



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Trabajos de repavimentación de la carpeta  
asfáltica del estacionamiento núm. 2 de la  
administración del campus IV, de la  
Facultad de Estudios Superiores  
Cuautitlán**

**TESINA**

Que para obtener el título de

**Ingeniero civil**

**P R E S E N T A**

Mauricio Delgado Gómez

**DIRECTOR DE TESINA**

M.I. Marco Tulio Mendoza Rosas



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017

## ÍNDICE

1. Objetivo.....	3
2. Introducción .....	3
3. Condiciones iniciales .....	4
4. Trabajos preliminares.....	6
4.1 Trazo y nivelación.....	6
4.2 Construcción de cerca .....	1
4.3 Tala de árboles y retiro de tocones.....	2
5. Terracerías y pavimento.....	3
5.1 Fresado .....	3
5.2 Sub base .....	5
5.3 Base .....	9
5.4 Carpeta asfáltica.....	12
6. Banquetas y guarniciones .....	16
6.1 Demolición de banquetas y guarniciones .....	16
6.2 Acarreos de material producto de demolición .....	17
6.3 Colado de banquetas, guarniciones y rampas para discapacitados.....	18
7. Pintado de cajones de estacionamiento y señalamientos de acuerdo a las NTCDF para proyecto arquitectónico.....	21
8. Conclusiones.....	23
9. Referencias .....	24
10. Anexos.....	24

## **1. Objetivo**

Relatar la experiencia obtenida durante la participación de los trabajos de repavimentación de la carpeta asfáltica del estacionamiento núm. 2 de la administración del campus IV, de la facultad de estudios superiores Cuautitlán con respecto al servicio social prestado para la Dirección General de Obras y Conservación (DGOC) de la UNAM.

## **2. Introducción**

Este trabajo documenta y presenta el proceso constructivo de un caso real que dada su función y demanda merece el conocimiento de varias disciplinas de la ingeniería civil para poder realizarlo, conocimientos tanto teóricos como técnicos que en su momento van a ser descritos a lo largo de este trabajo.

Dada la creciente población estudiantil en la UNAM se ha tenido la necesidad de tener un mayor número de aulas, laboratorios, bibliotecas, etc., por lo cual ha sido necesario crear nuevos edificios, estacionamientos y demás construcciones que deben ser atendidos por la Dirección General de Obras y Conservación (DGOC).

Además de tener en óptimas condiciones las instalaciones existentes para con esto optimizar los recursos disponibles al máximo por lo que en este proyecto se hizo uso de una carpeta flexible dado que el gasto inicial de esta es considerablemente menor a una rígida.

Dadas las condiciones en que se encontraba el estacionamiento número 2 de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES-C) se hizo la petición por parte de la superintendencia de dicha institución a la DGOC para que pudiera atender la necesidad de dar mantenimiento correctivo a la carpeta asfáltica de dicho estacionamiento dado que es el principal acceso por parte de los estudiantes de dicha institución.

Después de revisar la urgencia de dicho proyecto se realizó una licitación a cuando menos tres personas por parte de la DGOC bajo el contrato

771.01.15.030.CN.IR.622.15.0793, resultando ASFALTOS MGW, S.A. DE C.V. la empresa ganadora para realizar los trabajos correspondientes con fecha de inicio 21 de diciembre del 2015.

La FES-C se encuentra ubicada en el km. 2.5 de la carretera Cuautitlán – Teoloyucan, san Sebastián-Xhala, C.P. 54714, Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

### **3. Condiciones iniciales**

El estacionamiento fue encontrado en pésimas condiciones, con un exceso de baches en una cantidad considerable de la superficie, problemas de inundaciones en época de lluvias dado que se encontraban tapadas las coladeras principalmente por hojas de árboles y basura además de problemas en las banquetas y guarniciones ocasionados principalmente por las raíces de los árboles, se notaba que las pendientes dadas en el estacionamiento no permitían que el agua fluyera en los sentidos que debía ya que en algunos lugares no se encontraba ni siquiera algún elemento que permitiera su paso.



Imagen 1. Baches en asfalto, tocones y flora en banquetas.



Imagen 2. Banquetas con fallas en el concreto.

Los señalamientos de pasos peatonales, cajones de estacionamientos y flechas para indicar los sentidos de los carriles se encontraban prácticamente borrados por el paso de vehículos y personas, además no se contaba con cajones especiales para discapacitados ni rampas para facilitar el acceso a dichas personas con lo cual se ponía en riesgo el paso por dicho lugar.

El paso peatonal por las banquetas se encontraba limitado dado la gran cantidad de tocones existentes, flora en general, banquetas levantadas, tambos para basura e incluso un puesto de comida en el andador principal que ocupaba la banqueta completamente forzando a los alumnos a descender para seguir su camino.

En cuanto al pavimento que se tenía, el cual era asfáltico, se encontraba fracturado en la mayoría de su superficie, además contaba con una cantidad considerable de baches y una capa muy dispareja, la cual oscilaba entre los 4 y 7 cm de espesor.

Producto de la falta de mantenimientos preventivos en la carpeta se encontró en el lugar una grave afectación a la base de la estructura, la cual consistía en tepetate con piedra de río, al realizar un análisis se optó por realizar un cambio de la misma ya que en un futuro afectaría también a la nueva carpeta si es que se colocaba encima de esta dada su poca compactación y los materiales con los que había sido realizada.

## 4. Trabajos preliminares

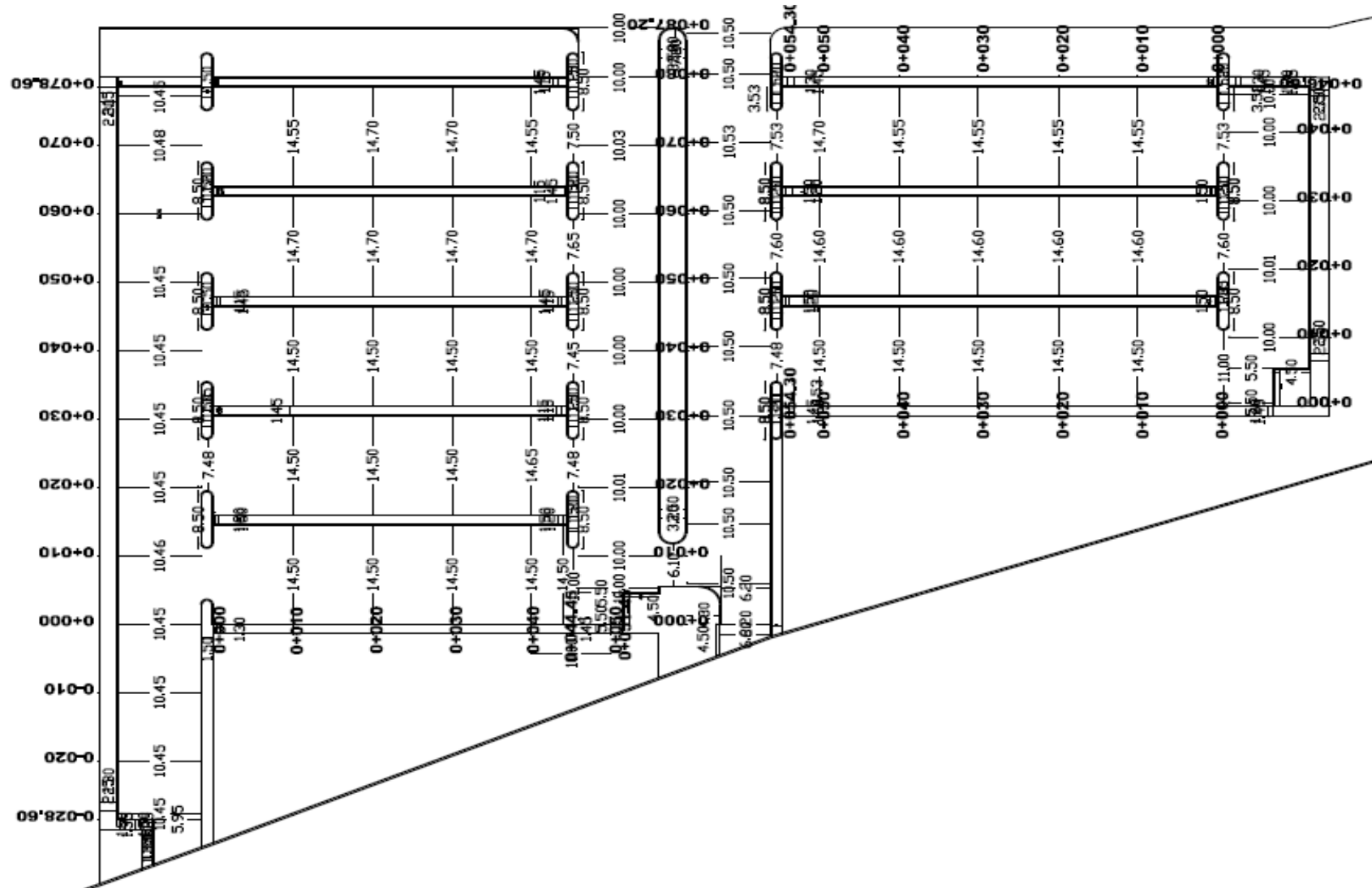
### 4.1 Trazo y nivelación

En el lugar se encuentra que el estacionamiento tenía graves problemas de encharcamientos en algunas zonas y desniveles notables a simple vista, por lo cual se procedió a realizar una nivelación para poder realizar un proyecto con el cual se hiciera uso de las 20 rejillas disponibles y evitar así futuros estancamientos.

Después de realizar la nivelación se procedió a realizar el trazo del estacionamiento ya que la superintendencia de la FES-C no tiene un plano con medidas reales de dicho estacionamiento, se procedió a realizar el cadenamiento y mediciones necesarias para poder realizar un plano con el cual se pudiera trabajar elaborado por la empresa contratista y por el supervisor por parte de la DGOC.



Imagen 3. Nivelación del estacionamiento



Plano 1. Estacionamiento num. 2 de la FES-C

## 4.2 Construcción de cerca

Ya que los trabajos seguirían siendo realizados durante el ciclo escolar de la FES fue necesario realizar una cerca perimetral con malla electro soldada 6x6 de 10/10 fijada con polines de madera cada 2.5 m evitando que se pudiera mover para salvaguardar la seguridad de los estudiantes y personas en general que circulan a diario por la entrada en cuestión, además de poder tener controlado el acceso tanto de vehículos, camiones, etc.

Dicha cerca dividió el área de trabajo en dos estacionamientos, divididos únicamente por el camellón principal, la cual fue cubierta con hule negro para evitar que el polvo producto tanto de demoliciones como de las terracerías en general pudiera tener algún efecto nocivo para la salud de los peatones.

Además de esto fue necesario retirar el puesto de comida ubicado dentro del mismo camellón principal, el cual sería el único acceso en esta entrada de la facultad, el cual fue reasignado por la superintendencia de la institución para que pudiera seguir laborando con toda normalidad desde el inicio de actividades por parte de la universidad.



Imagen 4. Puesto de comida en andador principal.



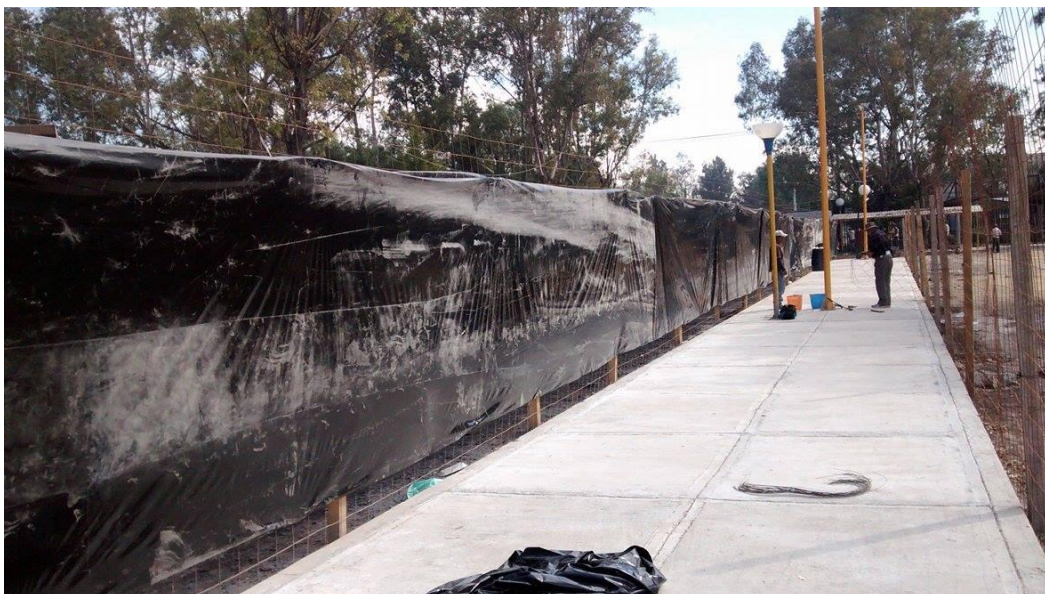


Imagen 5. Andador principal cubierto por hule en malla.

#### **4.3 Tala de árboles y retiro de tocones**

En el área de trabajo se encontraron 43 tocones de los cuales solo se tenían contemplados 20 en el contrato inicial, por lo cual se puso a consideración la posibilidad de retirar todos los tocones existentes dado que entorpecían el paso peatonal por las banquetas, en la zona de acceso de autobuses por parte de los alumnos y en algunos casos las raíces ya habían fracturado tanto las banquetas y guarniciones como el pavimento. La decisión tomada fue retirar en su totalidad todos con el fin de hacer más seguro el tránsito peatonal con un volumen excedente que no representaba un gran costo con respecto al presupuesto asignado.

La tala de árboles inicialmente contemplaba 20 dadas las afectaciones que causaban a las banquetas y guarniciones, sin embargo se tuvo que modificar este número ya que algunos árboles estaban secos y ponían en riesgo la seguridad de los alumnos al resistir fuertes vientos y con esto tirar ramas causando afectaciones a los automóviles.

Además de los árboles secos fue necesario realizar la tala de los que se encontraban con plagas ya que se iban extendiendo a lo largo de la facultad,

también se realizó el retiro de los que afectaban fuertemente las estructuras de las banquetas, guarniciones y en un par de casos las terracerías y asfalto.

Los trabajos de retiro de tocones fueron realizados por medio de una retroexcavadora para lograr el desenraice y con ello optimizar el tiempo, para la tala de los arboles fue necesario una sierra y medios manuales para el seccionamiento de ramas y troncos, los cuales fueron puestos a disposición de la FES-C para las terapias que se ofrecen en un temazcal a cargo de la misma.



Imagen 6. Retiro de tocones.



Imagen 7. Tala de árbol seco.

## **5. Terracerías y pavimento**

### **5.1 Fresado**

El fresado se refiere a la trituración de una o más capas de asfalto los cuales pueden servir en un trabajo posterior como capas de base o bien como capa de rodadura. El fresado se puede realizar por medios manuales cuando es una pequeña superficie o en lugares donde no llega la maquinaria o mediante una fresadora, la cual es una máquina que tiene en la parte inferior dientes que van girando y con esto desprendiendo el material, el cual se va por medio de una banda para ser transportada y expulsada directamente a los vehículos de carga.

Para el caso que trata este trabajo se realizó por medio de una fresadora dado que la superficie a fresar fue 9062 m<sup>2</sup>, sin embargo, en los espacios que no podía llegar la fresadora dadas sus dimensiones fue necesario realizar el retiro de la carpeta por medios manuales.

El producto resultante del fresado tuvo una recuperación a favor de la FES-C, el cual fue almacenado a un costado de las canchas deportivas para ser utilizado en trabajos posteriores creando un camino perimetral que actualmente se tiene en terracerías y en época de lluvias se tiene un acceso complicado para los estudiantes.

Posterior al fresado se realizaron pruebas a la base para determinar su funcionalidad, los resultados fueron que ni la base ni la sub base contaban con la compactación necesaria para seguir siendo funcionales ya que si solamente se ponía la carpeta nuevamente sufriría afectaciones en poco tiempo tal como se muestra en la imagen 8<sup>1</sup>.

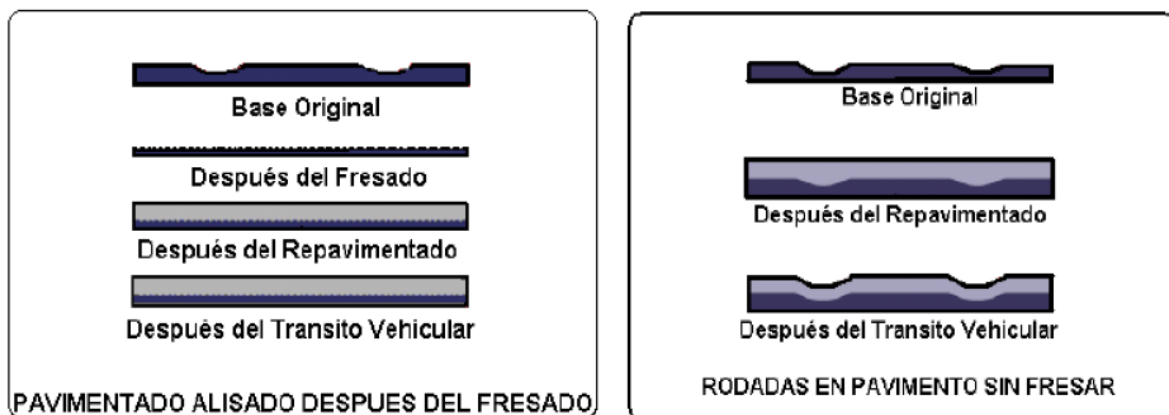


Imagen 8. Comparación de pavimentos con y sin fresar

<sup>1</sup> Equipo de pavimentación Ing. Carlos Manuel Chávarri M. Fundación para la enseñanza de la construcción, A.C



Imagen 9. Fresadora

## 5.2 Sub base

La sub base es la capa que se encuentra entre la base y la subrasante, dependiendo del uso que tenga puede tener entre 10 y 30 cm, puede ser de diferentes materiales, por lo general se encuentran con un mejoramiento que puede ser de cal, cemento Pórtland, asfalto, etc. Para su elaboración se debe tomar en cuenta la extensión y humedecimiento, conformación, compactación y acabado de la misma.

Previamente a los trabajos de elaboración de la sub base se realizó un afine, nivelación y compactación al 90% de la prueba próctor estándar al nivel del terreno virgen para evitar con ello alguna falla o desnivel en las capas posteriores de la estructura de nuestro pavimento.

Para el proyecto se tomó en cuenta tepetate modificado con cal suministrados por el contratista, compactados al 95% de la prueba próctor estándar, cuidando la humedad para conseguir dicha compactación en cualquiera de los dos límites (húmedo o seco), la cual tuvo un espesor de 20 cm ya compactados.



Imagen 10. Mejoramiento de tepetate con cal.



Imagen 11. Suministro de tepetate.



Imagen 12. Compactación por medio de rodillo metálico

Para poder elegir el equipo necesario para la compactación en todas las capas (sub base, base y carpeta en este caso) podemos hacer uso de un gráfico<sup>2</sup> que nos muestra dependiendo de las características de los materiales cual es la mejor opción para realizar la compactación resultando el rodillo vibratorio la elección para el proyecto.

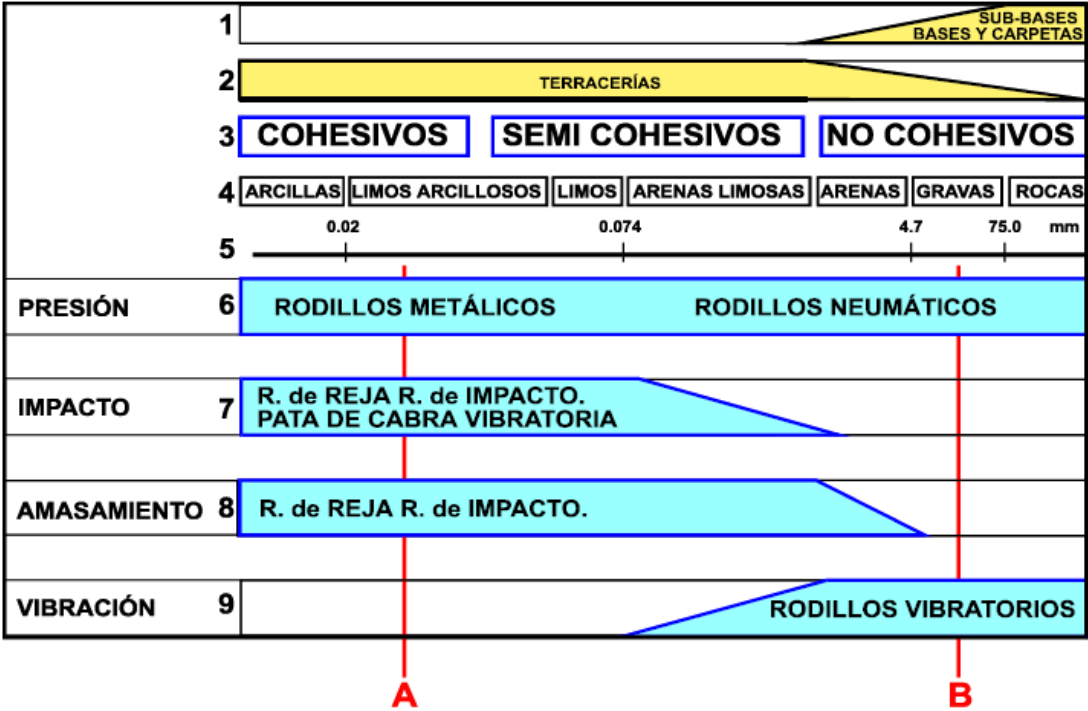


Grafico 1. Selección de equipo de compactación

Para el caso de la elección del número de pasadas necesarias para llegar a la compactación deseada tomamos en cuenta la siguiente tabla<sup>3</sup> de recomendaciones por parte de la UNAM, en la cual nos establece dependiendo del espesor de capa y equipo a usar cuantas deben ser resultando 10 a 12 pasadas dado que utilizamos el rodillo metálico y teníamos una capa de 20 cm.

<sup>2</sup> Compactación Ing. Carlos Manuel Chávarri M. Fundación para la enseñanza de la construcción, A.C

<sup>3</sup> Compactación Ing. Carlos Manuel Chávarri M. Fundación para la enseñanza de la construcción, A.C

EQUIPO	PROFUNDIDAD DE LA CAPA (cm) (E)	No. DE PASADAS (N)	
		PARA 90%	PARA 95%
RODILLO METALICO	10 A 20	7 A 9	10 A 12
NEUMÁTICO LIGERO	15 A 20	5 A 6	8 A 9
NEUMÁTICO PESADO	HASTA 70	4 A 5	6 A 8
RODILLO DE IMPACTO	20 A 30	5 A 6	6 A 8
RODILLO DE REJA	20 A 25	6 A 7	7 A 9
PATA DE CABRA VIBRATORIA	20 A 30	3 A 5	6 A 7
LISO VIBRATORIO	20 A 30	VER GRAFICA SIGUIENTE	

Tabla 1. Selección de número de pasadas.

En cuanto a la velocidad de operación del mismo rodillo tomamos de las mismas recomendaciones<sup>4</sup> la correcta, la cual resultó ser de 15 a 20  $\frac{km}{h}$  para el proyecto en cuestión. Estas recomendaciones también fueron aplicadas para las capas posteriores (base y carpeta asfáltica).

EQUIPO	VELOCIDAD (Km/h)
PLANCHA 3 RUEDAS	2 A 3
PLANCHA TANDEM	3 A 4
NEUMÁTICOS DE LLANTAS PEQUEÑAS	10 A 15
NEUMÁTICOS DE LLANTAS GRANDES	10 A 12
RODILLO DE REJA	15 A 20
RODILLO DE IMPACTO	15 A 20
RODILLO LISO VIBRATORIO	5 A 6
PATA DE CABRA VIBRATORIA	8 A 10

Tabla 2. Selección de velocidad de operación para compactación.

<sup>4</sup> Compactación Ing. Carlos Manuel Chávarri M. Fundación para la enseñanza de la construcción, A.C

### 5.3 Base

La base es la capa que se encuentra entre la carpeta asfáltica en este caso y la sub base, sus dimensiones pueden variar entre 10 y 30 cm y puede ser mejorada mediante grava controlada en una proporción 60-40, 70-30, etc. dependiendo las características del proyecto, el número y peso de los vehículos que van a circular por la zona.

Para realizar la construcción de la base es necesario poner los niveles de proyecto requeridos con unas piedras llamadas “maestras”, en este caso se realizó una compactación al 90% de la prueba próctor estándar, con una proporción 70-30 con grava controlada y un espesor de 20 cm dado que no hay circulación de vehículos pesados.

Dadas las características de los materiales la compactación se realiza por medio de un rodillo vibratorio, siguiendo las normas de la SCT<sup>5</sup> considerando el peso mínimo del equipo de 8 toneladas llegando hasta 12 con la vibración con una velocidad de 15 a 20  $\frac{km}{h}$  y entre 7 y 9 pasadas para lograr la compactación requerida.



---

<sup>5</sup> N.CTR.CAR.1.04.006/08



Imagen 13. Motoconformadora mezclando material.



Imagen 14. Base sin compactar.



Imagen 15. Cala para prueba próctor.

Para corroborar que se cumpla con la compactación requerida en el proyecto se realizó una prueba próctor por medio de un laboratorio externo a la UNAM y a la empresa contratista, de lo cual se obtuvo que la compactación era la requerida en el proyecto.

La prueba próctor<sup>6</sup> se realiza con el uso de un “cilindro próctor”, el cual es de 4” x 6” el cual se llena en 3 capas, entre cada una se deja caer un martillo de 2.5 kg con un diámetro de 2”, 25 veces repartidas entre toda la superficie, posteriormente se enrasa para tener un volumen conocido (el mismo del cilindro) y se obtiene el peso volumétrico seco del material, con este valor se tiene un par de valores, humedad-peso volumétrico, los cuales se llevan a una gráfica, en este caso la 2.

---

<sup>6</sup> Norma Astm d-1557

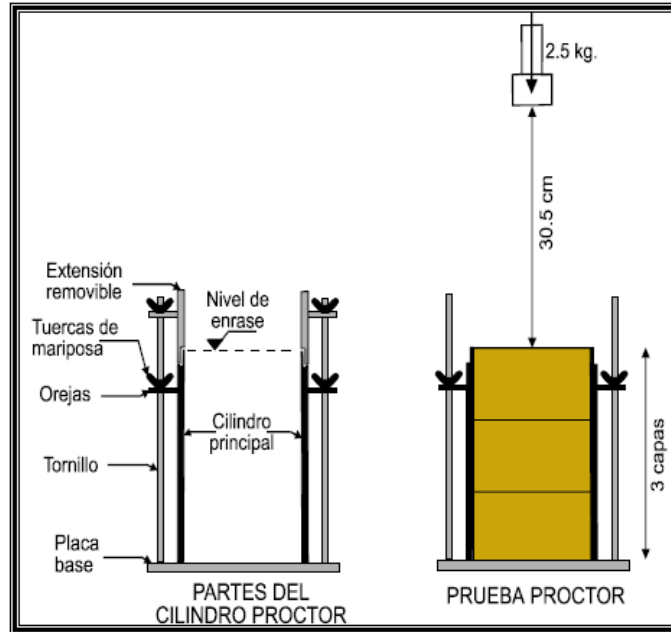


Imagen 16. Partes de cilindro próctor y prueba próctor.

Posteriormente se realiza el mismo procedimiento, pero aumentando la humedad, cada vez que se realiza la prueba se van dando valores que se van graficando hasta que el agua comienza a tomar el lugar del suelo y el peso volumétrico comienza a bajar, en algún momento se obtiene un pico en cuanto a la compactación se refiere y esa es la humedad óptima con que se debe realizar en campo la compactación.

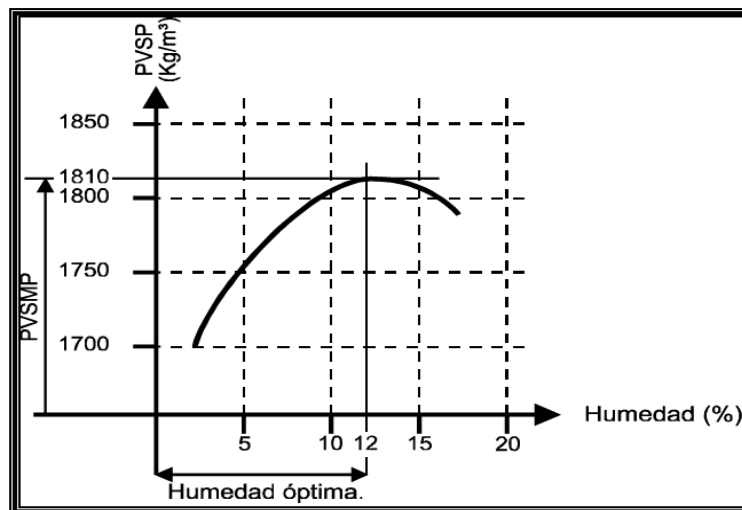


Grafico 2. Ejemplo de prueba próctor.

## 5.4 Carpeta asfáltica

Se define como la capa o conjunto de capas que se colocan sobre la base, constituidas por material pétreo y un producto asfáltico. Su función es proporcionar al tránsito una superficie estable, prácticamente impermeable, uniforme y de textura apropiada. Se considera que contribuye, junto con la base, a soportar las cargas y distribuir los esfuerzos.

Ya que el proyecto contaba con recursos limitados se tomó la decisión de realizar la carpeta de un material flexible aun sabiendo que a largo plazo es más rentable optar por otra alternativa, ya que el flujo vehicular no es demasiado grande y el tiempo que se llevaría con material rígido (concreto) nos retrasaría en el tiempo considerablemente.

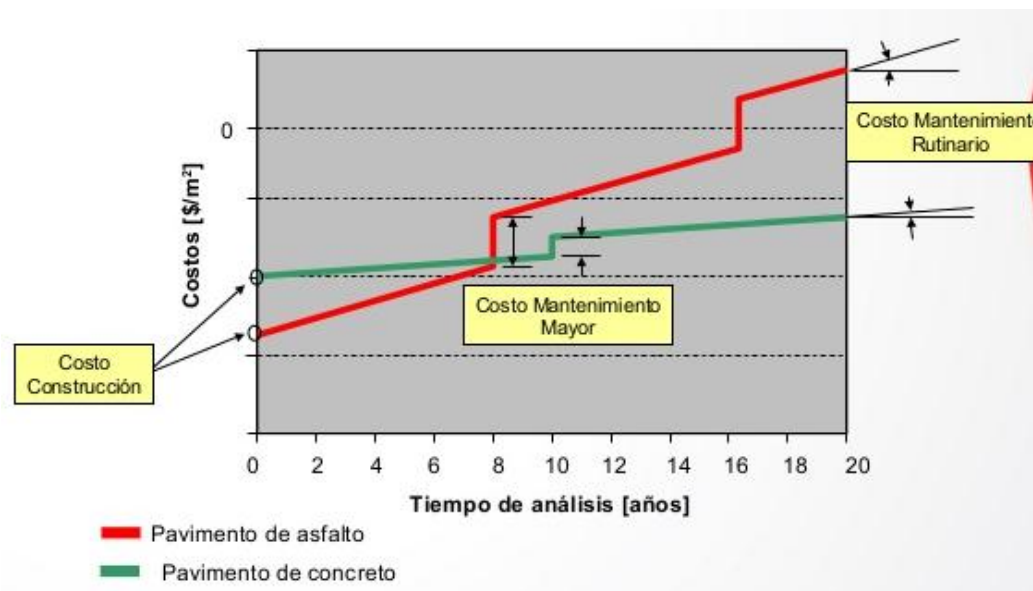


Gráfico 3. Análisis de costo contra mantenimiento de asfalto y concreto.

Para la elaboración de la carpeta es necesario realizar un barrido de la base previo al riego de impregnación, posteriormente se realiza el riego que funciona como “pegamento” entre la base y la carpeta que en este caso fue asfáltica, la proporción utilizada es de  $0.75 \frac{L}{m^2}$ .



Imagen 17. Aplicación de riego.

Posteriormente se realiza el tendido del asfalto, el cual es transportado con una cubierta para que no pierda la temperatura necesaria para su colocación ( $140^{\circ}\text{C}$  mínimo en este caso). El asfalto es vaciado del vehículo de transporte a una extendedora o “Finisher” la cual en su parte frontal tiene una caja que va elevándose a diferentes ángulos para comenzar un proceso de transporte por toda la extendedora hasta llegar a la parte trasera que es por donde se coloca la carpeta.

Para el proyecto se utilizó un espesor de la capa de 7.5 cm, para lograr esto la extendedora cuenta con un tornillo en cada esquina para poder fijar el espesor dependiendo las características de la misma, para saber esto se utiliza un mecanismo de medición con un aparato llamado escantillón, el cual es una medida de referencia con el cual se va picando en cada lado y al centro de la capa para que esta sea uniforme, posteriormente si existe alguna irregularidad se utiliza un rastrillo para eliminarla.

Una vez que se tiene la capa lista se procede a la compactación de los materiales, en un inicio se realiza por medio de un rodillo vibratorio para alcanzar los 7 cm necesarios para este proyecto, posteriormente pero sin dejar pasar mucho tiempo se debe realizar una segunda compactación pero ahora con un compactador neumático, el cual logra “cerrar” los poros con lo cual ayuda a que no exista permeabilidad.

Durante todo el tendido de la carpeta se debe ir revisando periódicamente la temperatura a la cual se va extendiendo e ir cuidando que durante la compactación ni el rodillo ni el compactador neumático se queden fijos encima de la carpeta ya que puede ocasionar que existan baches posteriormente.

Finalmente se realiza un sellado de la carpeta, esto se realiza aplicando cemento portland a razón de 0.5 kg/m<sup>2</sup> en toda la superficie, posteriormente se humedece y se barre para cubrir los poros que pudieran haber quedado abiertos.



Imagen 18. Suministro de tepetate a extendedora.



Imagen 19. Compactación de carpeta.



Imagen 20. Sello de carpeta.



Imagen 21. Pruebas de temperatura. Imagen 22. Colocación de carpeta asfáltica.

Posteriormente al proceso del asfalto fue necesario nivelar las rejillas, las cuales previamente fueron cubiertas para evitar que hubiera azolve en las mismas, estas fueron desmontadas con recuperación a favor de la UNAM y fueron puestas a disposición de la superintendencia de la FES-C.

Previamente a la colocación de estas se suplieron los registros existentes, los cuales fueron de 0.6 x 0.8 x 1.0 m. Las rejillas fueron fijadas con concreto llegando al nivel de la carpeta asfáltica.



Imagen 23. Colocación de rejilla.

## **6. Banquetas y guarniciones**

Las guarniciones son elementos estructurales que contienen a las banquetas, sirven para proporcionar una separación entre la banqueta, camellón, etc. y el arroyo vehicular, además también sirve para delimitar el material de la base por lo que debe tener una profundidad de 25 cm de la carpeta hacia abajo y 15 hacia arriba.

Ambos elementos pueden ser de concreto simple, aunque se recomienda para evitar agrietamientos que en el caso de la banqueta se utilice malla electro soldada y al ser colada se realice como si fuera un tablero de ajedrez con dimensiones de aproximadamente dos metros cuadrados.



Imagen 24. Colado de banquetas.

### **6.1 Demolición de banquetas y guarniciones**

La demolición de ambos elementos puede ser por medios manuales o con ayuda de maquinaria para acelerar el proceso, en este caso se realizó en un inicio por medios manuales y posteriormente para optimizar tiempo se procedió a utilizar una retroexcavadora en los momentos que esta no estaba realizando otras actividades.

Ya que los trabajos se seguirían realizando durante el periodo correspondiente al ciclo escolar fue necesario realizar los trabajos en la zona de acceso, la cual contemplaba el camellón principal y el acceso a los autobuses, el cual por cuestiones de seguridad no fue utilizado, únicamente se cubrió para evitar accidentes.

## 6.2 Acarreos de material producto de demolición

Los productos de la demolición son recolectados con ayuda de medios manuales y un cargador frontal, el cual es el encargado de llenar los camiones encargados de realizar los viajes a un tiro autorizado para la colocación de dichos materiales producto de la misma.

Para poder cuantificar los materiales se puede hacer de dos maneras, una es con el volumen de las cajas de los camiones, las cuales por ser conocidas únicamente se realiza mediante las notas de remisión emitidas por el residente de obra.

La segunda opción es realizar un cálculo mediante las características de la banqueta (volumen), el cual es multiplicado por un factor llamado de abundamiento, el cual nos indica la proporción que tiene un material suelto contra el mismo en forma compacta, en este caso utilizamos la siguiente recomendación.

	MATERIAL	FACTOR ABUNDAMIENTO
1	Tierra (material tipo I o II), tepetate, arcilla, limo.	1.30
2	Arena, grava.	1.12
3	Concreto, piedra, mamposterías, suelo (material tipo III)	1.50

Tabla 3. Factor de abundamiento por tipo de material.



Imagen 25. Retiro de materiales producto de demolición.





Imagen 26. Demolición de banquetas.

### 6.3 Colado de banquetas, guarniciones y rampas para discapacitados

Para el colado de las banquetas fue necesario realizar previamente la limpieza de la zona para posteriormente rellenar con tepetate y compactar para lograr un espesor de banqueta de 8 cm con concreto  $f'c = 150 \frac{kg}{cm^2}$  y un tamaño máximo de agregado  $\frac{3}{4}$ ", el cual fue fabricado en planta por lo que la única prueba necesaria que se hizo fue la de revenimiento que cumplía con lo especificado en el proyecto.

El cimbrado de las banquetas se realizó con polines de madera de 8 cm de altura logrando con esto el espesor requerido, posterior al colado se realizó el sellado con cemento portland para posteriormente delimitar las banquetas por medio de un volteador y finalmente realizar el rayado.

Posteriormente al colado se debe realizar periódicamente el curado de las mismas para evitar que se pierda humedad del concreto por el calor y con ello se modifiquen las características del mismo con las que fueron inicialmente coladas las banquetas.

Ya que aún se cuentan con árboles en el área de banquetas fue necesario al momento de colar las banquetas, realizar arriates amplios para evitar que en el futuro se vuelva a tener afectaciones por los troncos o raíces de los mismos.



Imagen 27. Colado de arriates.

Para el caso de las guarniciones es necesario tener una excavación de 40 cm, 25 por debajo del nivel del piso y 15 por encima para cimbrar por medio de láminas de metal lo suficientemente rígidas para poder asegurar la forma establecida, trapecial en este caso de 15 x 20 x 50 cm con una  $f'c = 200 \frac{kg}{cm^2}$ .

Para el colado de estas es necesario humedecer previamente las láminas para evitar que el concreto se adhiriera a ellas, además de asegurarse que el concreto no tenga espacios, por lo cual debe ser vibrado. Posteriormente se debe pasar el volteador para delimitar la guarnición de la cimbra y tener los mismos cuidados posteriores que en el caso de las banquetas.

Dado que el acceso por la zona que es remodelada es solamente peatonal y es la de mayor flujo de personas es necesario contar con rampas tanto para el ascenso como el descenso de personas con discapacidades, además de facilitar el acceso a las personas en general que llegan en bicicletas mediante el uso de rampas en el camellón central de la puerta principal.

Las rampas fueron planteadas estratégicamente con una pendiente que no representara ninguna dificultad para las personas con discapacidad, las cuales fueron de concreto reforzado con malla electro soldada 6x6 a 10/10 teniendo en cuenta los cuidados posteriores al colado similares a las banquetas y guarniciones.

Dado que las rampas fueron coladas con concreto hecho en obra fue necesario cumplir con las recomendaciones y proporciones necesarias para lograr una resistencia  $f'c = 150 \frac{kg}{cm^2}$  con un tamaño máximo de agregado  $\frac{3}{4}$ ", utilizando como referencia una tabla proporcionada por Cemex.



Imagen 28. Guarniciones nuevas.

CEMENTO (SACO)	AGUAS (BOTES)	ARENA (BOTES)	GRAVA (BOTES)	APLICACIÓN
1+ 0	1 0	2 1/3 000	4 3/4 00000	Grava 1-1/2" Alta resistencia $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ Grava 3/4"
1+ 0	1 0	2 1/3 000	3 1/2 0000	
1+ 0	1 1/3 00	3 1/2 0000	5 1/2 000000	Grava 1-1/2" Columnas y techos $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ Grava 3/4"
1+ 0	1 1/3 00	3 000	4 0000	
1+ 0	1 1/2 00	4 0000	6 1/2 0000000	Grava 1-1/2" Losas y zapatas $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ Grava 3/4"
1+ 0	1 1/2 00	4 0000	5 00000	
1+ 0	1 3/4 00	5 00000	7 3/4 00000000	Grava 1-1/2" Trabes y dalas $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ Grava 3/4"
1+ 0	2 0	5 00000	5 3/4 000000	
1+ 0	2 1/4 000	6 1/3 0000000	9 000000000	Grava 1-1/2" Muros y pisos $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ Grava 3/4"
1+ 0	2 1/4 000	6 1/2 0000000	7 0000000	

Tabla 4. Proporción para diseño de concreto

## 7. Pintado de cajones de estacionamiento y señalamientos de acuerdo a las NTCDF para proyecto arquitectónico

Ya que este estacionamiento es uno de los principales dado el flujo de alumnos debe contar con el mayor número de cajones de estacionamiento se contemplaron las diferentes recomendaciones de las NTCDF<sup>7</sup> teniendo como resultado un mayor aprovechamiento del espacio disponible con cajones a 90°, los cuales son delimitados mediante franjas de 10 cm de espesor con pintura epóxica y con las dimensiones establecidas que se muestran a continuación.

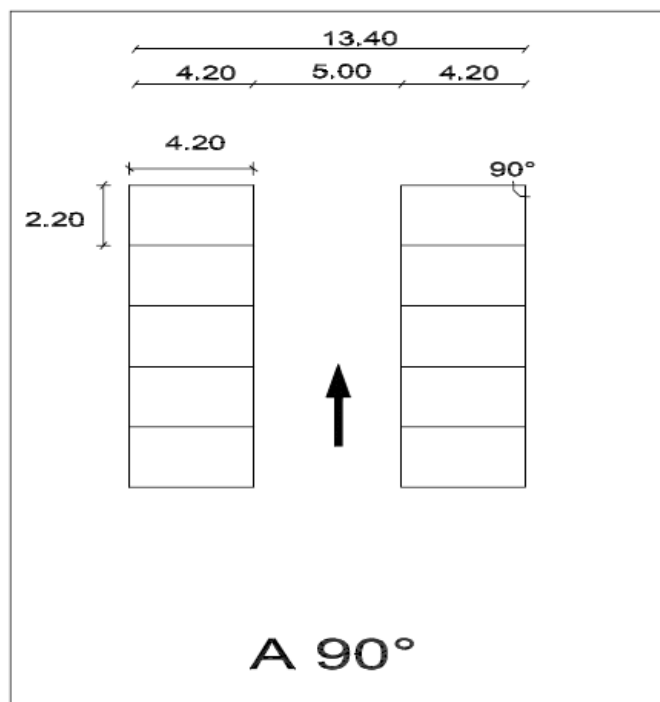


Imagen 29. Dimensiones de cajones para autos chicos.

Dado el proyecto utilizado con los cajones de las dimensiones especificadas y las características del espacio disponible se lograron 298 cajones de estacionamiento con una combinación entre los cajones para autos chicos y grandes, tomando una fusión con el ancho de 2.4 m como lo indica para autos grandes y 4.2 de largo como para autos chicos.

<sup>7</sup> Normas Técnicas Complementarias para proyecto arquitectónico.

Además de los cajones de estacionamiento se pintaron las flechas para indicar el sentido de la circulación, proyecto planteado por la superintendencia de obras de la FES-C. Las flechas cuales cuentan con pintura esmalte color blanco y microesferas para poder ser visibles en la noche.

Considerando que existen personas con discapacidades que llevan automóvil se pintaron 4 cajones de estacionamiento exclusivos para ellos, con rampas muy cercanas para poder facilitar el acceso a las instalaciones de dichas personas. Los cajones cuentan con señalamientos de exclusividad tanto en la carpeta como en la banqueta.

Además de esto se realizó el pintado de las guarniciones en todo el estacionamiento y las líneas de separación entre carriles en tramos discontinuos, dando espacio suficiente para la interacción de los vehículos sin problema alguno.



Imagen 30. Cajones para discapacitados



imagen 31. Pintado de cajones.



Imagen 32. Señalamiento de sentidos.

## **8. Conclusiones**

En el presente trabajo se ha demostrado la aplicación de los conocimientos adquiridos en diferentes áreas a lo largo de la carrera de ingeniero civil, los cuales podemos ver que están ligados entre sí para poder realizar un proyecto desde una propuesta técnica y económica hasta la ejecución del mismo.

En este caso fue necesario realizar tala de árboles dadas las circunstancias en que se encontraban (afectaciones a pasos peatonales en banquetas y guarniciones), sin embargo debemos ser responsables en cuanto al medio ambiente se refiere y no talar indiscriminadamente.

Para la realización de las capas del pavimento es necesario realizar las pruebas necesarias para poder garantizar que se tiene la calidad requerida en el proyecto, esto se debe hacer con la ayuda de laboratorios especializados en el área y ajenos a ambas dependencias para que el resultado sea imparcial.

Aun cuando el proyecto es contratado por ciertos volúmenes es necesario contemplar las diferentes posibilidades que se tienen ya que en este caso hubo volúmenes excedentes y fue necesario tomar la decisión de dejar algunas guarniciones en buen estado para no sobrepasar el monto que fue asignado por la Dirección General de Obras y Conservación.

En general es necesario optimizar los espacios que se tienen, aunque no necesariamente se pueden cumplir las normas en su totalidad como es el caso de la propuesta realizada para el pintado de los cajones, sin embargo, se deben tomar decisiones para poder hacer lo mejor posible con los recursos y características que se tienen en el sitio.

## **9. Referencias**

- Apuntes del curso de Movimiento de Tierras. M.I. Emmanuel Alcérreca Colunga FI, UNAM.
- Normas técnicas complementarias para proyecto arquitectónico.
- Juárez Badillo E. Y Rico Rodríguez, Mecánica de suelos tomo II.
- Especificaciones particulares SCT N.CTR.CAR.1.04.006/08.
- Equipo de pavimentación Ing. Carlos Manuel Chávarri M. Fundación para la enseñanza de la construcción, A.C.
- Compactación Ing. Carlos Manuel Chávarri M. Fundación para la enseñanza de la construcción, A.C.
- Normas ASTM.

## **10. Anexos**

Anexo A. Catálogo de conceptos.

		CONCEPTO	UNIDAD	CANT	PRECIO U	IMPORTE
1	1.1.1.030.2	CONSTRUCCIÓN DE CERCADO CON MALLA ELECTROSOLDADA 6X6/10-10, CON POSTES DE POLIN DE MADERA DE 2ª DE 3" X 3" @ 2.50 M DE SEPARACIÓN Y DE 2.40 M DE ALTO. FIJADOS CON ATIEZADORES COMPUESTOS POR POLINES Y BARROTOS. INCLUYE: MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, ANDAMIOS, HERRAMIENTA, DESMONTAJE DEL CERCADO, CARGA Y ACARREOS DEL CERCADO Y DE MATERIALES SOBRAINTES A TIRO LIBRE FUERA DE LAS INSTALACIONES DE LA UNAM. CONFORME A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 1.1.1. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	M²	600.00	\$ 116.87	\$ 70,122.00
2	S/C	DESMONTAJE DE COLADERAS, SIN AFECTARLAS Y CON RECUPERACION A FAVOR DE LA UNAM (EL MATERIAL QUEDARÁ EN CUSTODIA DEL CONTRATISTA). INCLUYE: DEMOLICIÓN DE BROCALES, RETIRO DE MARCO Y CONTRAMARCO, RETIRO DE ELEMENTOS DE FIJACION, ACARREOS DEL MATERIAL DESMONTADO HASTA EL LUGAR DESTINADO PARA SU ALMACENAMIENTO PROVISIONAL (INDICADO EN LA VISITA DE OBRA), CLASIFICACIÓN Y ESTIBA DEL MATERIAL RECUPERADO, MANO DE OBRAY HERRAMIENTA. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.				
		A NIVEL DE BANQUETA	PZA	4	\$ 576.86	\$ 2,307.44
		A NIVEL DE PISO	PZA	4	\$ 576.86	\$ 2,307.44
3	1.1.3.010.1	DEMOLICIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE CONCRETO SIMPLE, BANQUETAS Y GUARNICIONES CON HERRAMIENTA MANUAL . INCLUYE: ACARREOS DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA DEMOLICIÓN HASTA EL LUGAR DE CARGA DEL CAMIÓN (INDICADO EN LA VISITA DE OBRA), MANO DE OBRA, ANDAMIOS Y HERRAMIENTA. CONFORME A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 1.1.3.PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	M3	70.00	\$ 495.00	\$ 34,650.00



4	1.1.6.040	TALA DE ÁRBOL DE DIÁMETRO MAYOR A 30 CM, MEDIDO A UN METRO DE ALTURA SOBRE EL NIVEL DE TERRENO NATURAL. INCLUYE: EXCAVACIÓN, EXTRACCIÓN Y RETIRO DE TOCONES Y DESENRAICE, ACARREOS DEL MATERIAL RESULTANTE DE LA TALA HASTA EL LUGAR DE CARGA DEL CAMIÓN (INDICADO EN LA VISITA DE OBRA), MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA. CONFORME A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 1.1.6. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	PZA	20.00	\$ 310.68	\$ 6,213.60
5	1.1.6.050	EXTRACCIÓN Y RETIRO DE TOCONES EXISTENTES DE 3.51 4.00 M DE DIÁMETRO DEL TOCÓN, INCLUYE: EXCAVACIÓN, DESENRAICE, ACARREOS DEL MATERIAL RESULTANTE DE LA EXTRACCIÓN HASTA EL LUGAR DE CARGA DEL CAMIÓN (INDICADO EN LA VISITA DE OBRA), MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA. CONFORME A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 1.1.6. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	PZA	20.00	\$ 400.01	\$ 8,000.20
6	1.1.7.010	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA DESPLANTE DE VILAIIDADES CON TRÁNSITO Y NIVEL, MEDIDO A EJES EN PLANTA BAJA. INCLUYE: LIMPIEZA PROPIA PARA EJECUTAR EL CONCEPTO, MOJONERAS Y BANCOS DE NIVEL, MATERIALES DE CONSUMO, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPOS. CONFORME A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 1.1.7. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	M2	8,909.17	\$ 1.99	\$ 17,729.25
7	1.1.8.050.1	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA EN MATERIAL TIPO II, A UNA PROFUNDIDAD DE 0.00 A 2.00 M EN CAJA O CEPAS DE CIMENTACIÓN, DEPOSITANDO EL MATERIAL A PIE DE CEPAS, LOS VOLÚMENES DE LAS EXCAVACIONES SERÁN MEDIDOS EN BANCO. INCLUYE: AFINE DE TALUDES Y FONDO DE LA EXCAVACIÓN, ACARREOS DEL MATERIAL SOBRANTE HASTA EL LUGAR DE CARGA DEL CAMIÓN (INDICADO EN LA VISITA DE OBRA), MAQUINARIA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA. CONFORME A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 1.1.8. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.				
		DE 0 A 2.0 M DE PROFUNDIDAD	M3	205.38	\$ 53.55	\$ 10,998.10
8	1.1.8.050.2	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA EN MATERIAL TIPO II, A UNA PROFUNDIDAD DE 2.01 A 4.00 M EN CAJA O CEPAS DE CIMENTACIÓN, DEPOSITANDO EL MATERIAL A PIE DE CEPAS, LOS VOLÚMENES DE LAS EXCAVACIONES SERÁN MEDIDOS EN BANCO. INCLUYE: ADEMÁS, AFINE DE TALUDES Y FONDO DE LA EXCAVACIÓN, ACARREOS DEL MATERIAL SOBRANTE HASTA EL LUGAR DE CARGA DEL CAMIÓN (INDICADO EN LA VISITA DE OBRA), MAQUINARIA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA. CONFORME A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 1.1.8. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	M3	75.00	\$ 61.61	\$ 4,620.75

9	1.1.9. 010.1	ACARREO EN CAMIÓN Y CARGA CON MAQUINARIA, A TIRO LIBRE AUTORIZADO FUERA DE LAS INSTALACIONES DE LA UNAM, DE MATERIALES SOBRANTES, TIPO I, II, III O DE MATERIAL PRODUCTO DE DEMOLICIÓN Y DESMONTAJES. <b>LOS VOLÚMENES SERÁN MEDIDOS EN EL VEHÍCULO DE TRANSPORTE.</b> INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, CAMIONES Y MAQUINARIA. CONFORME A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 1.1.9. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	M3	281.00	\$ 102.38	\$ 28,768.78
10	1.1.9. 010.2	ACARREO EN CAMIÓN Y CARGA CON MAQUINARIA, A TIRO LIBRE AUTORIZADO FUERA DE LAS INSTALACIONES DE LA UNAM, DE MATERIALES SOBRANTES TIPO I, II, III O DE MATERIAL PRODUCTO DE DEMOLICIÓN Y DESMONTAJES. <b>LOS VOLÚMENES SERÁN MEDIDOS EN BANCO.</b> INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, CAMIONES Y MAQUINARIA. CONFORME A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 1.1.9. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	M3	35.00	\$ 177.30	\$ 6,205.50
11	1.1.10. 020	RELLENO CON TIERRA LIMPIA SUMINISTRADA POR EL CONTRATISTA, COMPACTADO CON EQUIPO MECÁNICO AL 85% DE LA PRUEBA PROCTOR ESTÁNDAR, EN CAPAS DE 20 CM. INCLUYE: HUMEDECIDO DEL MATERIAL, ACARREOS DENTRO DE LA OBRA HASTA EL LUGAR DE SU COLOCACIÓN, PRUEBAS DE COMPACTACIÓN, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO. CONFORME A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 1.1.10. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	M3	150.00	\$ 90.31	\$ 13,546.50
12	1.1.10. 030	RELLENO CON TEPETATE SUMINISTRADO POR EL CONTRATISTA, COMPACTADO CON EQUIPO MECÁNICO AL 90% DE LA PRUEBA PROCTOR ESTÁNDAR, EN UNA SOLA CAPA DE 20 CM. INCLUYE: HUMEDECIDO DEL MATERIAL, ACARREOS DENTRO DE LA OBRA HASTA EL LUGAR DE SU COLOCACIÓN, PRUEBAS DE COMPACTACIÓN, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO. CONFORME A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 1.1.10. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	M3	550.02	\$ 199.46	\$ 109,706.99
13	1.1.10. 040.1	MEJORAMIENTO DE TERRENO CON TEPETATE Y CAL, EN PROPORCIÓN DE ACUERDO AL PROYECTO ESTRUCTURAL, COMPACTADO CON EQUIPO MECÁNICO AL 95% DE LA PRUEBA PROCTOR ESTÁNDAR EN CAPAS DE 20 CM. INCLUYE: MEZCLADO, HUMEDECIDO DEL MATERIAL, ACARREOS DENTRO DE LA OBRA HASTA EL LUGAR DE SU COLOCACIÓN, PRUEBAS DE COMPACTACIÓN, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO. CONFORME A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 1.1.10. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	M3	809.02	\$ 282.99	\$ 228,944.57

14	4.10.2. 020.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE REJILLA CON BISAGRAS EN PAVIMENTOS, MYMACO, DE 70x60 CM O EQUIVALENTE EN CALIDAD Y PRECIO, AHOGADA EN CONCRETO. INCLUYE: ACARREOS DENTRO DE LA OBRA HASTA EL LUGAR DE SU COLOCACIÓN, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA. CONFORME A PROYECTO Y A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 4.10.2. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	PZA	7.00	\$ 2,806.34	\$ 19,644.38
15	ALB.U.PIC.32 3	GUARNICIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO RESISTENCIA NORMAL F'C= 200 KG/CM2 FABRICADO EN PLANTA, SECCIÓN TRAPEZOIDAL DE 15 X 20 X 50 CM, INCLUYE: CIMBRA Y DESCIMBRA, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, ACARREOS, LIMPIEZA DEL AREA DE TRABAJO.	M	1,407.00	\$ 203.97	\$ 286,985.79
16		BANQUETA DE CONCRETO HIDRÁULICO RESISTENCIA NORMAL F'C= 150 KG/CM2, REVENIMIENTO 10 CMS., TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADO 3/4", FABRICADO EN PLANTA, SUMINISTRADO POR PROVEEDOR, DE 8 CM DE ESPESOR, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, ACARREOS, LIMPIEZA DEL AREA DE TRABAJO.	M2	1,200.00	\$ 157.41	\$ 188,892.00
17	4.10.7. 030	CONSTRUCCIÓN DE RAMPA DE CONCRETO F'C = 150 KG/CM <sup>2</sup> RESISTENCIA NORMAL, AGREGADO 3/4" Y 10 CM DE ESPESOR ARMADO CON MALLA ELECTROSOLDADA 6X6-10/10, ACABADO ESTRIADO SEGÚN MUESTRA APROBADA, INCLUYE: ACARREOS DENTRO DE LA OBRA HASTA EL LUGAR DE SU COLADO, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA. CONFORME A PROYECTO Y A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 4.10.7. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	M2	30.00	\$ 350.19	\$ 10,505.70

18	ALB.U.REG.7 07	CONSTRUCCIÓN DE REGISTRO PARA ALBAÑALES DE 0.60 X 0.80 X 1.0 M DE PROFUNDIDAD, MEDIDAS INTERIORES, CON TABIQUE DE BARRO RECOCIDO DE 12.5 CM DE ESPESOR JUNTEADO Y APLANADO PULIDO INTERIOR DE 2.0 CM DE ESPESOR CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5, PLANTILLA DE CONCRETO DE $f'c=150$ KG/CM <sup>2</sup> DE 7 CM DE ESPESOR , TAPA DE 7 CM DE ESPESOR CON CONCRETO $f'c=200$ KG/CM <sup>2</sup> , ARMADA CON VARILLA DE 3/8" $\varnothing$ @ 15 CM DE SEPARACIÓN EN AMBOS SENTIDOS, CON MARCO DE 1 1/4" X 1 1/4" X 3/16" Y CONTRAMARCO DE 1 1/2" X 1 1/2" X 3/16" DE ANGULO DE ACERO ESTRUCTURAL. INCLUYE: PERFILAR MEDIA CAÑA DE 20 CM DE DIÁMETRO EN LA BASE CON CONCRETO $f'c=150$ KG/CM <sup>2</sup> , DOS MANOS DE PRIMER ANTICORROSIVO Y DOS MANOS DE PINTURA DE ESMALTE EN EL MARCO Y CONTRAMARCO, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA Y CONFORME A PROYECTO Y A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 4.10.1. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA. HERRAMIENTA.	PZA	4.00	\$ 3,098.71	\$ 12,394.84
21		SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE PINTURA EPÓXICA, EN FRANJAS DE 10 CM DE ANCHO PARA SEÑALAMIENTO EN ESTACIONAMIENTOS, PREVIA PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE.	M	550.00	\$ 14.85	\$ 8,167.50
22		PINTADO DE RAYAS DE 40 CM DE ANCHO, CON PINTURA ESMALTE COLOR BLANCO Y REFLEJANTE (CON MICROESFERAS), PARA INDICAR CRUCE DE PEATONES	M	120.00	\$ 70.02	\$ 8,402.40
23		PINTADO DE FLECHAS DE INDICACIÓN DE SENTIDO VEHICULAR, DE 40 CM DE ANCHO, CON PINTURA ESMALTE COLOR BLANCO Y REFLEJANTE (CON MICROESFERAS), PARA INDICAR CRUCE DE PEATONES	PZA	25.00	\$ 298.94	\$ 7,473.50
24		PINTADO DE GUARNICIONES POR MEDIO MANUALES CON PINTURA ESMALTE ALKIDÁLICA TRAFLEX COLOR AMARILLO, INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR, PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, APLICACIÓN DE LA PINTURA, LIMPIEZAS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA APLICACIÓN.	M	1,407.65	\$ 27.08	\$ 38,119.16
25	4.10.6. 010	AFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL TERRENO NATURAL AL 90% DE LA PRUEBA PROCTOR ESTANDART, A NIVEL DE LA SUBRASANTE. INCLUYE: ACARREOS DENTRO DE LA OBRA HASTA EL LUGAR DE SU COLOCACIÓN, MANO DE OBRA, MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO. CONFORME A PROYECTO Y A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 4.10.6. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	M2	8,909.15	\$ 13.69	\$ 121,966.26

26		FRESADO DE PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO CON MÁQUINA PERFILADORA, INCLUYE; MATERIALES DE CONSUMO, AGUA, CARGA DE CAMIÓN DE VOLTEOMANO DE OBRA, EQUIPO MAYOR Y MENOR, Y TODO LO NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN	M3	8,909.15	\$ 27.00	\$ 240,547.05
27	4.10.6. 020	CONSTRUCCIÓN DE SUB-BASE CON MATERIAL, ESPECIFICADO EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO, TEPETATE COMPACTADO AL 95% DE LA PRUEBA PROCTOR ESTANDART DE 40.00 CM DE ESPESOR. INCLUYE: ACARREOS DENTRO DE LA OBRA HASTA EL LUGAR DE SU COLOCACIÓN, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO. CONFORME A PROYECTO Y A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 4.10.6. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	M3	890.92	\$ 202.34	\$ 180,268.75
28	4.10.6. 030	CONSTRUCCIÓN DE BASE CON MATERIAL, ESPECIFICADO EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO, GRAVA CONTROLADA COMPACTADO AL 95% DE LA PRUEBA PROCTOR ESTANDART Y ESPESOR DE 20.00 CM. INCLUYE: MEZCLADO CON EQUIPO MECÁNICO, ACARREOS DENTRO DE LA OBRA HASTA EL LUGAR DE SU COLOCACIÓN, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO. CONFORME A PROYECTO Y A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN:4.10.6. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	M3	890.92	\$ 257.12	\$ 229,073.35
29		MEJORAMIENTO DE BASE DE CIMENTACIÓN PARA ESTRUCTURA O PAVIMENTOS, CON TEPETATE Y CAL AL 8% DL PESO VOLUMÉTRICO, COMPACTADO AL 90% PRÓCTOR CON RODILLO VIBRETORIO, INCLUYE; LOS MATERIALES, MANO DE OBRA, LA HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA COLOCACIÓN	M3	890.92	\$ 282.99	\$ 252,121.45
30		BARRIDO DE BASE PREVIO AL RIEGO DE IMPREGNACIÓN	M2	8,909.15	\$ 1.79	\$ 15,947.38
31		SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE RIEGO DE LIGA A BASE DE EMULSIÓN ASFÁLTICA (RR-2K), EN PROPORCIÓN DE 0.75 LT/M2, INCLUYE: PREPARACIÓN DE SUPERFICIE PARA APLICACIÓN DE RIEGO DE LIGA, MAQUINARIA, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DEL TRABAJO, EL SUMINISTRO DE MATERIALES PARA REALIZAR EL RIEGO, MAQUINARIA, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DEL TRABAJO, ACARREOS Y SOBREACARREOS A LA OBRA, TURNOS DIURNOS Y NOCTURNOS A INDICACIONES Y NECESIDADES DE LA UNAM, SIN COSTO ADICIONAL, SEÑALAMIENTO PREVENTIVO DE OBRA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	M2	8,909.15	\$ 7.86	\$ 70,025.92

32	SUMINISTRO, TENDIDO Y COMPACTACIÓN DE CONCRETO ASFÁLTICO PARA CONSTRUCCIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA, EN TRAMOS CONTINUOS Y DISCONTINUOS, CON AGREGADO MÁXIMO DE 19 MM, INCLUYENDO: EL COMPACTADO DE 92 AL 94 % DE SU DENSIDAD TEÓRICA MÁXIMA POR MEDIOS MECÁNICOS, DE LA PRUEBA MARSHALL DE 7.5 CM DE ESPESOR YA COMPACTADO Y COLOCADO A UNA TEMPERATURA DEL MATERIAL DE 140 GRADOS CENTÍGRADOS INCLUYE: ACARREOS DENTRO DE LA OBRA HASTA EL LUGAR DE SU COLOCACIÓN, ASÍ COMO LA MANO DE OBRA DE APOYO REQUERIDA EN LA MAQUINARIA, PARA EL TENDIDO Y COMPACTACIÓN, LA MAQUINARIA, EL EQUIPO Y LA HERRAMIENTA NECESARIA, PARA ALCANZAR UN ESPESOR PROMEDIO DE 7.00 CM, ACARREOS Y SOBRECARREROS EN CAMIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE DESDE LA PLANTA HASTA EL ÁREA DE TENDIDO, CONSIDERANDO EL TRANSITO EN ZONA URBANA, HORARIOS DIURNOS Y NOCTURNOS SEGUN INDICACIONES O NECESIDADES DE LA UNAM SIN COSTOS ADICIONALES, LIMPIEZA Y RETIRO DE MATERIALES EXCEDENTES DE LA COLOCACIÓN DE LA MEZCLA A TIRO PROPUESTO POR EL CONTRATISTA Y SEÑALAMIENTO PREVENTIVO DE OBRA. P.U.O.T.	M2	8,909.15	\$ 224.76	\$ 2,002,420.55
35	SELLADO DE CARPETA ASFALTICA	M2	8,909.15	\$ 2.19	\$ 19,511.04
	SUMA				\$ 4,256,588.15
	IVA				\$ 681,054.10
	IMPORTE				\$ 4,937,642.25

Anexo B. Programa de obra

PARTIDA	INICIO	FIN	DURACIÓN
Obras preliminares	21-dic-15	18-ene-16	28
Trazo, nivelación, acarreo y rellenos	05-ene-16	16-feb-16	42
Obras complementarias	11-ene-16	26-feb-16	46
Pintura en vialidades	01-feb-16	26-feb-16	25
Pavimentos	15-ene-16	26-feb-16	42

Tabla 5. Programa de obra.

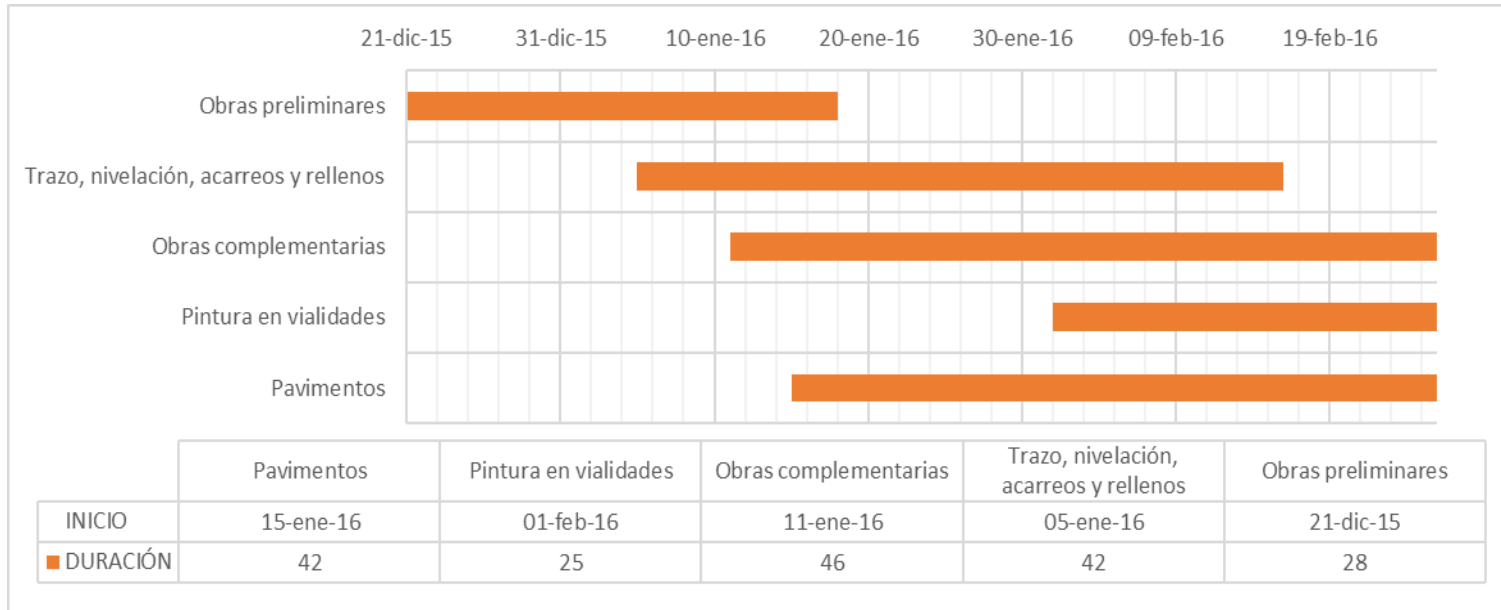


Grafico 4. Diagrama de Gant

