1.10	1.70	0.60	2.00	1.00
TIPO DE MUESTRA	A	A	A	A	A	A
<b>GRANULOMETRIA.</b>						
% DE FRAGMENTOS DE ROCA.	0	0	0	0	0	0
% PASA MALLA 3"	100	100	100	100	100	100
% PASA MALLA No. 4	89	94	100	96	100	100
% PASA MALLA No. 40	86	89	95	90	98	98
% PASA MALLA No. 200	80	79	82	85	95	95
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA.</b>						
% HUMEDAD NATURAL. (w)	25.6	37.8	53.8	38.8	44.7	44.9
% LIMITE LIQUIDO. (LL)	51.09	51.65	56.45	53.38	57.01	57.71
% LIMITE PLÁSTICO. (LP)	28.58	29.18	30.66	30.53	31.12	32.44
% ÍNDICE PLÁSTICO. (IP)	22.51	22.47	25.79	22.85	25.89	25.27
% CONTRACCIÓN LINEAL. (CL)	9.66	10.76	5.91	11.44	6.23	11.85
% LIMITE DE CONTRACCIÓN. (CV)	31.9	29.8	19.88	35.6	19.25	34.4
CLASIFICACIÓN SUCS.	MH	MH	MH	MH	MH	MH
<b>CONSISTENCIA NATURAL / DENSIDAD RELATIVA.</b>						
CON FENETROMETRO DE BOLSILLO. Kg/cm <sup>2</sup>	Firme	Muy Firme	Firme	Muy Firme	Dura	Muy Firme
<b>PRUEBA DE COMPRESIÓN SIN CONFINAR.</b>						
RESISTENCIA EN Kg/cm <sup>2</sup> . (qu)						
COHESIÓN EN Kg/cm <sup>2</sup> . (c)						
<b>PRUEBA TRIAXIAL RÁPIDA.</b>						
<b>FIGURA No. 3.</b>						
COHESIÓN EN Kg/cm <sup>2</sup> . (c)						
ÁNGULO DE FRICCIÓN. (Φ)						
<b>PRUEBA DE CONSOLIDACIÓN.</b>						
<b>FIGURA No. 4</b>						
CARGA DE PRECONSOLIDACIÓN EN Kg/cm <sup>2</sup> . (Pc)						
<b>VALOR RELATIVO DE SOPORTE.</b>						
VRS ESTÁNDAR %						
EXPANSIÓN %						
VRS % AL 90% DE COMPACTACIÓN.						
PVSM tn/m <sup>3</sup> .						
HUMEDAD ÓPTIMA. (w <sub>opt</sub> %)						
<b>RELACIONES VOLUMÉTRICAS Y GRAVIMÉTRICAS.</b>						
PESO VOLUMÉTRICO DEL LUGAR EN γ <sub>m</sub> tn/m <sup>3</sup> .						
DENSIDAD DE SÓLIDOS. (S <sub>s</sub> )						
RELACIÓN DE VACÍOS. (e)						
POROSIDAD EN %. (n)						
GRADO DE SATURACIÓN EN %. (G <sub>w</sub> )						

INFORME DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO.  
ESCUELA PREPARATORIA DON VASCO DE QUIROGA. CALLE GUERRERO # 5/N, TACAMBARO, MICH.

Página 8



MANUEL M. PONCE NO. 585-1  
COL. CHAPULTEPEC OTE.  
C.P. 58260  
MORELIA, MICH.

TEL. 01 (443) 314 46 66  
FAX 324 07 94  
e-mail jlsoto@prodigy.net.mx  
R.F.C. JCM9710307F5

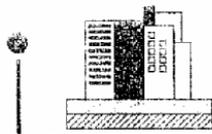
## La Casilla MECANICA DE SUELOS Y CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.

TABLA DE RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO DEL PCA.

PRUEBAS REALIZADAS.						
PCA No.	3	3	4	4	4	4
ESTRATO No.	1	2	RELLENO	RELLENO	RELLENO	1
PROFUNDIDAD MUESTRA (m).	2.20	2.90	0.20	0.80	1.40	2.10
TIPO DE MUESTRA	1	A	A	A	A	A
GRANULOMETRIA.						
% DE FRAGMENTOS DE ROCA.	0	0	0	9.7	0	0
% PASA MALLA 3"	100	100	100	90.3	100	100
% PASA MALLA No. 4	100	100	95	56	35	97
% PASA MALLA No. 40	99	99	69	23	30	94
% PASA MALLA No. 200	97	88	64	15	24	89
LIMITES DE CONSISTENCIA.						
% HUMEDAD NATURAL. (w)	53.0	49.9	26.1	22.6	15.1	33.0
% LIMITE LIQUIDO. (LL)	56.13	56.51	53.32	49.32	24.91	55.77
% LIMITE PLÁSTICO. (LP)	30.66	35.80	29.05	28.84	INAP	28.90
% ÍNDICE PLÁSTICO. (IP)	25.47	20.71	24.27	20.48	INAP	26.87
% CONTRACCIÓN LINEAL. (CL)	5.83	8.18	11.53	8.65	INAP	12.45
% LIMITE DE CONTRACCIÓN. (CV)	18.75	26.3	33.9	25.4	INAP	39.9
CLASIFICACIÓN SUCS.	MH	MH	MH	SM	GM	CH
CONSISTENCIA NATURAL / DENSIDAD RELATIVA.						
CON PENETROMETRO DE BOLSILLO. Kg/cm <sup>2</sup>	1.25	>4	>4	Sem compacto	Sem compacto	Muy firme
Densidad relativa (Dr)				0.5	0.5	
PRUEBA DE COMPRESIÓN SIN CONFINAR.						
RESISTENCIA EN Kg/cm <sup>2</sup> . (qu)	0.42					
COHESIÓN EN Kg/cm <sup>2</sup> . (c)	0.21					
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA.						
FIGURA No. 3.						
COHESIÓN EN Kg/cm <sup>2</sup> . (c)	0.12					
ANGULO DE FRICCIÓN. (φ)	22°					
PRUEBA DE CONSOLIDACIÓN.						
FIGURA No. 4						
CARGA DE PRECONSOLIDACIÓN EN Kg/cm <sup>2</sup> . (Pc)						
VALOR RELATIVO DE SOPORTE.						
VRS ESTÁNDAR %						
EXPANSIÓN %						
VRS % AL 90% DE COMPACTACIÓN.						
PVSM ln/m <sup>2</sup> .						
HUMEDAD OPTIMA. (w <sub>opt</sub> %)						
RELACIONES VOLUMÉTRICAS Y GRAVIMÉTRICAS.						
PESO VOLUMÉTRICO DEL LUGAR EN γ <sub>m</sub> ln/m <sup>3</sup> .	1.626					
DENSIDAD DE SÓLIDOS. (S <sub>s</sub> )	2.68					
RELACIÓN DE VACÍOS. (e)	1.5					
POROSIDAD EN %. (n)	60.5					
GRADO DE SATURACIÓN EN %. (G <sub>w</sub> )	93.1					

INFORME DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO.  
ESCUELA PREPARATORIA DON VASCO DE QUIROGA. CALLE GUERRERO # 501, TACAMBARO, MICH.

Página 9



MANUEL M. PONCE NO. 585-1  
COL. CHAPULTEPEC OTE.  
C.P. 58260  
MORELIA, MICH.

TEL. 01 (443) 314 46 66  
FAX 324 07 94  
e-mail jlesato@prodigy.net.mx  
R.F.C. JCM9710387F5

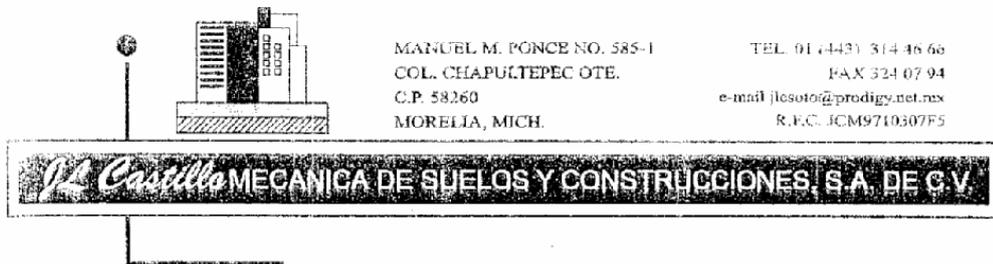
**J. Castillo MECÁNICA DE SUELOS Y CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.**

TABLA DE RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO DEL PCA.

PRUEBAS REALIZADAS.							
PCA No.		5	5				
ESTRATO No.		RELLENO	1				
PROFUNDIDAD MUESTRA (m).		0.30	1.50				
TIPO DE MUESTRA		A	A				
<b>GRANULOMETRIA.</b>							
% DE FRAGMENTOS DE ROCA.		0	5				
% PASA MALLA 3"		100	95				
% PASA MALLA No. 4		97	95				
% PASA MALLA No. 40		91	94				
% PASA MALLA No. 200		77	93				
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA.</b>							
% HUMEDAD NATURAL. (w)		29.6	35.2				
% LIMITE LIQUIDO. (LL)		52.13	56.48				
% LIMITE PLÁSTICO. (LP)		22.72	31.87				
% ÍNDICE PLÁSTICO. (IP)		22.41	24.61				
% CONTRACCIÓN LINEAL. (CL)		9.58	5.98				
% LIMITE DE CONTRACCIÓN. (CV)		29.2	19.35				
CLASIFICACIÓN SUCS.		MH	MH				
<b>CONSISTENCIA NATURAL / DENSIDAD RELATIVA.</b>							
CON PÉNETRÓMETRO DE BOLSILLO. Kg/cm <sup>2</sup>		Muy firme	Duro				
<b>PRUEBA DE COMPRESIÓN SIN CONFINAR.</b>							
RESISTENCIA EN Kg/cm <sup>2</sup> . (qu)							
COHESIÓN EN Kg/cm <sup>2</sup> . (c)							
<b>PRUEBA TRIAXIAL RÁPIDA.</b>							
<b>FIGURA No. 3.</b>							
COHESIÓN EN Kg/cm <sup>2</sup> . (c)							
ÁNGULO DE FRICCIÓN. (Φ)							
<b>PRUEBA DE CONSOLIDACIÓN.</b>							
<b>FIGURA No. 4</b>							
CARGA DE PRECONSOLIDACIÓN EN Kg/cm <sup>2</sup> . (Pc)							
<b>VALOR RELATIVO DE SOPORTE.</b>							
VRS ESTÁNDAR %		18.8					
EXPANSIÓN %		1.85					
VRS % AL 90% DE COMPACTACIÓN.		25.4					
PVSM tn/m <sup>2</sup> .		1330					
HUMEDAD ÓPTIMA. (w <sub>opt</sub> %)		35.0					
<b>RELACIONES VOLUMÉTRICAS Y GRAVIMÉTRICAS.</b>							
PESO VOLUMÉTRICO DEL LUGAR EN γ <sub>m</sub> tn/m <sup>3</sup> .							
DENSIDAD DE SÓLIDOS. (S <sub>s</sub> )							
RELACIÓN DE VACÍOS. (e)							
POROSIDAD EN %. (n)							
GRADO DE SATURACIÓN EN %. (G <sub>w</sub> )							

INFORME DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO.  
ESCUELA PREPARATORIA DON VASCO DE QUIROGA, CALLE GUERRERO # S/N. TACAMBARO, MICH.

Página  
10



## VII.)- CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO.

### VII.1.)- CAPACIDAD DE CARGA A 1.50 m. DE PROFUNDIDAD, EN TERRENO NATURAL.

Con los resultados de los ensayos triaxiales, donde se obtiene  $c=0.12 \text{ kg/cm}^2$ , ángulo de fricción interna  $\phi=22^\circ$  y considerando una profundidad de desplante  $D_f=1.50 \text{ m.}$ , peso volumétrico  $\gamma_m=1.626 \text{ tn/m}^3$ , factor de seguridad  $FS=3$ , y aplicando la teoría de Terzaghi, se obtienen las capacidades de carga admisibles ( $q_{adm}$ ) en  $\text{tn/m}^2$  siguientes:

$$q_{adm} = 12.62 + 2.18 B \text{ tn/m}^2 \quad \text{Cimientos continuos.}$$

$$q_{adm} = 13.50 + 1.74 B \text{ tn/m}^2 \quad \text{Cimientos aislados.}$$

NOTA: Se recomienda no sobrepasar una capacidad de carga admisible de  $15.0 \text{ tn/m}^2$ , de acuerdo a las pruebas triaxiales.

### VII.2.)- CAPACIDAD DE CARGA PARA LOSA DE CIMENTACIÓN, DESPLANTADA EN UNA PLATAFORMA.

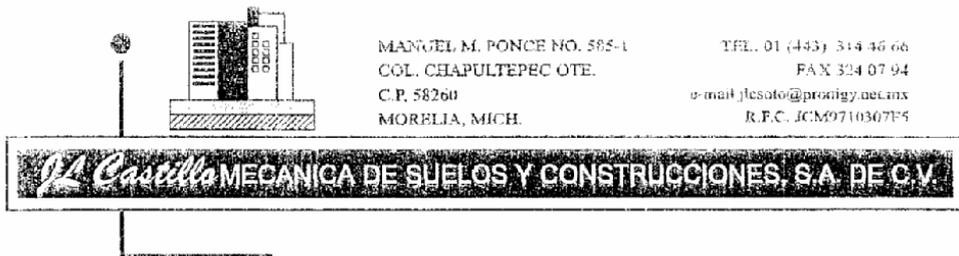
Considerando un ángulo de fricción interna  $\phi = 23^\circ$  (Realizando un promedio pesado para  $\phi$ ,  $c$  y  $\gamma_m$ , para las diferentes capas que influye la superficie de falla por capacidad de carga),  $c=0.10 \text{ kg/cm}^2$ , profundidad de desplante  $D_f = 0.0 \text{ m}$ , peso volumétrico  $\gamma_m=1.669 \text{ tn/m}^3$ , factor de seguridad  $FS=3$ , y aplicando la teoría de Terzaghi, se obtienen las capacidades de carga admisibles ( $q_{adm}$ ) en  $\text{tn/m}^2$  siguientes:

$$q_{adm} = 25.35 \text{ tn/m}^2 \quad \text{Cimientos continuos y aislados.}$$

NOTA: Se recomienda no sobrepasar una capacidad de carga admisible de  $20.0 \text{ tn/m}^2$ .

## VIII.)- ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la prueba de consolidación y a la consistencia natural del suelo, se determinó el asentamiento máximo, diferencial y la distorsión angular, para esta estructura, considerando una losa de cimentación, resultando de  $5.4 \text{ cm}$ ,  $4.0 \text{ cm}$  y  $0.004$ , respectivamente, lo anterior resultó, considerando y estimando las descargas de  $5 \text{ tn/m}^2$ , recomendándose verificarlos en



función de las descargas reales, seguramente resultaran muy similares a las obtenidas en este inciso, las cuales se encuentran dentro de lo permisible.

#### IX.)- PROPIEDADES Y PARÁMETROS DINÁMICOS A CONSIDERAR.

De acuerdo a los resultados de laboratorio, el suelo en general, es de una consistencia natural que varía de "firme" a "dura", predominando la consistencia natural "firme" a nivel de desplante de la cimentación.

#### a).- DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL DEL SUELO A LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE.

Plataforma o terraplén:

Base (GM) al 95% de PVSM:

Módulo de reacción vertical:  $M_R = 12.0 \text{ kg/cm}^3$ .

Módulo de reacción horizontal:  $K_{GH} = 6.0 \text{ kg/cm}^3$ .

Subrasante (SM) al 95% de PVSM:

Módulo de reacción vertical:  $M_R = 10.0 \text{ kg/cm}^3$ .

Módulo de reacción horizontal:  $K_{GH} = 5.0 \text{ kg/cm}^3$ .

Terreno Natural:

Relleno (MH):

Módulo de reacción vertical:  $M_R = 4.0 \text{ kg/cm}^3$ .

Módulo de reacción horizontal:  $K_{GH} = 2.0 \text{ kg/cm}^3$ .

Estrato No. 1 (MH):

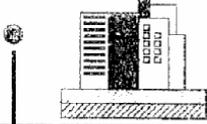
Módulo de reacción vertical:  $M_R = 6.0 \text{ kg/cm}^3$ .

Módulo de reacción horizontal:  $K_{GH} = 3.0 \text{ kg/cm}^3$ .

#### b).- MÓDULO DE RIGIDEZ DINÁMICO DEL SUELO.

En general la rigidez dinámica del suelo, varía de "media" a "alta", con un módulo al cortante dinámico  $G$  que varía de  $100 \text{ kg/cm}^2$  a  $1500 \text{ kg/cm}^2$ , recomendándose una  $G=500 \text{ kg/cm}^2$ .

#### c).- PARÁMETROS SÍSMICOS DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL ESTADO DE MICHOACÁN.



MANUEL M. FONCE NO. 585-1 TEL. 01 (443) 314 46 66  
 COL. CHAPULTEPEC OTE. FAX 524 07 94  
 C.P. 58260 e-mail jhesoto@prodigy.net.mx  
 MORELIA, MICH. R.F.C. ICM9710307PE

**J. Casilla MECÁNICA DE SUELOS Y CONSTRUCCIONES S.A. DE C.V.**

- b.1.- Zona Sísmica C.  
 b.2.- Tipo de suelo II (suelo firme a dura).  
 b.3.- Coeficiente Sísmico  $C_s = 0.30$

#### X.)- DISEÑO DEL PAVIMENTO.

##### X.1.)- PAVIMENTO FLEXIBLE.

a.)- Para el diseño del pavimento flexible se utilizaron los datos siguientes:

Tránsito Promedio Diario Anual	100 Vehículos.
Vida de Proyecto.	20 Años.
Tasa de Crecimiento Anual.	2 %
Nivel de Confianza.	0.8
VRS del terreno natural.	18.8 %
VRS de la subrasante.	20.0 %
VRS de la sub-base.	50.0 %
VRS de la base.	80.0 %

##### CLASIFICACION DEL TRANSITO.

Vehículos Tipo Ap	60 %
Vehículos Tipo Ac	25 %
Vehículos Tipo B-2	2 %
Vehículos Tipo C-2	12 %
Vehículos Tipo T2- 51	1 %

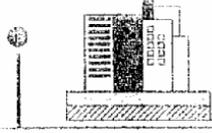
b.)- Convirtiendo el Tránsito mezclado a ejes de 8.2 tn mediante el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM, se obtiene:

$$\Sigma L_o = 0.2 \times 10^5 \text{ ejes de 8.2 Tn.}$$

$$\Sigma L_d = 0.4 \times 10^6 \text{ ejes de 8.2 Tn.}$$

c.)- Utilizando el criterio del Instituto de Ingeniería de la UNAM, se determinó la estructuración siguiente:

Espesor capa de subrasante	20.0 cm.
Espesor capa de Base	15.0 cm.
Espesor de carpeta asfáltica	5.0 cm.



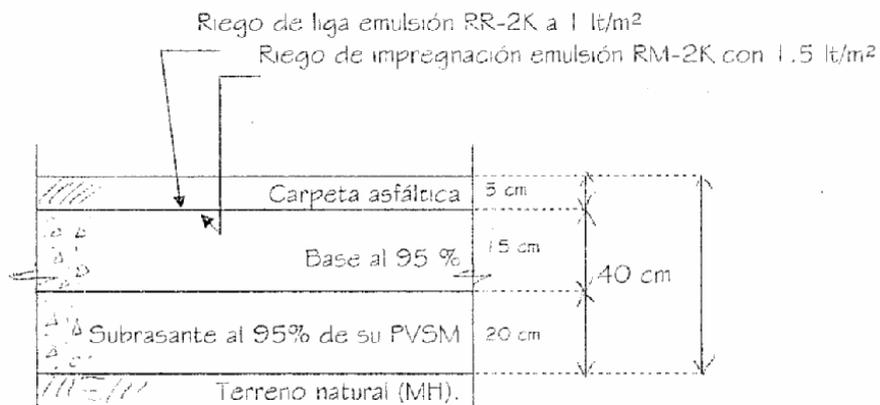
MANUEL M. PONCE NO. 585-1  
COL. CHAPULTEPEC OTE.  
C.P. 58200  
MORELIA, MICH.

TEL. 01 (443) 314 46 06  
FAX 324 07 94  
e-mail jlcasoto@prodigy.net.mx  
R.F.C. JCM9716307F5

**J. Castillo MECÁNICA DE SUELOS Y CONSTRUCCIONES S.A. DE C.V.**

ESPEJOR TCTAL DEL PAVIMENTO. 40.0 cm.

La estructuración anterior se resume en la fig. siguiente:



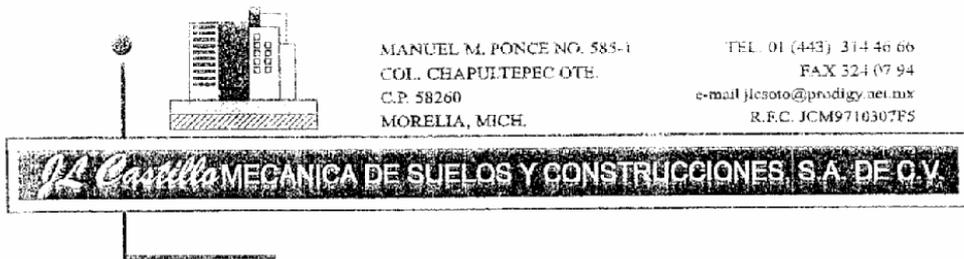
ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.

**X.2.)- PAVIMENTO RIGIDO.**

a).- Para el diseño del pavimento rígido se utilizaron los datos siguientes:

Tránsito Promedio Diario Anual	100 Vehículos.
Vida de Proyecto.	20 Años.
Tasa de Crecimiento Anual.	2 %
Nivel de Confianza.	0.8
<b>VRS del terreno natural.</b>	<b>39.0 %</b> (promedio hasta nivel de sub-base).
VRS de la subrasante.	20.0 %
VRS de la sub-base.	50.0 %
VRS de la base.	80.0 %

CLASIFICACION DEL TRANSITO.



MANUEL M. PONCE NO. 585-1  
COL. CHAPULTEPEC OTE.  
C.P. 58260  
MORELIA, MICH.

TEL. 01 (443) 314 46 66  
FAX 324 07 94  
e-mail jicsoto@prodigy.net.mx  
R.F.C. JCM9716307FS

Vehículos Tipo Ap	60 %
Vehículos Tipo Ac	25 %
Vehículos Tipo B-2	2 %
Vehículos Tipo C-2	12 %
Vehículos Tipo T2- S1	1 %

- b).- Convirtiendo el Tránsito mezclado a ejes de 8.2 tn mediante el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM, se obtiene:

$$\Sigma L_0 = 0.2 \times 10^6 \text{ ejes de } 8.2 \text{ Tn.}$$

$$\Sigma L_d = 0.4 \times 10^6 \text{ ejes de } 8.2 \text{ Tn.}$$

- c).- De acuerdo a nuestra experiencia y al buen comportamiento que se ha tenido en todos los diseños que hasta la fecha hemos realizado desde hace 20 años, el criterio que se adopta para el diseño del pavimento rígido, es siguiendo la misma metodología que se usa para el pavimento flexible, con lo cual se obtiene la estructuración de las capas inferiores, para posteriormente considerar la superficie de rodamiento formada por la losa de concreto hidráulico, cuyo espesor se determina por el método de la PCA (Portland Cement Association):

Parámetros considerados para el método de la PCA:

Módulo de reacción (k):	390.4 psi (11.7 kg/cm <sup>3</sup> )
Módulo de ruptura (MR):	597.4 psi (42 kg/cm <sup>2</sup> )
Factor de seguridad de carga (FSC):	1.0
Módulo de elasticidad del concreto (Ec):	3,632,583 psi (255,396 kg/cm <sup>2</sup> )
Módulo de poisson ( $\mu$ ):	0.15
Factor 2	0.9492
Factor 3	0.8940
Factor 4	0.9530
Rigidez relativa (I)	20.09 in

Utilizando el criterio del Instituto de Ingeniería de la UNAM, se determinó la estructuración de las capas no estabilizadas y el espesor de la losa de concreto con el método de la PCA (ver anexo No. 3), resultando los espesores siguientes:

Espesor capa de subrasante	20.0 cm.
Espesor capa de sub-base	15.0 cm.
Espesor de losa de concreto	15.0 cm.



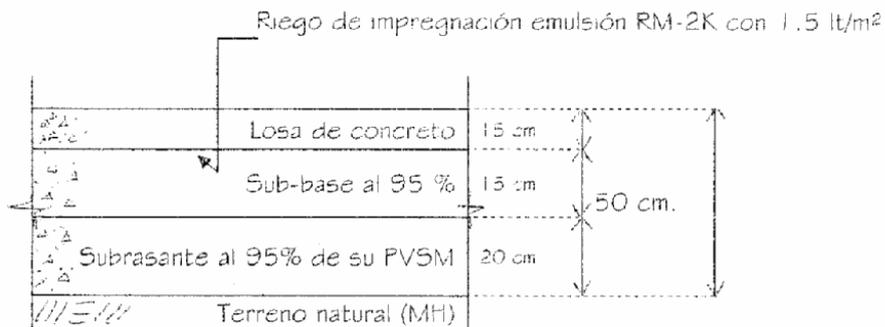
MANUEL M. PONCE NO. 585-1  
COL. CHAPULTEPEC OTE.  
C.P. 58260  
MORELIA, MICH.

TEL. 01 (443) 314 46 66  
FAX 324 07 94  
e-mail: jlesote@prodigy.net.mx  
R.F.C. JCM9710307F5

**La Casella MECANICA DE SUELOS Y CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.**

ESPESOR TOTAL DEL PAVIMENTO. 50.0 cm.

La estructuración anterior se resume en la fig. Siguiente:



ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO RIGIDO.

**X.3).- PAVIMENTO PARA PISOS Y PLATAFORMA.**

a).- Para el diseño del pavimento para pisos se utilizaron los datos siguientes:

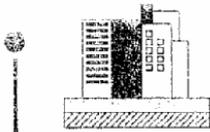
Tránsito Promedio Diario Anual	0 Vehículos.
Vida de Proyecto.	20 Años.
Tasa de Crecimiento Anual.	0 %
Nivel de Confianza.	0.8
<b>VRS del terreno natural.</b>	<b>18.8 %</b>
VRS de la subrasante.	20.0 %
VRS de la sub-base.	50.0 %
VRS de la base.	80.0 %

b).- Considerando el mínimo Tránsito de ejes de 8.2 tn se obtiene:

$$\Sigma Lo = 1.0 \times 10^5 \text{ ejes de } 8.2 \text{ Tn.}$$

c).- Utilizando el criterio del Instituto de Ingeniería de la UNAM, se determinó la estructuración siguiente:

Espesor capa de subrasante	15.0 cm
Espesor capa de sub-base	15.0 cm.



MANUEL M. PONCE NO. 585-1  
COL. CHAPULTEPEC OTE  
C.P. 58260  
MORELIA, MICH.

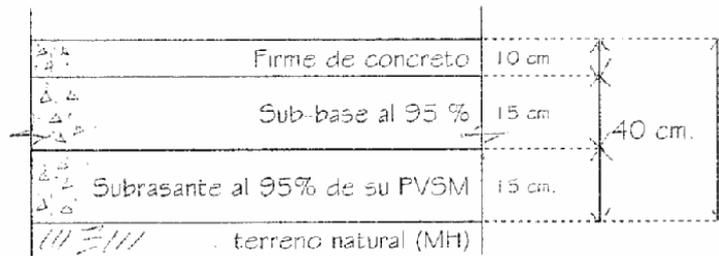
TEL. 01 (443) 314 46 66  
FAX 324 07 94  
e-mail jlesceto@prodigy.net.mx  
R.F.C. JCM9710307F5

**J. Castillo MECÁNICA DE SUELOS Y CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.**

Espesor de firme de concreto. 10.0 cm.

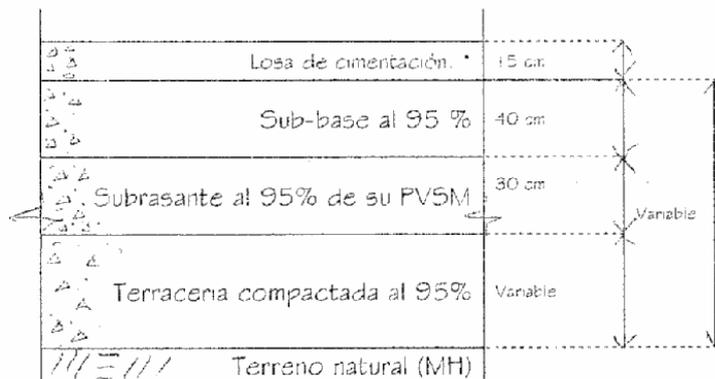
ESPESOR TOTAL DEL PAVIMENTO. 40.0 cm.

Las estructuraciones anteriores se resumen en las figs. Siguientes:



ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO PARA PISOS.

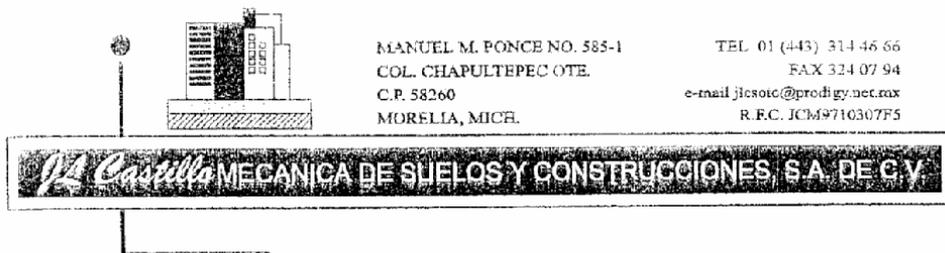
ESTRUCTURACIÓN DE LA PLATAFORMA PARA RECIBIR LA CIMENTACIÓN



*Nota:* \* Revisar estructuralmente el espesor de la losa de cimentación y el acero de refuerzo.

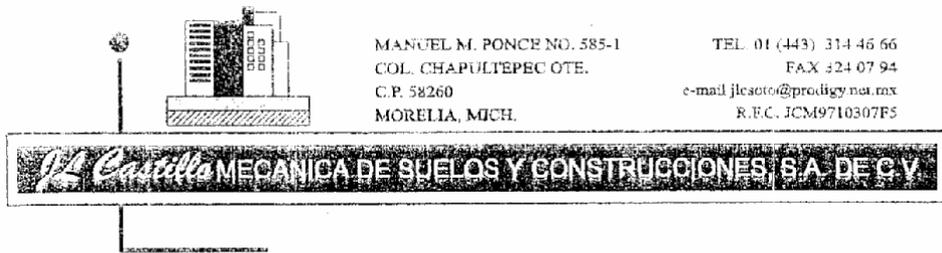
ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO PARA PLATAFORMA.

**XI).- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**



### XI.1.)- CIMENTACIONES.

- a. En base a los perfiles estratigráficos de los pozos a cielo abierto, tipo de suelo y estructura por cimentar (Escuela Preparatoria Don Vasco de Quiroga, edificio de 5 niveles), se recomienda para el edificio, construir una cimentación mediante una losa de cimentación rigidizada con contratraves que pueden ser invertidas desplantada en una plataforma (relleno compactado) o zapatas corridas desplantadas en Terreno Natural a 1.50 m de profundidad, en el estrato No 1. Después se colocará una plantilla, para finalmente recibir la cimentación de concreto, a partir del nivel del brocal del Sondeo Mixto. La plataforma deberá tener un espesor mínimo de 0.70 m, la estructuración mínima deberá ser la presentada en el inciso X.3.
- b. La capacidad de carga del suelo, se determinó considerando las propiedades mecánicas para el caso más desfavorable es decir, con los parámetros de resistencia del PCA-3 estrato 1, recomendándose no sobrepasar la capacidad de carga admisible propuesta en el inciso VII y desplantarse a la profundidad mínima recomendada.
- c. Tomando en cuenta la topografía del sitio y el tipo de estructuras por cimentar, es conveniente formar plataformas, terrazas y lograr una superficie horizontal con características mecánicas uniformes, mediante un relleno compactado, realizando escalones de liga, para evitar una superficie de deslizamiento ó inestabilidad de la misma, debido a la pendiente natural del terreno. Además puede quedar en un nivel conveniente para los edificios y otra a un nivel inferior para las canchas deportivas (Fútbol), entre ambas terrazas el talud se puede aprovechar para las gradas. Si el material producto del corte presenta características adecuadas se almacena para su posterior utilización; en caso contrario, deberá utilizarse material producto de un banco de préstamo que cumpla con las características para conformar la plataforma, colocando capas no mayores de 30 cm de espesor suelto y compactadas al porcentaje indicado en la estructuración anterior (normas SCT).
- d. Para la formación de la plataforma es necesario seguir el siguiente procedimiento constructivo: inicialmente se deberá realizar el desmonte y limpieza del terreno, realizando un despalle mínimo de 0.20 m, y posteriormente hacer los escalones de liga, para poder iniciar de la parte más baja hacia arriba y por último poder construir la cimentación de las estructuras de acuerdo a los niveles de proyecto (terrazas).
- e. Para los rellenos de las excavaciones, en caso de utilizar zapatas corridas, es recomendable hacerlos con material de banco, pudiendo ser una grava arena, compactada



al 90% de su peso volumétrico seco máximo, con la humedad cercana a la óptima y con espesores de capa de 15 cm a 20 cm, dependiendo del equipo de compactación que se utilice de acuerdo al ancho de la excavación.

- f. Si durante la etapa de construcción se encuentra una estratificación del subsuelo, diferente a la presentada en el sondeo mixto y pozo a cielo abierto, es recomendable informar al responsable de obra, para que tome las precauciones correspondientes.

#### XI.2.)- ESTABILIDAD DE TALUDES

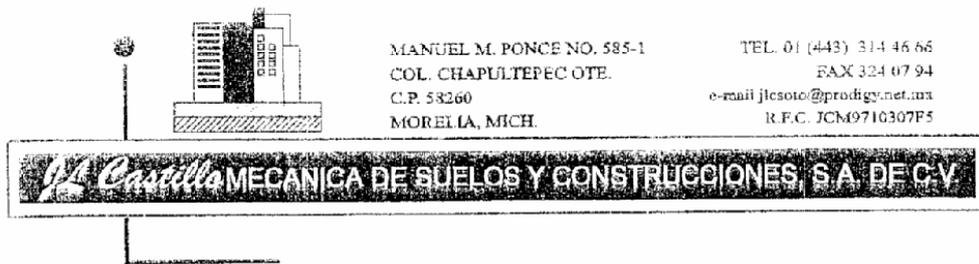
Para lograr la estabilidad de los taludes del terreno natural en corte y relleno mejorado o plataforma, se hacen las siguientes recomendaciones generales, referentes a la inclinación del talud del corte y terraplén, considerando las características de los materiales de la manera siguiente:

##### XI.2.1.)- TALUD EN LOS CORTES.

Tomando en cuenta las características de los suelos encontrados, se recomiendan dejar una inclinación aproximada de los taludes de los cortes en las zonas de Estacionamientos y el Edificio Académico 2ª Etapa de 45° (1:1) a 53° (3/4:1), respecto a la horizontal de la plataforma y en la zona del Edificio Académico 1ª Etapa y el Terreno Colindante la misma inclinación ya mencionada, principalmente para reducir el momento motor y evitar posteriormente un deslizamiento del bloque. Debiéndose hacer una revisión durante el proceso constructivo, para verificar las condiciones prevalecientes de la estratificación de los materiales del talud ya que en este momento, se puede visualizar toda la superficie expuesta del corte, debido a que el grado de confiabilidad para la estabilidad de un talud de un suelo, solo puede determinarse mediante un análisis minucioso de la alteración del mismo, entre los parámetros de resistencia y del coeficiente de seguridad, que varía según los factores que definen la estabilidad del talud.

##### XI.2.2.)- TALUD EN TERRAPLÉN.

- a) Para los taludes en terraplén, se recomienda utilizar una inclinación máxima de 34° (talud 1.5:1), de preferencia, de ser posible, si el espacio lo permite, sea más recomendable de 30° (talud 1.7:1).
- b) Se recomienda arropar los taludes con una capa de 0.20 m de material arcilloso y posteriormente implantar pasto (mantas vegetales ó pasto en rollo), como protección a la



erosión del talud y por consiguiente a la estabilidad del mismo. O bien construir como protección un recubrimiento a base de losas de concreto, sobre el material que conforma el talud de la plataforma evitándose el amope con arcilla.

- c) Es recomendable que las construcciones se ubiquen a una distancia mínima de 2.0 m respecto al hombro del talud del corte o relleno compactado, para garantizar la estabilidad del mismo.

#### XI.3.)- MUROS DE RETENCIÓN.

XI.3.1.)- En caso de requerirse muros de retención para contener la plataforma ó terraplén, ó en su caso las paredes de las excavaciones, estos se construirán de mampostería ó de concreto reforzado, según diseño, recomendándose un empotramiento mínimo en el terreno natural de 0.60 m. y la capacidad de carga recomendada en el inciso VII. I.

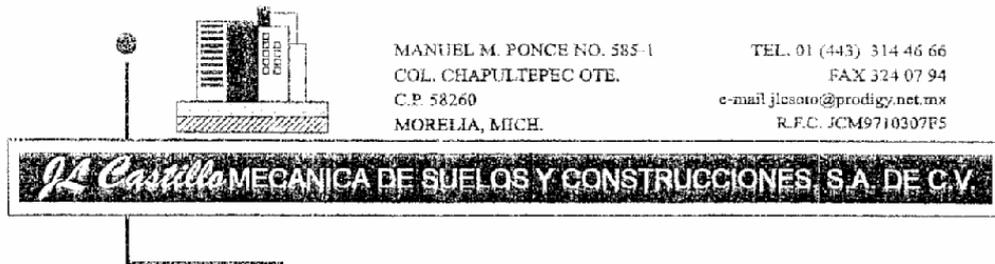
XI.3.2.)- Si el muro de contención es de mampostería, su base debe ser aproximadamente de 0.50 a 0.70 veces su altura, cuando no se tiene una sobrecarga, con un drenaje adecuado (capa de filtro en el respaldo y tubos transversales) para evitar acumulación de agua en su respaldo, excepto en el caso de los muros para contener las excavaciones. En caso de construirse de concreto serán de las dimensiones indicadas en el proyecto según análisis estructural.

XI.3.3.)- Para el diseño del muro puede emplearse un coeficiente activo  $k_a = 0.33$ , el cual resulta de las características del material de relleno  $\phi = 30^\circ$ , que se recomienda para el aprobe del respaldo, con peso volumétrico de la masa de  $\gamma_m = 1.700 \text{ tn/m}^3$ .

#### XI.4.)- ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.

XI.4.1.)- **TERRENO NATURAL.**- El terreno natural existente, debe de estar compactado al 90% de su P.V.S.M (peso volumétrico seco máximo proctor), para eliminar el material suelto y zonas inestables.

XI.4.2.)- **SUBRASANTE, MATERIAL PARA PLATAFORMA Ó DE RELLENO:** La subrasante, ó material para plataforma del pavimento, puede ser una grava-arena (granulometría adecuada) ó arena limosa (tepetate), con un VRS saturado de 20% mínimo, compactada al 95% de su PVSM (proctor ó



porter estándar). Además el porcentaje de finos no deber ser mayor de 35% y tamaño máximo de 3", como se indica en la estructuración.

- XI.4.3.)- CAPA DE BASE Y SUB-BASE HIDRÁULICA.-** La capa de base y sub-base hidráulica, se construirá con material compactado al 95% de su peso volumétrico seco máximo porter estándar. La capa debe ser de grava limpia bien graduada (granulometría adecuada) y arena limosa como cementante, con un VRS saturado mínimo de 80 %. Además su Límite Líquido debe ser menor de 30%, Índice Plástico menor al 6%, porcentaje de finos menor de 15% y tamaño máximo de 2".
- XI.4.4.)- RIEGO DE IMPREGNACIÓN.-** Riego de producto asfáltico, como puede ser una emulsión de rompimiento medio RM-2K, a razón de 1 a 1.5 lts/m<sup>2</sup>, colocado sobre la base seca y libre de material suelto y polvo. La penetración del riego debe ser mínimo de 4 mm.
- XI.4.5.)- CONCRETO HIDRÁULICO.-** Para la elaboración del concreto hidráulico, que se requiera, deberán emplearse materiales pétreos limpios y con el proporcionamiento adecuado, de acuerdo al previo análisis de la calidad de los materiales.
- XI.4.6.)- ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO.-** La elaboración se llevará a cabo en revolvedora de 1 saco ó en planta premezcladora, si así se requiere. La dosificación del cemento para lograr el fc y revenimiento de proyecto, se ajustará periódicamente de acuerdo a la calidad y humedad de los agregados pétreos.
- XI.4.7.)- ADITIVOS.-** El uso de aditivos químicos como acelerantes, retardantes, fluidizantes y otros, se dosificarán de acuerdo a la recomendación del fabricante y producto a emplearse; de tal manera que no se disminuya la resistencia de proyecto. Así mismo se recomienda realizar ensayos previos a la elaboración del concreto hidráulico y muestreo de acuerdo a las normas en vigencia.
- XI.4.8.)- COMPACTACIÓN:** Para compactar las capas del material se recomienda utilizar rodillo liso vibratorio de 20.192 tn. de impacto total, con un espesor de 15 cm. a 30 cm ó un equipo pequeño de compactación que se pueda manipular adecuadamente, debido a las condiciones difíciles, y como



MANUEL M. PONCE NO. 585-1  
COL. CHAPULTEPEC OTE.  
C.P. 58260  
MORELIA, MICH.

TEL. 01 (443) 314 46 66  
FAX 324 07 94  
e-mail jcsoto@prodigy.net.mx  
R.F.C. JCM9710307F5

## J. Castillo MECANICA DE SUELOS Y CONSTRUCCIONES S.A. DE C.V.

protección para no dañar ó poner en riesgo la estabilidad de las estructuras que se construyan antes de colocar y compactar las capas de material.

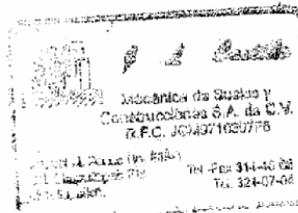
**XI.4.9.)- BANCOS.-** Se deben utilizar los bancos de materiales, que cumplan con las especificaciones de las normas en vigencia de la S.C.T., resumidas en los puntos anteriores.

**NOTA:**

- a) Si de acuerdo a los niveles de proyecto, se requiere elevar el nivel de piso terminado siendo necesario un mayor espesor de pavimento, se recomienda utilizar el material de subrasante como terracería, construyéndola de un espesor mayor al propuesto en las estructuraciones.

ATENTAMENTE  
Morelia, Mich, a 5 de diciembre del 2005.

  
M. en José Luis Castillo Soto.  
Ced. Prof. 151161880

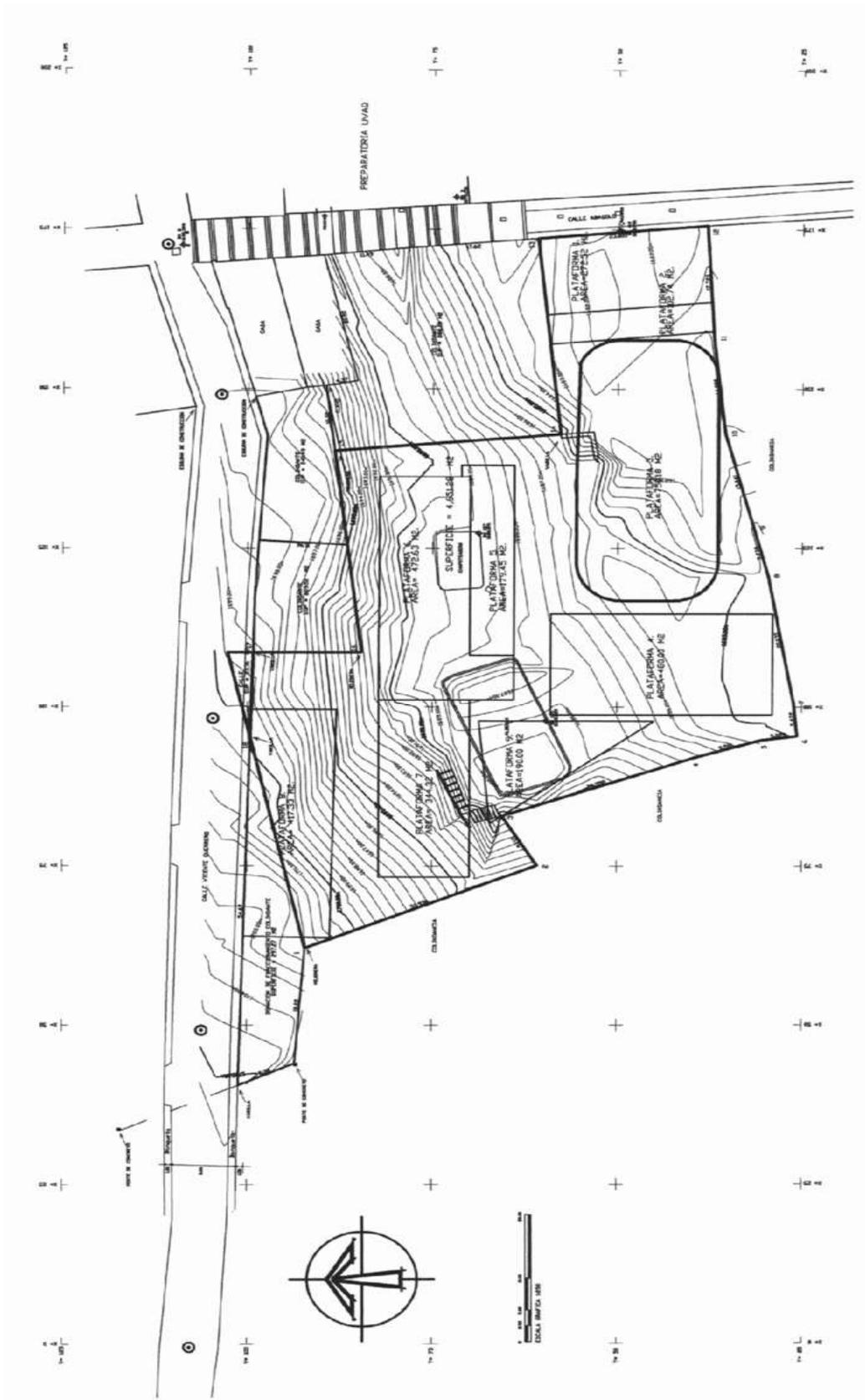


### 3.3. PROPUESTA DE PLATAFORMAS ESCALONADAS

La propuesta de realizar plataformas de cimentación escalonadas fue dada por el informe del estudio de mecánica de suelos, en el cual nos decía que debido a la topografía del lugar de la obra y el tipo de construcción que se iba a realizar sobre las plataformas era conveniente formar plataformas horizontales con características mecánicas uniformes, formadas en forma escalonada para evitar deslizamientos o inestabilidad en las plataformas.

También se recomendaban las plataformas escalonadas para obtener un beneficio al dejar las plataformas para la construcción de edificios en las plataformas altas y las canchas deportivas en las plataformas bajas, así se aprovecharía los taludes de las plataformas altas para ser utilizados como gradas.

*NOTA: A CONTINUACIÓN SE MUESTRA EL PLANO CON LA POPUESTA DE LAS PLATAFORMAS.*



## **4. PROYECTO EJECUTIVO.**

#### 4. PROYECTO EJECUTIVO.

##### 4.1. PROYECTO ARQUITECTONICO.

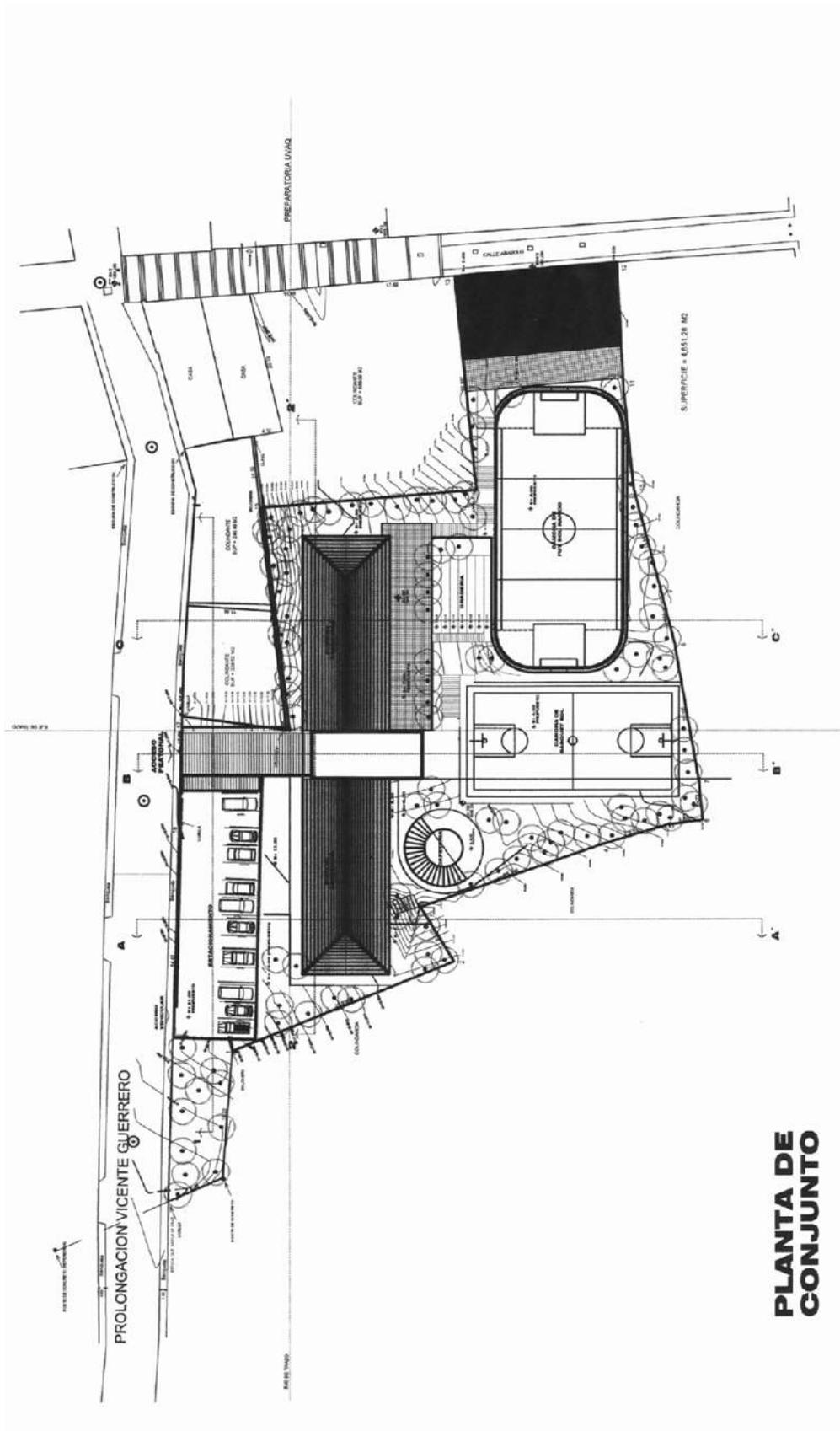
Las plataformas de cimentación de suelo mejorado fueron ideadas o mas bien dicho su principal función es la de lograr un mejor sustento de alguna edificación, ya sea una casa-habitación, un edificio de oficinas, un edificio de departamentos o como en nuestro caso un edificio con fines académicos para la Escuela Preparatoria UVAQ campus Tacámbaro, Michoacán.

El edificio que constara de cinco plantas, se construirá sobre una de las plataformas, este edificio se utilizara para albergar la oficina de la dirección del nivel secundaria y de nivel de preparatoria, el laboratorio de computación, el laboratorio de física y química, el taller de dibujo, dos salones para usos múltiples, los suficientes sanitarios para hombres y para mujeres, así como aulas para los dos niveles de educación que se impartirán en el.

Las plataformas se construirán de acuerdo al plano de conjunto, por lo tanto serán nueve las plataformas. Serán dos para las áreas de los edificios académicos, una para la cancha de fútbol rápido, una para la cancha de básquetbol, una para el área del estacionamiento, otra para la cafetería, dos para próximas ampliaciones y la última como área de transición.

El diseño de los dos edificios para fines académicos, así como de todas las áreas para usos recreativos, como serian las canchas, la cafetería y la zona de estacionamiento fue realizado por el Arq. R. Gómez.

*Nota: A continuación se anexa el plano de conjunto en donde se muestra cada una de las instalaciones que formaran la Escuela Preparatoria UVAQ campus Tacámbaro, Michoacán.*



## 4.2. PRESUPUESTO GLOBAL.

Para realizar el presupuesto global lo primero que se hizo, de manera conjunta entre el Ingeniero Ernesto Alberto Núñez Aguilar encargado de la empresa constructora y un servidor, fue dibujar sobre el levantamiento topográfico las zonas en donde se ubicarían cada una de las plataformas, esto se hizo con la ayuda del plano de conjunto.

Esto se hizo de manera sencilla con la ayuda del programa de computadora AutoCad, con el cual solo fue necesario delimitar en el plano de conjunto todas las áreas en las que era necesaria la construcción de plataforma, luego solamente se trasladaron estas áreas, desde una punto fijo, al plano que contenía el levantamiento topográfico.

Al tener las áreas ya dibujadas en el plano del levantamiento topográfico se utilizaron los comandos para obtener el área y el perímetro de cada zona. Después se localizo en cada una de las zonas la cota más alta y la cota más baja, esto se hizo simplemente revisando las curvas de nivel que se tenían marcadas en el plano. Al tener entre que curvas de nivel se encontraba cada una de las zonas podíamos obtener el volumen de excavación necesario para que la plataforma quedara en una sola cota. Este volumen de excavación se obtiene de manera sencilla con la siguiente formula:

$$\text{Volumen} = \text{Área} \left( \frac{\text{Cota Alta} - \text{Cota Baja}}{2} \right)$$

Solamente se multiplica el promedio de las cotas por el área.

Al tener las áreas y los volúmenes de excavación de cada una de las zonas se realizo un presupuesto para cada una de las plataformas de manera particular, ya que en algunas zonas era necesario realizar obras de demolición. Al realizar los presupuestos de manera individual se busco observar el costo de construcción de cada una de las plataformas.

Al concluir los presupuestos individuales se realizo un presupuesto global de la obra y un presupuesto global.

En el presupuesto global de la obra se colocaron todos los conceptos que intervenían en la construcción de las plataformas, solo que la cantidad de obra iba sumada, lo que se buscaba al realizar este presupuesto era el de ver de manera conjunta toda el área que se iba a construir, todos el volumen de demoliciones de construcciones existentes, todo el volumen de excavación, el acarreo de este material, así como la cantidad de filtro y de base hidráulica necesaria para la constitución de las plataformas.

Y en el presupuesto global se realizo solamente un resumen mas simple en el que solamente se colocaba el numero de la plataforma y su costo.

*Nota: Los presupuestos de cada una de las plataformas, así como el presupuesto global de obra y el presupuesto global se muestran a continuación.*

**PLATAFORMA 1. ÁREAS DE ACCESO.**

ÁREA =	272.52	m <sup>2</sup>
PERÍMETRO =	69.43	m
COTA BAJA =	1682.00	m
COTA ALTA =	1683.00	m
EXCAVACIÓN =	136.26	m <sup>3</sup>
DESNIVEL PROMEDIO =	0.5	m

**PLATAFORMA 2. ZONA DE TRANSICIÓN.**

ÁREA =	102.74	m <sup>2</sup>
PERÍMETRO =	53.82	m
COTA BAJA =	1682.00	m
COTA ALTA =	1683.00	m
EXCAVACIÓN =	51.37	m <sup>3</sup>
DESNIVEL PROMEDIO =	0.5	m

**PLATAFORMA 3. CANCHA DE FUTBOL.**

ÁREA =	750.18	m <sup>2</sup>
PERÍMETRO =	109.92	m
COTA BAJA =	1682.00	m
COTA ALTA =	1686.50	m
EXCAVACIÓN =	1687.91	m <sup>3</sup>
DESNIVEL PROMEDIO =	2.25	m

**PLATAFORMA 4. CANCHA DE BASQUETBOL.**

ÁREA =	480.00	m <sup>2</sup>
PERÍMETRO =	92.00	m
COTA BAJA =	1685.00	m
COTA ALTA =	1688.00	m
EXCAVACIÓN =	720.00	m <sup>3</sup>
DESNIVEL PROMEDIO =	1.5	m

**PLATAFORMA 5. AREA PLAZOLETA.**

ÁREA =	179.45	m <sup>2</sup>
PERÍMETRO =	73.91	m
COTA BAJA =	1687.50	m
COTA ALTA =	1689.00	m
EXCAVACIÓN =	134.59	m <sup>3</sup>
DESNIVEL PROMEDIO =	0.75	m

**PLATAFORMA 6. EDIFICIO ACADEMICO 1a ETAPA.**

ÁREA =	472.63	m <sup>2</sup>
PERÍMETRO =	106.52	m
COTA BAJA =	1689.00	m
COTA ALTA =	1692.00	m
EXCAVACIÓN =	708.95	m <sup>3</sup>
DESNIVEL PROMEDIO =	1.5	m

**PLATAFORMA 7. EDIFICIO ACADEMICO 2a ETAPA.**

ÁREA =	344.32	m <sup>2</sup>
PERÍMETRO =	80.59	m
COTA BAJA =	1687.00	m
COTA ALTA =	1697.50	m
EXCAVACIÓN =	1807.68	m <sup>3</sup>
DESNIVEL PROMEDIO =	5.25	m

**PLATAFORMA 8. AREA DE ESTACIONAMIENTO.**

ÁREA =	417.33	m <sup>2</sup>
PERÍMETRO =	94.91	m
COTA BAJA =	1695.00	m
COTA ALTA =	1703.50	m
EXCAVACIÓN =	1773.65	m <sup>3</sup>
DESNIVEL PROMEDIO =	4.25	m

**PLATAFORMA 9. CAFETERIA.**

ÁREA =	190.00	m <sup>2</sup>
PERÍMETRO =	67.19	m
COTA BAJA =	1686.00	m
COTA ALTA =	1690.00	m
EXCAVACIÓN =	380.00	m <sup>3</sup>
DESNIVEL PROMEDIO =	2	m

**PRESUPUESTO: UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA.**  
**OBRA: PLATAFORMAS DE CIMENTACION.**  
**UBICACIÓN: PREDIO SOLAR URBANO. TACAMBARO, MICH.**  
**FECHA: 02 de ENERO del 2006**

**PLATAFORMA 1. AREAS DE ACCESO.**

**TERRACERIAS.**  
**DESCRIPCION DEL**  
**CONCEPTO.**

	UNIDAD.	CANTIDAD.	P.U. \$	IMPORTE \$
1- TRAZO Y NIVELACIÓN.	M2	272.52	2.51	684.03
2- DEMOLICIONES DE CONSTRUCCIONES EXISTENTES.	M3	136.26	24.86	3387.42
3- EXCAVACION EN MAT. TIPO II CARGA MECANICA, MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION, MEDIDO SUELTO.	M3	136.26	24.86	3,387.42
4- ACARREO 1er. KM MAT. DESPERDICIO. ACARREO A Km	M3	354.28	14.89	5,275.17
5- SUBSECUENTES (TIRO LIBRE 10 KM)	M3	354.28	6.30	2,231.94
6- COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL AL 90% DE SU P.V.S.M. CON VIBROCOMPACTADOR.	M3	3,542.76	3.15	11,159.69
7- SUB-BASE DE "FILTRO" BANDEADO CON EQUIPO MECANICO EN CAPAS NO MAYORES DE 25 CM. BASE HIDRAULICA CON MATERIAL CRIBADO, MEZCLADO GRAVA-TEPETATE 80-20% EN PROPORCION, COMPACTADA AL 95 % DE SU P.V.S.M.	M2	272.52	8.50	2,316.42
8- RIEGO DE IMPREGNACION POREO CON ARENA EN BASE IMPREGNADA	M3	136.26	110.00	14,988.60
9- GRAVA-TEPETATE 80-20% EN PROPORCION, COMPACTADA AL 95 % DE SU P.V.S.M.	M3	40.88	150.00	6,131.70
10- RIEGO DE IMPREGNACION POREO CON ARENA EN BASE IMPREGNADA	M2	272.52	6.27	1,708.70
11- IMPREGNADA	M2	272.52	2.55	694.93
			<b>SUMA:</b>	<b>\$51,966.02</b>

PROPONE

**CONSTRUCTORA Y URBANIZADORA SAN MARINO S.A de C.V.**  
**ING. ERNESTO A. NUÑEZ AGUILAR.**  
ADMINISTRADOR UNICO.

**PRESUPUESTO: UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA.**  
**OBRA: PLATAFORMAS DE CIMENTACION.**  
**UBICACIÓN: PREDIO SOLAR URBANO. TACAMBARO, MICH.**  
**FECHA: 02 de ENERO del 2006**

**PLATAFORMA 2. ZONA DE TRANSICION.**

**TERRACERIAS.**  
**DESCRIPCION DEL**  
**CONCEPTO.**

	UNIDAD.	CANTIDAD.	P.U. \$	IMPORTE \$
1- TRAZO Y NIVELACIÓN. DEMOLICIONES DE CONSTRUCCIONES	M2	102.74	2.51	257.88
2- EXISTENTES.	M3	51.37	24.86	1277.06
3- EXCAVACION EN MAT. TIPO II CARGA MECANICA,	M3	51.37	24.86	1,277.06
4- MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION, MEDIDO SUELTO.	M3	133.56	14.89	1,988.74
5- ACARREO 1er. KM MAT. DESPERDICIO.	M3	133.56	6.30	841.44
6- ACARREO A Km SUBSECUENTES (TIRO LIBRE 10 KM)	M3	1,335.62	3.15	4,207.20
7- COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL AL 90% DE SU	M2	102.74	8.50	873.29
8- P.V.S.M. CON VIBROCOMPACTADOR. SUB-BASE DE "FILTRO"	M3	51.37	110.00	5,650.70
9- BANDEADO CON EQUIPO MECANICO EN CAPAS NO MAYORES DE 25 CM. BASE HIDRAULICA CON MATERIAL CRIBADO, MEZCLADO	M3	15.41	150.00	2,311.65
10- GRAVA-TEPETATE 80-20% EN PROPORCION, COM PACTADA AL 95 % DE SU P.V.S.M.	M2	102.74	6.27	644.18
11- RIEGO DE IMPREGNACION POREO CON ARENA EN BASE IMPREGNADA	M2	102.74	2.55	261.99
			<b>SUMA:</b>	<b>\$19,591.18</b>

PROPONE

**CONSTRUCTORA Y URBANIZADORA SAN MARINO S.A de C.V.**  
**ING. ERNESTO A. NUÑEZ AGUILAR.**  
ADMINISTRADOR UNICO.

**PRESUPUESTO: UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA.**  
**OBRA: PLATAFORMAS DE CIMENTACION.**  
**UBICACIÓN: PREDIO SOLAR URBANO. TACAMBARO, MICH.**  
**FECHA: 02 de ENERO del 2006**

**PLATAFORMA 3. CANCHA DE FUTBOL.**

<b>TERRACERIAS.</b>				
<b>DESCRIPCION DEL CONCEPTO.</b>	<b>UNIDAD.</b>	<b>CANTIDAD.</b>	<b>P.U. \$</b>	<b>IMPORTE \$</b>
1- TRAZO Y NIVELACIÓN. DEMOLICIONES DE CONSTRUCCIONES	M2	750.18	2.51	1,882.95
2- EXISTENTES.	M3	75.02	24.86	1864.95
3- EXCAVACION EN MAT. TIPO II CARGA MECANICA,	M3	1,687.91	24.86	41,961.44
4- MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION, MEDIDO SUELTO.	M3	2,291.81	14.89	34,125.00
5- ACARREO 1er. KM MAT. DESPERDICIO.	M3	2,291.81	6.30	14,438.38
6- ACARREO A Km SUBSECUENTES (TIRO LIBRE 10 KM)	M3	22,918.06	3.15	72,191.90
7- COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL AL 90% DE SU	M2	750.18	8.50	6,376.53
8- P.V.S.M. CON VIBROCOMPACTADOR. SUB-BASE DE "FILTRO"	M3	375.09	110.00	41,259.90
9- BANDEADO CON EQUIPO MECANICO EN CAPAS NO MAYORES DE 25 CM. BASE HIDRAULICA CON MATERIAL CRIBADO, MEZCLADO	M3	112.53	150.00	16,879.05
10- GRAVA-TEPETATE 80-20% EN PROPORCION, COM PACTADA AL 95 % DE SU P.V.S.M.	M2	750.18	6.27	4,703.63
11- RIEGO DE IMPREGNACION POREO CON ARENA EN BASE IMPREGNADA	M2	750.18	2.55	1,912.96
			<b>SUMA:</b>	<b>\$237,596.69</b>

PROPONE

**CONSTRUCTORA Y URBANIZADORA SAN MARINO S.A de C.V.**  
**ING. ERNESTO A. NUÑEZ AGUILAR.**  
 ADMINISTRADOR UNICO.

**PRESUPUESTO: UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA.**  
**OBRA: PLATAFORMAS DE CIMENTACION.**  
**UBICACIÓN: PREDIO SOLAR URBANO. TACAMBARO, MICH.**  
**FECHA: 02 de ENERO del 2006**

**PLATAFORMA 4. CANCHA DE BASQUETBOL.**

<b>TERRACERIAS.</b>				
<b>DESCRIPCION DEL CONCEPTO.</b>	<b>UNIDAD.</b>	<b>CANTIDAD.</b>	<b>P.U. \$</b>	<b>IMPORTE \$</b>
1- TRAZO Y NIVELACIÓN. DEMOLICIONES DE CONSTRUCCIONES	M2	480.00	2.51	1,204.80
2- EXISTENTES.	M3	48.00	24.86	1193.28
3- EXCAVACION EN MAT. TIPO II CARGA MECANICA,	M3	720.00	24.86	17,899.20
4- MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION, MEDIDO SUELTO.	M3	998.40	14.89	14,866.18
5- ACARREO 1er. KM MAT. DESPERDICIO.	M3	998.40	6.30	6,289.92
6- ACARREO A Km SUBSECUENTES (TIRO LIBRE 10 KM)	M3	9,984.00	3.15	31,449.60
7- COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL AL 90% DE SU	M2	480.00	8.50	4,080.00
8- P.V.S.M. CON VIBROCOMPACTADOR. SUB-BASE DE "FILTRO"	M3	240.00	110.00	26,400.00
9- BANDEADO CON EQUIPO MECANICO EN CAPAS NO MAYORES DE 25 CM. BASE HIDRAULICA CON MATERIAL CRIBADO, MEZCLADO	M3	72.00	150.00	10,800.00
10- GRAVA-TEPETATE 80-20% EN PROPORCION, COM PACTADA AL 95 % DE SU P.V.S.M.	M2	480.00	6.27	3,009.60
11- RIEGO DE IMPREGNACION POREO CON ARENA EN BASE IMPREGNADA	M2	480.00	2.55	1,224.00
			<b>SUMA:</b>	<b>\$118,416.58</b>

PROPONE

**CONSTRUCTORA Y URBANIZADORA SAN MARINO S.A de C.V.**  
**ING. ERNESTO A. NUÑEZ AGUILAR.**  
 ADMINISTRADOR UNICO.

**PRESUPUESTO: UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA.**  
**OBRA: PLATAFORMAS DE CIMENTACION.**  
**UBICACIÓN: PREDIO SOLAR URBANO. TACAMBARO, MICH.**  
**FECHA: 02 de ENERO del 2006**

**PLATAFORMA 5. AREA PLAZOLETA.**

**TERRACERIAS.**  
**DESCRIPCION DEL**  
**CONCEPTO.**

	UNIDAD.	CANTIDAD.	P.U. \$	IMPORTE \$
1- TRAZO Y NIVELACIÓN. EXCAVACION EN MAT.	M2	179.45	2.51	450.42
2- TIPO II CARGA MECANICA, MATERIAL	M3	134.59	24.86	3,345.91
3- PRODUCTO DE EXCAVACION, MEDIDO SUELTO.	M3	174.97	14.89	2,605.26
4- ACARREO 1er. KM MAT. DESPERDICIO.	M3	174.97	6.30	1,102.29
5- ACARREO A Km SUBSECUENTES (TIRO LIBRE 10 KM)	M3	1,749.67	3.15	5,511.46
6- COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL AL 90% DE SU	M2	179.45	8.50	1,525.33
7- P.V.S.M. CON VIBROCOMPACTADOR. SUB-BASE DE "FILTRO"	M3	89.73	110.00	9,869.75
8- BANDEADO CON EQUIPO MECANICO EN CAPAS NO MAYORES DE 25 CM. BASE HIDRAULICA CON MATERIAL CRIBADO, MEZCLADO	M3	26.92	150.00	4,037.63
9- GRAVA-TEPETATE 80-20% EN PROPORCION, COMPACTADA AL 95 % DE SU P.V.S.M.	M2	179.45	6.27	1,125.15
10- RIEGO DE IMPREGNACION POREO CON ARENA EN BASE IMPREGNADA	M2	179.45	2.55	457.60
			<b>SUMA:</b>	<b>\$ 30,030.79</b>

PROPONE

**CONSTRUCTORA Y URBANIZADORA SAN MARINO S.A de C.V.**  
**ING. ERNESTO A. NUÑEZ AGUILAR.**  
 ADMINISTRADOR UNICO.

**PRESUPUESTO: UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA.**  
**OBRA: PLATAFORMAS DE CIMENTACION.**  
**UBICACIÓN: PREDIO SOLAR URBANO. TACAMBARO, MICH.**  
**FECHA: 02 de ENERO del 2006**

**PLATAFORMA 6. EDIFICIO ACADEMICO 1a ETAPA.**

<b>TERRACERIAS.</b>					
<b>DESCRIPCION DEL CONCEPTO.</b>		<b>UNIDAD.</b>	<b>CANTIDAD.</b>	<b>P.U. \$</b>	<b>IMPORTE \$</b>
1-	TRAZO Y NIVELACIÓN. EXCAVACION EN MAT.	M2	472.63	2.51	1,186.30
2-	TIPO II CARGA MECANICA,	M3	708.95	24.86	17,624.50
3-	MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION, MEDIDO SUELTO.	M3	921.64	14.89	13,723.15
4-	ACARREO 1er. KM MAT. DESPERDICIO.	M3	921.64	6.30	5,806.30
5-	ACARREO A Km SUBSECUENTES (TIRO LIBRE 10 KM)	M3	9,216.35	3.15	29,031.50
6-	COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL AL 90% DE SU	M2	472.63	8.50	4,017.36
7-	P.V.S.M. CON VIBROCOMPACTADOR. SUB-BASE DE "FILTRO"				
8-	BANDEADO CON EQUIPO MECANICO EN CAPAS NO MAYORES DE 25 CM.	M3	236.32	110.00	25,994.65
9-	TERRAPLENES ADICIONALES, MATERIAL DE BANCO COMPACTADOS AL 90 % DE SU P.V.S.M.	M3	47.26	110.00	5,198.93
10-	BASE HIDRAULICA CON MATERIAL CRIBADO, MEZCLADO GRAVA-TEPETATE 80-20% EN PROPORCION, COMPACTADA AL 95 % DE SU P.V.S.M.	M3	189.05	150.00	28,357.80
	RIEGO DE IMPREGNACION	M2	472.63	6.27	2,963.39
<b>SUMA:</b>					<b>\$135,109.08</b>

PROPONE

**CONSTRUCTORA Y URBANIZADORA SAN MARINO S.A de C.V.**  
**ING. ERNESTO A. NUÑEZ AGUILAR.**  
 ADMINISTRADOR UNICO.

**PRESUPUESTO: UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA.  
 OBRA: PLATAFORMAS DE CIMENTACION.  
 UBICACIÓN: PREDIO SOLAR URBANO. TACAMBARO, MICH.  
 FECHA: 02 de ENERO del 2006**

**PLATAFORMA 7. EDIFICIO ACADEMICO 2a ETAPA.**

**TERRACERIAS.**  
**DESCRIPCION DEL**  
**CONCEPTO.**

	UNIDAD.	CANTIDAD.	P.U. \$	IMPORTE \$
1- TRAZO Y NIVELACIÓN. EXCAVACION EN MAT.	M2	344.32	2.51	864.24
2- TIPO II CARGA MECANICA, MATERIAL	M3	1,807.68	24.86	44,938.92
3- PRODUCTO DE EXCAVACION, MEDIDO SUELTO.	M3	2,349.98	14.89	34,991.26
4- ACARREO 1er. KM MAT. DESPERDICIO. ACARREO A Km	M3	2,349.98	6.30	14,804.90
5- SUBSECUENTES (TIRO LIBRE 10 KM) COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL AL 90%	M3	23,499.84	3.15	74,024.50
6- DE SU P.V.S.M. CON VIBROCOMPACTADOR. SUB-BASE DE "FILTRO"	M2	344.32	8.50	2,926.72
7- BANDEADO CON EQUIPO MECANICO EN CAPAS NO MAYORES DE 25 CM. TERRAPLENES ADICIONALES,	M3	172.16	110.00	18,937.60
8- MATERIAL DE BANCO COMPACTADOS AL 90 % DE SU P.V.S.M.	M3	34.43	110.00	3,787.52
9- BASE HIDRAULICA CON MATERIAL CRIBADO, MEZCLADO GRAVA-TEPETATE 80-20% EN PROPORCION, COMPACTADA AL 95 % DE SU P.V.S.M.	M3	137.73	150.00	20,659.20
10- RIEGO DE IMPREGNACION POREO CON ARENA EN BASE	M2	344.32	6.27	2,158.89
11- IMPREGNADA	M2	344.32	2.55	878.02
			<b>SUMA:</b>	<b>\$218,971.77</b>

PROPONE

**CONSTRUCTORA Y URBANIZADORA SAN MARINO S.A de C.V.**  
**ING. ERNESTO A. NUÑEZ AGUILAR.**  
 ADMINISTRADOR UNICO.

**PRESUPUESTO: UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA.**  
**OBRA: PLATAFORMAS DE CIMENTACION.**  
**UBICACIÓN: PREDIO SOLAR URBANO. TACAMBARO, MICH.**  
**FECHA: 02 de ENERO del 2006**

**PLATAFORMA 8. EDIFICIO ADMINISTRATIVO Y AREA DE ESTACIONAMIENTO.**

<b>TERRACERIAS.</b>				
<b>DESCRIPCION DEL CONCEPTO.</b>	<b>UNIDAD.</b>	<b>CANTIDAD.</b>	<b>P.U. \$</b>	<b>IMPORTE \$</b>
1- TRAZO Y NIVELACIÓN. EXCAVACION EN MAT.	M2	417.33	2.51	1,047.50
2- TIPO II CARGA MECANICA, MATERIAL	M3	1,773.65	24.86	44,092.94
3- PRODUCTO DE EXCAVACION, MEDIDO SUELTO.	M3	2,305.75	14.89	34,332.54
4- ACARREO 1er. KM MAT. DESPERDICIO.	M3	2,305.75	6.30	14,526.19
5- ACARREO A Km SUBSECUENTES (TIRO LIBRE 10 KM)	M3	23,057.45	3.15	72,630.97
6- COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL AL 90% DE SU	M2	417.33	8.50	3,547.31
7- P.V.S.M. CON VIBROCOMPACTADOR. SUB-BASE DE "FILTRO"	M3	208.67	110.00	22,953.15
8- BANDEADO CON EQUIPO MECANICO EN CAPAS NO MAYORES DE 25 CM. TERRAPLENES ADICIONALES, MATERIAL DE BANCO	M3	41.73	110.00	4,590.63
9- COMPACTADOS AL 90 % DE SU P.V.S.M. BASE HIDRAULICA CON MATERIAL CRIBADO, MEZCLADO	M3	166.93	150.00	25,039.80
10- GRAVA-TEPETATE 80-20% EN PROPORCION, COMPACTADA AL 95 % DE SU P.V.S.M.	M2	417.33	6.27	2,616.66
11- RIEGO DE IMPREGNACION POREO CON ARENA EN BASE IMPREGNADA	M2	417.33	2.55	1,064.19
			<b>SUMA:</b>	<b>\$226,441.88</b>

PROPONE

**CONSTRUCTORA Y URBANIZADORA SAN MARINO S.A de C.V.**  
**ING. ERNESTO A. NUÑEZ AGUILAR.**  
 ADMINISTRADOR UNICO.

**PRESUPUESTO: UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA.  
 OBRA: PLATAFORMAS DE CIMENTACION.  
 UBICACIÓN: PREDIO SOLAR URBANO. TACAMBARO, MICH.  
 FECHA: 02 de ENERO del 2006**

**PLATAFORMA 9. CAFETERIA.**

**TERRACERIAS.**

	DESCRIPCION DEL CONCEPTO.	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. \$	IMPORTE \$
1-	TRAZO Y NIVELACIÓN.	M2	190.00	2.51	476.90
2-	EXCAVACION EN MAT. TIPO II CARGA MECANICA, MATERIAL	M3	380.00	24.86	9,446.80
3-	PRODUCTO DE EXCAVACION, MEDIDO SUELTO.	M3	494.00	14.89	7,355.66
4-	ACARREO 1er. KM MAT. DESPERDICIO.	M3	494.00	6.30	3,112.20
5-	ACARREO A Km SUBSECUENTES (TIRO LIBRE 10 KM)	M3	4,940.00	3.15	15,561.00
6-	COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL AL 90% DE SU P.V.S.M. CON VIBROCOMPACTADOR.	M2	190.00	8.50	1,615.00
7-	SUB-BASE DE "FILTRO" BANDEADO CON EQUIPO MECANICO EN CAPAS NO MAYORES DE 25 CM.	M3	95.00	110.00	10,450.00
8-	BASE HIDRAULICA CON MATERIAL CRIBADO, MEZCLADO GRAVA-TEPETATE 80-20% EN PROPORCION, COMPACTADA AL 95 % DE SU P.V.S.M.	M3	28.50	150.00	4,275.00
9-	RIEGO DE IMPREGNACION	M2	190.00	6.27	1,191.30
10	POREO CON ARENA EN BASE	M2	190.00	2.55	484.50
-	IMPREGNADA	M2	190.00	2.55	484.50
				<b>SUMA:</b>	<b>\$53,968.36</b>

PROPONE

**CONSTRUCTORA Y URBANIZADORA SAN MARINO S.A de C.V.  
 ING. ERNESTO A. NUÑEZ AGUILAR.  
 ADMINISTRADOR UNICO.**

## PRESUPUESTO GLOBAL

**OBRA:** PLATAFORMAS DE CIMENTACION.  
**PROP:** UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA  
**UBICACIÓN:** PREDIO SOLAR URBANO. TACAMBARO,  
 MICH.  
 2 de enero de 2006

DESCRIPCION DEL CONCEPTO	IMPORTE
P.1 PLATAFORMA 1.	\$ 51,966.02
P.2 PLATAFORMA 2.	\$ 19,591.18
P.3 PLATAFORMA 3.	\$ 237,596.69
P.4 PLATAFORMA 4.	\$ 118,416.58
P.5 PLATAFORMA 5.	\$ 30,030.79
P.6 PLATAFORMA 6.	\$ 135,109.08
P.7 PLATAFORMA 7.	\$ 218,971.77
P.8 PLATAFORMA 8.	\$ 226,441.88
P.9 PLATAFORMA 9.	\$ 53,968.36
<b>SUMA DE PLATAFORMAS DEL PREDIO</b>	
<b>SOLAR URBANO. UVAQ.</b>	\$ 1,092,092.34
<b>MAS 15 % DE I.V.A.</b>	\$ 163,813.85
<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>	<b>\$ 1,255,906.19</b>

( IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO: **UN MILLON**  
**DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS**  
**SEIS PESOS 19/100 M.N.)**

PROPONE

**CONSTRUCTORA Y URBANIZADORA SAN MARINO S.A. DE C.V.**  
**ING. ERNESTO ALBERTO NUÑEZ AGUILAR.**  
 ADMINISTRADOR UNICO

**PRESUPUESTO GLOBAL DE OBRA.**

**OBRA:** PLATAFORMAS DE CIMENTACION.  
**PROP:** UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA  
**UBICACIÓN:** PREDIO SOLAR URBANO. TACAMBARO, MICH.  
 2 de enero de 2006

**TERRACERIAS.**

	DESCRIPCION DEL CONCEPTO.	UNIDAD.	CANTIDAD.	P.U. \$	IMPORTE \$
1-	TRAZO Y NIVELACIÓN. DEMOLICIONES DE	M2	3,209.17	2.51	8,055.02
2-	CONSTRUCCIONES EXISTENTES.	M3	310.65	24.86	7722.71
3-	EXCAVACION EN MAT. TIPO II CARGA MECANICA, MATERIAL	M3	7,400.41	24.86	183,974.19
4-	PRODUCTO DE EXCAVACION, MEDIDO SUELTO.	M3	10,024.38	14.89	149,262.95
5-	ACARREO 1er. KM MAT. DESPERDICIO.	M3	10,024.38	6.30	63,153.57
6-	ACARREO A Km SUBSECUENTES (TIRO LIBRE 10 KM)	M3	100,243.75	3.15	315,767.83
7-	COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL AL 90% DE SU P.V.S.M.	M2	3,209.17	8.50	27,277.95
8-	CON VIBROCOMPACTADOR. SUB-BASE DE "FILTRO" BANDEADO CON EQUIPO				
	MECANICO EN CAPAS NO MAYORES DE 25 CM.	M3	1,604.59	110.00	176,504.35
9-	TERRAPLENES ADICIONALES, MATERIAL DE BANCO COMPACTADOS				
	AL 90 % DE SU P.V.S.M.	M3	123.43	110.00	13,577.08
10-	BASE HIDRAULICA CON MATERIAL CRIBADO, MEZCLADO GRAVA-TEPETATE				
	80-20% EN PROPORCION, COMPACTADA AL 95 % DE SU P.V.S.M.	M3	789.95	150.00	118,491.83
11-	RIEGO DE IMPREGNACION POREO CON ARENA EN BASE	M2	3,209.17	6.27	20,121.50
12-	IMPREGNADA	M2	3,209.17	2.55	8,183.38
	SUMA DE PLATAFORMAS DEL PREDIO SOLAR URBANO. UVAQ.			\$	1,092,092.34
	MAS 15% DE I.V.A.			\$	163,813.85
	<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO.</b>			<b>\$</b>	<b>1,255,906.19</b>

( IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO: UN MILLON DOSCIENTOS  
CINCUENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS SEIS PESOS 19/100 M.N.)

PROPONE

**CONSTRUCTORA Y URBANIZADORA SAN MARINO S.A de C.V.**  
**ING. ERNESTO A. NUÑEZ AGUILAR.**  
 ADMINISTRADOR UNICO.

### 4.3. ETAPAS CONSTRUCTIVAS.

Al realizarse el proyecto se decidió que se comenzaría a construir de la plataforma que se encontrara en la curva de nivel más baja hacia arriba, ya que al tratarse de plataformas de cimentación escalonadas la más baja tendría que ir recibiendo la que estuviera en el siguiente nivel para evitar el deslizamiento o la inestabilidad de la misma.

Al comenzar a construir la plataforma numero 1 se tenia pensado construirla de manera conjunta con la plataforma 2, ya que el desnivel entre ellas era mínimo, y así se evitaría que al terminar de construir la plataforma 1 y comenzar la 2 el material de corte cayera sobre la 1 y luego fuera necesario realizar trabajos de limpieza, a parte de que al ser tan angosta la plataforma 2 las maniobras de la maquinaria era mas sencillo.

Pero al momento de empezar a construir las plataformas 1 y 2, se tomo la decisión de comenzar también al mismo tiempo la plataforma 3, ya que no se tenia la información de que en el lado norte de las plataformas y entre ellas se iba a comenzar a construir muros de retención de mampostería, así como en el lado sur se iba a construir muros de tabique rojo. Se sabía que la mejor opción era realizar los cortes en las tres plataformas y dejar lista la capa de filtro, para que comenzaran los trabajos de construcción de los muros y que no se realizaran estos trabajos sobre la capa de base, ya que es preferible realizar los trabajos de limpieza sobre la capa de filtro, a parte de que era necesario que las cuadrillas que iban a construir los muros tuvieran en donde empezar a trabajar.

Se dejarían las plataformas 1, 2 y 3 en la capa de filtro y se comenzaría a construir la plataforma 4 junto con la plataforma 5, pero estas plataformas si serian construidas en su totalidad hasta la capa de base.

La plataforma 6 seria la plataforma de la cafetería, la cual se encontraría al lado sur de la plataforma 5, la cual estaría ubicada en un nivel más bajo de esa zona, por lo que se decidió construir primero el muro de retención de la plataforma 6, y al terminar el muro se comenzaría a construir la plataforma 6, se tomo esta decisión ya que se dificultarían las maniobras en la plataforma 6 debido a los trabajos de construcción del muro, ya que es un muro de gran tamaño.

Y por ultimo se construiría la plataforma 7, la cual se encontraría al este de la plataforma 5, esta seria la ultima debido a que seria parte del camino o rampa de acceso tanto de la maquinaria, de los camiones de volteo, del personal, así como para llevar el material necesario para la construcción del edificio y de las canchas deportivas.

## **5. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.**

## 5. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

### 5.1. EQUIPO Y MAQUINARIA PESADA.

La primera maquina que se llevo a la obra de la U.V.A.Q. ubicada en la Ciudad de Tacámbaro, Michoacán fue una excavadora marca Caterpillar modelo 320C, luego se llevo una motoconformadora marca Caterpillar modelo 140H, un vibro compactador marca Dynapac modelo CA-25 y por ultimo una retroexcavadora marca Caterpillar modelo 416C, todas las maquinas pertenecen a la Mina Cerritos.

Las primeras tres maquinas fueron llevadas durante los primeros diez días del mes de enero del 2006 y la retroexcavadora fue llevada a principios del mes de marzo del mismo año, esto debido a que era necesario llevar la excavadora a la Ciudad de Morelia, Michoacán.

La excavadora Caterpillar 320C fue en la primera maquina en la que se pensó para comenzar a realizar los cortes necesarios en el terreno natural, así como para realizar las demolición de las distintas construcciones que se encontraban dentro de la obra, en su mayoría casas de adobe, sobre todo en las dos primeras plataformas que se comenzaron a construir, que son la plataforma 1 y la plataforma 2.



La excavadora cuenta con un motor a diesel con un tanque de combustible de 400 L, tiene una potencia neta en el volante de 138 hp, tiene un peso de 21,000 Kg., su máxima velocidad de desplazamiento es de 5.5 Km. por hora y su ancho para su transporte es de 3.18 m.

El vibro compactador o rodillo Dynapac CA-25 era necesario para compactar el terreno natural, así como para lograr el porcentaje de compactación que era necesario para cada una de las capas, tanto de filtro como de base.



El rodillo cuenta con un motor marca Cummins, el cual tiene una potencia de 2400 RPM, cuenta con un tanque de combustible de 266 L., tiene un peso de 10,000 kg. y una velocidad máxima de 8 Km./h. Al momento de realizar la compactación cuenta con una carga de 25.1 Kg./cm.

La motoconformadora Caterpillar 140C era necesaria para realizar algunos pequeños cortes que ya no eran posibles hacerlos con la excavadora, así como para mover, afinar, tender y revolver el material con el que se conformaron las plataformas.



El peso del vehículo es de 14661 kg., la hoja tiene un ancho de 4.26 m. y un espesor de 2.2 cm., la velocidad máxima hacia delante es de 41.1 kph y en retroceso es de 32.4 kph, cuenta con un tanque de combustible de 284 L., cuenta con un sistema neumático doble que brinda una capacidad de frenado a cada lado de la máquina.

La retroexcavadora Caterpillar 416C fue llevada debido a que la excavadora fue transportada a la Ciudad de Morelia, ayudo al momento de realizar las zanjas para los muros de contención y para mover algunos materiales que se encontraban sobre las plataformas, a parte de que tenia mejor movilidad por su tamaño a diferencia de la excavadora.



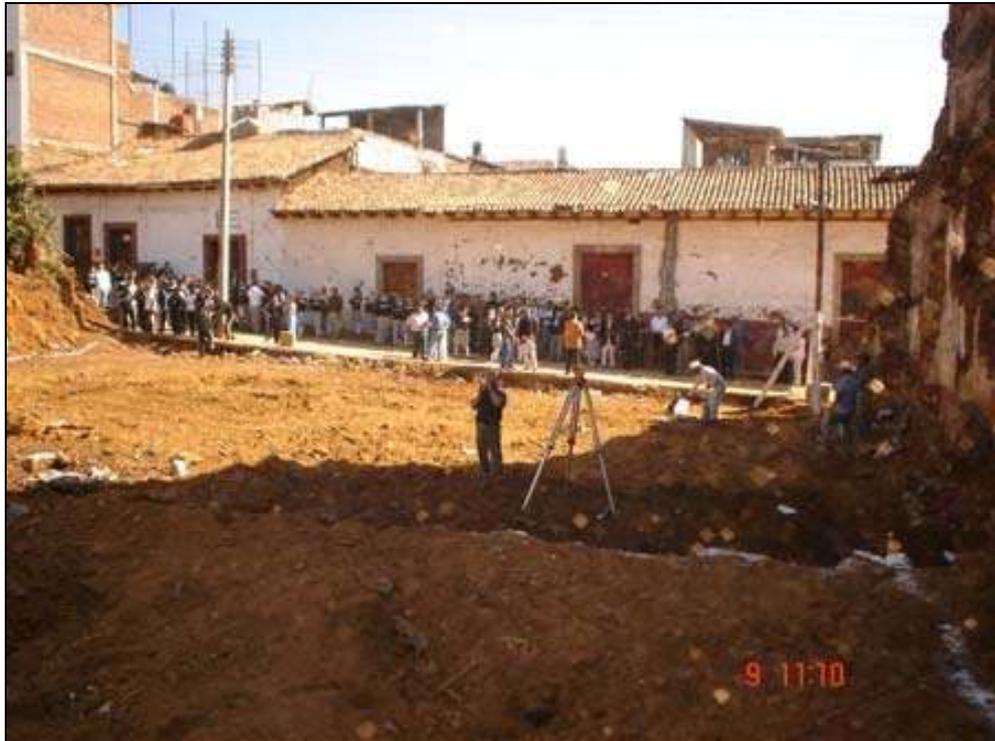
La profundidad de excavación de la retroexcavadora es de 4.36 m, el brazo extensible retraído tiene una longitud de 4.40 m y extendido 5.45 m, tiene una rotación del cucharón de 205°, cuenta con un fuerza de excavación del cucharón de 51.8 kN, el brazo puede levantar a una distancia del suelo de 2.44 m una carga de 2321 kg. Tiene un peso total de 11,000 kg. El cucharón frontal tiene una capacidad de 0.76 m<sup>3</sup>, un ancho de 2.26 m, una capacidad de levantamiento de 2547 Kg. a su altura máxima y un tanque de combustible de 144 L.

Todas las maquinas que fueron utilizadas para realizar las plataformas eran manejadas por el joven Gabriel Arredondo (que aparece en la foto junto al residente de obra). El rodillo también eran manejado por el Ing. Marco Antonio Navarro Ornelas, que era el residente de la obra (en la foto lleva gorra).



A parte de la maquinaria pesada que se utilizo para el movimiento de los materiales y la construcción de las plataformas, también era necesario tener en la obra una pipa de agua con bomba para mantener la humedad de los materiales. La Mina Cerritos cuenta varias pipas de agua, pero se opto por rentar una pipa en la Ciudad de Tacámbaro para evitar el traslado de alguna de las que se encontraban en la Ciudad de Morelia, esta pipa que se decidió rentar era propiedad del Ing. Ignacio “nacho” Cárdenas.

A parte del equipo pesado que fue trasladado a la Ciudad de Tacámbaro, de rentar una pipa de agua en la localidad, era necesario llevar equipo topográfico para realizar el trazo y la nivelación de cada una de las capas de las que estarían compuestas las plataformas.



También era necesario tener material de ferretería para trazar y nivelar las plataformas; el material utilizado era una cinta de fibra de vidrio de por lo menos 20 metros, un bulto de cal, estacas de madera, una madeja de hilo, un marro de 4 lbs., un machete, un serrucho, una lata de aerosol de color rojo, un pico y una pala.

## 5.2. BANCOS DE MATERIALES.

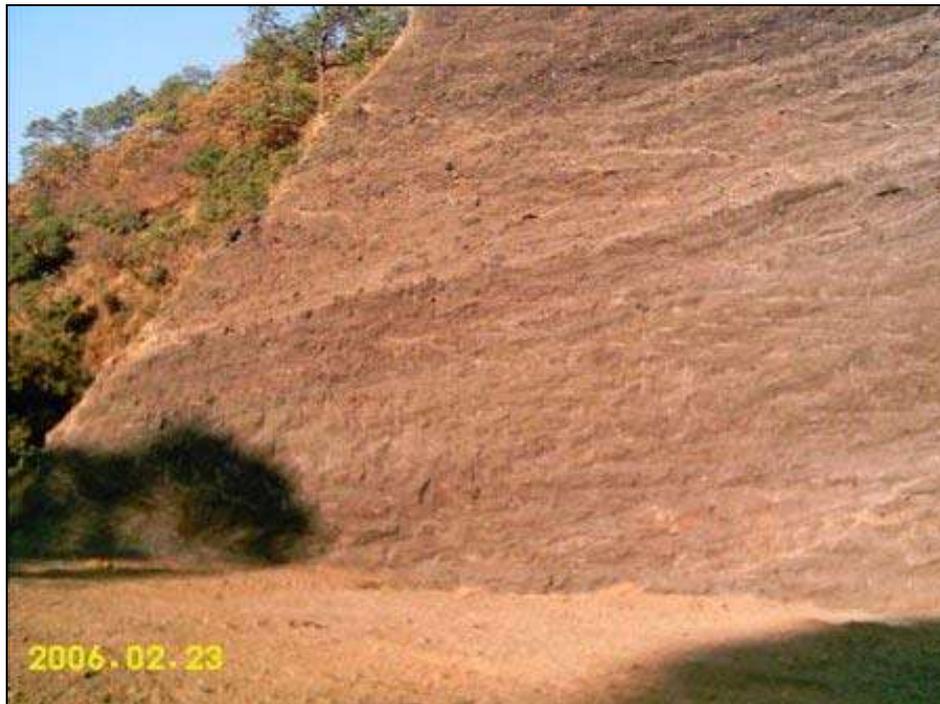
Al comenzar las excavaciones para las plataformas de cimentación de suelo mejorado se busco en los alrededores de la Ciudad de Tacámbaro, Michoacán, algún o algunos bancos de materiales de los cuales se pudiera extraer material, tanto filtro como base, de buena calidad, que tuviera un precio razonable y que no se encontrara tan alejado de la obra.

Se encontraron dos bancos de materiales que satisfacían las necesidades que teníamos para las plataformas, uno fue el banco llamado “La Estacada” y el otro fue el banco “La Curva”.

El banco de materiales “La Estacada” se encuentra ubicado a 7 km. de distancia de la obra. Cuando conocimos al dueño del banco nos dio su nombre pero nadie le tomo importancia ya que era conocido por todos como “El Malicas” y así era como lo llamábamos también nosotros. De este banco se extrajo una parte de filtro y una parte del material de base.



*Podemos observar el banco de materiales “La Estacada”, así como una retroexcavadora que sirve para cargar el material sobre los camiones de volteo.*



*Se puede ver uno de los cortes realizados sobre el banco de materiales  
"La Estacada".*

El otro banco de materiales, llamado “La Curva”, se encuentra aproximadamente a 3.5 km. de la obra, el dueño del banco es el Ing. Ignacio Cárdenas, quien es el director de obras publicas de la Ciudad de Tacámbaro, de este banco se extrajo material en greña para el relleno de plataformas y material de base.



*En la foto podemos ver al Ing. Ignacio “Nacho” Cárdenas, dueño del banco de materiales “La Curva”*





*Se observa las mallas para clasificar los materiales extraídos del banco de materiales “La Curva”*



*En la foto se observa el banco de materiales “La Curva”, se ven los cortes realizados al cerro.*



En el plano se muestra la ubicación de cada uno de los bancos de materiales, de los que se extrajo material para la conformación de las plataformas.

### 5.3. CONFORMACION DE PLATAFORMAS.

Antes de comenzar a realizar el movimiento de la maquinaria pesada hacia la Ciudad de Tacámbaro, Michoacán era necesario realizar una visita de obra al lugar en donde se iban a construir las plataformas de cimentación para tener una mejor idea de que maquinaria era la necesaria y de mayor utilidad, así como para conocer el estado actual del predio destinado para dicha obra.

Sabíamos como era la topografía del lugar gracias al plano topográfico que nos fue proporcionado tanto en plano en papel bond como de forma digital en un archivo de AutoCad, también sabíamos como estaba conformado el suelo gracias al estudio de mecánica de suelos que también nos fue proporcionado, en el cual nos especificaban los espesores de filtro y de base necesarios para lograr unas plataformas seguras para soportar las cargas para las que fueron diseñadas.

Pero era necesario ir a ver físicamente el lugar para conocer el estado actual del predio, así como para saber que obstáculos se podrían encontrar para realizar el movimiento de la maquinaria, para tener una idea de cual seria la posible ruta de llegada del trailer con la cama baja.

El día que se decidió ir la Ciudad de Tacámbaro, Michoacán para realizar un recorrido por las calles aledañas al lugar de la obra, nos dimos cuenta de que la única calle por la que iba a ser posible meter la maquina era por la calle Vicente Guerrero, ya que a parte de que era la calle por donde se había construido una rampa para realizar el movimiento tanto de maquinas, camiones de volteo y de personal hacia el interior de la obra, era la calle mas amplia para realizar el movimiento, sin ningún problema, del trailer y el desembarco de la maquinaria.

La otra calle por la que se podría tener acceso a la obra era por la calle Abasolo, nada mas que solo podría ser caminando debido a que se hayan una serie de escalones de por lo menos un metro de ancho y en la parte que se intercepta con la calle Madero Poniente se encuentran dos monigotes de concreto que no permiten el paso de ningún vehiculo. En esta calle se encuentra ubicado las instalaciones actuales de la U.V.A.Q.



*CALLE VICENTE GUERRERO*



*CALLE ABASOLO*

El día 30 de Diciembre del 2005 se realizo esta visita al lugar, se aprovecho para tomar fotos del predio para poder observar cuales iban a ser los trabajos iniciales, ya que se sabia que en el lugar existían construcciones que eran necesarias demoler, pero no se sabia la dimensión de las mismas, el estado en que se encontraban o el material de que estaban construidas.

Al realizar esta visita nos dimos cuenta de que las construcciones que se encontraban en el lugar eran antiguas casas de adobe, que ya se estaban derrumbando, a parte de que nos dimos cuenta de que ya se habían realizado algunos trabajos de limpieza tanto del terreno como de las casas derrumbadas.



*En esta foto podemos observar una parte de la fachada de una de las dos casas que se encontraban dentro del predio, se puede ver que una parte de la fachada ya se encuentra derrumbada y se puede ver una camino al interior del terreno.*



*En la foto podemos ver la fachada de la segunda casa.*



*En la foto podemos ver el interior de las casas y podemos observar que ya no existen paredes y que solo están las fachadas en pie.*



*Podemos ver que ya se habían realizado algunos trabajos de limpieza.*



*También podemos observar que a parte de los trabajos de limpieza se pueden ver algunos muros de mampostería.*



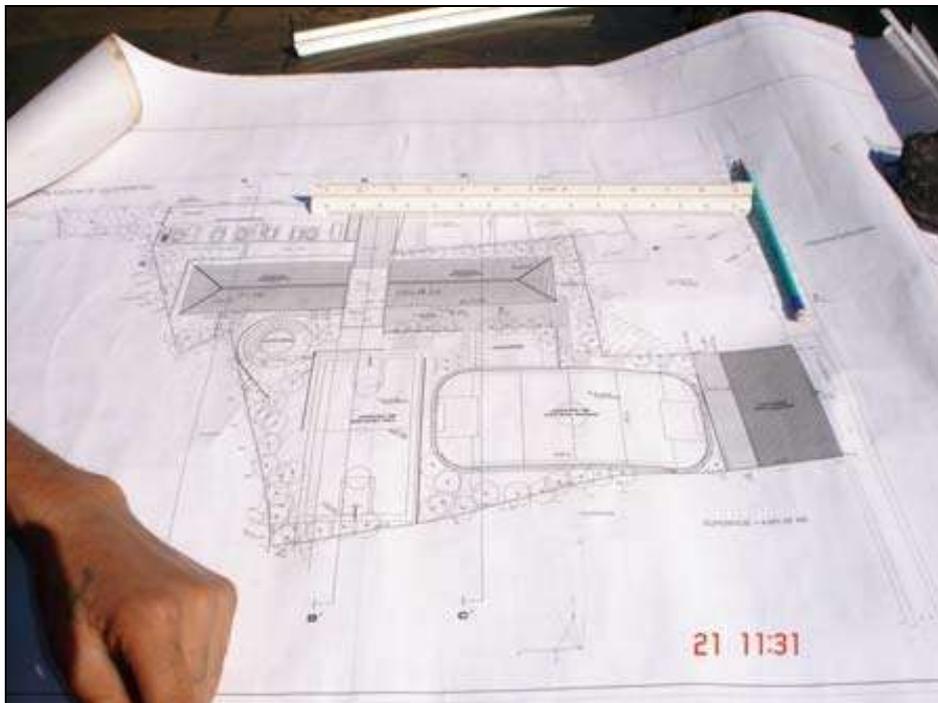
*En la foto podemos ver la rampa de acceso a la obra, así como todo el terreno en donde se construirían las plataformas.*

También se aprovecho para buscar algún lugar en el que se pudieran hospedar el operador y el ingeniero residente, se pregunto en las posadas cercanas a la obra y también buscamos alguna casa que estuviera en renta para poder comparar los costos. Al final se decidió que la mejor opción era la de rentar una casa, tanto por costo como para evitar algún problema con los huéspedes o dueños de las posadas.

El inicio de la obra fue el día *Jueves 5 de Enero del 2006*, este día se realizo el traslado de la excavadora Caterpillar 320C, la cual a las 9:00 AM ya se encontraba dentro de la obra, para comenzar a trabajar media hora después de su arribo. Para este momento ya se contaba con camiones de volteo del lugar, listos para realizar el traslado del material producto de las excavaciones hacia el tiradero seleccionado.

Los primeros trabajos con los que se comenzó fueron los de limpieza de las primeras dos plataformas, así como realizar la demolición del muro de la fachada principal de la construcción que se ubicaba sobre la calle Abasolo, pero antes se separaron los marcos de las puertas y ventanas.

Al tener el terreno limpio de las primeras plataformas se hizo el trazo de las mismas, con ayuda del plano en el cual se tenían las áreas de cada plataforma, así como sus respectivas medidas. Al conocer las distancias entre cada punto que conformaba las plataformas se median con la cinta y se iban colocando, o mas bien dicho clavando con el marro, estacas de madera de unos cuarenta y cinco centímetros de largo, que luego eran unidas con una línea de cal, esto con la ayuda de la madeja de hilo que era amarrada de una estaca a otra para obtener una línea recta y bien definida.



*En la foto podemos observar el plano que era utilizado para trazar las plataformas, así como un lápiz para realizar anotaciones y un escalimetro para obtener alguna medida con la que no se contara.*

Al ya tener trazadas las dos primeras plataformas, se iban colocando estacas cada diez metros y a una distancia de veinte centímetros de la estaca, dentro del área de la plataforma, se iban colocando trompos de madera de unos quince centímetros de largo. Los trompos se colocaban para que al momento de estar nivelando sobre el terreno natural, se colocaba el estadal sobre el piso y si necesitaba un corte, entonces el trompo era clavado hacia abajo del piso hasta que se lograra el nivel deseado, pero si lo que necesitaba era un relleno o terraplén, entonces la cabeza del trompo iba a quedar por encima del terreno.



*En la foto podemos observar las líneas del trazo de la plataforma 1.*

Al quedar los trompos ya nivelados entonces el trabajador le pintaba la parte que sobresalía o que quedaba bajo la tierra con aerosol de color rojo para que de esta manera fuera más fácil de diferenciarlos del demás material. Así que al momento de poner a trabajar a la excavadora si el operador, auxiliado por un trabajador con pala para señalarle los trompos, veía que un trompo estaba abajo del piso entonces realizaba un corte, pero si veía que el trompo sobresalía entonces colocaba material sobre esta zona.



*Podemos observar los primeros trabajos de corte sobre la plataforma 1.*

El material que era cortado de una zona servía para terraplenar otra y el material que iba sobrando se iba colocando en los camiones de volteo, los cuales sacaban el material de la obra para llevarlo a un tiradero. Al terminar de hacer los cortes y terraplenes de las primeras dos plataformas se realizó un bandeo con la excavadora sobre las plataformas 1 y 2, esto debido a que no se contaba con la ayuda del vibro compactador. Después se volvían a checar los niveles para ver que hubieran quedado dentro de los límites y ya quedaban listas para comenzar a tirarles filtro.

El día Lunes 9 de Enero a las 11:00 AM se realizo la ceremonia de la colocación de la primera piedra de la obra dirigida por el Sr. Valentín Rodríguez Gutiérrez, Presidente Municipal de Tacámbaro, Michoacán.



*En la foto se observa el inicio de la ceremonia de inauguración de la obra.*



*En la foto vemos la primera piedra ya colocada después de terminada la ceremonia.*

El día Martes 10 de Enero llego el vibro compactador Dynapac CA-25 a las 11:30 AM, después de realizarle un chequeo general de niveles de aceites y de diesel se comenzó a compactar las plataformas 1 y 2. Al ya tener trazadas las plataformas 1 y 2, y listas para tirarles filtro, se comenzó a trazar la plataforma 3, la cual seria una cancha de fútbol rápido, dejando pendiente el tiro del filtro de las primeras dos plataformas para realizar el tiro de las tres primeras plataformas. Al día siguiente llego la motoconformadora Caterpillar 140C.



*En la foto vemos como la excavadora vacía el material producto de corte de la plataforma 3 para que sea llevado al tiradero en un camión de volteo.*

Al ya tener las tres plataformas trazadas, se comenzaron las excavaciones para los muros de mampostería de las mismas. Y al mismo tiempo se comenzó a tirar filtro sobre la primera plataforma, pero no se pudo continuar debido a que los camiones no podían salir vacíos por la rampa, por lo que se arreglo el camino de acceso haciéndolo mas largo y mas tendido para que pudieran subir los camiones. Al terminar de tirar todo el filtro de las plataformas 1, 2 y 3, quedaron listas para que la motoconformadora tendiera el material, pero antes de que lo tendiera se le realizaba un riego de agua con la ayuda de la pipa, para mantener humedad sobre el material. Luego se procedía a colocar trompos para comenzar a nivelar el filtro. Al pasar niveles sobre el filtro la motoconformadora comenzaba a afinarlo hasta dejarlo al nivel marcado por los trompos. Cuando terminar de afinar la motoconformadora, entonces la pipa le daba otro riego y el rodillo comenzaba a compactar el material.



*En la foto podemos ver al fondo un camión de volteo realizando un tiro de filtro sobre la plataforma 3, así como las plataformas 1 y 2 ya con filtro tendido y compactado.*

Al quedar las plataformas 1, 2 y 3 afinadas, compactadas y niveladas, quedaban listas para tirarles el material que se utilizaría como base. Pero antes de realizar el tiro de base sobre las primeras tres plataformas se comenzó a trazar la plataforma 4, la cual sería una cancha de básquetbol, después de trazarla se comenzaron las excavaciones y también se compacto hasta dejarla lista para el tiro de filtro.

Antes de pedir el material de base para las primeras tres plataformas, se realizó una visita al banco de material para escoger cual sería el frente de ataque del cual se extraería el material, ya que al realizarle las respectivas pruebas de laboratorio del primer frente del que se estaba extrayendo material los resultados mostraron que este material no cumplía con los requisitos necesarios ya que contenía demasiado material fino. A estas alturas la zanja para los muros ya estaba avanzada por lo que se pidieron algunos viajes de piedra. Para que se comenzaran a conformar los mismos.

Después de haber realizado la visita al banco de material se comenzó a tirar base sobre las plataformas 1, 2 y 3, al material se le dio un riego con la pipa y se comenzó a mezclar con la excavadora para que todo el material quedara húmedo uniformemente, al quedar bien húmedo se mezclaba con el tepetate y se agregaba mas agua para seguirlo mezclando y ya luego se tendía sobre el filtro.



*En la foto podemos ver los trabajos de excavación sobre la plataforma 4.*

Se comenzó a trazar la plataforma 5, en la cual se desplantaría uno de los edificios académicos. Esta plataforma iba a ser la plataforma mas vistosa debido a que era la que quedaba a un mayor desnivel a comparación de las primeras cuatro plataformas que tenían muy poco desnivel entre ellas.

Después de trazar la plataforma 5, comenzaron los trabajos de excavación, esta fue la plataforma en la que mas cortes se realizaron debido a la topografía de la zona, ya que había una diferencia de curvas de nivel de hasta casi diez metros, a parte de que en las primeras tres plataformas ya existían trabajos de limpieza que dejaron a un nivel cercano al que se estaba buscando, en las primeras dos plataformas se tenía un desnivel promedio de menos de medio metro y en la plataforma 3 y 4 había un desnivel promedio de uno y dos metros respectivamente.

En este momento las plataformas 4 y 5 estaban listas para comenzar el tiro de filtro, las plataformas 1, 2 y 3 estaban a la espera de comenzar a tirarles material de base.

Se comenzó a tirar filtro sobre las plataformas 4 y 5, el cual era mojado con la pipa y esparcido por la excavadora.



*Se pueden observar los cortes que se realizaron para dejar a piso la plataforma 5, sobre todo en la parte de atrás de la foto.*



*En la foto vemos a la excavadora tendiendo el filtro sobre la plataforma 4.*



*Podemos observar a la excavadora realizando los trabajos de acomodo del filtro sobre toda la plataforma 5.*

Al terminar de tirar filtro y que la excavadora lo tendiera sobre las plataformas 4 y 5 se comenzó a nivelar con la motoconformadora, pero antes de meter a la moto a trabajar sobre el material era necesario darle un riego con la pipa para mantener la humedad del mismo. Al terminar de tenderlo se comenzaban a colocar trompos sobre el filtro y se comenzaban a pasar niveles para que la moto comenzara a arrastrar el material que sobraba en alguna zona a otra en donde hiciera falta.

Al terminar de tender y nivelar el filtro sobre las plataformas 4 y 5 enseguida se comenzó a tirar material de base, dejando a la espera las plataformas 1, 2 y 3, ya que se sabía que la excavadora iba a ser cambiada por un retroexcavadora y se decidió avanzar en estas plataformas por la dificultad que representaban y ya que sería de mayor ayuda la excavadora.

Al terminar de tirar base sobre las plataformas 4 y 5 se comenzó a tender el material y a pasar niveles para ya dejarlas listas en su capa de base.



*En la foto podemos ver a la plataforma 4 llena de material de base.*



*Podemos ver a la motoconformadora nivelando el material de base en la plataforma 4.*



*En la foto podemos ver la plataforma 4 ya compactada y nivelada.*



*Se puede ver el material de base ya tendido y compactado, en la parte trasera de la foto podemos ver a un trabajador con el estadal ya que se estaban revisando los niveles de la plataforma 5.*

Al terminar de nivelar la plataforma 5 se comenzó a realizar la excavación para construir el muro de contención de esta plataforma pero al ir haciendo los cortes sobre el terreno se empezó a derrumbar gran parte de la orilla, por que se decidió que hasta que se terminara de levantar el muro se iba a poder arreglar el daño a la plataforma.

Se sabia que al terminar de construir el muro iba a ser imposible el acceso de las maquinas a esta zona por el gran tamaño del mismo, por lo que se decidió que al ir avanzando la construcción del muro se iba a ir avanzando también en las capas tanto de filtro así como en las de base.

Al ver que la plataforma 5 iba a tener que ser destruida para la construcción del muro de contención se decidió comenzar el trazo y las excavaciones de la plataforma 6, la cual iba a ser la plataforma de la cafetería y se encontraría entre las plataformas 4 y 5, justamente a un lado del muro de contención de la plataforma 5.



*En la foto podemos ver los primeros trabajos de excavación tanto para el muro de contención de la plataforma 5 como para la plataforma 6.*



*En la foto se observa el material de la orilla de la plataforma 5 que se iba cayendo debido a las excavaciones para el muro de contención.*



*Se pueden observar la magnitud de los cortes realizados sobre la plataforma 5 para la construcción del muro de contención, así como los trabajos de nivelación del terreno para la construcción de la plataforma 7.*



*Podemos ver a la excavadora realizando el derrumbamiento de la plataforma 5.*



*En la foto podemos ver como iba quedando la plataforma 5 después de haber realizado algunas excavaciones para el muro de contención.*



*Podemos ver a la excavadora tendiendo el filtro sobre lo que será la plataforma 5, a un costado se puede ver la piedra que formara el muro de contención.*

El dueño de la pipa, el Ing. Cárdenas, nos informa que no iba a ser posible que nos siguiera prestando la pipa por lo que se comenzó a buscar alguna pipa de la zona pero no fue posible por lo que decidimos llevar una pipa de la Mina Cerritos desde la Ciudad de Morelia.

En este momento se comenzó a realizar trabajos de limpieza sobre las plataformas 1, 2 y 3 debido a que al construirse el muro de contención y un muro de tabique, que se encontraba a un lado de las construcciones y que pasaba a lo largo de las mismas plataformas, quedó el filtro sucio con arena, cemento y desperdicio de piedra y de tabique.

El día Martes 17 de Febrero se realizó el intercambio de máquinas, se llevó a la Ciudad de Tacámbaro la retroexcavadora Caterpillar 416C y se recogió la excavadora Caterpillar 320C.

Se terminó de tirar el material de base sobre las plataformas 1, 2 y 3, y se comenzó a tender el material con la retroexcavadora sobre las plataformas 1 y 2, ya que la motoconformadora no podía maniobrar por lo reducido del espacio a diferencia de la plataforma 3 en donde tenía mayor espacio y lograba tender con facilidad la base. Antes de tender la base en las plataformas se le daba un riego de agua con la pipa.

Ya tendido el material se le daba una compactada con el rodillo y se comenzaba a pasar niveles para saber en donde faltaba material y en donde sobraba, hasta dejar las plataformas listas.

Al dejar las plataformas 1, 2 y 3 ya niveladas en la capa de base se comenzaba a vibro compactar con el rodillo, en las pasadas hacia delante se iba vibrando el rodillo para compactar el terreno y en las pasadas hacia atrás se daba sin vibrar, esto debido a que el rodillo no puede ser vibrado hacia atrás porque podría dañarse alguna pieza del mismo y para ir cerrando la textura, ya que en caso de que lloviera sobre la base ya tendida, compactada y cerrada no habría ningún problema, pero si lloviera sin que se cerrara la textura y la base se saturara de agua entonces seria necesario levantar la base y darle unas vueltas para que se oreara y dejarla reposar hasta que no tuviera tanta agua para volverla a tender y a nivelar.



*En la foto podemos ver a la retroexcavadora realizando el tendido del material de base en la plataforma 1.*



*En la imagen podemos observar a la motoconformadora tendiendo la base sobre la plataforma 3.*

A estas alturas el muro de contención de la plataforma 5 había sido concluido al igual que la plataforma que se había ido construido de manera conjunta que con el muro.

Se empezó a trazar la plataforma 7, la cual será la plataforma del segundo edificio académico, después de terminar de trazarla se empezaron los trabajos de excavaciones y de nivelación para que se le comenzara a tirar filtro. Esta plataforma se quedaría hasta esta capa debido a que el área de la plataforma es parte de la rampa de acceso y si se realizaba la capa de base se tendría que construir el muro de contención y se bloquearía el acceso a la zona más baja, en donde se encuentran las plataformas 1, 2, 3 y 4.



*En la imagen podemos ver la plataforma 7, la cual quedo solamente en la capa de filtro.*

Al mismo tiempo se comenzó a tirar filtro y enseguida base sobre la plataforma 6 hasta dejarla lista, se habían atrasado los trabajos en esta plataforma debido a que en esta zona se colocaban los viajes de piedra para el muro de contención de mampostería de la plataforma 5, así como la revolvedora para el concreto que era utilizado.



*En la foto podemos ver a un camión de volteo haciendo el tiro de filtro sobre la plataforma 6, que será la zona de la cafetería.*



*Se observa a la retroexcavadora haciendo el tendido del filtro sobre la plataforma 6.*

Al tenerse las plataformas 1, 2, 3, 4 y 6 en la capa de material de base ya nivelada, dejando solamente la plataforma 7 en la capa de filtro por lo antes mencionado, se decidió realizar la impregnación de la base con emulsión asfáltica y también realizar el poreo de la misma con arena, para proteger a las bases de la lluvia. La impregnación se realizó con la empresa del Arq. Laviño.

La impregnación se realizó con la ayuda de una petrolizadora, pero antes de comenzar era necesario darle una regada con la pipa a las bases. Al estar mojadas las bases, se empezaba a impregnar con la emulsión asfáltica y enseguida de tirar la emulsión se realizaba un poreo de arena para protegerlas de las condiciones atmosféricas. El riego de la emulsión asfáltica era de 1.5 litros por cada metro cuadrado de superficie.

En la plataforma 5 había comenzado la construcción del edificio académico, la cual estaba a cargo del Ing. Leobardo Villaseñor.



*En la foto se observan las plataformas 1 y 2, ya impregnadas y con los muros de contención ya terminados*



*Se observa el poreo que se realizo en la plataforma 3 para proteger la emulsión asfáltica.*



*Se observa la plataforma 4 concluida y con la cimbra colocada para comenzar a colar lo que será la cancha de básquetbol.*



*Podemos ver la plataforma 6 ya terminada, en esta plataforma se construirá la cafetería de la escuela.*



*En la foto podemos ver los muros de contención ya terminados de las plataformas 1, 2 y 3.*



*En la foto podemos ver el muro de contención de la plataforma 5.*



*Podemos ver el edificio académico que fue construido sobre la plataforma 5, se observan las primeras tres plantas ya terminadas.*

## **6. OBRAS COMPLEMENTARIAS.**

## 6. OBRAS COMPLEMENTARIAS.

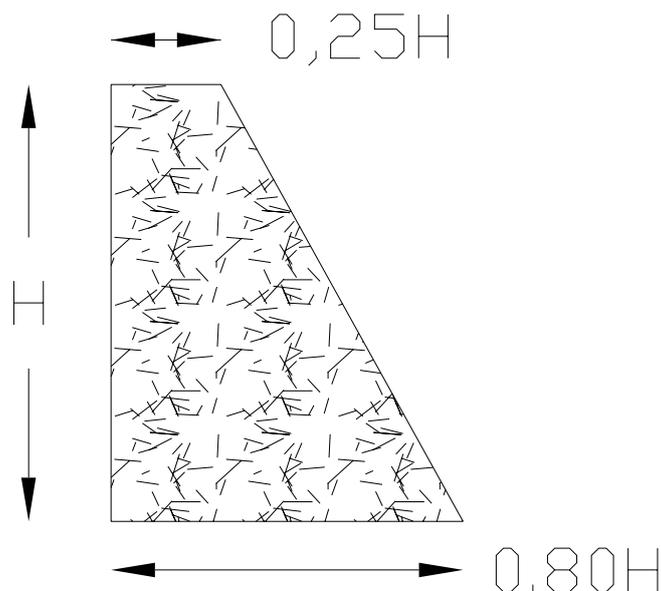
### 6.1. MUROS DE RETENCION.

Los muros de contención fueron construidos para evitar el deslizamiento de las plataformas, este posible deslizamiento podría ocurrir debido a que las plataformas estaban escalonadas y la parte superior no tendría ninguna zona sólida en donde apoyarse. Así que se decidió realizar una cuadrícula de muros de contención de mampostería alrededor de cada una de las plataformas.

Los muros de contención tendrían que estar compuestos por una base del 80% de la altura y una corona de una tercera parte de la base o un 25% de la altura.

$$\text{Base} = \text{Altura} \times 0.80$$

$$\text{Corona} = \text{Base} \times 0.25$$



Los muros de contención serían construidos de mampostería, o sea de piedra acomodada a mano y unida con mezcla de cemento – arena. La base de los muros se encontraría desplantada sobre una cama de concreto pobre, a una profundidad de 50 u 80 centímetros bajo el terreno natural.



*En las fotos podemos ver los materiales empleados para la construcción de los muros (piedra, cemento, arena y agua), así como la revolvedora para realizar la mezcla.*



Para comenzar la excavación de la zanja en donde iría el muro de contención era necesario que se hubiera terminado de tirar filtro sobre la plataforma para tener una idea precisa de la zona en donde se colocaría el muro.

Se comenzaba trazando la zanja con cal para que fuera más rápido hacer los cortes con la excavadora, teniendo la zanja al nivel que se desea se apisonaba el terreno natural para lograr una ligera compactación de la zona de trabajo.

A continuación se colocaba una cama de concreto pobre sobre el terreno ya apisonado para asentar el muro de mampostería. Las piedras eran colocadas por los albañiles de tal manera que fueran acomodándose unas sobre otras y unidas con mezcla de cemento – arena. Algunas piedras eran demasiado grandes para colocarse por lo que tenían que ser partidas por los albañiles con la ayuda de un marro de 20 libras. Para tener las medidas del muro y que no fuera necesario estar revisándolas con un flexometro se construían unos marcos de madera que se colocaban en ambos extremos del mismo y luego se colocaban hilos para tenerlos como guía. Al terminar de construir el muro la parte superior (la corona) quedaba dispereja ya que las rocas no tienen una forma regular, por lo que se realizaba un remate con mezcla para dejar un terminado uniforme.



*Se puede observar la excavación para el muro de contención, así como la cama de concreto pobre que se coloca en el terreno natural.*



*En la foto superior podemos ver la colocación de la primera capa del muro de mampostería y en la foto inferior se ve el muro ya terminado.*



El muro de contención de la plataforma 5 fue el muro de dimensiones más grandes de todos los construidos, ya que iba a recibir el peso tanto de la plataforma 5 como del edificio académico. El muro tenía por lo menos 3 metros de altura y 2.5 metros de base.

A continuación se observan algunas fotos de la construcción del mismo.



*En la foto podemos observar los trabajos que realizó la excavadora sobre el terreno natural para recibir al muro.*



*En las imágenes podemos ver la colocación de las piedras y el avance de los trabajos en la construcción del muro de contención.*





*En las fotos se puede ver el muro en su etapa final de construcción.*

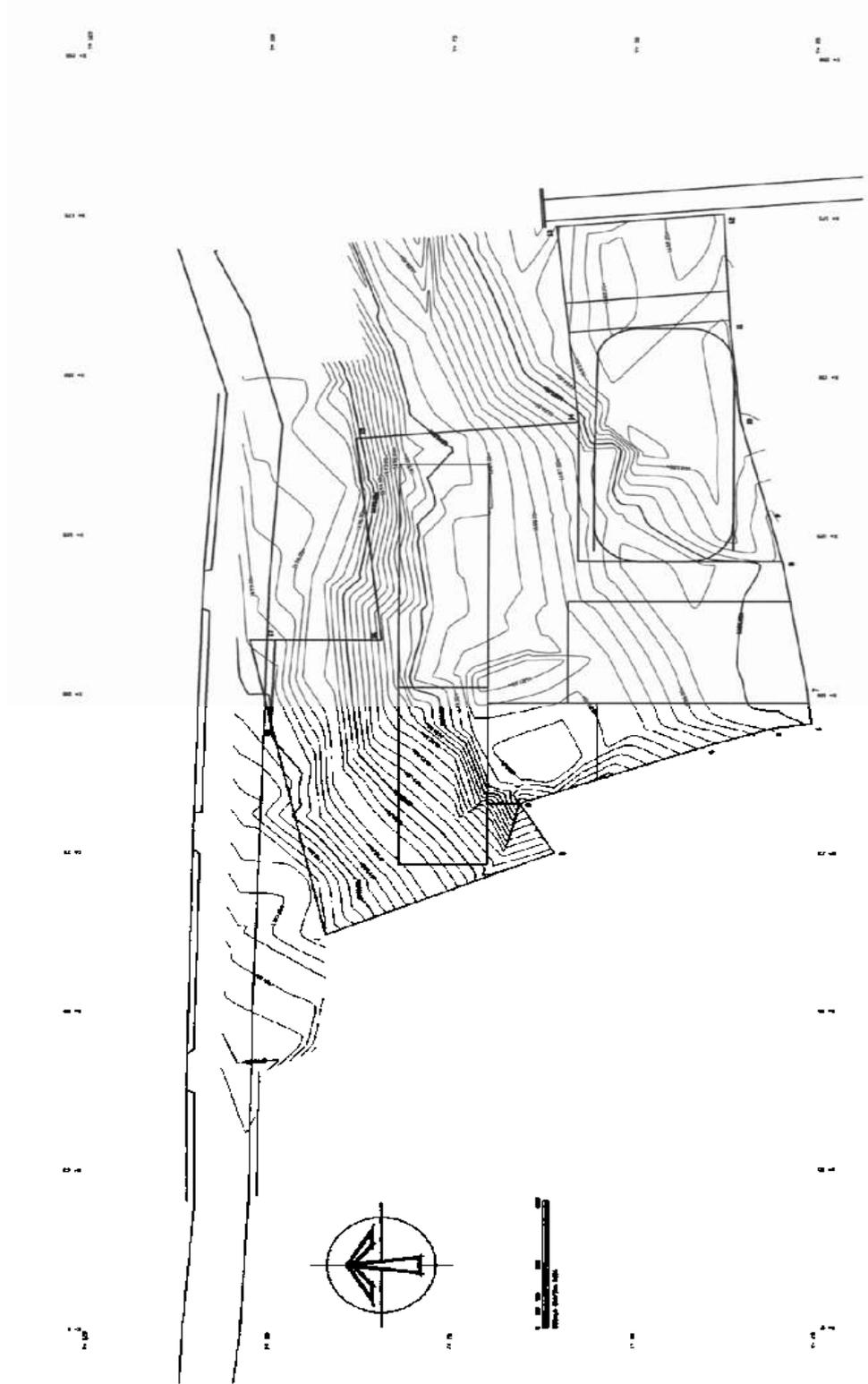




*Se puede ver en la foto la tubería colocada dentro del muro para sacar el agua que se filtre en la plataforma.*



*En la foto podemos ver el muro de contención junto al edificio académico que se encuentra en la etapa final de construcción.*



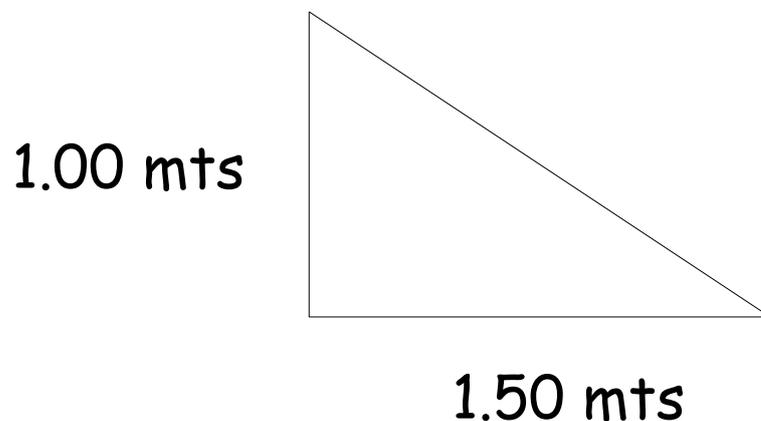
*En el plano se marcan los muros de contención construidos.*

## 6.2. TALUD.

Al terminar en su totalidad la construcción de las plataformas y de las excavaciones para la construcción de los muros de contención habían sido retiradas todas las maquinas ya que se pensaba que por parte de la empresa era todo el trabajo que se tenía que realizar, pero después se nos aviso que era necesario realizar un talud en la parte sur de la obra, sobre la calle Vicente Guerrero.

Para este trabajo se sabía que era necesario llevar de regreso la excavadora CAT 320 C, ya que por el alcancé del brazo sería más sencillo realizar los cortes sobre el talud natural.

El talud tendría una sección 1 a 1.5 metros, esto quiere decir que por cada metro de altura tendría un metro y medio de base hasta tocar el camino o rampa de acceso, el cual tendría 3 metros de ancho, y de ahí al muro de contención, el talud debe tener una sección de 1 a 1 metros. En la parte superior, a un lado de la banquetta, se dejaría una zona de dos metros y después comenzaría el talud.

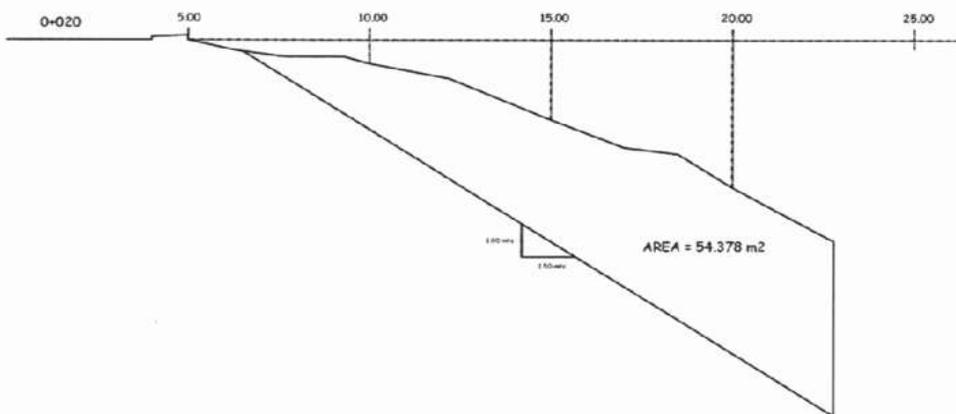
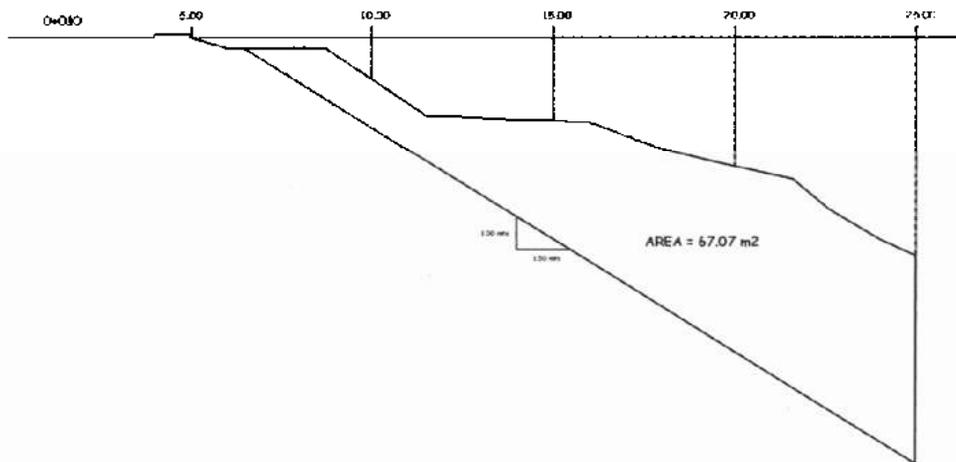
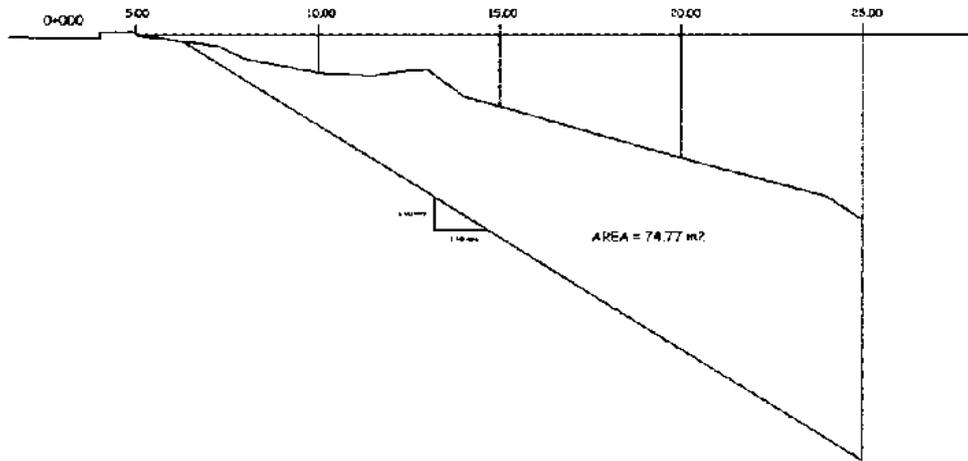


Lo primero que se hizo fue marca sobre la banquetta de la calle Vicente Guerrero, estaciones con puntos de cal cada diez metros para obtener secciones en cada estación y al dibujar estas secciones en AutoCad conocer el volumen de corte necesario para tener el talud deseado. Estas secciones se obtuvieron con un nivel de mano y un estadal.

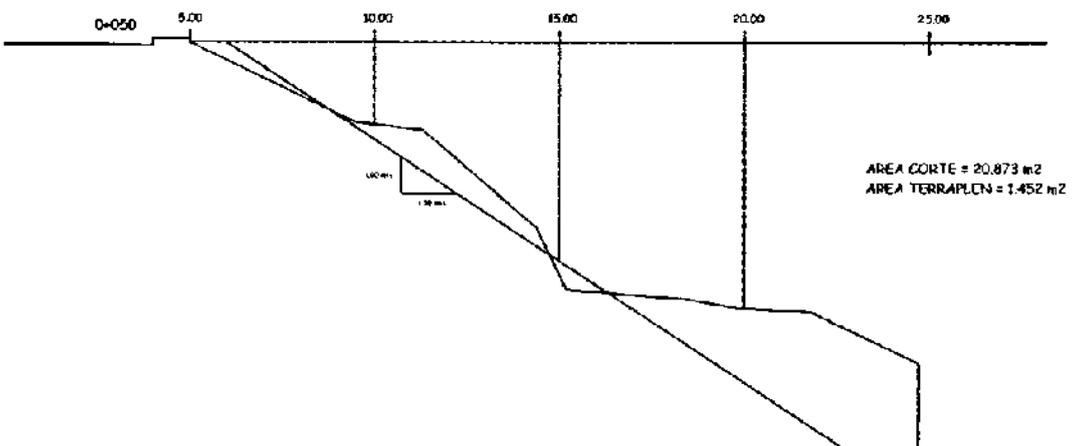
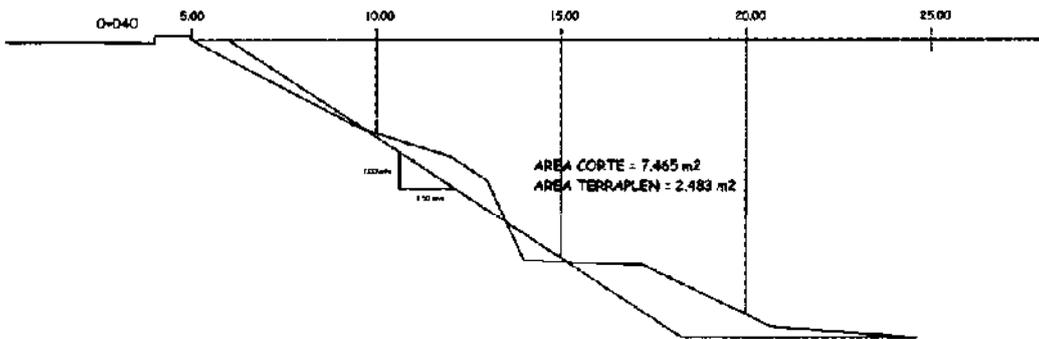
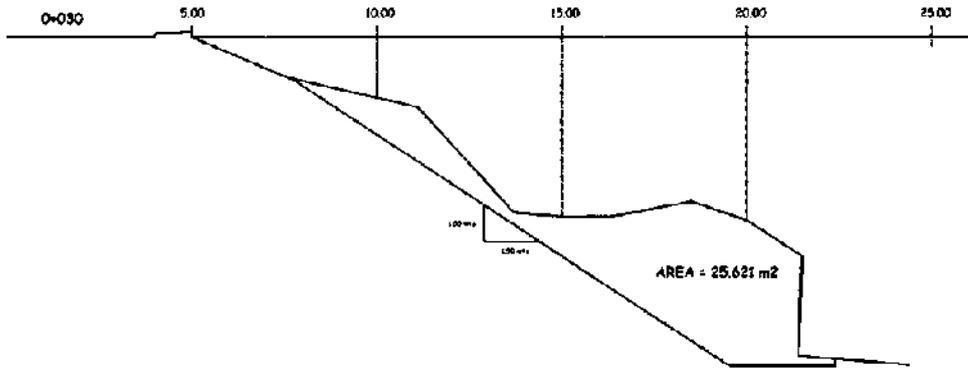
Al contar con las estaciones y con el talud ya dibujados, se comenzaron los cortes con la excavadora. La cual primero hizo todos los cortes hasta dejar el talud listo y después se comenzó a cargar el material producto de los cortes en los camiones de volteo para llevarlo al tiradero. Este material se dejaba sobre la rampa de acceso para agilizar el trabajo de la maquina, para que primero hiciera todos los cortes y después cargara todo el material.

A continuación se muestran las secciones del terreno natural y la sección del talud con la pendiente necesaria.

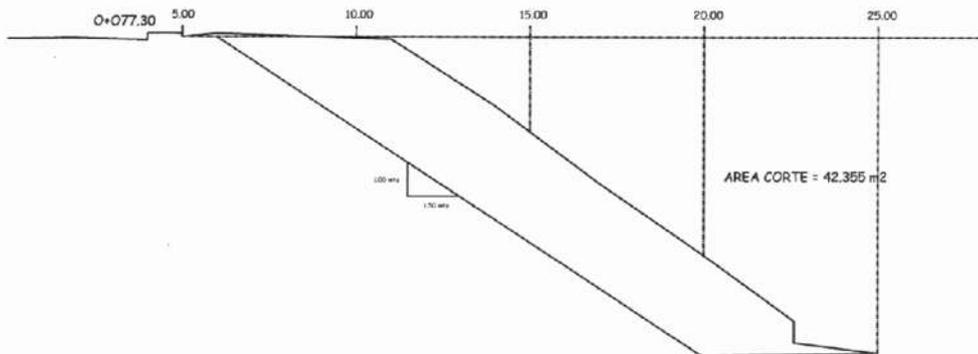
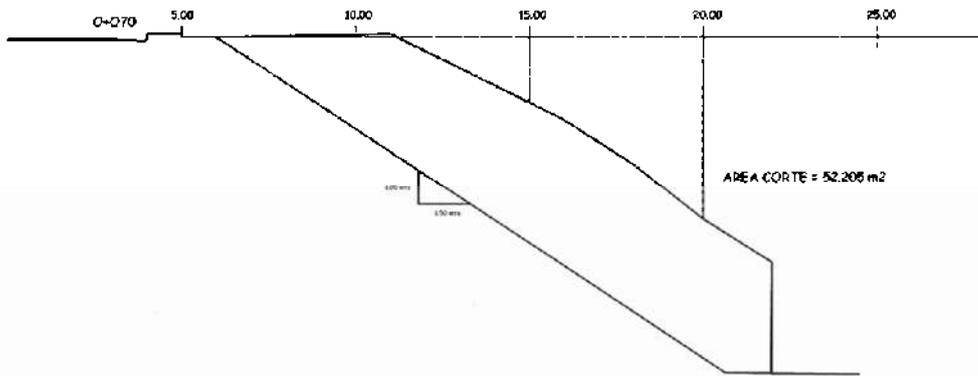
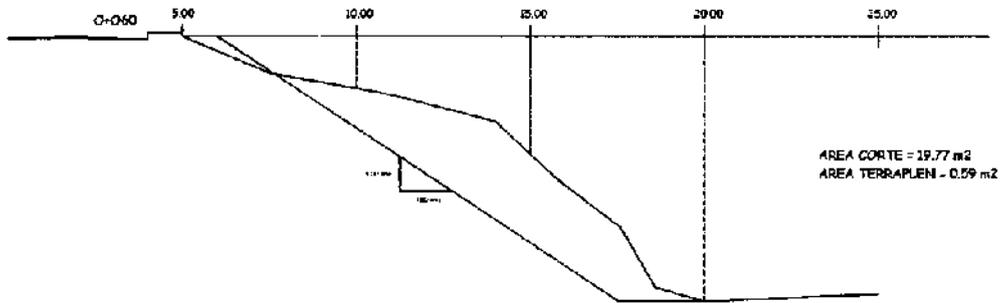
**SECCIONES DE CORTE EN TALUD**



**SECCIONES DE CORTE EN TALUD**



### SECCIONES DE CORTE EN TALUD





*En la imagen podemos ver una parte del talud en los inicio de la obra, antes de comenzar la construcción de las plataformas.*



*En la imagen podemos observar la parte superior del talud antes de comenzar los cortes.*



*En las fotos se puede ver que el talud contaba ya con la pendiente pedida después de haber realizado los cortes necesarios.*



## **7. CONCLUSIONES.**

## 7. CONCLUSIONES.

La elaboración de esta tesis fue para dar a conocer el seguimiento de la construcción de plataformas de cimentación de suelo mejorado en la Escuela Preparatoria Vasco de Quiroga campus Tacámbaro. Esta obra me llevo a darme cuenta de que una obra no es solamente llegar al lugar y comenzar la construcción sino que se empieza con una planeación como anteproyecto, la realización de un presupuesto, un calendario de obra, una visita al lugar previa a realizar los trabajos, ubicación de los bancos de material, el movimiento de la maquinaria necesaria y al concluir estos pasos ahora si comenzar a realizar los trabajos de construcción.

Aprendí que el Ingeniero Civil Residente es el responsable de toda la obra en general, que debe estar pendiente de que todo vaya por el camino correcto, desde el trazo de las plataformas, que haya el material necesario para el trazo de las mismas, que los niveles y los espesores de las diferentes capas de material de las plataformas sean los correctos, que el material que formará las plataformas tenga el tamaño correcto y que sea de calidad, que los operadores de la maquinaria revisen los niveles de aceite y diesel en la mañana antes de prenderlas, de decirle a los trabajadores que tienen que hacer para mantenerlos trabajando, cumplir con los tiempos del calendario de obra y sobre todo realizar el trabajo con calidad.

Me llevo a darme cuenta del papel tan importante que juega y de la gran responsabilidad que tiene el Ingeniero Civil al dirigir una obra civil, y más si es de grandes beneficios para una comunidad estudiantil y para la sociedad en general.

## **8. BIBLIOGRAFIA.**

## 8. BIBLIOGRAFIA.

<http://mexico.cat.com>

JL Castillo Mecánica De Suelos Y Construcciones, S.A. de C.V. **Informe del estudio de Mecánica de Suelos, Capacidad de Carga del terreno, Diseño de Pavimento y Recomendaciones Generales.** Tacámbaro, Mich., 2005.

MERCADO CORONA, Aurelio. **Tacámbaro -Presente en el nuevo milenio.** – 2ª. ed. – México, D.F.: Picsa, de C.V. 2000.

TOMLINSON M. J. **Cimentaciones, Diseño y Construcción.** – 5ª. ed. – México: Trillas, 1998.

VARGAS CHÁVEZ, Alfonso. **Tacámbaro 450 años.** – 1ª. ed. – Morelia, Mich., 1989.

[www.michoacan.gob.mx](http://www.michoacan.gob.mx)