



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

"INTEGRACIÓN DE PROYECTO EJECUTIVO DEL PASO SUPERIOR
VEHICULAR DE AV. LAS TORRES – AV. VENUSTIANO CARRANZA,
TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO."

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:
ADRIAN URQUIZA RODRIGUEZ

ASESOR:
ING. ALEJANDRO PERALTA ARNAUD

MORELIA, MICHOACÁN, MARZO DEL 2018





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

Morelia, Mich a 18 de Octubre de 2017

C. ADRIAN URQUIZA RODRIGUEZ
P R E S E N T E

Asunto: Carta de Aceptación
de Inicio de Trabajo.

Por medio de la presente y en atención a su solicitud para iniciar el desarrollo de su trabajo relativo a la Licenciatura en Ingeniería Civil, una vez analizado el tema propuesto, se le comunica la aceptación a fin de que lleve a cabo el desarrollo del trabajo denominado "INTEGRACIÓN DE PROYECTO EJECUTIVO DEL PASO SUPERIOR VEHICULAR DE AV. LAS TORRES-AV. VENUSTIANO CARRANZA, TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO. ", mismo que será asesorado por el profesor Alejandro Peralta Arnaud.

Sin más por el momento, me despido enviándole un cordial saludo.

ATENTAMENTE



WILFRIDO MARTÍNEZ MOLINA
DIRECTOR
Facultad de Ingeniería Civil



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	Pag. 6
CAPITULO 1	
1.1.- Levantamiento topográfico y obras inducidas.....	Pag. 13
CAPITULO 2	
2.1.- Proyecto geométrico definitivo.....	Pag. 18
2.2.- Estudio de mecánica de suelos.....	Pag. 35
2.3.- Proyecto de señalamiento horizontal y vertical.....	Pag. 68
2.4.- Proyecto estructural.....	Pag. 70
CAPITULO 3	
3.1.- Proyecto de drenaje pluvial.....	Pag. 77
CAPITULO 4	
4.1.- Proyecto de alumbrado publico.....	Pag. 97
CAPITULO 5	
5.1.- Catalogo de conceptos.....	Pag. 103
CAPITULO 6	
6.1.- Procedimiento constructivo.....	Pag. 109
CONCLUSIONES	Pag. 128
BIBLIOGRAFÍA	Pag. 129



DEDICATORIA

A MIS PADRES LOS CUALES SIEMPRE ME BRINDARON SU APOYO INCONDICIONAL PARA CONTINUAR CON MIS ESTUDIOS:

SR. DONACIANO URQUIZA MARTÍNEZ
SRA. MARÍA DE JESÚS RODRÍGUEZ ESPAÑA

A MIS HERMANOS POR SU SOLIDARIDAD ANTE LA ADVERSIDAD:

ÁNGEL, ROSA MARÍA, PATRICIA, MARCO ANTONIO,
MARCELA Y RAÚL.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE PARTICIPARON EN MI FORMACIÓN ACADÉMICA Y PROFESIONAL.



Resumen:

La infraestructura carretera denota un factor de vital importancia para el desarrollo socioeconómico de la población; contar con vías de comunicación terrestres seguras y en inmejorables condiciones de circulación, favorecen el traslado de personas y mercancías cuya transitabilidad soporta el desarrollo económico y calidad de vida de las comunidades.

En el desarrollo de este trabajo de tesis se establecen lineamientos que son necesarios estudiar y elaborar para lograr proyectos que sean factibles de construir técnica y económicamente.

Se inicia con los estudios de tránsito los cuales determinan los flujos principales y secundarios que deberán ser resueltos, recordando que en todo momento se busca una solución integral al conflicto vial en la intersección, continuamos con los estudios de topografía electrónica obteniendo una configuración de la zona reflejando los anchos de calzadas, anchos de banquetas, instalaciones aéreas y subterráneas que pueden ser afectadas y reubicadas durante la construcción del proyecto, al mismo tiempo se realizan los trabajos de Geotecnia determinando las características físicas y mecánicas del suelo y pavimento existente, con estos datos se estará en condiciones para realizar el diseño de pavimento nuevo obteniendo espesores de las distintas capas que lo conformaran y que serán aplicados en las zona de ampliación y zonas de superficie de rodadura nueva, se continua con las alternativas de solución geométrica, definida la propuesta geométrica se procede al estudio de mecánica de suelos que determinara las propiedades del suelo, con la geometría horizontal, vertical y la mecánica de suelos se estará en condiciones de realizar el análisis y diseño estructural para la intersección, como siguiente etapa se realizara el análisis y solución del drenaje de la zona el cual es modificado por la construcción de una obra nueva, se realizara el estudio del señalamiento horizontal y vertical, como último se presentara el proyecto de alumbrado público solar implementado nuevas tecnologías sustentables que se enfoquen y cubran las necesidades demandadas por el proyecto.

Se entregarán los términos de referencia y procedimientos constructivos de los trabajos, los cuales siempre se regirán por la normatividad vigente para cada uno de los conceptos, principalmente por la NORMATIVIDAD DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES las cuales se utilizarán para la elaboración de las propuestas técnicas y económicas por parte de los contratistas que participan para la construcción de la obra.

Concluido el proyecto ejecutivo será cuantificado, realizando el análisis de precios unitarios y determinando el costo real de la obra empleándolo de base para que la dependencia o empresa contratante esté en condiciones de realizar una licitación.

Infraestructura, Estudios, Técnica, Económicamente, Normatividad.



ABSTRACT:

The road infrastructure is very important to the socio-economic development of the population. To have save roads and in the better conditions, it makes the transportation of people and material goods easy, it helps with the economy and it improves the quality of life in urban and rural areas.

This thesis shows the necessary standards to study and make workable plans. It stars with the traffic studies, which establishes the first and second problems, also they have a solution. The main objective is to show a solution with the road conflict. Then it presents the electronic topography getting the work area project like the width of the roadways and sidewalks, aerial and underground installations that could be affected and relocated during the project's building, at the same time the geotechnical works are carried out, establishing the physical and mechanical characteristics of the floor and pavement.

With the previous information it will be in the conditions to make road surfaces design, getting the thickness that will make it and it should to apply in the expansion and surface new areas, after that it shows the different chooses of geometric solutions, later the study of soil mechanics. It will shape the soil properties, with the horizontal and vertical geometric and soil mechanic. It will be in the conditions to make the analysis sewer system solution, from the place, which is modifies by the construction of a new work. It performs the horizontal and vertical road making study.

At last it presents the solar public lighting project, attaching new technologies, that focuses on the main need of the project.

This thesis also presents terms of reference and constructions methods of the works, it always follow the rules for each concept by the normativity of Secretaria de Comunicaciones y Transportes., which are used for the elaboration of the technical and economic proposals by the contractor who elaborate the work.

Concluding the executive project it will be quantified, making the unitary prices essay, deciding the real cost from the building lot, using it like a basis so that the dependency or contracting company will be in a position to carry out a bidding.

Infrastructure. Studies. Technique. Economically. Rule.



INTRODUCCIÓN

La infraestructura de un país es importante, ya que es construida porque es necesaria. Sin embargo, puede ser que no esté completa ni sea la idónea, ya que en ocasiones no se planea adecuadamente o no se cuenta con los recursos económicos necesarios para ello. La infraestructura carretera denota un factor de vital importancia para el desarrollo socioeconómico de la población; contar con vías de comunicación terrestres seguras y en inmejorables condiciones de circulación, favorecen el traslado de personas y mercancías cuya transitabilidad soporta el desarrollo económico y calidad de vida de las comunidades, en términos del rápido acceso al equipamiento con el que cuentan como los centros de producción, establecimientos de salubridad poblacional, centros educativos, por mencionar algunos.

Elaboración de Proyecto Ejecutivo de los Pasos Superiores Vehiculares de Av. Las Torres – Venustiano Carranza, en el municipio de Toluca, Estado de México, con el objeto de mejorar la comunicación interurbana del Municipio, específicamente al suroeste del centro de Toluca, sobre la intersección de la Av. Las Torres con la Av. General Venustiano Carranza.

La Vialidad Las Torres es un importante eje vial ubicado en el sur de la ciudad de Toluca, que conduce los flujos vehiculares de oriente a poniente de la ciudad y funciona como un libramiento para los destinos Ciudad de México – Michoacán y viceversa, así como para una gran cantidad de usuarios con destinos más cortos o locales, aun cuando cruza por zonas totalmente urbanizadas.

Tanto en pasadas administraciones estatales como en la actual, se han venido realizando acciones tendientes a mejorar la movilidad de esta vialidad, construyendo pasos a desnivel que proporcionan circulación continua sobre o bajo las vialidades más grandes e importantes que la cruzan en el sentido norte – sur como es el caso de las avenidas: Paseo Colón, Heriberto Enríquez, José Ma. Pino Suárez, Salvador Díaz Mirón, Ignacio Comonfort, Tecnológico y Miguel Alemán. De esta forma ahora le toca al turno a la Avenida Venustiano Carranza, donde se deberá hacer una obra para cruzar sobre la misma el flujo continuo de la Av. Las Torres.

Características actuales de las vías en estudio.

- La Av. Las Torres tiene dos cuerpos viales para dos sentidos de circulación separados por un camellón central de 70 metros de ancho, cada cuerpo vial con 3 carriles de circulación, ancho de calzada de 10.5 a 12.0 metros y banquetas al exterior.
- La Av. Venustiano Carranza cuenta con un solo cuerpo de circulación para dos sentidos, de 16.0 metros de ancho, con dos carriles para cada sentido y banquetas laterales de entre 1.5 y 2.5 metros.



Descripción de la solución geométrica:

- El flujo de la Av. Las Torres de largo itinerario en sus dos sentidos circulará de forma continua sobre un puente que se construirá por arriba de la Av. Venustiano Carranza. Así mismo, permanecerán los cuerpos laterales tal como se encuentran actualmente para dar paso al transporte público y local, de frente y vueltas izquierdas controladas por semáforos.
 - Longitud de la rampa de entrada de tierra armada: 63.9 metros.
 - Longitud de la estructura del puente: 302.6 metros.
 - Longitud de rampa salida 61.6 metros.
- El flujo de la Av. Venustiano Carranza permanecerá circulando como la hace actualmente, de frente y vueltas izquierdas controladas por semáforos.

Ubicación.

El municipio de Toluca se localiza en la zona centro del Estado de México, entre los paralelos 18°59' y 19°29' de latitud norte; los meridianos 99°32' y 99°47' de longitud oeste; altitud entre 2,400 y 4,700 m.

Colinda al norte con los municipios de Almoloya de Juárez, Temoaya y Otzolotepec; al este con los municipios de Otzolotepec, Xonacatlán, Lerma, San Mateo Atenco, Metepec y Calimaya; al sur con los municipios de Calimaya, Tenango del Valle, Villa Guerrero y Coatepec Harinas; al oeste con los municipios de Coatepec Harinas, Zinacantepec y Almoloya de Juárez.

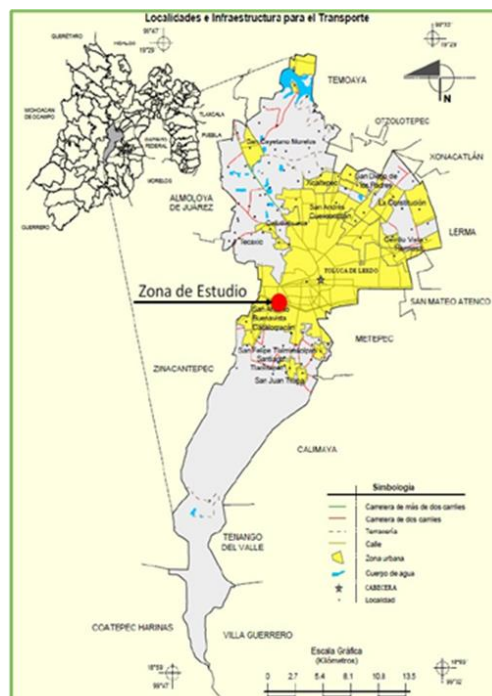


Figura 1. Ubicación del sitio del proyecto en el Municipio de Toluca.



Macrolocalización

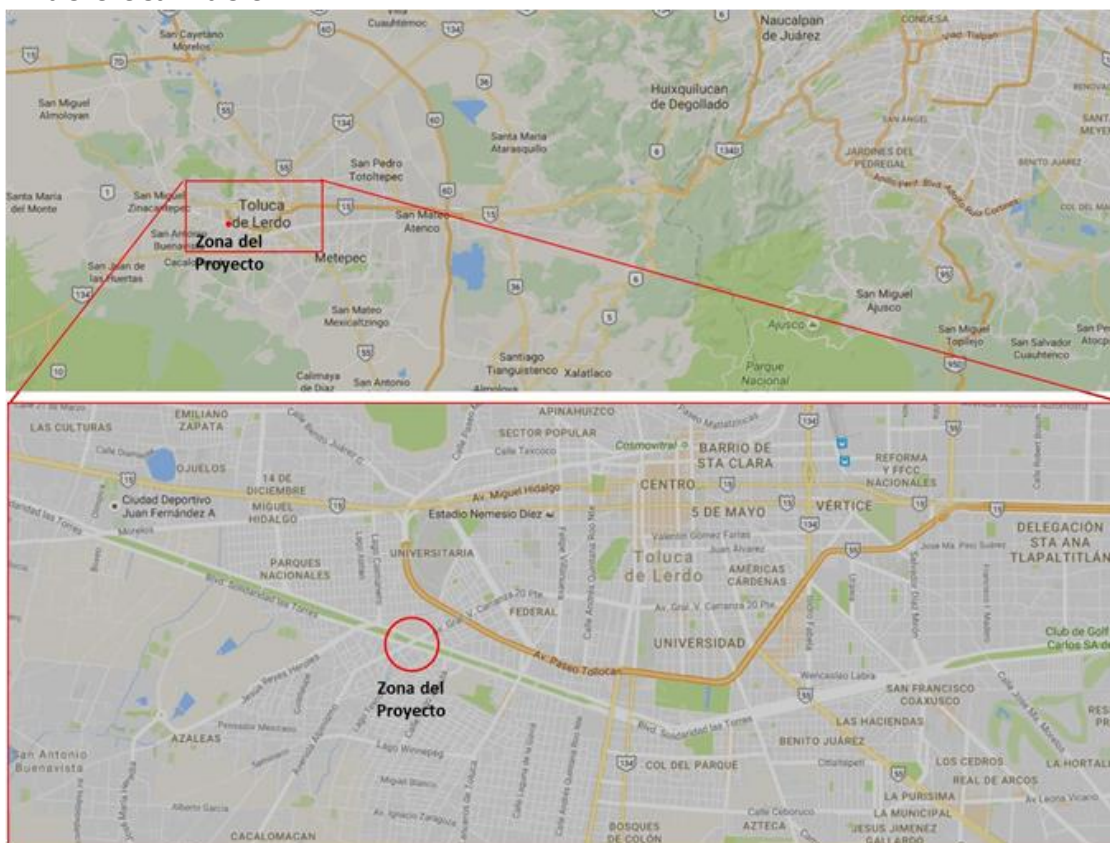


Fig. 2 Macrolocalización del sitio del proyecto.

Microlocalización.



Figura 3. Microlocalización del sitio del proyecto.

Características del camino actual.

La Av. Solidaridad Las Torres es una vía intermunicipal que comunica a los municipios de Zinacantepec, Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Lerma, tiene una longitud 23.8 kilómetros, presenta dos cuerpos viales con 3 carriles cada uno.

Existen pasos deprimidos para agilizar el flujo vehicular al cruce con la Av. Tecnológico, Av. Ignacio Comonfort, Av. Salvador Díaz Mirón, Av. José Ma. Pino Suárez, Av. Prof. Heriberto Henríquez, Av. Jesús Carranza y Paseo Colón. La Av. General Venustiano Carranza es una vía primaria que comunica las zonas Centro y Oeste de la Ciudad de Toluca, tiene 5.2 kilómetros de longitud, presenta 4 carriles, dos por sentido de circulación vial.

La intersección de la Av. Solidaridad Las Torres y la Av. General Venustiano Carranza está controlada por semáforos y debido al alto aforo vehicular que se presenta en la zona, se genera un punto de conflicto vial, lo que ocasiona que los tiempos de recorridos se incrementen significativamente.

La velocidad de proyecto es de 50 km/hr, lo que duplicara la velocidad actual, permitiendo a los vehículos que circulan sobre la Av. Solidaridad Las Torres con dirección hacia Metepec y hacia Zinacantepec circular a flujo libre y reducir los tiempos de recorrido.

Figura 4. Aspecto general de la zona



Intersección Av. Solidaridad Las Torres y Av. Gral. V. Carranza, vista del camellón al noreste.



Intersección Av. Gral. V. Carranza y Av. Solidaridad Las Torres, vista del camellón al sureste.



Intersección Av. Solidaridad Las Torres y Av. Gral. V. Carranza, vista este.



Intersección Av. Gral. V. Carranza y Av. Solidaridad Las Torres, vista norte.



Av. Solidaridad Las Torres, vista oeste.



Vista del camellón de la Av. Gral. V. Carranza.

CAPITULO 1

1.1.- Levantamiento topográfico y obras inducidas.

Planimetría y Altimetría

Se obtendrán datos de campo que permitan conocer las condiciones actuales del tramo en estudio, posteriormente se detectarán y plasmarán en un plano las interferencias aéreas, las superficiales y las subterráneas que interfieran o tengan influencia con el desarrollo del proyecto, para ello se realizarán consultas con dependencias federales, estatales, organismos municipales, así como empresas de la iniciativa privada que tengan señalamientos de instalaciones en el sitio donde se alojara el proyecto, por último se plasmarán en el plano la distribución de estas instalaciones.

Con toda la información de topografía levantada, se realizarán alternativas geométricas que resuelvan la problemática planteada.

Con la geometría definitiva se procederá a continuar con la información topográfica siguiente:

A) TRAZO DEFINITIVO Y REFERENCIAS

A.1 trazo definitivo

Se replanteará un eje de trazo de las calles a estudiar, este procedimiento se realizará con equipo fijo (tránsito, distanciómetro, estación total, etc.) colocando marcas a cada 20 (veinte) metros a todo lo largo del camino, así como en los PI, PC, PT Y PST, a través de trompos de madera o clavos de



acero con rondana de acero, pintados con pintura de esmalte o resistente a la intemperie de color rojo o similar, posteriormente se colocarán marcas de pintura indicadoras del cadenamiento a cada 100 (cien) metros a lo largo del eje de trazo sobre rocas, árboles, postes de energía eléctrica, guarniciones de concreto, banquetas y muros de casas con la previa autorización del propietario. Por último, se localizarán y calcularán las curvas horizontales y con los rumbos magnéticos, los cadenamientos obtenidos y las deflexiones leídas se calcularán las coordenadas para efecto de dibujo y por último se elaborará un reporte fotográfico que indique la ubicación del trazo con kilometrajes, obteniendo cuando menos una fotografía por kilómetro de longitud de trazo

A.2 REFERENCIAS

Los puntos importantes del trazo tales como, puntos de inflexión (PI) principio de curva (PC) y principio de tangente (PT), así como punto sobre tangente (PST) cuando menos a cada 300 (trescientos) metros, se referenciarán con ángulos con respecto del eje de trazo y distancias a puntos fijos, de manera que pueda recuperarse el trazo en el momento deseado. Un punto referenciado constará de dos "brazos" ligados al eje de trazo con dos puntos fijos en cada uno de ellos, con distancias parciales al punto referenciado. los primeros dos puntos de cada rama se podrán fijar mediante trompos fuera de los terrenos de cultivo, o donde no corran el riesgo de ser removidos, muesca en rocas de gran dimensión ancladas al terreno natural, clavos de acero en guarniciones y banquetas, mojoneras de concreto, etc. los dos puntos finales de cada rama se podrán fijar sobre clavo de acero en árbol, indicando el nombre del mismo, muesca en roca fija, marca con pintura en postes de energía eléctrica, o teléfonos, muros de casas con la previa autorización del propietario, mojoneras de concreto, etc.

B) NIVELACIÓN DE CAMPO

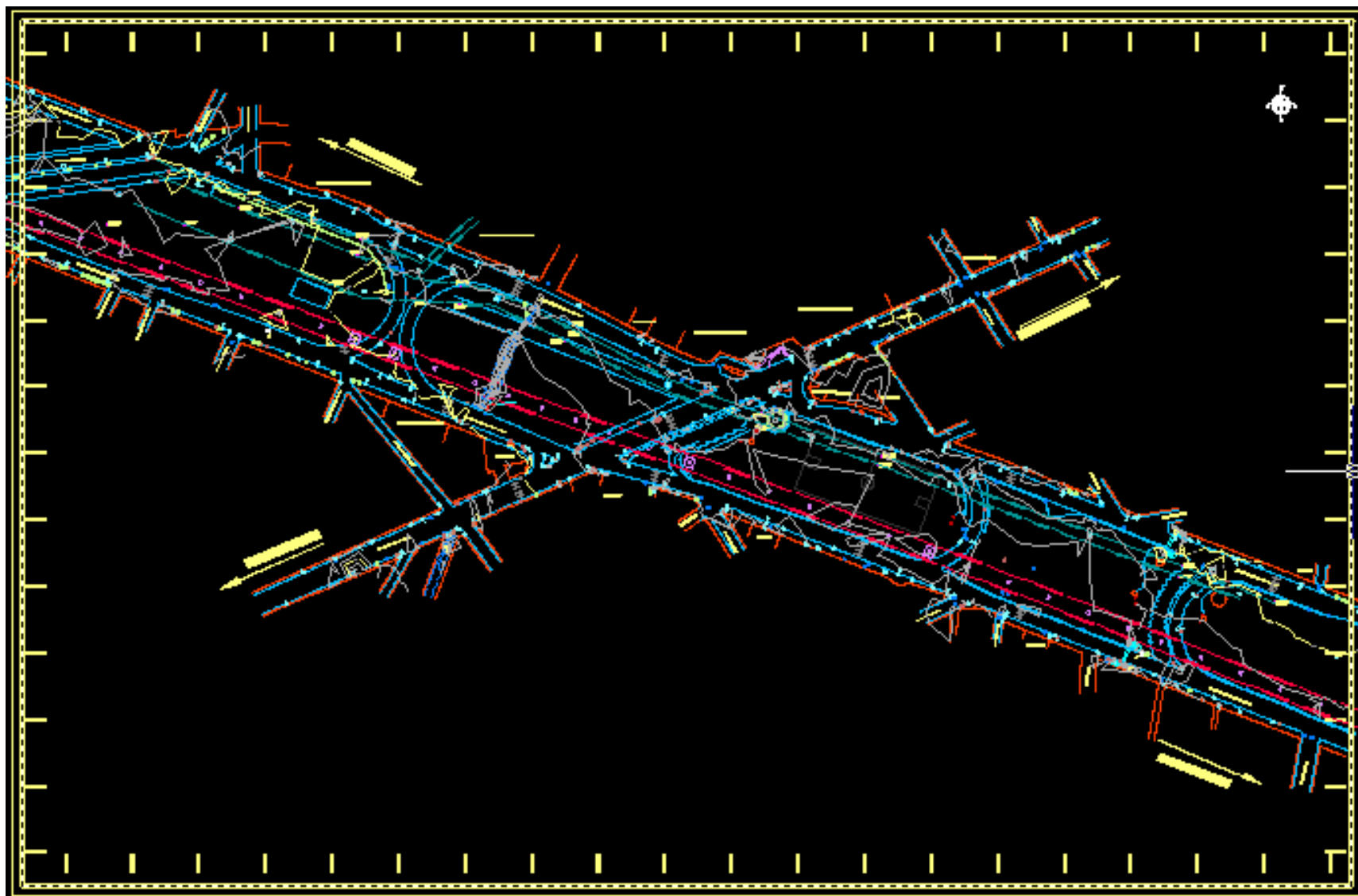
Las elevaciones se obtendrán con nivel fijo en los puntos marcados a cada 20 (veinte) metros y también en los puntos donde se presenten cambios de pendiente sobre el eje de trazo, se colocarán bancos de nivel a cada 500 (quinientos) metros con su comprobación entre sí respectiva, aceptando una tolerancia de más menos 5.0 (cinco) milímetros así mismo se obtendrán detalles importantes entre cadenamientos. Por otro lado, se colocarán los bancos de nivel en puntos fijos tales como: clavos o grapas de acero sobre raíces de árboles grandes, marcas de pintura sobre roca anclada al terreno natural, niveletas en postes de energía eléctrica o de líneas telefónicas, mojoneras de concreto, etc.

Las elevaciones de los bancos corresponderán a la altura sobre el nivel del mar, obteniéndola en el banco de nivel más cercano colocado y referenciado por el Inegi, o en su defecto con altímetro.

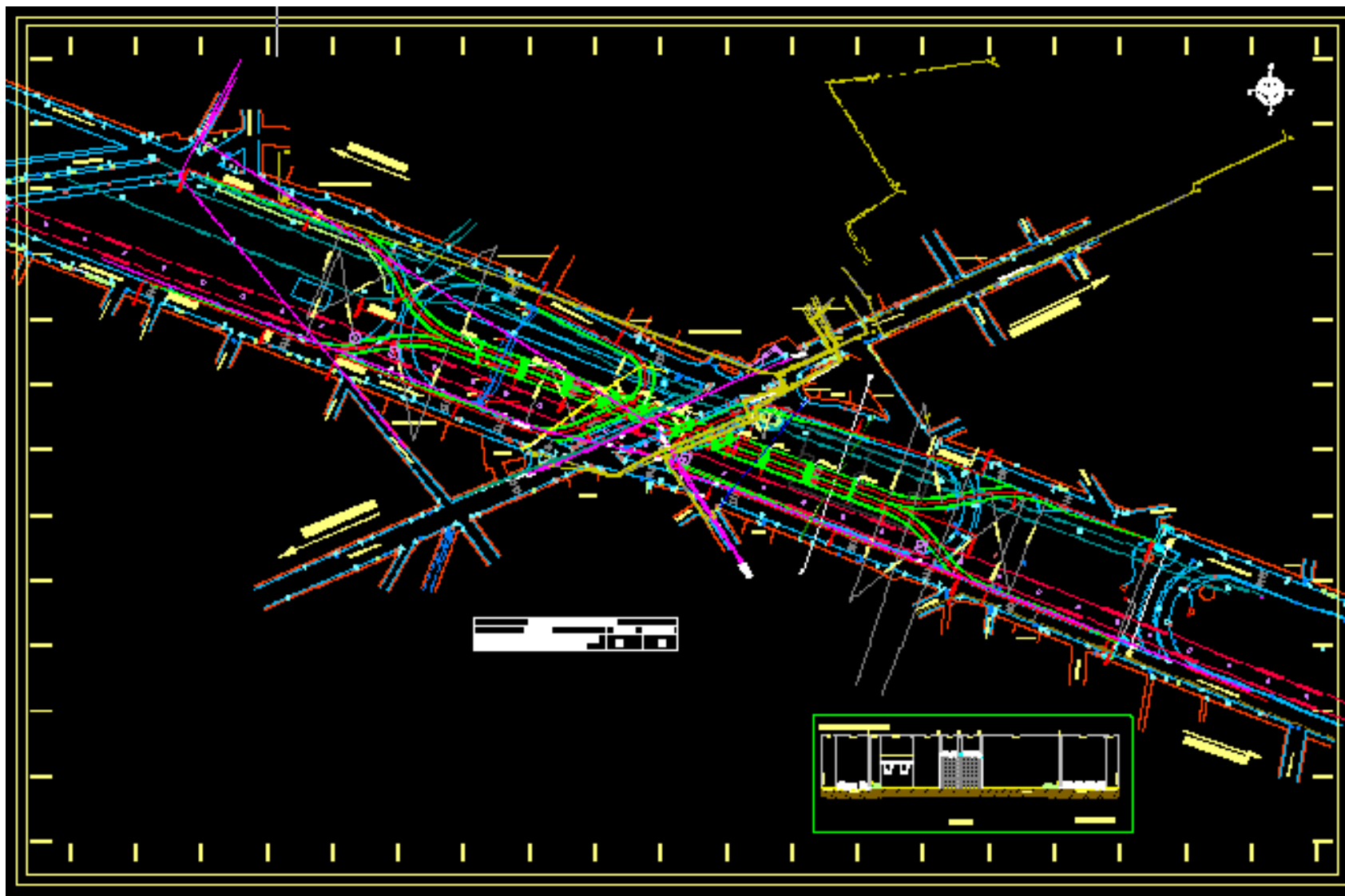


c) **LEVANTAMIENTO DE SECCIONES TRANSVERSALES**

Con nivel fijo o nivel de mano y cinta metálica se levantarán las secciones a cada 20 (veinte) metros e intermedias en donde el terreno natural presente cambios bruscos, hacia ambos lados del eje de trazo, las secciones deberán contener datos que indiquen los detalles del terreno natural, ancho de corona del camino existente, sus taludes, elevaciones, cunetas, canales, contracunetas, guarniciones, etc. el ancho de la sección transversal por levantar será de 20 (veinte) metros a cada lado del eje de trazo, es decir, una franja de cuarenta 40 (cuarenta) metros de ancho.



PLANO DE PLANIMETRÍA



PLANO DE OBRAS INDUCIDAS



CAPITULO 2

2.1.- Proyecto Geométrico

DEFINICIÓN DE CAMINO

Entendemos por camino la faja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos. La denominación camino incluye las calles de la ciudad.

TIPO DE CAMINO

Los tipos de camino se han clasificado de diferentes maneras en diferentes lugares del mundo, ya sea con arreglo al que con ellas se persigue o por su transitabilidad.

CAMINOS SEGÚN SU FUNCIÓN

Camino dividido: circulación en dos sentidos, con faja central separando los sentidos de la circulación opuesta.

Camino no dividido: circulación en ambos sentidos separados exclusivamente por la raya limitada de carriles.

Arteria urbana: camino principal en zona urbana y que une los extremos de una población para tránsito de paso.

Camino de dos carriles: circulación en ambos sentidos con un carril para cada uno.

Camino de tres carriles: igual al anterior, pero con un tercer carril que sirve para maniobras de rebase para ambos sentidos de la circulación.

Vía rápida: camino dividido para tránsito de paso con control total o parcial de acceso y con paso a desnivel en intersecciones importantes.

Autopista: arteria con control de acceso.

SEGÚN EL TIPO DE TERRENO

Camino en terreno plano: aquel en el que la combinación del alineamiento horizontal y vertical, son de tal magnitud que las velocidades de los vehículos, son iguales a las desarrolladas por automóviles.

Caminos en terreno lomerío: aquel que tiene la combinación del alineamiento vertical y horizontal hace que la velocidad de los vehículos sea mucho menor a la de los automóviles en determinadas secciones de camino.

Camino en terreno montañoso: aquel que tiene la combinación de alineamiento horizontal y vertical, hace que la velocidad de los vehículos sea constante y en grandes distancias mucho menor a la de los automóviles.



POR ADMINISTRACIÓN

Federales: cuando son costeadas íntegramente por la federación y se encuentra por lo tanto a su cargo.

Estatales: cuando son construidas por el sistema de cooperación a razón del 50% aportado por el estado donde se construye; y el 50% por la federación. Estos caminos quedan a cargo de las juntas locales de caminos.

Vecinales: cuando son construidas por la cooperación de vecinos beneficiados pagando estos un tercio del valor, otro tercio la federación y otro tercio el estado.

De cuota: los cuales quedan a cargo de la dependencia oficial descentralizada denominada caminos y puentes de ingreso y conexos, siendo la inversión recuperable a través de las cuotas de ingreso.

TÈCNICA OFICIAL

Tipo especial: para un tránsito diario promedio anual superior a 3000 vehículos equivalente a un tránsito horario máximo anual de 360 vehículos o más.

Tipo A: para un tránsito diario promedio anual de más de 3000 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 360 vehículos o más.

Tipo B: para un tránsito diario promedio anual de 1500 a 3000 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 60 a 180 vehículos.

Tipo C: para un tránsito diario promedio anual de 500 a 1500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 60 a 60 vehículos.

Tipo D: Para un tránsito diario promedio anual de 100 a 500 vehículos.

Tipo E: Para un tránsito diario promedio anual de hasta 100 vehículos.



CONCEPTO		UNIDAD	TIPO DE CARRETERA																							
			E				D				C				B				A							
TDPA	EN EL HORIZONTE DE PROYECTO	Veh/día	HASTA 100				100 a 500				500 a 1500				1500 a 3000				MAS DE 3000							
TERRENO	MONTAÑOSO LOMERIO PLANO	-																								
VELOCIDAD DE PROYECTO		km/h	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70	40	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100	110
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA		m	30	40	55	75	95	30	40	55	75	95	40	55	75	95	115	135	155	55	75	95	115	135	155	175
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE		m	-	-	-	-	-	135	100	225	270	315	180	225	270	315	360	405	450	225	270	315	360	405	450	495
GRADO MAXIMO DE CURVATURA		°	60	30	17	11	75	60	30	17	11	75	30	17	11	75	55	425	325	17	11	75	55	425	325	275
CURVAS	K	CRESTA	m / %	4	7	12	23	36	3	4	8	14	20	4	8	14	20	31	43	57	8	14	20	31	43	57
		COLUMPIO	m / %	4	7	10	15	20	4	7	10	15	20	7	10	15	20	25	31	37	10	15	20	25	31	37
VERTICALES	LONGITUD MINIMA		m	20	30	30	40	40	20	30	30	40	40	30	30	40	40	50	50	60	30	40	40	50	50	60
PENDIENTE GOBERNADORA		%	9 7 -				8 6 -				6 5 -				5 4 -				4 3 -							
PENDIENTE MAXIMA		%	13 10 7				12 9 6				8 7 5				7 6 4				6 5 4							
LONGITUD CRITICA		m	VER FIG. No 004.4				VER FIG. No 004.4				VER FIG. No 004.4				VER FIG. No 004.4				VER FIG. No 004.4							
ANCHO DE CALZADA		m	4.0				6.0				6.0				7.0											
ANCHO DE CORONA		m	4.0				6.0				7.0				9.0											
ANCHO DE ACOTAMIENTOS		m	-				-				0.5				1.0											
ANCHO DE FAJA SEPARADORA CENTRAL		m	-				-				-				-											
BOMBEO		%	3				3				2				2				2							
SOBREELEVACION MAXIMA		%	10				10				10				10				10							
SOBREELEVACIONES PARA GRADOS MENORES AL MAXIMO		%	VER TABLA No 004-5				VER TABLA No 004-5				VER TABLA No 004-5				VER TABLA No 004-7				VER TABLA No 004-8							
AMPLIACIONES Y LONGITUDES MINIMAS DE TRANSICIONES		m	VER TABLA No 004-5				VER TABLA No 004-5				VER TABLA No 004-5				VER TABLA No 004-7				VER TABLA No 004-8							

TABLA 002-1 CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LAS CARRETERAS



ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE UN CAMINO

CORONA: es la superficie del camino terminado que queda comprendida entre los hombros del camino.

CALZADA: es la parte de la corona destinada al tránsito de los vehículos y construida con uno o más carriles.

ACOTAMIENTOS: son las fajas contiguas a la calzada comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros del camino protege a la calzada contra la humedad y la erosión mejora la visibilidad de los tramos de la curva, facilitan los trabajos de construcción del camino y mejora la apariencia del mismo.

SUB CORONA: es la superficie que limita las terracerías (Subrasante) y sobre lo que apoyan las capas del pavimento.

RASANTE: es la línea obtenida al proyectar el alineamiento vertical del camino.

SUBRASANTE: es la proyección sobre el plano vertical del desarrollo del eje de subcorona.

SOBREANCHO: es la distancia horizontal comprendida entre los puntos de intersección de la subcorona con los taludes del terraplén, cuneta o corte.

BOMBEO: es la pendiente que se le da a la corona en las tangentes de alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante para evitar la acumulación de agua sobre el camino.

SOBREELEVACIÓN: es la pendiente que se le da a la corona hacia el centro de la curva horizontal para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga del vehículo.

CUNETA: es una zanja generalmente de sección triangular, con talud que se construye en los tramos en corte a uno o a ambos de la corona, con el objeto de recibir el agua de la corona y los taludes de corte.

TALUD DEL TERRAPLÉN: es la superficie comprendida entre la línea de ceros y el hombro correspondiente se fijan de acuerdo a su naturaleza del material que los forman.

TALUD DE CORTE: es la superficie comprendida entre la línea de ceros y el fondo de la cuneta se fijan de acuerdo a su altura y naturaleza del material que los forma.

ÁREA DE TERRAPLÉN: se llama así a la parte del terraplén que queda debajo de la subcorona, está formada por una o más porciones según la elevación del terraplén, las características de los materiales y el tratamiento que se les dé.



ÀREA DE UN CORTE: así se les designa a las diferentes capas que aparecen en un corte cuando cada una de ellas está formada por materiales de diferentes características de los demás.

TERRENO NATURAL: es el terreno sobre el cual se desplantará un terraplén o en los que se realiza un corte.

PENDIENTE GOBERNADORA: es la pendiente del eje de un camino que se puede mantener indefinidamente y que sirve como base para fijar las longitudes máximas que se pueden dar a pendientes mayores a ella para una velocidad de proyecto dada.

PENDIENTE MÀXIMA: es la mayor pendiente del eje de un camino que podrá usar una longitud determinada.

VELOCIDAD DE PROYECTO: es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad en un camino y se utiliza para determinar los elementos geométricos del mismo.

VELOCIDAD DE OPERACIÓN: es la máxima velocidad a la cual un vehículo puede viajar en un tramo de un camino en condiciones atmosféricas favorables y las prevalecientes de transito sin rebasar en ningún caso la velocidad de proyecto.

VELOCIDAD DE VISIBILIDAD: es la longitud del camino que un conductor ve constantemente delante de él, cuando las condiciones atmosféricas y de transito son favorables

GRADO MÀXIMO DE LA CURVA: es el límite superior del grado de curvatura que se podrá usar en el alineamiento horizontal de un camino o tramo del mismo, dentro de la velocidad de proyecto dada.

CURVAS CIRCULARES

Las curvas circulares son arcos de círculo y se emplean para unir dos tangentes consecutivas. Los radios de estas curvas dependen evidentemente de la clase y dimensiones de los vehículos y la velocidad a la que marchen, condiciones de la carga y pendiente longitudinal del camino.

TRAZO DE CURVAS SIMPLES

El método usual para trazar curvas circulares es el de deflexiones por lo rápido y sencillo de su ejecución.

CURVAS CON ESPIRALES: a medida que aumenta el grado en la curva circular crece también la sobre-elevación necesaria, consecuentemente se hace más brusco el cambio de la tangente a la curva en estos casos se requiere el empleo de una transición (espiral) para suavizar este cambio.



Curva espiral (Clotoide) que liga una tangente con una curva circular, cuyo radio varía en una forma continua, desde infinito para la tangente, hasta el de la curva circular.

Así mismo el grado de la curva circular se reduce, baja también la sobre elevación necesaria y el cambio entre tangente y curva no es tan brusco, desaparece pues la necesidad de emplear una espiral siendo suficiente con una tangente de transición.

ALINEAMIENTO VERTICAL

Es la proyección sobre un plano vertical (perfil) del desarrollo de un camino nombrada también subrasante, siendo la línea que define la altura que tendrá un camino sobre o bajo el nivel del suelo.

Los elementos que forman el alineamiento vertical son las tangentes verticales y las curvas parabólicas que ligan dicha tangente.

TANGENTE VERTICAL

Las tangentes verticales se caracterizan por su longitud y pendiente y están limitadas por dos curvas sucesivas. Su longitud es la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente y su pendiente es la elevación entre el desnivel y la distancia de la misma.

La pendiente es equivalente a la tangente trigonométrica del ángulo de inclinación del terreno.

El valor de la pendiente se obtiene tomando gráficamente las elevaciones de los extremos A y B de la línea de proyecto y dividiendo la diferencia de dichas elevaciones entre la diferencia de kilometraje de los mismos puntos A y B.

CURVAS VERTICALES

La liga de dos tangentes se hace mediante arcos de parábola tanto por la suavidad que se obtiene en la transición como por la facilidad de cálculo. Las curvas verticales contribuyen a la importancia en el alineamiento vertical como las curvas circulares en el alineamiento horizontal.

ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PERFIL DE SUBRASANTE

CURVA MASA

La curva masa está definida como un diagrama, el cual en las ordenadas nos representa los volúmenes acumulados de tanto cortes como de terraplén. En las abscisas representa kilometrajes de los puntos de estudio.

REGISTRO DE CALCULO PARA LA OBTENCIÓN DE LA ORDENADA CURVA MASA.



- **ESTACIÓN:** en esta columna se anotan los kilometrajes de las estaciones correspondientes a las secciones en estudio, es decir a cada 20 m y en los puntos de interés.

- **ELEVACIÓN DEL TERRENO:** en esta columna se anotan las cotas o elevaciones del terreno natural, tomadas del perfil del mismo o bien de la nivelación definitiva realizada en campo.

- **TANGENTE VERTICAL:**

Columna para pendientes: se deben indicar las pendientes tanto de entrada como de salida de las tangentes verticales.

Columna para cotas: se anotan las cotas de cada uno de los puntos sobre la tangente vertical.

- **CURVA VERTICAL:** se subdivide en tres las cuales se llenan solamente cuando existen curvas verticales junto con todo el cálculo de la corrección de la curva.

- **ELEVACIÓN DE SUBRASANTE:** se anotan las cotas de cada uno y todos los puntos de la subrasante.

- **ESPEORES:** se harán las anotaciones respectivas ya sea en corte o terraplén, dependiendo del signo que resulte realizar la diferencia entre la elevación natural y la subrasante.

- **ÁREAS:** se anotarán las áreas correspondientes a la sección de construcción de la estación, ya sea en corte o terraplén.

- **SUMA DE ÁREAS:** en esta columna se registran la suma de área que se tiene en una estación más el área de la estación anterior.

- **SEMIDISTANCIA:** se anotará la semidistancia entre dos secciones de estudio consecutivas.

- **VOLUMEN:** se registran los volúmenes ya sea en corte o en terraplén.

- **COEFICIENTE DE VARIABILIDAD VOLUMÈTRICA:** es la relación que existe entre el peso volumétrico del material en su estado natural y el peso volumétrico que ese mismo tiene al formar parte del terraplén. Este coeficiente es proporcionado por el laboratorio.

- **VOLUMENES ABUNDADOS O REDUCIDOS:** en esta columna se registran los volúmenes abundados o reducidos.

- **SUMA ALGEBRAICA:** se registra el resultado de la suma algebraica de los volúmenes.

- **ORDENADA CURVA MASA:** finalmente se llega al cálculo de la ordenada curva masa que no es otra cosa que ir sumando o restando a un valor arbitrario.



REGISTROS DE EJE DE PROYECTO

EJE 0

CAMINO	"PROYECTO EJECUTIVO DE PASO SUPERIOR VEHICULAR DE AV. LAS TORRES - VENUSTIANO CARRANZA, TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO.						
TRAMO	EJE "0" KM 0+000.00 AL KM 0+500.00			ORIGEN:	0+000.00		
REGISTROS DEL TRAZO							
ESTACIÓN	TIPO DE PUNTO	DATOS CURVA		AZIMUTH	COORDENADAS		OBSERVACIONES
					X	Y	
0+000.000	P.INI			110.265	428,320.781900	2,131,557.114900	
0+020.000				110.265	428,339.543890	2,131,550.187583	
0+040.000				110.265	428,358.305881	2,131,543.260266	
0+060.000				110.265	428,377.067871	2,131,536.332949	
0+080.000				110.265	428,395.829861	2,131,529.405632	
0+100.000				110.265	428,414.591852	2,131,522.478315	
0+120.000				110.265	428,433.353842	2,131,515.550998	
0+140.000				110.265	428,452.115832	2,131,508.623681	
0+160.000				110.265	428,470.877822	2,131,501.696365	
0+180.000				110.265	428,489.639813	2,131,494.769048	
0+200.000				110.265	428,508.401803	2,131,487.841731	
0+220.000				110.265	428,527.163793	2,131,480.914414	
0+240.000				110.265	428,545.925784	2,131,473.987097	
0+260.000				110.265	428,564.687774	2,131,467.059780	
0+280.000				110.265	428,583.449764	2,131,460.132463	
0+300.000				110.265	428,602.211755	2,131,453.205146	
0+320.000				110.265	428,620.973745	2,131,446.277829	
0+340.000				110.265	428,639.735735	2,131,439.350512	
0+360.000				110.265	428,658.497725	2,131,432.423195	
0+380.000				110.265	428,677.259716	2,131,425.495878	
0+400.000				110.265	428,696.021706	2,131,418.568561	
0+420.000				110.265	428,714.783696	2,131,411.641244	
0+440.000				110.265	428,733.545687	2,131,404.713927	
0+460.000				110.265	428,752.307677	2,131,397.786610	
0+480.000				110.265	428,771.069667	2,131,390.859294	
0+500.000	P.FIN			110.265	428,789.831658	2,131,383.931977	



EJE 10

CAMINO	"PROYECTO EJECUTIVO DE PASO SUPERIOR VEHICULAR DE AV. LAS TORRES - VENUSTIANO CARRANZA, TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO.						
TRAMO	EJE "D" KM 10+000.00 AL KM 10+805.00			ORIGEN:	10+000.00		
REGISTROS DEL TRAZO							
ESTACIÓN	TIPO DE PUNTO	DATOS CURVA		AZIMUTH	COORDENADAS		OBSERVACIONES
					X	Y	
10+000.000	P.INI			111.348	428,155.450300	2,131,578.640500	
10+020.000				111.348	428,174.077982	2,131,571.359739	
10+040.000				111.348	428,192.705663	2,131,564.078978	
10+060.000				111.348	428,211.333345	2,131,556.798217	
10+080.000				111.348	428,229.961026	2,131,549.517456	
10+100.000				111.348	428,248.588708	2,131,542.236695	
10+120.000		C-1 EJE 10		111.348	428,267.216389	2,131,534.955934	
10+130.091	PC	Δ = 30°39'28.13" IZQ ST= 20.939 PI= 10+151.030		111.348	428,276.614912	2,131,531.282456	
10+140.000		Gc= 15°		103.916	428,286.051845	2,131,528.283032	
10+160.000		Lc= 40.875		88.915	428,305.869875	2,131,526.054574	
10+170.966	PT	Rc= 76.390		80.691	428,316.781092	2,131,527.047008	
10+180.000				80.691	428,325.696432	2,131,528.508457	
10+200.000		C-2 EJE 10		80.691	428,345.433014	2,131,531.743779	
10+202.654	PC	Δ = 29°34'28.61" DER ST= 20.165 PI= 10+222.819		80.691	428,348.051772	2,131,532.173060	
10+220.000		Gc= 15°		93.701	428,365.340092	2,131,533.019867	
10+240.000		Lc= 39.431		108.702	428,384.903109	2,131,529.145764	
10+242.084	PT	Rc= 76.390		110.265	428,386.867968	2,131,528.450607	
10+260.000				110.265	428,403.674706	2,131,522.245211	
10+280.000				110.265	428,422.436697	2,131,515.317896	
10+300.000				110.265	428,441.198687	2,131,508.390580	
10+320.000				110.265	428,459.960678	2,131,501.463265	
10+340.000				110.265	428,478.722669	2,131,494.535949	
10+360.000				110.265	428,497.484660	2,131,487.608634	
10+380.000				110.265	428,516.246651	2,131,480.681319	
10+400.000				110.265	428,535.008642	2,131,473.754003	
10+420.000				110.265	428,553.770633	2,131,466.826688	
10+440.000				110.265	428,572.532623	2,131,459.899372	
10+460.000				110.265	428,591.294614	2,131,452.972057	
10+480.000				110.265	428,610.056605	2,131,446.044741	
10+500.000				110.265	428,628.818596	2,131,439.117426	
10+520.000				110.265	428,647.580587	2,131,432.190111	
10+540.000				110.265	428,666.342578	2,131,425.262795	
10+560.000		C-3 EJE 10		110.265	428,685.104569	2,131,418.335480	
10+580.000		Δ = 31°19'12.06" DER ST= 21.566 PI= 10+618.502		110.265	428,703.866559	2,131,411.408164	
10+596.936	PC	Gc= 14.896°		110.265	428,719.754091	2,131,405.542159	
10+600.000		Lc= 42.053		112.547	428,722.606657	2,131,404.423892	
10+620.000		Rc= 76.930		127.443	428,739.879287	2,131,394.453517	
10+638.989	PT			141.585	428,753.385367	2,131,381.174629	
10+640.000				141.585	428,754.013750	2,131,380.382227	
10+660.000				141.585	428,766.440754	2,131,364.711567	
10+660.229	PC	C-4 EJE 10		141.585	428,766.583167	2,131,364.531981	
10+680.000		Δ = 30°17'9.00" IZQ ST= 20.819 PI= 10+681.048		126.860	428,780.712625	2,131,350.780753	
10+700.000		Gc= 14.896°		111.965	428,798.085726	2,131,340.986495	
10+700.893	PT	Lc= 40.664		111.299	428,798.916237	2,131,340.657134	
10+720.000		Rc= 76.930		111.299	428,816.717728	2,131,333.716850	
10+740.000				111.299	428,835.351633	2,131,326.452031	
10+760.000				111.299	428,853.985538	2,131,319.187213	
10+780.000				111.299	428,872.619443	2,131,311.922394	
10+800.000				111.299	428,891.253348	2,131,304.657576	
10+805.000	P.FIN			111.299	428,895.911824	2,131,302.841371	



EJE 20

CAMINO	"PROYECTO EJECUTIVO DE PASO SUPERIOR VEHICULAR DE AV. LAS TORRES - VENUSTIANO CARRANZA, TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO					
TRAMO	EJE "20" KM 20+000.00 AL KM 20+812.00			ORIGEN:	20+000.00	
REGISTROS DEL TRAZO						
ESTACIÓN	TIPO DE PUNTO	DATOS CURVA	AZIMUTH	COORDENADAS		OBSERVACIONES
				X	Y	
20+000.000	P.INI		110.457	428,188.990600	2,131,664.450200	
20+020.000			110.457	428,207.729239	2,131,657.459964	
20+040.000			110.457	428,226.467878	2,131,650.469727	
20+060.000			110.457	428,245.206517	2,131,643.479491	
20+080.000			110.457	428,263.945157	2,131,636.489255	
20+100.000			110.457	428,282.683796	2,131,629.499019	
20+120.000		C-1 EJE 20 Δ = 40°1'58.20" DER	110.457	428,301.422435	2,131,622.508782	
20+125.000	PC	ST= 27.828	110.457	428,306.107095	2,131,620.761223	
20+140.000		PI= 20+152.828	121.708	428,319.557857	2,131,614.176775	
20+160.000		Gc= 15°	136.709	428,335.010641	2,131,601.569960	
20+178.374	PT	Lc= 53.374 Rc= 76.390	150.490	428,345.887986	2,131,586.816488	
20+180.000			150.490	428,346.688877	2,131,585.401478	
20+200.000		C-2 EJE 20	150.490	428,356.540297	2,131,567.996033	
20+200.817	PC	Δ = 40°13'30.36" IZQ	150.490	428,356.942969	2,131,567.284594	
20+220.000		ST= 27.974	136.103	428,368.377775	2,131,551.945612	
20+240.000		PI= 20+228.791	121.102	428,383.963111	2,131,539.503040	
20+254.448	PT	Gc= 15°	110.265	428,396.964174	2,131,533.250671	
20+260.000		Lc= 53.630	110.265	428,402.172615	2,131,531.327606	
20+280.000		Rc= 76.390	110.265	428,420.934604	2,131,524.400287	
20+300.000			110.265	428,439.696594	2,131,517.472969	
20+320.000			110.265	428,458.458583	2,131,510.545650	
20+340.000			110.265	428,477.220573	2,131,503.618331	
20+360.000			110.265	428,495.982563	2,131,496.691012	
20+380.000			110.265	428,514.744552	2,131,489.763694	
20+400.000			110.265	428,533.506542	2,131,482.836375	
20+420.000			110.265	428,552.268532	2,131,475.909056	
20+440.000			110.265	428,571.030521	2,131,468.981737	
20+460.000			110.265	428,589.792511	2,131,462.054419	
20+480.000			110.265	428,608.554501	2,131,455.127100	
20+500.000			110.265	428,627.316490	2,131,448.199781	
20+520.000			110.265	428,646.078480	2,131,441.272462	
20+540.000			110.265	428,664.840469	2,131,434.345144	
20+560.000			110.265	428,683.602459	2,131,427.417825	
20+580.000		C-3 EJE 20	110.265	428,702.364449	2,131,420.490506	
20+600.000		Δ = 30°21'49.62" IZQ	110.265	428,721.126438	2,131,413.563188	
20+602.182	PC	ST= 20.875	110.265	428,723.172949	2,131,412.807573	
20+620.000		PI= 20+623.057	96.994	428,740.450924	2,131,408.618076	
20+640.000		Gc= 14.896°	82.099	428,760.394024	2,131,408.775886	
20+642.950	PT	Lc= 40.769	79.901	428,763.307971	2,131,409.237403	
20+660.000		Rc= 76.930	79.901	428,780.093381	2,131,412.226912	
20+680.000		C-4 EJE 20	79.901	428,799.783532	2,131,415.733759	
20+681.145	PC	Δ = 31°49'15.39" DER	79.901	428,800.910458	2,131,415.934467	
20+700.000		ST= 21.929	93.944	428,819.691521	2,131,416.944072	
20+720.000		PI= 20+703.074	108.840	428,839.242313	2,131,413.004696	
20+723.870	PT	Gc= 14.896°	111.722	428,842.872057	2,131,411.663367	
20+740.000		Lc= 42.725	111.722	428,857.856581	2,131,405.693526	
20+760.000		Rc= 76.930	111.722	428,876.436345	2,131,398.291340	
20+780.000			111.722	428,895.016110	2,131,390.889154	
20+800.000			111.722	428,913.595874	2,131,383.486967	
20+812.000	P.FIN		111.722	428,924.743733	2,131,379.045656	



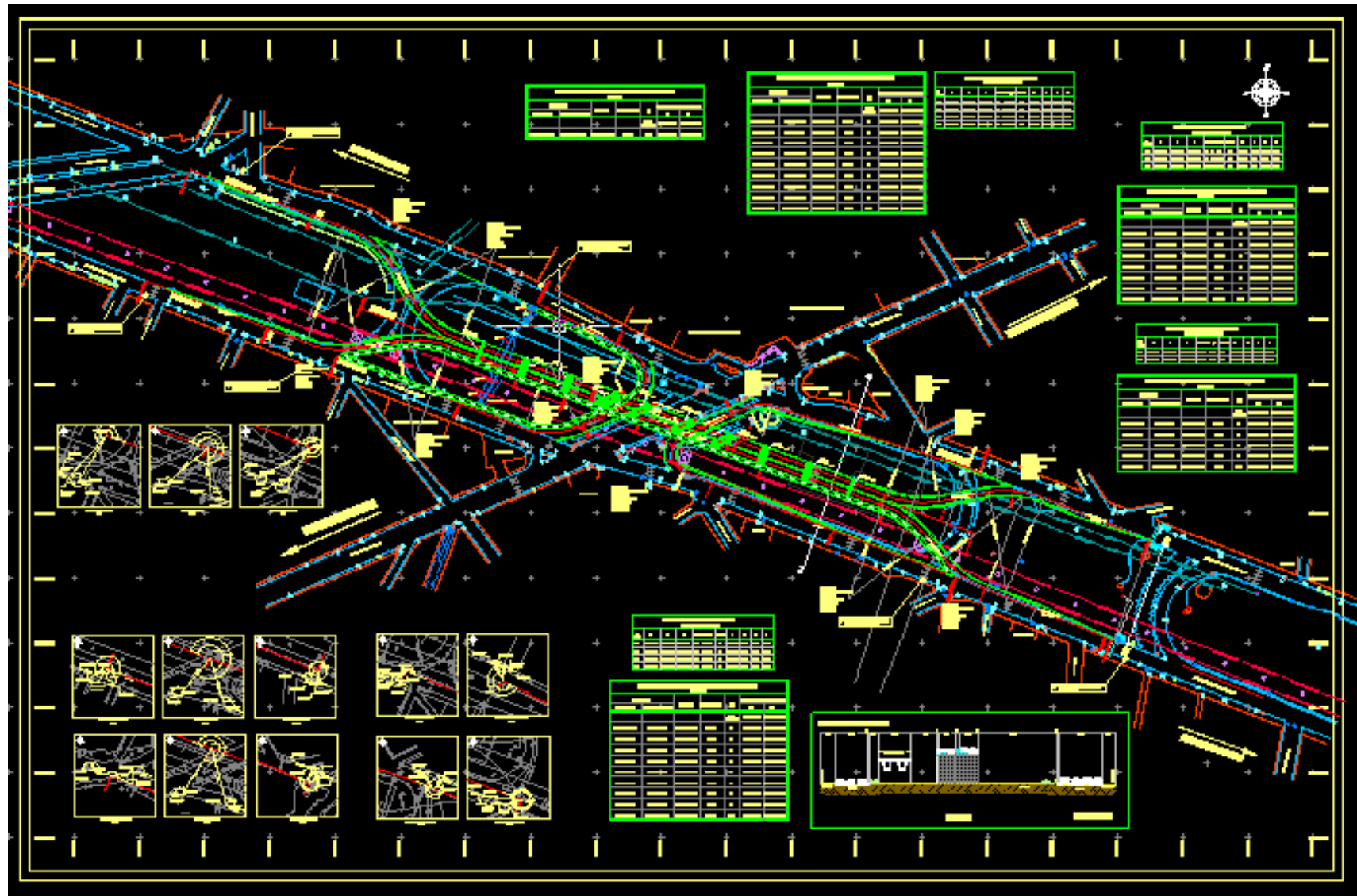
EJE 30

CAMINO	"PROYECTO EJECUTIVO DE PASO SUPERIOR VEHICULAR DE AV. LAS TORRES - VENUSTIANO CARRANZA, TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO.					
TRAMO	EJE "30" KM 30+000.00 AL KM 30+368.00			ORIGEN:	30+000.00	
REGISTROS DEL TRAZO						
ESTACIÓN	TIPO DE PUNTO	DATOS CURVA	AZIMUTH	COORDENADAS		OBSERVACIONES
				X	Y	
30+000.000	P.INI		111.497	428,302.454400	2,131,521.151800	
30+020.000			111.497	428,321.063138	2,131,513.822757	
30+040.000			111.497	428,339.671876	2,131,506.493714	
30+060.000			111.497	428,358.280614	2,131,499.164671	
30+080.000			111.497	428,376.889352	2,131,491.835628	
30+100.000			111.497	428,395.498090	2,131,484.506585	
30+120.000			111.497	428,414.106828	2,131,477.177542	
30+140.000		C-1 EJE 30	111.497	428,432.715566	2,131,469.848499	
30+152.422	PC	$\Delta = 45^{\circ}24'34.91''$ IZQ	111.497	428,444.273527	2,131,465.296401	
30+160.000		ST= 22.385	103.381	428,451.497090	2,131,463.027246	
30+180.000		PI= 30+174.807	81.962	428,471.359218	2,131,462.100328	
30+194.823	PT	Gc= 21.4190	66.087	428,485.564653	2,131,466.167003	
30+200.000		Lc= 42.401	66.087	428,490.296878	2,131,468.265293	
30+220.000		Rc= 53.500	66.087	428,508.580157	2,131,476.372185	
30+236.698	PC	C-2 EJE 30	66.087	428,523.844776	2,131,483.140588	
30+240.000		$\Delta = 128^{\circ}39'23.71''$ IZQ	58.036	428,526.759629	2,131,484.686411	
30+260.000		ST= 48.891	9.274	428,537.512008	2,131,500.836275	
30+280.000		PI= 30+285.589	-39.488	428,532.455391	2,131,519.567597	
30+289.467	PT	Gc= 48.7629	-62.569	428,525.145042	2,131,525.481309	
30+300.000		Lc= 52.769	-62.569	428,515.796022	2,131,530.333733	
30+320.000		Rc= 23.500	-62.569	428,498.044644	2,131,539.547235	
30+340.000			-62.569	428,480.293267	2,131,548.760736	
30+360.000			-62.569	428,462.541890	2,131,557.974237	
30+368.000	P.FIN		-62.569	428,455.441339	2,131,561.659638	

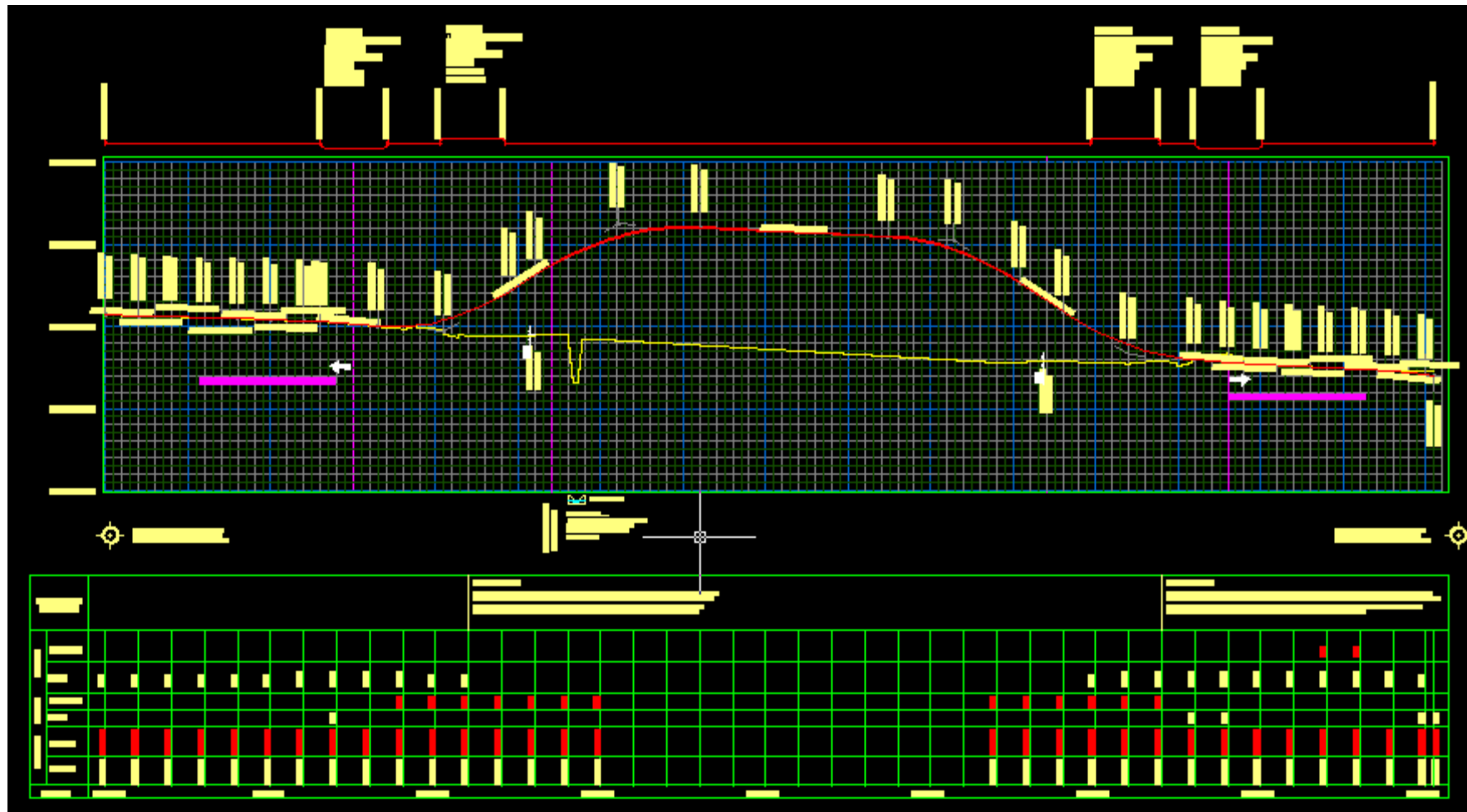


EJE 40

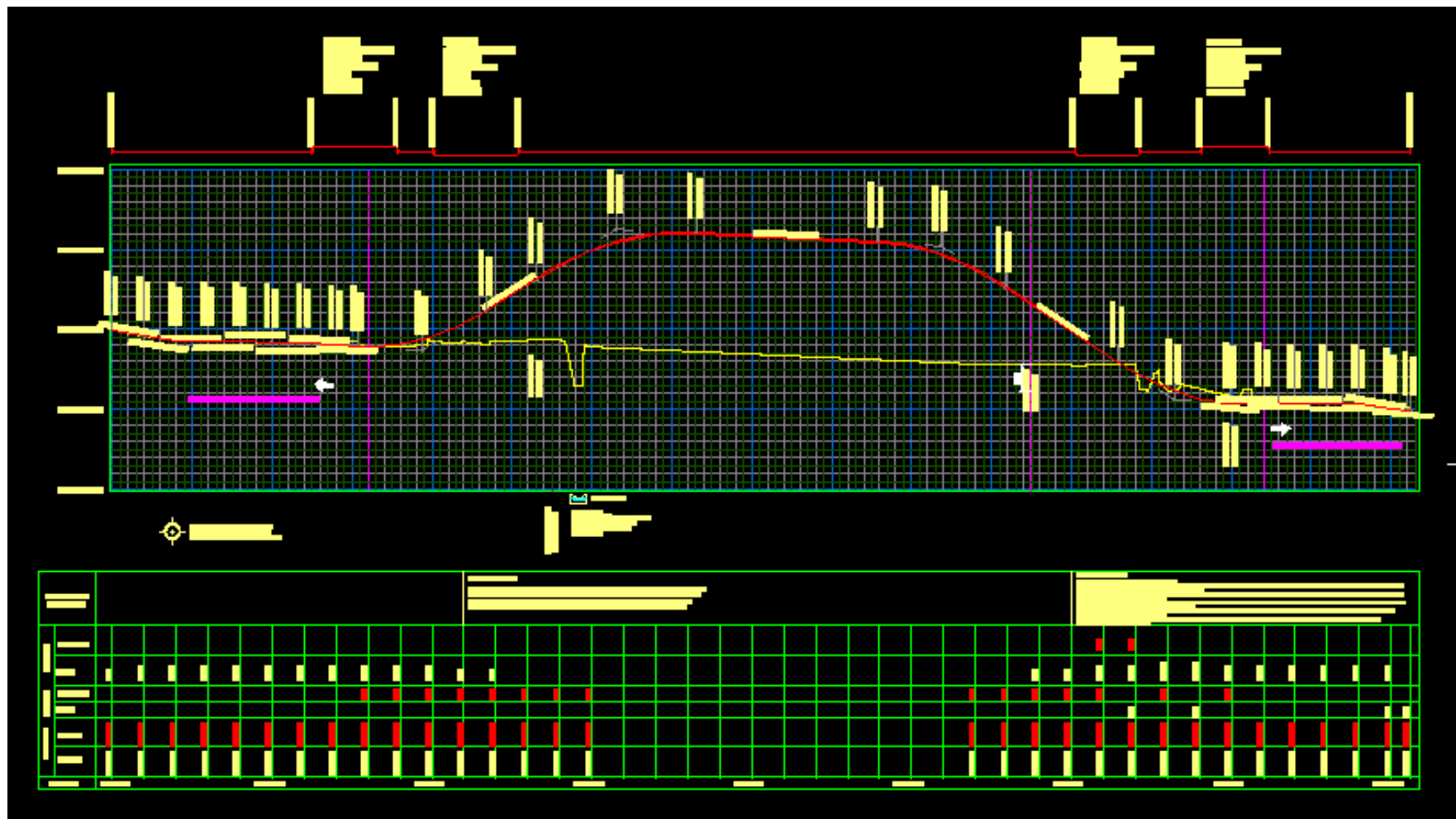
CAMINO	"PROYECTO EJECUTIVO DE PASO SUPERIOR VEHICULAR DE AV. LAS TORRES - VENUSTIANO CARRANZA, TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO					
TRAMO	EJE "40" KM 40+000.00 AL KM 40+501.00			ORIGEN:	40+000.00	
REGISTROS DEL TRAZO						
ESTACIÓN	TIPO DE PUNTO	DATOS CURVA	AZIMUTH	COORDENADAS		OBSERVACIONES
				X	Y	
40+000.000	P.INI		291.403	428,794.478600	2,131,430.424200	
40+009.925	PC	C-1 EJE 40	291.403	428,785.238276	2,131,434.046088	
40+020.000		$\Delta = 3^{\circ}47'7.90''$ IZQ	290.249	428,775.821517	2,131,437.628108	
40+040.000		ST= 16.523	287.957	428,756.924143	2,131,444.173025	
40+042.960	PT	PI= 40+026.448	287.618	428,754.105886	2,131,445.077192	
40+060.000		Gc= 2.292°	287.618	428,737.864892	2,131,450.234736	
40+080.000		Lc= 33.035	287.618	428,718.802974	2,131,456.288102	
40+100.000		Rc= 500.00	287.618	428,699.741055	2,131,462.341469	
40+120.000			287.618	428,680.679136	2,131,468.394836	
40+140.000		C-2 EJE 40	287.618	428,661.617217	2,131,474.448202	
40+160.000		$\Delta = 41^{\circ}31'51.83''$ IZQ	287.618	428,642.555298	2,131,480.501569	
40+167.741	PC	ST= 9.479	287.618	428,635.176963	2,131,482.844658	
40+180.000		PI= 40+177.221	259.523	428,623.064402	2,131,483.600490	
40+185.863	PT	Gc= 45.837°	246.087	428,617.476475	2,131,481.871285	
40+200.000		Lc= 18.121	246.087	428,604.552789	2,131,476.140750	
40+220.000		Rc= 25.000	246.087	428,586.269568	2,131,468.033726	
40+240.000			246.087	428,567.986347	2,131,459.926703	
40+241.228	PC	C-3 EJE 40	246.087	428,566.863867	2,131,459.428980	
40+260.000		$\Delta = 134^{\circ}38'32.96''$ IZQ	174.383	428,558.016168	2,131,444.248300	
40+276.477	PT	ST= 35.896	111.444	428,567.460167	2,131,431.754970	
40+280.000		PI= 40+277.124	111.444	428,570.739094	2,131,430.467042	
40+300.000		Gc= 76.394°	111.444	428,589.354552	2,131,423.155085	
40+320.000		Lc= 35.249	111.444	428,607.970010	2,131,415.843128	
40+340.000		Rc= 15.000	111.444	428,626.585469	2,131,408.531171	
40+360.000			111.444	428,645.200927	2,131,401.219214	
40+380.000			111.444	428,663.816385	2,131,393.907257	
40+400.000			111.444	428,682.431843	2,131,386.595300	
40+420.000			111.444	428,701.047301	2,131,379.283343	
40+440.000			111.444	428,719.662760	2,131,371.971386	
40+460.000			111.444	428,738.278218	2,131,364.659429	
40+480.000			111.444	428,756.893676	2,131,357.347472	
40+500.000			111.444	428,775.509134	2,131,350.035515	
40+501.000	P.FIN		111.444	428,776.439907	2,131,349.669917	



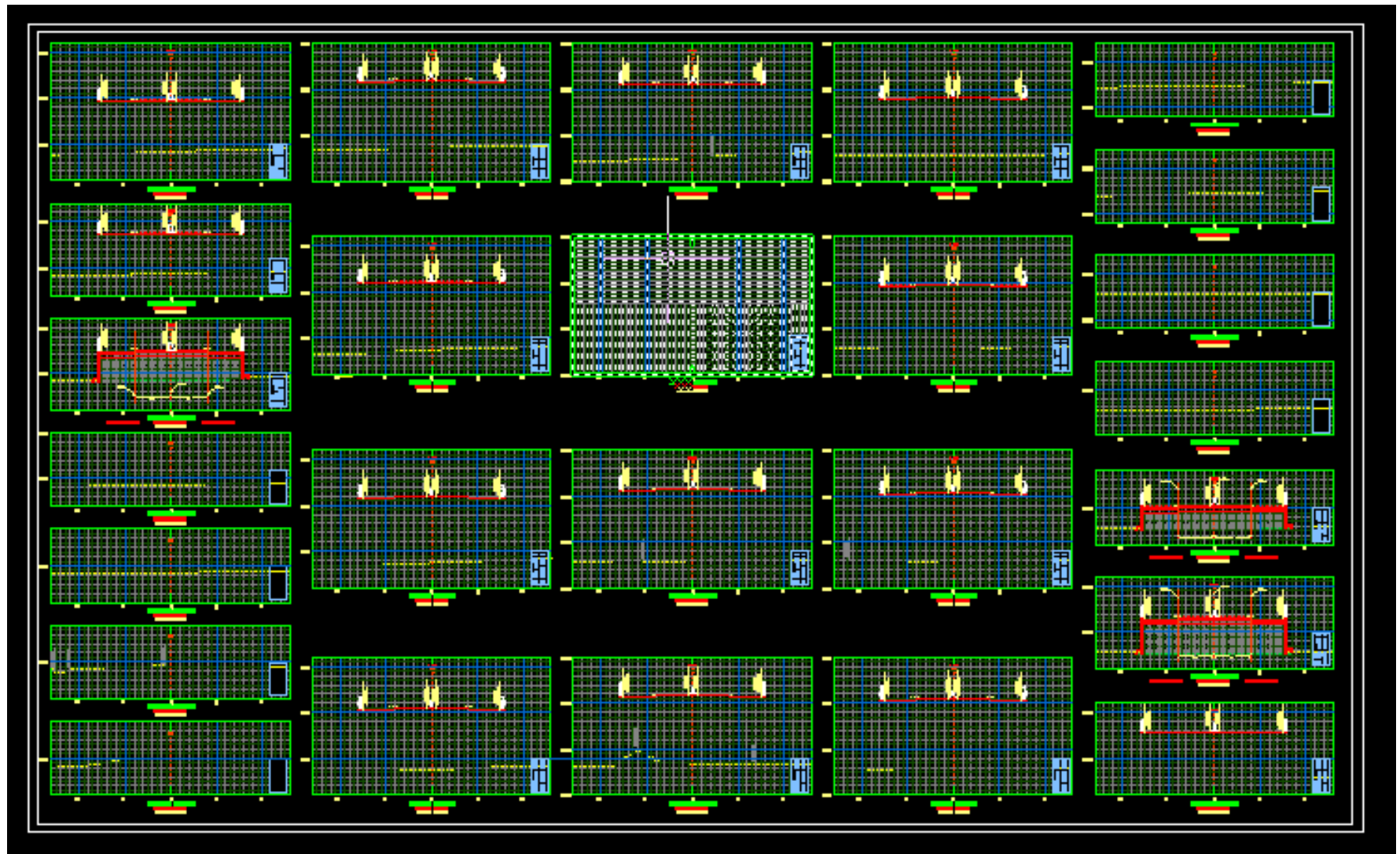
PLANTA GEOMÈTRICA



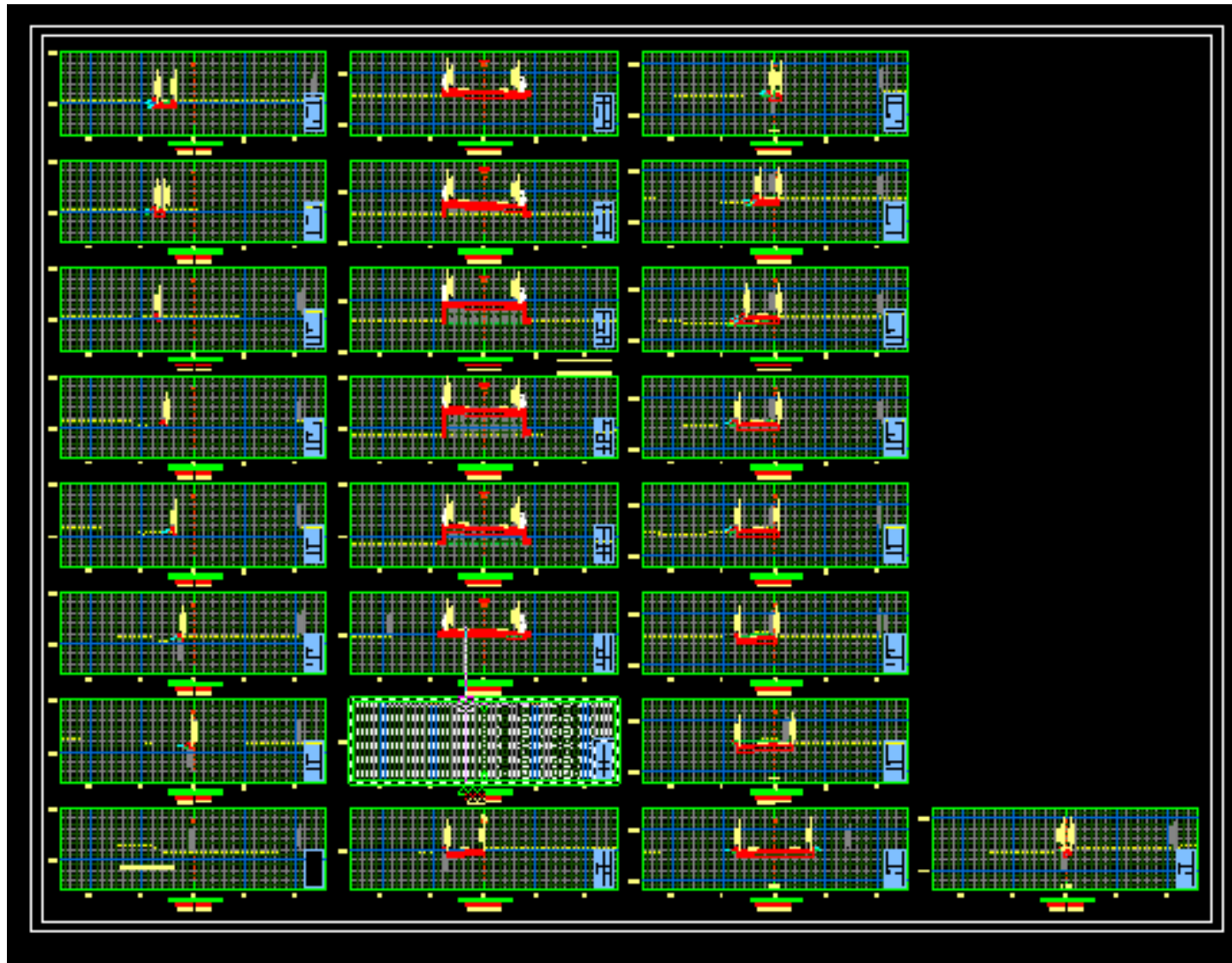
PERFIL DE RASANTE EJE " 10 "



PERFIL DE RASANTE EJE " 20 "



SECCIONES DE CONSTRUCCIÓN



SECCIONES DE CONSTRUCCIÓN



2.2.- Estudio de Mecánica de Suelos

Paso vehicular superior:

Para determinar el tipo de cimentación más adecuado para el puente proyectado, se efectuaron los análisis basados en un estudio de mecánica de suelos consistente en exploración y muestreo del suelo y pruebas de laboratorio realizados para el sitio de interés.

En este informe se describen los trabajos realizados, se interpreta la estratigrafía, se reportan los resultados obtenidos y se consignan las recomendaciones para el diseño y construcción de la alternativa de cimentación que se juzga más conveniente.

- 1) ANTECEDENTES
- 2) EXPLORACIÓN Y MUESTREO DEL SUELO
- 3) PRUEBAS DE LABORATORIO
- 4) CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS Y FÍSICAS DEL SUELO
- 5) ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN
- 6) PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO
- 7) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1) ANTECEDENTES

Se proyecta la construcción de un Paso Vehicular, en el cruce de las Avenidas de las Torres y Venustiano Carranza, Municipio de Toluca, en el Estado de México.

Para determinar el tipo de cimentación más adecuado para el puente proyectado, se efectuaron los análisis basados en un estudio de mecánica de suelos consistente en exploración y muestreo del suelo y pruebas de laboratorio realizados para el sitio de interés.

En este informe se describen los trabajos realizados, se interpreta la estratigrafía, se reportan los resultados obtenidos y se consignan las recomendaciones para el diseño y construcción de la alternativa de cimentación que se juzga más conveniente.

2) EXPLORACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS

Con el fin de determinar las características estratigráficas y físicas del suelo en el sitio de interés, se efectuaron cuatro sondeos de tipo exploratorio, a 15.10, 13.80,



11.00 y 8.90 metros de profundidad denominados respectivamente S-1, S-2, S-3 y S-4.

En los sondeos se obtuvo muestreo representativo empleando la prueba de Penetración Estándar, que consiste en hincar 60 cm el penetrómetro estándar de 3.5 cm de diámetro interior, por medio de golpes que le proporciona un martinete de 63.5 kg, que cae desde una altura de 76 cm; el índice de resistencia a la penetración de los materiales atravesados, se mide contando el número de golpes necesarios para avanzar los 30 cm intermedios.

Durante los trabajos de exploración, se utilizó también el procedimiento de lavado empleando broca tricónica para el avance en suelos resistentes.

3) PRUEBAS DE LABORATORIO

Todas las muestras de suelo obtenidas se clasificaron en forma visual y al tacto, en estado húmedo y seco mediante pruebas del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS); se determinó también su contenido natural de agua ⁽¹⁾.

En los estratos representativos se realizaron pruebas de clasificación de suelos como:

Límites de consistencia (límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad)

Granulometrías a través de mallas y por lavado, para determinar porcentajes de material fino y grueso y el tipo de suelo fino.

4) CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS Y FÍSICAS DEL SUELO

La estratigrafía definida con los sondeos realizados se indica a continuación

SONDEO S-1

Profundidad (m)	<u>Descripción</u>
0.00 – 5.50	Intercalaciones de limo arenoso café claro, de compacidad media y de arena limosa café claro, de compacidad entre alta y muy alta, de los grupos ML y SM de acuerdo al SUCS.
5.50 – 7.90	Limo arenoso gris oscuro y gris claro, de compacidad entre media y alta, del grupo ML según el SUCS.
7.90 – 9.10	Arena limosa gris oscuro y gris claro, de compacidad entre media y muy alta, del



grupo SM de acuerdo al SUCS.

9.10 – 10.00 Limo gris claro, arenoso en la parte central del estrato, de consistencia dura, del grupo ML según el SUCS.

10.00 – 15.10 Arena limosa gris claro con gravas, de compacidad entre alta y muy alta, del grupo SM de acuerdo al SUCS.

El nivel freático se detectó entre 4.0 y 5.0 m de profundidad, en la fecha en la que se realizó la exploración.

5) ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

Tomando en cuenta las características del proyecto y las propiedades estratigráficas y físicas del suelo definidas con los trabajos de campo y laboratorio realizados se juzga que la cimentación para los apoyos de la estructura podrá ser resuelta con alguna de las siguientes opciones:

- Zapatas desplantadas a 2.0 m de profundidad, en la zona de los sondeos S-1 y S-3 y a 2.50 m de profundidad, en la zona de los sondeos S-2 y S-4, considerando en el diseño, una capacidad de carga admisible de 40 ton/m², en todos los sondeos.
- Pilas de sección constante, coladas empleando ademe metálico recuperable, trabajando por apoyo de su punta, desplantadas a 11.0 m de profundidad en la zona del sondeo S-1, a 10.5 m de profundidad en la zona del sondeo S-2, a 5.5 m de profundidad en la zona del sondeo S-3 y a 5.0 m de profundidad en la zona del sondeo S-4, medidas con respecto a su brocal; la capacidad de carga admisible que podrá considerarse, en todos los casos, será de 165, 230 y 340 ton/pila, para pilas de 1.0, 1.2 y 1.5 m de diámetro respectivamente.

Una vez planteada la solución estructural fue necesario realizar nuevos cálculos para pilas de 1.0, 1.2 y 1.5 m diámetro a una profundidad 12.0 m, obteniendo las siguientes capacidades 220, 280 y 400 respectivamente.

A continuación, se presentan los análisis realizados para las cimentaciones propuestas.

Zapatas

5.1. Capacidad de carga

Se determinó la capacidad de carga de los depósitos de apoyo de las zapatas, considerando que los materiales afectados por la superficie potencial de falla son de



tipo predominantemente friccionante y aplicando la siguiente expresión ⁽²⁾:
(Terzaghi)

$$R = [\overline{P_v} (N_q - 1) + \frac{\gamma B N_\gamma}{2}] FR$$

Donde:

R: capacidad de carga admisible del suelo de apoyo de la zapata, en ton/m²

P_v: presión vertical efectiva a la profundidad de desplante de la zapata, en ton/m².

γ: peso volumétrico del suelo, en ton /m³.

B: ancho del cimiento, en m.

FR: factor de resistencia, adimensional, igual a 0.333.

N_q: coeficiente de capacidad de carga, adimensional, dado por:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 (45 + \phi/2)$$

Donde:

φ= ángulo de fricción interna del suelo de apoyo.

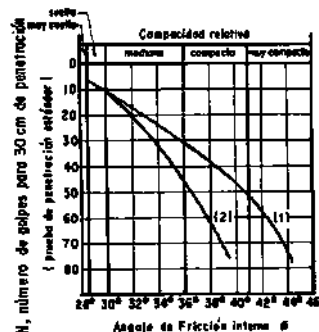
El coeficiente N_q se multiplica por 1 + (B/L) tanφ para cimientos rectangulares, y por 1 + tanφ para zapatas cuadradas.

N_γ=coeficiente de capacidad de carga, adimensional, dado por:

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$$

El coeficiente N_γ se multiplica por 1 - 0.4 (B/L) para cimientos rectangulares, y por 0.6 para zapatas cuadradas.

Considerando ángulos de fricción interna de 32° y 33°, obtenido de su correlación con el número de golpes en la prueba de penetración estándar y un peso volumétrico de 1.70 ton/m³, obtenido de correlacionar los parámetros índices de los materiales de interés con los de otros semejantes en los que se ha determinado este valor, se obtuvo que el suelo de apoyo tiene una capacidad de carga admisible para el diseño de 40 ton/m².



- (1) Relación para arenas de grano anguloso o redondeado de mediana a grueso.
- (2) Relación para arenas finas y para arenas limosas.



5.2. *Dimensionamiento de las zapatas*

Para el dimensionamiento de las zapatas se deberá considerar la carga que resulte mayor de las siguientes condiciones:

- Condiciones estáticas, que considera la combinación de cargas permanentes (incluye el peso de la cimentación) más carga viva con intensidad máxima, afectadas por un factor de carga de 1.4.
- Condiciones dinámicas, que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva con intensidad instantánea y acción accidental más crítica (incremento de carga provocado por el momento debido al sismo) más el peso de la cimentación, afectadas por un factor de carga de 1.1.

En el caso de la combinación de cargas (en particular las que incluyen solicitaciones sísmicas) que den lugar a excentricidades actuando a una distancia "e" del eje centroidal de la zapata, el ancho efectivo de ésta, deberá considerarse igual a:

$$B^1 = B - 2e$$

Donde:

B^1 : ancho reducido, en m.

B: ancho de la zapata, en m.

e: excentricidad con respecto al centroide del área de cimentación.

5.3. *Estado límite de falla en condiciones estáticas*

Considerando la combinación de cargas permanentes (incluye el peso de la cimentación) más cargas vivas con intensidad máxima, afectadas por un factor de carga de 1.4, una vez dimensionadas las zapatas deberá verificarse que la siguiente desigualdad se satisfaga:

$$\frac{\sum Q \cdot F_c}{A} < R$$

Donde:

$\sum Q$: suma de acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada, en ton.

F_c : factor de carga, adimensional e igual a 1.4.

A: área de la zapata, en m².

R: capacidad de carga admisible de la zapata, igual a 40 ton/m².



5.4. *Estado límite de falla en condiciones dinámicas*

Considerando la combinación de cargas permanentes (incluye el peso de la cimentación) más cargas vivas con intensidad instantánea y acción accidental más crítica (sismo), afectadas por un factor de 1.1, una vez dimensionadas las zapatas deberá comprobarse que la siguiente desigualdad se satisfaga:

$$\frac{\sum Q \cdot F_c}{A} < R$$

Donde:

$\sum Q$: suma de acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada.

F_c : factor de carga, adimensional e igual a 1.1.

A: área de la zapata, que en caso de que así lo amerite deberá considerar el ancho efectivo.

R: capacidad de carga admisible de la zapata, igual a 40 ton/m².

5.5. *Estado límite de servicio*

La revisión del estado límite de servicio corresponde a la estimación de los asentamientos que ocurrirán por la deformación del suelo de apoyo.

Los hundimientos probables de acuerdo al tipo de suelo que se tiene en la zona, serán inmediatos por deformación elástica en los materiales bajo las zapatas, y se determinaron con la siguiente expresión:

$$d = \left[\frac{1 - \mu^2}{E} \right] PBI$$

Donde:

d: asentamiento bajo la zapata.

μ : relación de Poisson, considerada de 0.35

E: módulo de elasticidad del suelo.

P: presión de contacto.

B: ancho de la zapata.

I: factor de la influencia, adimensional, que depende de la forma del área cargada y del punto en que se mide el asentamiento.

Empleando en los análisis un módulo de elasticidad de 8 000 ton/m², se obtuvieron asentamientos para zapatas de diferentes anchos los cuales resultaron menores a 3.5 cm, que son admisibles.



Pilas

5.1. Capacidad de carga

Se calculó la capacidad de carga para pilas empleando el criterio de Meyerhof ⁽³⁾ dado por la siguiente expresión:

$$Q_p = \overline{(P_v N^*q FR)} A_p$$

Donde:

Q_p : capacidad de carga admisible de la pila, en ton

$\overline{P_v}$: presión vertical efectiva al nivel de desplante de la pila, en ton/m²

FR: factor de resistencia, adimensional e igual a 0.333

A_p : área de apoyo de la pila, en m²

N^*q : coeficiente de capacidad de carga, adimensional, que es función del ángulo de fricción interna del material de apoyo y de la longitud de la pila empotrada en los materiales resistentes.

$$N^*q = Nq \text{ mín} + \frac{Le (Nq \text{ máx} - Nq \text{ mín})}{L_{opt}}$$

$$L_{opt} = 4 B \tan (45 + \phi/2)$$

Siendo:

Le: longitud de empotramiento de diseño de las pilas dentro de los materiales resistentes

$Nq \text{ mín}$: factor de capacidad de carga para el caso en que la pila quede apoyada superficialmente en los materiales resistentes.

$Nq \text{ máx}$: factor de capacidad de carga para el caso de que la pila tenga como mínimo el empotramiento óptimo.

L_{opt} : empotramiento óptimo.

B: diámetro de la base de la pila en m.

ϕ : ángulo de fricción interna del suelo de apoyo



Considerando que los materiales de apoyo presentan un ángulo de fricción interna de 34° (S-1) y de 36° (S-2 a S-4), obtenidos de su correlación con el número de golpes, se determinó una capacidad de carga de 165, 230 y 340 ton/pila, para pilas de 1.0, 1.2 y 1.5 m de diámetro, respectivamente

5.2. Estado límite de servicio

La revisión del estado límite de servicio corresponde a la estimación de los asentamientos que ocurrirán por la deformación del material de apoyo.

Los hundimientos probables que sufrirán las pilas por deformación elástica, se estimaron con la siguiente expresión ⁽⁴⁾:

$$S = Q \left[\frac{L}{E_c A_f} + \frac{m C_s f_p}{E_s \sqrt{A_b}} (1 - \mu) \right]$$

Donde:

S: asentamiento de la pila, en m

Q: carga máxima aplicada sobre la pila, en ton

L: longitud de la pila, en m

E_c: módulo de elasticidad del concreto, igual a 10 000 √ f'c, para f'c = 250 kg/cm²

A_f: área de la sección transversal de la pila, en m²

m: factor de forma, adimensional e igual a 0.95 para áreas de cimentación circular

C_s: factor de rigidez, adimensional e igual a 1.0 para cimentaciones flexibles

f_p: factor de profundidad, igual a 0.5 para D_f / B > 5, adimensional

μ: relación de Poisson del depósito de apoyo, adimensional

A_b: área de la base de la pila, en m²

E_s: módulo de elasticidad de manto de apoyo de la pila, en ton/m²

Considerando un módulo de elasticidad del depósito de apoyo de 8 000 ton/m² y una relación de Poisson de 0.3, se obtuvieron los asentamientos elásticos para pilas de 1.0, 1.2 y 1.5 m de diámetro, que resultaron de 1.2, 1.3 y 1.5 cm, respectivamente, los cuales son admisibles

5.3. Dimensionamiento de Pilas

Para el dimensionamiento de las pilas se deberá considerar la carga que resulte mayor de las siguientes condiciones:



- Condiciones estáticas, que considera la combinación de cargas permanentes (incluye el peso de la cimentación) más carga viva máxima, afectadas de un factor de carga de 1.4
- Condiciones dinámicas, que considera la combinación de cargas permanentes (incluye el peso de la cimentación) más carga viva instantánea y acción accidental más crítica, afectadas por un factor de carga de 1.1

5.4 Empujes

En su caso los estribos del puente deberán ser diseñados para resistir el empuje del suelo dado por la siguiente expresión:

$$Ea = \frac{K_a \gamma H^2}{2} + K_a q H$$

Donde:

Ea: empuje activo en ton/m

Ka: coeficiente de presión activa de tierras, adimensional

γ : peso volumétrico del suelo, en ton/m³

H: altura del muro

q: sobrecarga, igual a 1.5 ton/m²

$$Ea = \frac{0.307 \times 1.8 \times H^2}{2} + 0.307 \times 1.5 \times H$$

$$Ea = 0.277 H^2 + 0.46 H \quad (\text{ton/m})$$

El empuje actuará a un tercio de la altura del muro, respecto a la base

6) PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

A continuación, se indica el procedimiento constructivo para la cimentación:

6.1. Zapatas

- a) Las excavaciones para alojar las zapatas podrán hacerse con taludes 0.25:1 (horizontal: vertical).



- b) Una vez alcanzado el nivel de desplante recomendado, deberá colarse a la brevedad posible una plantilla de concreto pobre que proteja al material de apoyo.
- c) Se procederá a colocar el armado y a colar las zapatas y contratraveses; una vez hecho esto, se rellenarán las excavaciones con material limo arenoso, colocado en capas de 20 cm de espesor, compactadas con equipo vibratorio manual y se iniciará la construcción de la estructura.

6.2. Pilas

- a) La separación mínima entre pilas será de 2.5 veces su diámetro, medida centro a centro.
- b) Las perforaciones para alojar a las pilas se harán empleando ademe metálico recuperable.
- c) Al llegar la perforación a la profundidad de desplante de la pila autorizada por la supervisión geotécnica, se realizará una limpieza del fondo de la excavación, de todos los materiales sueltos empleando un bote desazolvador, el que se meterá tantas veces como sea necesario.
- d) No deberá de transcurrir un tiempo mayor de tres horas entre el término de las perforaciones y el inicio del colado de las pilas. Si por algún motivo es mayor, se deberá repetir la operación de desazolve.
- e) Inmediatamente después de hacer limpieza del fondo de la perforación, se bajará el armado y se colará la pila.
- f) El armado se introducirá a la perforación momentos antes de realizar el colado, con sus separadores correspondientes para un correcto centrado de la perforación.
- g) El colado, que deberá seguir a la colocación del acero, se realizará usando tubo tremie, con objeto de evitar la contaminación y segregación del concreto. Al inicio del colado, el tubo tremie se llevará a 0.20 m sobre el fondo de la perforación.
- h) Se deberá llevar un registro del volumen del concreto vaciado a la perforación, el que se cotejará con la cubicación de la misma.
- i) El colado se suspenderá una vez que el concreto no contaminado tenga la altura correspondiente al nivel inferior de las contratraveses, lo que se estima ocurre 1 m abajo del nivel superior del concreto.
- j) Se recomienda usar concreto con revenimiento de 15 cm
- k) Se deberá llevar un registro de la localización de las pilas, las dimensiones de las perforaciones, las fechas de perforación y colado, el volumen de



concreto vaciado a las perforaciones, la profundidad y espesor de los materiales encontrados y las características de los materiales de apoyo.

7) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para definir el tipo de cimentación más adecuado para un Paso Vehicular, en el cruce de las Avenidas de las Torres y Venustiano Carranza, Municipio de Toluca, en el Estado de México, se efectuaron análisis basados en el estudio de mecánica de suelos consistente en exploración y muestreo del suelo y pruebas de laboratorio realizados para el sitio de interés.

Tomando en cuenta las características del proyecto y las propiedades estratigráficas y físicas del suelo definidas con los trabajos de campo y laboratorio realizados, se juzga que la cimentación para los apoyos de la estructura podrá ser resuelta con alguna de las siguientes opciones:

- Zapatas desplantadas a 2.0 m de profundidad, en la zona de los sondeos S-1 y S-3 y a 2.50 m de profundidad, en la zona de los sondeos S-2 y S-4, considerando en el diseño, una capacidad de carga admisible de 40 ton/m², en todos los sondeos.
- Pilas de sección constante, coladas empleando ademe metálico recuperable, trabajando por apoyo de su punta, desplantadas a 11.0 m de profundidad en la zona del sondeo S-1, a 10.5 m de profundidad en la zona del sondeo S-2, a 5.5 m de profundidad en la zona del sondeo S-3 y a 5.0 m de profundidad en la zona del sondeo S-4, medidas con respecto a su brocal; la capacidad de carga admisible que podrá considerarse, en todos los casos, será de 165, 230 y 340 ton/pila, para pilas de 1.0, 1.2 y 1.5 m de diámetro, respectivamente.

El sitio de interés se ubica en la región sísmica B y de acuerdo al tipo de suelo II, le corresponde un coeficiente sísmico de 0.30.

Los asentamientos en las zapatas resultaron menores a 3.5 cm y para pilas de 1.0, 1.2 y 1.5 m de diámetro, resultaron de 1.2, 1.3 y 1.5 cm, respectivamente, los cuales son admisibles

El procedimiento para la construcción de zapatas y pilas se indica en el capítulo 6

Observaciones: por necesidades del estructurista se calcularon nuevas capacidades de carga de las pilas, resultando las siguientes recomendaciones:

Para pilas de 1.0, 1.2 y 1.5 metros de diámetro; capacidad de carga admisible de 220, 280, 400 ton / pila respectivamente.

La profundidad de desplante de las pilas en la zona de los sondeos 1 y 2 es de 12.0



metros, y en la zona de los sondeos 3 y 4 es de 6.5 metros.

CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA EN ZAPATAS

Zona sondeos S-1 – S-3

Para el caso más desfavorable sondeo S-1

Material de apoyo: arena limosa muy compacta, subyacida por limo arenoso de compacidad media.

$$q_a = \left[\overline{P_v} (N_q - 1) + \frac{B \gamma N_\gamma}{2} \right] F_R$$

N mínimo bajo el desplante = 25 golpes y de su correlación con el ángulo de fricción interna, $\phi = 32^\circ$

Considerando $\phi = 32^\circ$ Df=2.0 m B=2.5 m L= 14 m $\overline{P_v} = 1.7 \times 2.0 = 3.40 \text{ ton/m}^2$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 (45 + \phi/2)$$

$$N_q = 7.12 \times 3.25 = 23.1$$

$$N_{q \text{ rect}} = N_q [1 + (B/L) \tan \phi] = 23.1 [1 + (2.5/14) \tan 32^\circ] = 25.7$$

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi = 30.1$$

$$N_{\gamma \text{ rect}} = N_\gamma [1 - 0.4 (B/L)] = 30.1 [1 - 0.4 (2.5/14)] = 27.9$$

$$q_a = \left[3.40 \times 24.7 + \frac{2.5 \times 1.7 \times 27.9}{2} \right] 0.333$$

$$q_a = (84.0 + 59.3) 0.333 = 47.8 \text{ ton/m}^2$$

Zona sondeos S-2 – S-4

Para el caso más desfavorable sondeo S-2

Material de apoyo: arena limosa muy compacta subyacida por limo arenoso, de alta compacidad

$$q_a = \overline{P_v} (N_q - 1) + \frac{B \gamma N_\gamma}{2} F_R$$

N mínimo bajo el desplante de 32 golpes y de su correlación con el ángulo de fricción interna, $\phi = 33^\circ$



Considerando $\phi = 33^\circ$ $Df = 2.5 \text{ m}$ $B = 2.0 \text{ m}$ $L = 14 \text{ m}$ $P_v = 1.7 \times 2.5 = 4.25 \text{ ton/m}^2$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 (45 + \phi/2)$$

$$N_q = 7.69 \times 3.39 = 26.1$$

$$N_q \text{ rect} = N_q [1 + (B/L) \tan \phi] = 26.1 [1 + (2/14) \tan 33^\circ] = 28.5$$

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi = 35.2$$

$$N_\gamma \text{ rect} = N_\gamma [1 - 0.4 (B/L)] = 35.2 [1 - 0.4 (2/14)] = 33.2$$

$$q_a = \left[4.25 \times 27.5 + \frac{2.0 \times 1.7 \times 33.2}{2} \right] 0.333$$

$$q_a = (116.9 + 56.4) 0.333 = 57.8 \text{ ton/m}^2$$

Recomendemos en todos los sondeos $q_a = 40 \text{ ton/m}^2$ y profundidad de desplante de 2.0 m, para los sondeos S-1 y S-3 y de 2.50 m para los sondeos S-2 y S-4.

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO EN ZAPATAS

$$d = \frac{(1 - \mu^2) P B I}{E}$$

$$E = 8\,000 \text{ ton/m}^2 \quad \mu = 0.35 \quad P = 40 \text{ ton/m}^2 \quad L = 14 \text{ m}$$

En el punto central

$$d = \frac{(1 - \mu^2) P 2B I}{E}$$

B (m)	L/B	I	d (m)
2.0	7.0	1.07	0.0188
3.0	4.67	1.01	0.0266
4.0	3.5	0.94	0.0330



CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA EN PILAS

Empleando el criterio de Meyerhof

Zona sondeo S-1 y S-2

Material de apoyo: arena limosa de compacidad entre alta y muy alta

$$q_a = \overline{P_v} N^*q F_R$$

$$D_f = 12.0 \text{ m} \quad L_e = \text{long. emp. Estrato resistente} = 2.8 \text{ m} \quad \phi = 32$$

N mínimo bajo el desplante = 34 golpes, de la correlación propuesta por Terzaghi y Peck

$$N^*q = Nq \text{ mín} + \frac{L_e (Nq \text{ máx} - Nq \text{ mín})}{L_{opt}} \quad L_{opt} = 4 B \tan (45 + \phi/2)$$

$$\overline{P_v} = \gamma_m \times D_f = 1.75 \times 4.0 + 0.75 \times 8.0 = 13.0 \text{ ton/m}^2 \quad F_R = 0.333$$

B (m)	A (m)	Lopt (m)	N*q	q _a (ton/m ²)	q _a (ton)
1.0	0.785	7.52	66.9	289.6	227.4
1.2	1.131	9.03	58,3	252.2	285.3
1.5	1.767	11.28	53.6	232.1	410.1

RECOMENDAMOS PARA PILAS DE 1.0, 1.2 Y 1.5 METROS DE DIÁMETRO; CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE DE 220, 280, 400 Ton / pila, RESPECTIVAMENTE

Zona sondeo S-3 y S-4

Material de apoyo: arena limosa muy compacta

$$q_a = \overline{P_v} N^*q F_R$$

$$D_f = 6.5 \text{ m} \quad L_e = \text{long. emp. Estrato resistente} = 3.3 \text{ m}$$

N bajo el desplante >50 golpes, de la correlación propuesta por Terzaghi y Peck

$$\phi = 36^\circ \quad Nq \text{ máx} = 150 \quad Nq \text{ mín} = 46 \quad N.A.F. = 4.60 \text{ m}$$



$$N^*q = Nq \text{ mín} + \frac{Le (Nq \text{ máx} - Nq \text{ mín})}{L_{opt}} \quad L_{opt} = 4 B \tan (45 + \phi/2)$$

$$\overline{Pv} = \gamma m \times D_f = 1.75 \times 4.6 + 0.75 \times 1.90 = 9.475 \text{ ton/m}^2 \quad F_R = 0.333$$

B (m)	A (m)	L _{opt} (m)	N*q	q _a (ton/m ²)	q _a (ton)
1.0	0.785	7.85	89.7	283.0	222.2
1.2	1.131	9.42	82.4	260.0	294.1
1.5	1.767	11.77	75.1	237.1	419.0

RECOMENDAMOS PARA PILAS DE 1.0, 1.2, 1.5 METROS DE DIÁMETRO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE DE 220, 280, Y 400 Ton / pila RESPECTIVAMENTE.

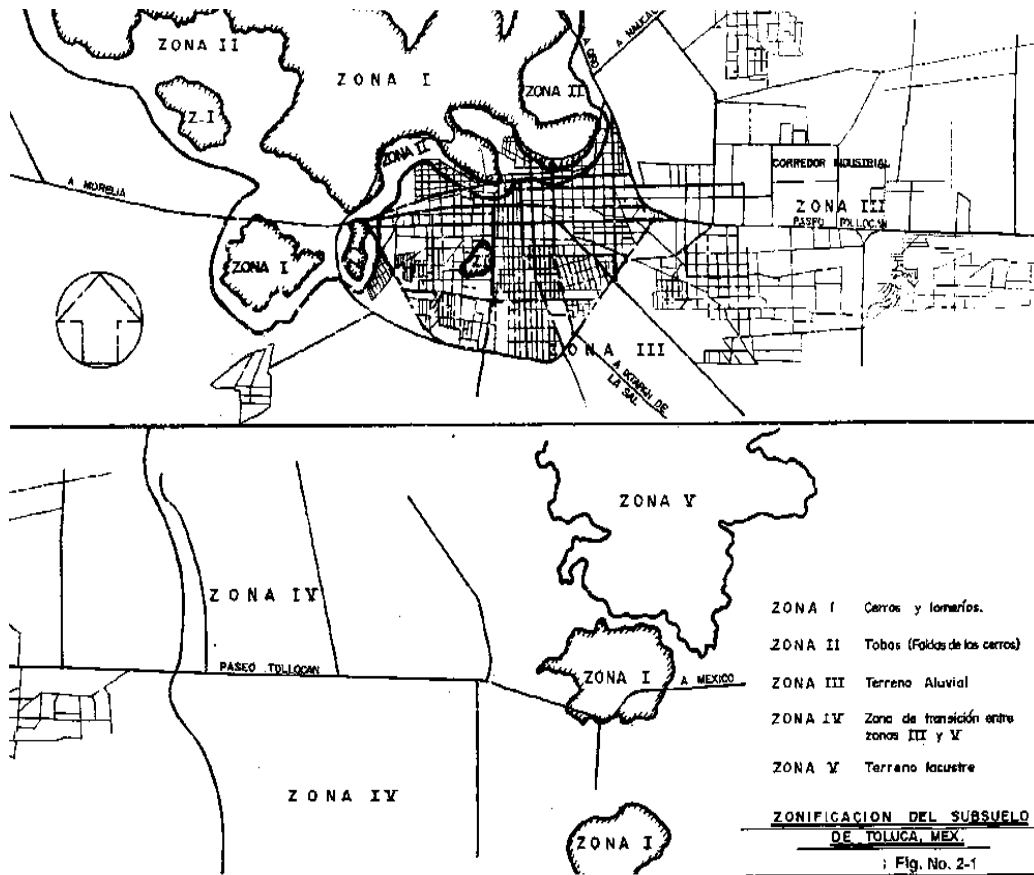
CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS EN PILAS

$$\delta = Q_a \left[\frac{L}{E_c A_f} + \frac{m C_s f_p (1 - \mu^2)}{E_s \sqrt{A_b}} \right]$$

Para el caso más desfavorable sondeo S-1

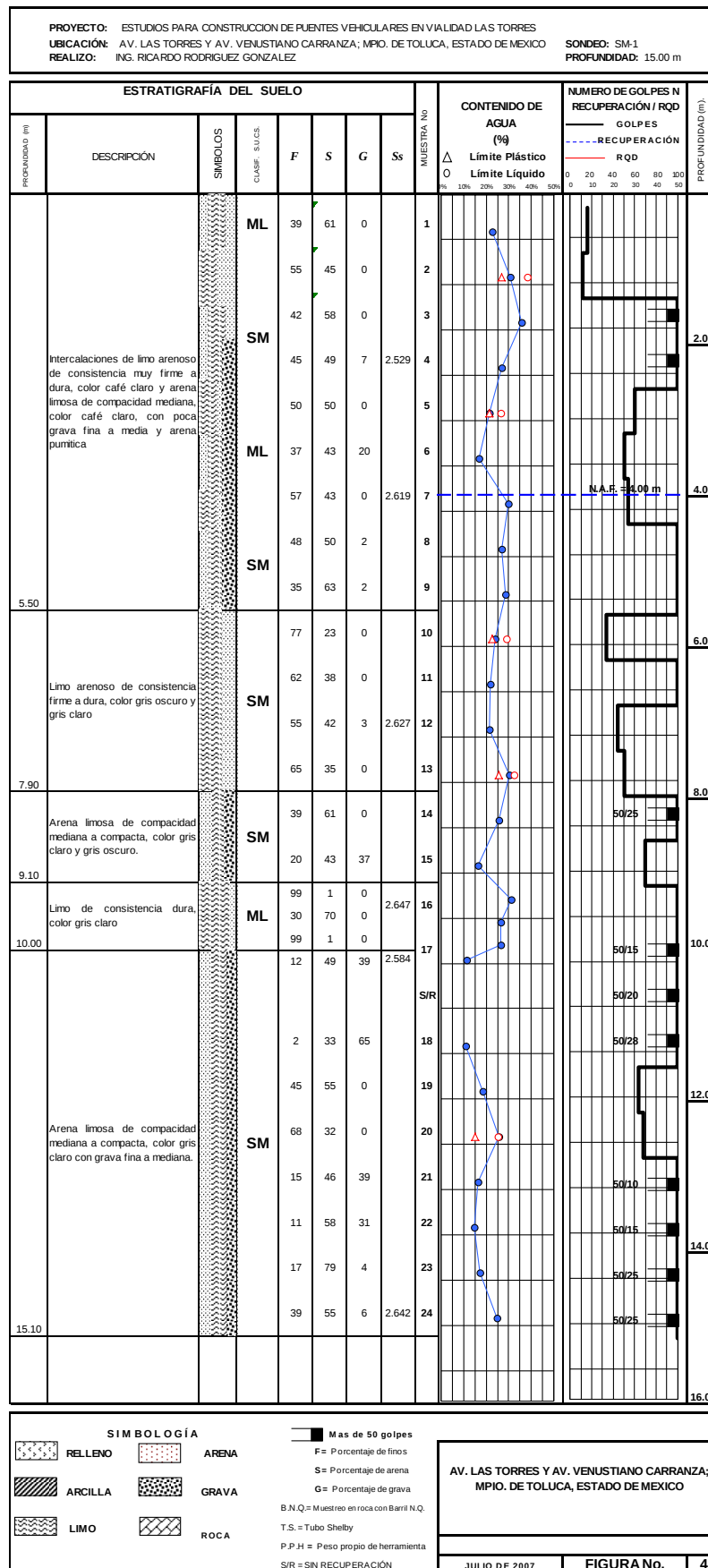
$$\begin{aligned} \delta &= 0.3 & f_p &= 0.5 \\ m &= 0.95 & E_s &= 8000 \text{ ton/m}^2 \\ C_s &= 1.0 & E_c &= 10\,000 \sqrt{f'_c} = 1\,581\,138 \text{ ton/m}^2 \quad \text{para } f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

B (m)	Ab = A _f (m)	Q _a (ton)	δ (m)
1.0	0.785	165	0.0116
1.2	1.131	230	0.0131
1.5	1.767	340	0.0151



ANEXO

PERFILES ESTRATIGRÀFICO





ANEXO

REGISTROS DE CAMPO



NOMBRE DE LA OBRA: PASO VEHICULAR A DESNIVEL

UBICACIÓN: AV. VENUSTIANO CARRANZA, TOLUCA EDO DE MEXICO

SONDEO : SM-1

PERFORADORA : ACKER A-D II

BOMBA : MOYNO 3L6

PERFORÓ : SR JOSE ISLAS

COTA DEL BROCAL : _____

X : _____

Y : _____

SUPERVISÓ : ING. FRANCISCO L. C.

FECHA DE INICIO : 18/07/2007

FECHA DE TERMINACIÓN : 18/07/2007

HORAS : _____

MUESTRA	PROFUNDIDAD, (m)		LONGITUD DE AVANCE	RECUPERACIÓN		No. DE GOLPES			TIPO DE HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
No.	DE	A	m	(m)	%	15cm	30cm	15cm		
-	0.00	0.20	0.20			A.B.T.			BT	AVANCE BROCA TRICONICA 2 15/16
1	0.20	0.80	0.60	0.27	0.45	5	8	6		ARENA FINA LIMOSA POCO ARCILLOSA COLOR CAFÉ
2	0.80	1.40	0.60	0.30	0.50	9	6	12		ARCILLA LIMOSA POCO ARENOSA COLOR CAFÉ OSCURO
3	1.40	1.75	0.35	0.18	0.51	13	50/20			LIMO ARCILLOSO COLOR GRIS OSCURO
-	1.75	2.00	0.25			A.B.T.			BT	AVANCE BROCA TRICONICA 2 15/16
4	2.00	2.30	0.30	0.20	0.67	25	50/15			LIMO ARCILLOSO COLOR GRIS OSCURO
-	2.30	2.60	0.30			A.B.T.			BT	AVANCE BROCA TRICONICA 2 15/16
5	2.60	3.20	0.60	0.30	0.50	7	30	35		LIMO ARENOSO POCO ARCILLOSO COLOR CAFÉ CLARO
6	3.20	3.80	0.60	0.28	0.47	11	25	10		LIMO ARENOSO POCO ARCILLOSO COLOR CAFÉ CLARO
7	3.80	4.40	0.60	0.27	0.45	15	27	12		ARCILLA LIMOSA COLOR CAFE CLARO
8	4.40	4.70	0.30	0.20	0.67	4	50			ARCILLA LIMOSA COLOR CAFE CLARO
-	4.70	5.00	0.30			A.B.T.			BT	AVANCE BROCA TRICONICA 2 15/16
9	5.00	5.45	0.45	0.30	0.67	15	50			ARENA MEDIA LIMOSA COLOR CAFÉ CLARO
-	5.45	5.60	0.15			A.B.T.			BT	AVANCE BROCA TRICONICA 2 15/16
10	5.60	6.20	0.60	0.27	0.45	9	17	11		ARCILLA LIMOSA COLOR GRIS VERDOSO
11	6.20	6.50	0.30	0.20	0.67	13	50			ARCILLA LIMOSA POCO ARENOSA COLOR GRIS VERDOSO
-	6.50	6.80	0.30			A.B.T.			BT	AVANCE BROCA TRICONICA 2 15/16
12	6.80	7.40	0.60	0.40	0.67	7	22	11		ARCILLA LIMOSA COLOR GRIS VERDOSO
13	7.40	8.00	0.60	0.25	0.42	8	25	13		ARCILLA LIMOSA COLOR GRIS VERDOSO
14	8.00	8.40	0.40	0.27	0.67	15	50/25			ARCILLA LIMOSA COLOR GRIS VERDOSO
-	8.40	8.60	0.20			A.B.T.			BT	AVANCE BROCA TRICONICA 2 15/16
15	8.60	9.20	0.60	0.18	0.30	16	35	17		ARENA LIMOSA FINA A MEDIA COLOR GRIS CLARO
16	9.20	9.65	0.45	0.25	0.56	13	50			ARCILLA LIMOSA CON UN LENTE DE ARENA COLOR GRIS CLARO
-	9.65	9.80	0.15			A.B.T.			BT	AVANCE BROCA TRICONICA 2 15/16
17	9.80	10.10	0.30	0.19	0.63	17	50/15			LIMO POCO ARCILLOSO CON UN LENTE DE ARENA COLOR GRIS CLARO
-	10.10	10.40	0.30			A.B.T.			BT	AVANCE BROCA TRICONICA 2 15/16

OBSERVACIONES:

PROF. DE PROYECTO: 15.00 m

PROF. REAL : 15.00 m

ADEME: _____

PROF. NAF : 4.00 m



HORAS :

PROF. NAF : 4,00 m



ANEXO

PRUEBAS DE LABORATORIO

SONDEO EXPLORATORIO

SE – 1



		CLASIFICACIÓN Y CONTENIDO DE HUMEDAD															FORMULA:	
																	W%=Ww / Ws x 100	
PROYECTO:		ESTUDIOS PARA CONSTRUCCION DE PUENTES VEHICULARES EN VIALIDAD LAS TORRES															CLAVE:	
LOCALIZACIÓN:		AV. LAS TORRES Y VENUSTIANO CARRANZA; MPIO. DE TOLUCA, ESTADO DE MEXICO															0: PARA NULA A BAJA	
OPERADOR:		Sr. José Hernández Méndez					REVISÓ:					Ing. Ricardo Rodríguez González					1: PARA MEDIA A ALTA	
																	2: PARA ALTA A MUY ALTA	
SONDEO	MUESTRA	PROF.		CÁPSULA	PESOCÁPSULA	PESOHÚMEDO	PESO SECO	PESO DEL	PESO DE	HUMEDAD	ARENA %		RESISTENCIA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	TEMACIDAD	COLOR	CLASIFICACIÓN
No.	No.	DE	A	No.	p.c (gr)	C/ CÁPSULA WS+PC (gr)	C/ CAPSULA WS+PC (gr)	AGUA Ww (gr)	SÓLIDOS Ws (gr)	w (%)			ESTADO SECO	DEL AGUA				
1	1	0.20	0.80	807	20.40	146.10	122.93	23.17	102.53	22.60%	75	0	0	2	0		Café oscuro	Arena fina poco limosa
1	2	0.80	1.40	750	24.66	131.29	106.36	24.93	81.70	30.51%	75	0	0	2	0		Café oscuro	Arena fina poco limosa
1	3	1.40	2.00	766	21.42	137.33	106.83	30.50	85.41	35.71%	75	0	0	2	0		Café oscuro	Arena fina poco limosa
1	4	2.00	2.60	725	19.95	144.29	117.83	26.46	97.88	27.03%	75	0	0	2	0		Café oscuro	Arena fina y gruesa poco limosa
1	5	2.60	3.20	808	20.70	144.79	122.76	22.03	102.06	21.59%	35	1	1	1	1		Café claro	Limo poco arenoso con arena pumitica
1	6	3.20	3.80	759	24.60	169.22	148.44	20.78	123.84	16.78%	75	0	0	2	0		Café claro	Arena fina y arena gruesa con poca arena pumitica
1	7	3.80	4.40	980	20.69	152.01	121.94	30.07	101.25	29.70%	25	1	1	1	1		Café claro	Limo poco arenoso
1	8	4.40	5.00	49	20.06	120.20	99.04	21.16	78.98	26.79%	25	1	1	1	1		Café claro	Limo poco arenoso con arena pumitica
1	9	5.00	5.60	70	34.40	143.18	119.07	24.11	84.67	28.48%	25	1	1	1	1		Café claro	Limo poco arenoso con arena pumitica
1	10	5.60	6.20	814	21.18	181.20	150.27	30.93	129.09	23.96%	70	0	0	2	0		Gris oscuro	Arena fina poco limosa con horizontes de limo con arena gruesa
1	11	6.20	6.80	4030	21.12	126.64	107.66	18.98	86.54	21.93%	35	1	1	1	1		Verde oliva	Limo poco arenoso
1	12	6.80	7.40	733	23.35	171.35	145.30	26.05	121.95	21.36%	75	0	0	2	0		Gris claro	Arena fina poco limosa con presencia de materia organica
1	13	7.40	8.00	673	26.55	139.24	113.14	26.10	86.59	30.14%	35	1	1	1	1		Gris claro	Limo poco arenoso con presencia de materia organica
1	14	8.00	8.60	797	20.83	158.72	130.72	28.00	109.89	25.48%	75	0	0	2	0		Gris claro	Arena fina y arena gruesa con betas de limo con poca materia organica
1	15	8.60	9.20	64	26.91	163.72	144.40	19.32	117.49	16.44%	75	0	0	2	0		Gris oscuro	Arena fina y grava fina en una matriz limosa
1	16	9.20	9.50	787	19.46	128.85	102.79	26.06	83.33	31.27%	40	1	1	1	1		Gris claro	Limo poco arcilloso con poca materia organica
1	16	9.50	9.80	838	22.76	180.76	147.56	33.20	124.80	26.60%	40	1	1	1	1		Gris claro	Limo poco arcilloso con poca materia organica
1	17	9.80	10.10	2	21.72	110.16	91.59	18.57	69.87	26.58%	40	1	1	1	1		Gris claro	Limo poco arcilloso con poca materia organica
1	17	10.10	10.40	191	25.04	113.52	104.46	9.06	79.42	11.41%	75	0	0	2	0		Gris claro	Arena fina y gravas finas poco limosa
1	18	11.00	11.60	935	20.82	161.07	147.52	13.55	126.70	10.69%	75	0	0	2	0		Gris claro	Arena fina y gravas finas poco limosa

OBSERVACIONES:

		CLASIFICACIÓN Y CONTENIDO DE HUMEDAD														FORMULA:		W%=Ww / Ws x 100	
PROYECTO:		ESTUDIOS PARA CONSTRUCCION DE PUENTES VEHICULARES EN VALIDAD LAS TORRES														CLAVE:		0: PARA NULA A BAJA	
LOCALIZACIÓN:		AV. LAS TORRES Y VENUSTIANO CARRANZA; MPIO. DE TOLUCA, ESTADO DE MEXICO																1: PARA MEDIA A ALTA	
OPERADOR:		Sr. José Hernández Méndez REVISÓ: Ing. Ricardo Rodríguez González																2: PARA ALTA A MUYY ALTA	
SONDEO	MUESTRA	PROF.		CÁPSULA	PESOCÁPSULA p.c	PESOHÚMEDO C/ CÁPSULA	PESOSECO C/ CAPSULA	PESODEL AGUA	PESODE SÓLIDOS	HUMEDAD w	ARENA %	PLASTICIDAD	RESISTENCIA EN ESTADO SECO	GRANÍCIA DEL AGUA	TEMACIDAD	COLOR	CLASIFICACIÓN		
No.	No.	DE	A	No.	(gr)	WS+PC (gr)	WS+PC(gr)	Ww(gr)	Ws(gr)	(%)									
1	19	11.60	12.20	412	18.90	169.71	146.22	23.49	127.32	18.45%	70	0	0	2	0	Negro	Arena fina poco limosa con horizontes de limo		
1	20	12.20	12.80	2449	26.23	150.15	124.92	25.23	98.69	25.56%	70	0	0	2	0	Gris claro	Arena fina poco limosa con horizontes de limo		
1	21	12.80	13.40	146	27.14	145.94	129.32	16.62	102.18	16.27%	70	0	0	2	0	Gris claro	Arena fina y grava fina en una matriz de limo		
1	22	13.40	14.00	952	21.64	180.68	160.49	20.19	138.85	14.54%	70	0	0	2	0	Gris claro	Arena fina y grava fina en una matriz de limo		
1	23	14.00	14.60	53	18.70	108.07	95.02	13.05	76.32	17.10%	70	0	0	2	0	Gris claro	Arena fina y grava fina en una matriz de limo		
1	24	14.60	15.20	80	35.20	169.06	142.62	26.44	107.42	24.61%	40	1	1	1	1	Verde olivo	Limo con arena fina y arena gruesa		
OBSERVACIONES:																			



LIMITES DE CONSISTENCIA

ESTUDIOS PARA CONSTRUCCION DE PUENTES VEHICULARES EN VIALIDAD LAS TORRES, AV. LAS TORRES Y

VENUSTIANO CARRANZA. ; MPIO. DE TOLUCA, ESTADO DE MEXICO

Sondeo: 1 Muestra: 13 Profundidad: 7,40-8,00

Fecha: jul-07 Revisó: Ing. Ricardo Rodríguez González

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

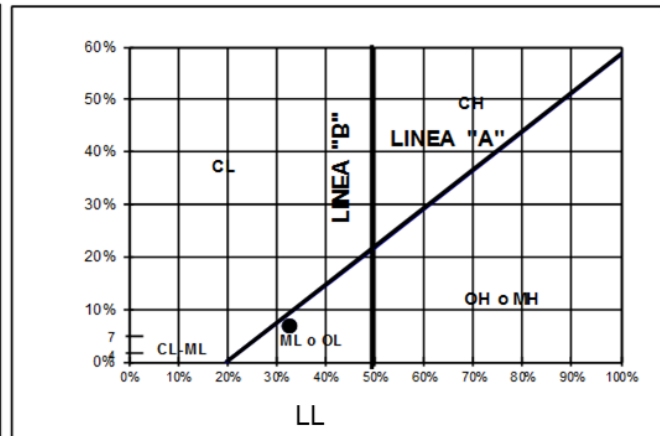
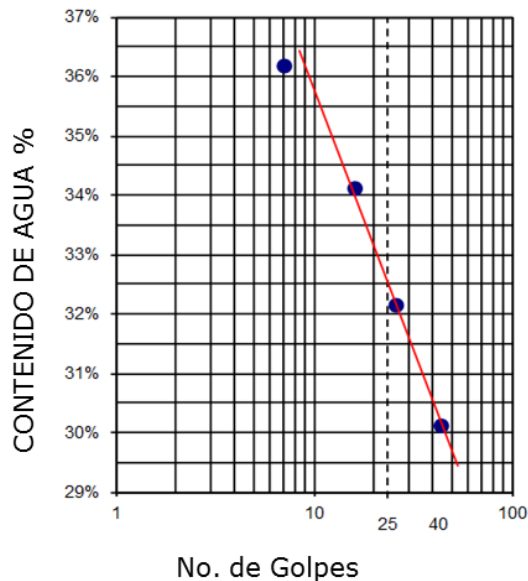
LIMITE LIQUIDO LL

CAPSULA No.	074	816	999	132	
No. DE GOLPES	44	26	16	7	
PESO MUESTRA HUMEDA + CAP. (gr.)	36.33	35.65	36.76	29.50	
PESO MUESTRA SECA + CAP. (gr.)	31.27	30.65	31.29	24.53	
PESO DE LA CAPSULA (gr.)	14.47	15.10	15.26	10.80	
PESO DEL AGUA (gr.)	5.06	5	5.47	4.97	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	16.8	15.55	16.03	13.73	
CONTENIDO DE AGUA W%	30.12%	32.15%	34.12%	36.20%	

LIMITE PLASTICO LP

CAPSULA No.	105	69			
PESO MUESTRA HUMEDA + CAP. (gr.)	29.34	30.20			
PESO MUESTRA SECA + CAP. (gr.)	27.09	27.39			
PESO DE LA CAPSULA (gr.)	18.34	16.22			
PESO DEL AGUA (gr.)	2.25	2.81			
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	8.75	11.17			
CONTENIDO DE AGUA W%	25.71%	25.16%			

IP%



LL= 32.50% LIMITE LIQUIDO
LP= 25.44% LIMITE PLASTICO
IP= 7.06% INDICE DE PLASTICIDAD

CLASIFICACION SUCS

ML

CONTRACCIÓN LINEAL: LECTURA INICIAL = cm
LECTURA FINAL = cm

CL= %

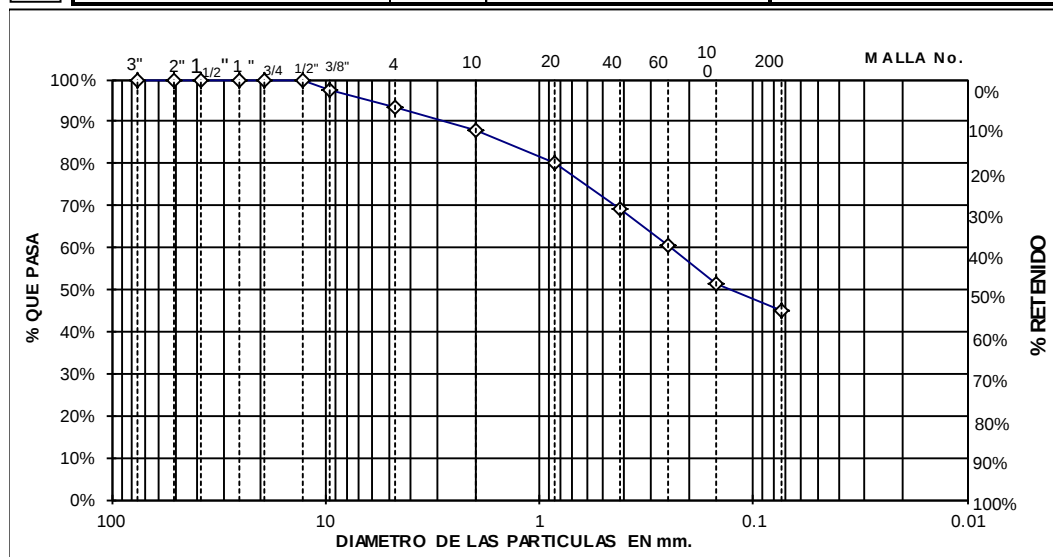


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ESTUDIOS PARA CONSTRUCCION DE PUENTES VEHICULARES EN VIALIDAD LAS TORRES, AV. LAS			
Proyecto:	TORRES Y VENUSTIANO CARRANZA - DIAZ MIRON; MPIO. DE TOLUCA, ESTADO DE MEXICO		
Sondeo:	SM-1	Muestra:	4
Operador:	JOSE HERNANDEZ M.	Revisó:	ING. RICARDO RODRIGUEZ GONZALEZ
		PROF:	2.00-2.60 m
		Fecha:	jul-07

VIA SECA

Malla	Abertura en mm.	Peso Retenido gramos.	% Parcial Retenido	% Acumulativo que pasa	Observaciones	
3"	76.2		0.00%	100.00%	Análisis efectuado con la muestra total de <u>97.88</u> gr Grava w = <u>6.62%</u> % Arena w = <u>48.61%</u> % %material menor que la malla No. 4 %de grava	
2"	50.8		0.00%	100.00%		
1 1/2"	38.1		0.00%	100.00%		
1"	25.4		0.00%	100.00%		
3/4 "	19.1		0.00%	100.00%		
1/2 "	12.7		0.00%	100.00%		
3/8 "	9.5	2.29	2.34%	97.66%		
No.4	4.69	4.19	4.28%	93.38%		
Sumas =		6.48	6.62%			
%ACUMULATIVOQUEPASA		93.38%	DESPUES DE LA MALLA No.4			
		gramos.		100.00%	DE LA MUESTRA TOTAL	Observaciones
				93.38%		ANALISIS EFECTUADO CON
10	2.000	5.17	5.66%	94.34%	88.10%	MUESTRA <u>91.40</u> gr
20	0.841	7.71	8.44%	85.91%	80.22%	DEL MATERIAL MENOR QUE
40	0.420	10.80	11.82%	74.09%	69.19%	LA MALLA No. 4
60	0.250	8.45	9.25%	64.85%	60.55%	
100	0.149	8.88	9.72%	55.13%	51.48%	
200	0.074	6.57	7.19%	47.94%	44.77%	%Material fino menor a la malla 200
Sumas		47.58	52.06%			
Charola		43.8	47.94%			Charola No. _____
Sumas =		9140	100.00%	Chequeo con muestra seca		



D10	D30	D60	Cu	Cc	GRAVA	ARENA	FINOS	SUCS
mm.	mm	mm			%	%	%	
					7%	49%	45%	SM

OBSERVACIONES:



ANEXO



INFORME FOTOGRÁFICO



Vista general de los trabajos en el sondeo No. 1.



Hincado de tubo partido, durante los trabajos de exploración y muestreo del sondeo No. 1.



Otro aspecto de los trabajos de perforación en el sondeo No. 1.



Obtención de muestras alteradas, mediante el método de penetración



DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MÉTODO:

MÉTODO DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM, USANDO EL PROGRAMA INTERACTIVO DE CÓMPUTO "DISPAV5" VERSIÓN 3.0, "ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS, INCLUYENDO CARRETERAS DE ALTAS ESPECIFICACIONES"

INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM

Este procedimiento para obtener los espesores de las capas que conformarán la estructura del pavimento, se realizará utilizando el Programa Dispav-5, versión 3.0 "Actualización del Sistema para el Diseño Estructural de Pavimentos Asfálticos, Incluyendo Carreteras de Altas Especificaciones; enero de 2014".

GENERACIÓN DE DATOS PARA ALIMENTAR EL PROGRAMA:

1.- GENERALES

Período de vida útil del pavimento:	10 años
Tasa de crecimiento anual del tránsito (r):	3.50 %
Tránsito diario promedio anual (TDPA):	21,627vehículos
Número de carriles en ambas direcciones:	2
Coeficiente de distribución carril de proyecto:	0.90
TDPA en el carril de proyecto:	19,464Vehículos
Nivel de confianza:	85 %
Tipo de camino:	"A"

2.- TRÁNSITO

2.1.- Composición del tránsito:

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
A	21,151	97.80
B ₂	22	0.10
C ₂	175	0.81
C ₃	102	0.47
T3-S2	89	0.41
T3-S3	76	0.35
T3-S2-R4	13	0.06
OTROS	0	0.00
SUMAS	21,627	100.0



2.2- Tránsito de proyecto en millones de ejes:

Con los datos anteriores, se alimenta el programa y se le indica que se trata de un camino normal, en el que se permiten deformaciones del orden de 2.5 cm. en la rodada y agrietamiento medio a fuerte al final de la vida de proyecto, arrojándonos los siguientes resultados:

- a). - Por fatiga en las capas estabilizadas (carpeta asfáltica) =mill. ejes
b). - Por deformación en capas no estabilizadas (terracerías)=mill. ejes

5.80
7.80

3.- PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

3.1.- Valor Relativo de Soporte crítico de diseño (VRSz) del terreno natural

VRSz= 5.00%

El valor del VRSz se tomará el valor mínimo recomendado por las normas, ya que se utilizará en el terraplén armado de nueva construcción.

Por lo que:

VRSz= 5.00 %

3.2.- Valores medios recomendados de Módulo de Rigidez y Relación de Poisson

CAPA	VRSz	MÓDULO DE RIGIDEZ (Kg/cm ²)	RELACIÓN DE POISSON
CARPETA ASFÁLTICA	--	31,000	0.35
BASE HIDRÁULICA	100.0	3,265	0.35
SUBRASANTE	20.0	1,058	0.45
TERRENO NATURAL	5.0	401	0.45

4.- CÁLCULOS

4.1.- Resultados obtenidos

Con los datos anteriormente descritos, se alimenta el programa de computo "DISPAV 5" VERSIÓN 3.0., con lo que se obtienen los siguientes resultados:

CAPA	ESPESOR CALCULADO
CARPETA ASFÁLTICA	10.5
BASE HIDRÁULICA	20.0
SUBRASANTE	35.0

Revisión estructural:

	Vida Previsible		Tránsito de proyecto	
Deformación (terracerías)	44.2	≥	7.8	Cumple
Fatiga (carpeta asfáltica)	5.7	≥	5.8 ±10%	Cumple



Por lo anterior, se recomienda estructurar de la siguiente manera:

CAPA	ESPESOR (CM)	COMPACTACIÓN (%)	TIPO DE PRUEBA	CBR (%) (MÍNIMO)
CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO	11	95	P.V.M. Marshall	-
BASE HIDRÁULICA	20	100	AASHTO Modificada	100
SUBRASANTE	35	100	AASHTO Estándar	20
TERRACERÍAS	20	90	AASHTO Estándar	5

Resumen de los cálculos del programa:

Rev. 5.0

TRÁNSITO ACUMULADO EN VEHÍCULOS TDPA

Introduzca los siguientes datos:

TDPA en el carril del proyecto (en vehículos) : 19464

Tasa de crecimiento anual del tránsito en % : 3.5

Período de proyecto en años : 10

y el tipo de camino

• Usar Norma de decreto publicado el 7 de enero de 1997 1. Tipo A o B

Actualizar pesos según la Norma NOM-012-SCT-2009

Rev. 5.0

TIPO DE CAMINO

El programa tiene dos opciones de diseño:

○ Caminos de altas especificaciones, en los que se desea conservar un nivel de servicio alto al final de la vida de proyecto (1.2 cm de deformación en la rodada y agrietamiento ligero a medio).

✕ Caminos normales en los que se permiten deformaciones del orden de 2.5 cm en la rodada y agrietamiento medio a fuerte, al final de la vida de proyecto.

Rev. 5.0

Dispav-5 versión 3.0 Rev. 5.0

Rev. 5.0

TRÁNSITO DEL PROYECTO

Se requiere conocer el tránsito en el carril de proyecto en millones de ejes estándar (ejes sencillos de 6.2 toneladas)

Tiene dos opciones para calcular el tránsito equivalente:

- Si conoce el tránsito de proyecto, introducirlo directamente
- Calcularlo a partir del tránsito mezclado

Rev. 5.0

Dispav-5 versión 3.0 Rev. 5.0

Rev. 5.0

COMPOSICIÓN DEL TRÁNSITO

Introduzca el porcentaje de cada tipo de vehículo.

Auto

A: 97.8

Autobús

B2: 0.1

B3:

B4:

Camión

C2: 0.01

C3: 0.47

C2-R2:

C3-R2:

C2-R3:

C3-R3:

Tractocamión articulado

T2-S1:

T2-S2:

T3-S2: 0.41

T3-S3: 0.36

Tractocamión doblemente articulado

T2-S1-R2:

T3-S1-R2:

T3-S2-R2:

T3-S2-R3:

T3-S2-R4: 0.06

T3-S3-S2:

La suma hasta el momento es de 100.01%
La suma debe ser igual a 100 %

Rev. 5.0

Dispav-5 versión 3.0 Rev. 5.0

Rev. 5.0

Dispav-5 versión 3.0 Rev. 5.0



Rev. 5.0

TASA DE CRECIMIENTO

Se requiere conocer el porcentaje de camiones cargados en el carril de proyecto.

Se tienen dos opciones:

- ☐ Emplear un porcentaje de vehículos cargados para cada tipo de vehículo.
- ☒ Emplear un porcentaje de vehículos cargados aplicable a todos los vehículos comerciales (un porcentaje promedio).

Se sugiere emplear una proporción de camiones cargados entre 60 y 80%

Introduzca una proporción de camiones cargados que juzgue correcta (en%):

Para los vehículos tipo A se supone que siempre están cargados. Los autobuses y vehículos de carga (tipos B, C y T) pueden circular vacíos en un cierto porcentaje de casos.

Dispav-5 version 3.0
Rev. 5.0

Rev. 5.0

Profundidad

Tránsito de proyecto en millones de ejes estándar para una profundidad de:

Z = 5 cm	Z = 15 cm	Z = 30 cm	Z = 60 cm	Z = 90 cm	Z = 120 cm
6.7	5.8	6	7.4	7.8	8

Seleccione un valor para daño superficial:

Seleccione un valor para daño profundo:

Se sugiere emplear el tránsito de proyecto estimado a 15 y 90 cm para diseño por fatiga y deformación permanente, respectivamente. Pero usted puede tomar la profundidad más adecuada a su proyecto.

Dispav-5 version 3.0
Rev. 5.0

Rev. 5.0

TRÁNSITO

El tránsito del proyecto, en millones de ejes estándar es:

- a) Por fatiga en las capas estabilizadas: 5.8
- b) Por deformación en capas no estabilizadas: 7.8

¿Desea guardar los resultados?

Dispav-5 version 3.0
Rev. 5.0

Rev. 5.0

SECCIÓN ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA

El programa permite analizar pavimentos que contengan algunas de las siguientes capas (o todas ellas)

Seleccione las capas:

- ☒ 1. Carpeta
- ☒ 2. Base
- ☐ 3. Sub-base
- ☒ 4. Subrasante
- ☒ 5. Terracería



Dispav-5 version 3.0
Rev. 5.0

Rev. 5.0

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Capa	CBRZ %	CBRp %	Módulo de Rigidez (Kg/cm ²)	Poisson
1. Carpeta			31000	0.35
2. Base granular (min. 80%)	100	100.0	3265	0.35
4. Subrasante (min. 15%)	20	20.0	1058	0.45
5. Terracería (min. 3%)	5	5.0	401	0.45

Se proponen valores para las relaciones de Poisson de cada capa, puede modificarlas a juicio de suyo.

Dispav-5 versión 3.0
Rev. 5.0

Rev. 5.0

RESUMEN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL BAJO CARGAS REPETIDAS

Carga: eje sencillo estándar de 8.2 ton.
Presión de contacto: 5.8 kg/cm²
Tránsito de proyecto: 5.8 millones de ejes estándar
Nivel de confianza: 85.0%

	Módulo	Espesor cm
Carpeta	31000	10.5
Base granular	3265	20
Subrasante	1058	35
Terracería	401	Semi-inf.

Dispav-5 versión 3.0
Rev. 5.0



Rev. 5.0

NIVELES DE CONFIANZA

El método permite elegir el nivel de confianza del proyecto.

Se sugiere emplear un nivel de confianza del 85% pero puede emplear otro nivel (entre 50% y 99%)

Puede cambiarlo al lo desea: %

Rev. 5.0

ESPESORES DE PROYECTO PARA EL TRÁNSITO DE DISEÑO EN MILLONES DE EJES ESTÁNDAR

Diseño por deformación para un camino normal, con un nivel de confianza de:

85.0%

Para un tránsito de proyecto de 7.8 millones de ejes estándar.

Capa	Espesor Calculado cm	Espesor Proyecto cm
Carpeta	7	7
Base granular	14.5	15
Subrasante	36.3	35.9

Los espesores de capa calculados se dan a un espesor constructivo mínimo, el cual depende de la capa y el tránsito de proyecto. El diseño anterior presume control la deformación residual.

El factor de corrección de la capa 5 es sensible y puede variar con el valor de la capa de terracería.

Dispav-5 versión 3.0
Rev. 5.0

Dispav-5 versión 3.0
Rev. 5.0

Rev. 5.0

RESULTADOS FINALES DEL PROYECTO

Camino normal.

Nivel de confianza en el diseño: 85.0%

Para un tránsito de 7.8 millones de ejes estándar

Vida Previsible

Capa	H cm	CBRz %	E kg/cm ²	Poisson	Def	Fatiga
Carpeta	10.5		31000	0.35		5.7
Base granular	20	100.0	3265	0.35	82.1	
Subrasante	35	20.0	1058	0.45	> 150	
Terracería	Semi-inf.	5.0	401	0.45	44.2	

Vida Previsible

Transito Proyecto

Deformación 44.2 7.8

Fatiga 5.7 5.8

La vida previsible es cercana o mayor que la vida de proyecto.

El diseño parece adecuado. La tolerancia es +/- 10% del tránsito de proyecto crítico.

Tiene las siguientes opciones:

Elija una opción

Guardar Resultados

Dispav-5 versión 3.0
Rev. 5.0



2.3.- Proyecto de señalamiento horizontal y vertical

Memoria Descriptiva

El proyecto de señalamiento para el **"PROYECTO EJECUTIVO DE PASO SUPERIOR VEHICULAR DE AV. LAS TORRES-VENUSTIANO CARRANZA, TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO."**, está integrado por 1 (uno) planos de señalamiento anexo, por las especificaciones particulares que se señalan en este apartado, mismas que tienen como fundamento, las especificaciones técnicas generales establecidas en el *"MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO EN CALLES Y CARRETERAS"*, en el Manual denominado *"PRACTICA RECOMENDADA PARA EL SEÑALAMIENTO HORIZONTAL EN CALLES Y CARRETERAS"*, y en las *"NORMAS DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL"* N-PRY-CAR-10-01-001 AL 009, editadas por la S.C.T. Federal.

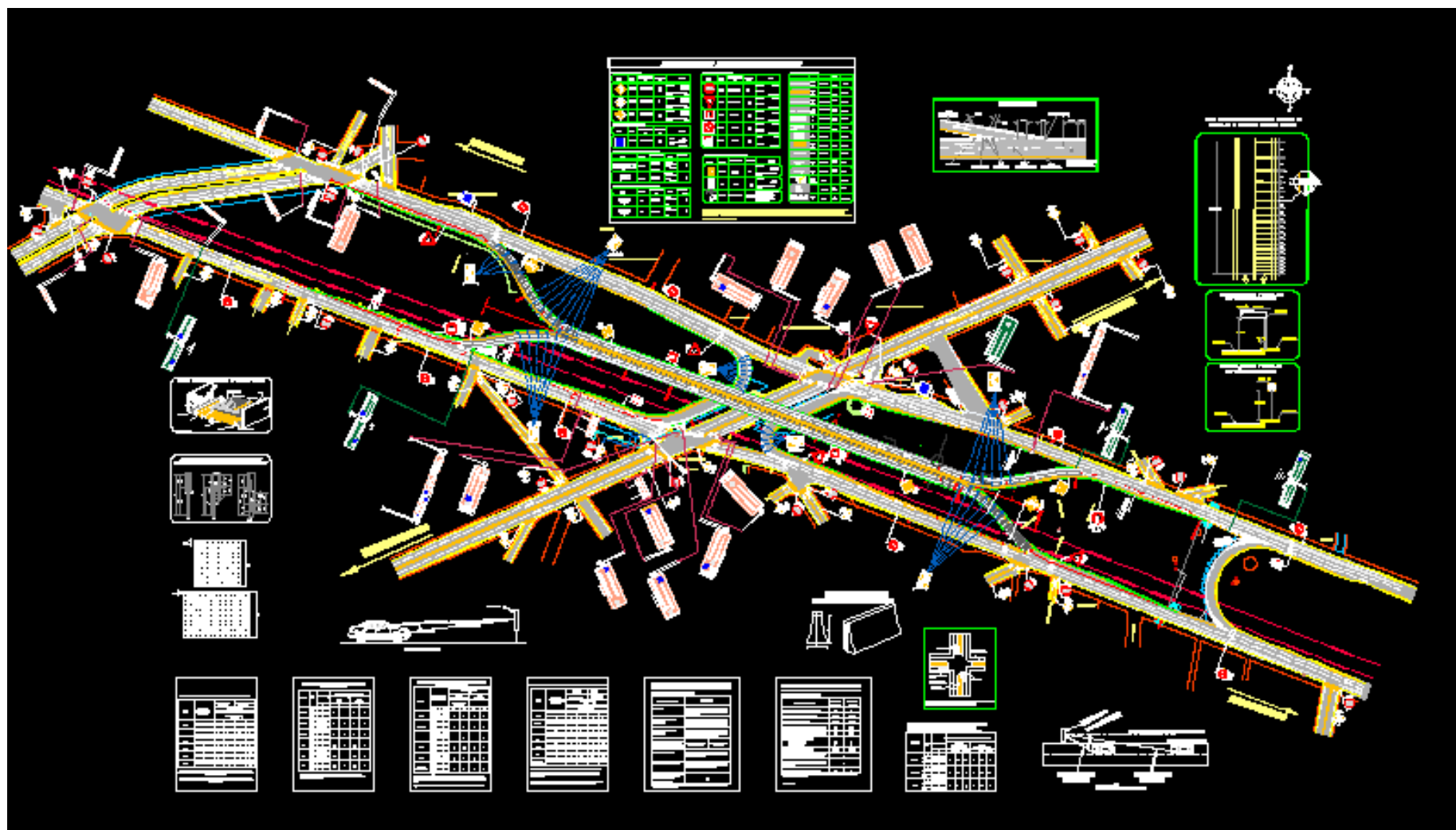
PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-034-SCT2-2011, SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DE CARRETERAS Y VIALIDADES URBANAS.

N-CMT-5-03-001/00, CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES, 5. MATERIALES PARA SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, 03. MATERIALES REFLEJANTES, 001. CALIDAD DE PELÍCULAS RETROREFLEJANTES.

N-CMT-5-01-002/05, CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES, 5. MATERIALES PARA SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, 01. PINTURAS, 002. PINTURAS PARA SEÑALAMIENTO VERTICAL.

N-CMT-5-01-001/05, CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES, 5. MATERIALES PARA SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, 01. PINTURAS, 001. PINTURAS PARA SEÑALAMIENTO HORIZONTAL.

Estas especificaciones hacen referencia únicamente a los dispositivos asignados a este proyecto y mencionan solo las características que les han sido designadas según el tipo de vialidad, para las características que no se especifiquen, debe tomarse en cuenta lo correspondiente en los manuales antes mencionados.



PLANTA DE SEÑALAMIENTO



2.4.- Proyecto estructural

DESCRIPCIÓN

La estructura del "PROYECTO EJECUTIVO PARA PASO SUPERIOR VEHICULAR DE AV. LAS TORRES-VENUSTIANO CARRANZA. Se localiza en el Toluca de Lerdo Estado de México.

Alineamiento horizontal: En Tangente.

Alineamiento vertical : En Curva Tipo Cresta y Tangente.

Esviajamiento : Normal. y Esviajado $45^{\circ}49'19.51''$ Der.

SUPERESTRUCTURA .- Formada por nueve tramos con losa de concreto reforzado, los tramos 1-2, 2-3, 8-9 y 9-10 se apoyan sobre ocho trabes con un claro=35.00 m., los tramos 3-4 y 7-8 se apoyan sobre once trabes con claros variables, el tramo 4-5 se apoya sobre siete trabes con claro = 23.7 m., el tramo 5-6 se apoya sobre siete trabes con claro= 33.00 m. y el tramo 6-7 se apoya sobre siete trabes con claro =30.50 m. (Todas las trabes son AASTHO VI de concreto presforzado).

Ancho total de 16.00 m., el cual está dividido en dos cuerpos por una Barrera central; con ancho de calzada y carpeta de 7.30 m. en cada cuerpo; para carga Móvil T3-S2-R4 (Tipo I) en todos los carriles de circulación.

SUBESTRUCTURA. - Formada por dos Cargadores extremos y ocho Pilas intermedia, todos de concreto reforzado, cimentados con pilotes de 120 ó los cuales tienen una capacidad de carga de 280 Ton. /pilote.

HIPÓTESIS DEL PROYECTO

El diseño de los diferentes elementos estructurales se hizo de acuerdo a la última edición de la Estándar Specifications For Bridges de la AASHTO.

Carga Muerta (cm) .- Para la determinación del peso de las cargas, se consideraron los siguientes pesos volumétricos :

Acero estructural = 7,850 kg / m³

Asfalto = 2,200 kg / m³

Concreto = 2,400 kg /m³



Tierra para relleno = 1,800 kg / m³

Carga Viva + Impacto (CV + I). -El cálculo de los elementos mecánicos producidos por cargas móviles se realizó tomando el camión T3-S2-R4 (Tipo I) el cual corresponde a un P.S.V.

Sismo (TT). - Para la obtención de las fuerzas sísmicas se aplicó el método de la fuerza estática equivalente.

Para nuestro caso, según el manual de diseño de obras civiles de la Comisión Federal de Electricidad en su última edición de diseño por sismo, por la ubicación de la estructura (zona B) y la capacidad de soporte del suelo, le corresponde un coeficiente sísmico $C=0.30$ y un coeficiente de ductilidad $Q=2$ en el sentido longitudinal.

CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO

PARA SUBESTRUCTURA Y LOSA:

Resistencia del concreto $f'c = 250 \text{ kg / cm}^2$.

Módulo de elasticidad del concreto $E_c = 237,170.8 \text{ kg / cm}^2$.

Límite de fluencia mínimo en el acero de refuerzo, $f_y = 4,000 \text{ kg / cm}^2$.

Módulo de elasticidad en el acero de refuerzo $E_s = 2,063,386 \text{ kg / cm}^2$.

Esfuerzo permisible a la compresión en el concreto = $0.4 f'c$.

Esfuerzo permisible en el acero de refuerzo $f_s = 2,000 \text{ kg / cm}^2$.

PARA TRABES PRECOLADAS Y PRETENSADAS:

Resistencia del concreto, $f'c = 400 \text{ kg/cm}^2$.

Módulo de elasticidad del concreto, $E_c = 280,624 \text{ kg / cm}^2$.

Límite de fluencia mínima en el acero de refuerzo, $f_y = 4,000 \text{ kg / cm}^2$.

Módulo de elasticidad en el acero de refuerzo, $E_s = 2,063,386 \text{ kg / cm}^2$.

Esfuerzo de ruptura en el acero de presfuerzo, $LR = 19,000 \text{ kg / cm}^2$.



Esfuerzo permisible en el acero de presfuerzo = 0.68 L.R.

Esfuerzos permisibles en el concreto:

Compresión en servicio = 0.4 f'c.

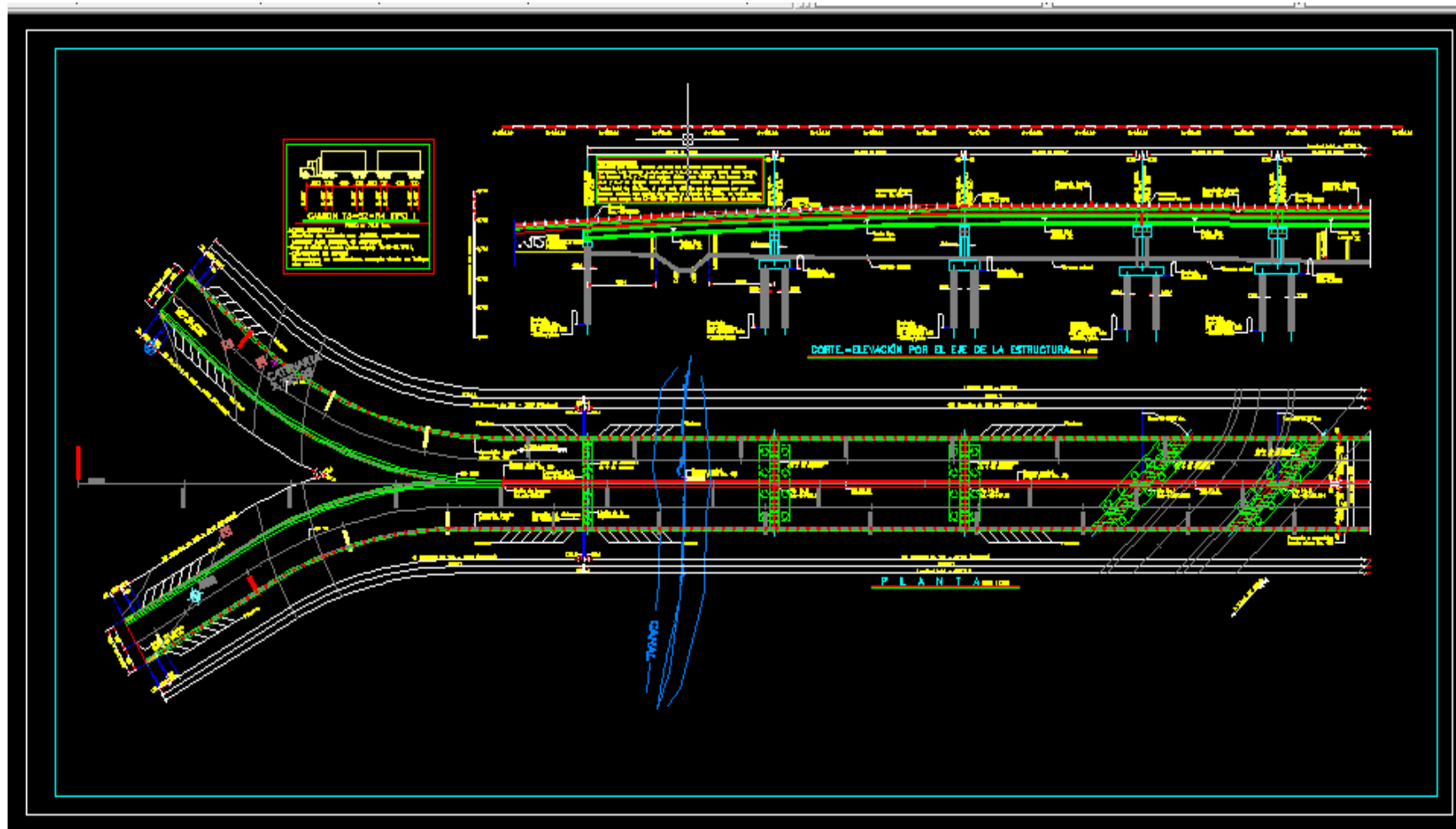
Compresión a la transferencia = 0.6 f'ci

Tensión en servicio = $\sqrt{0.8}$ f'c

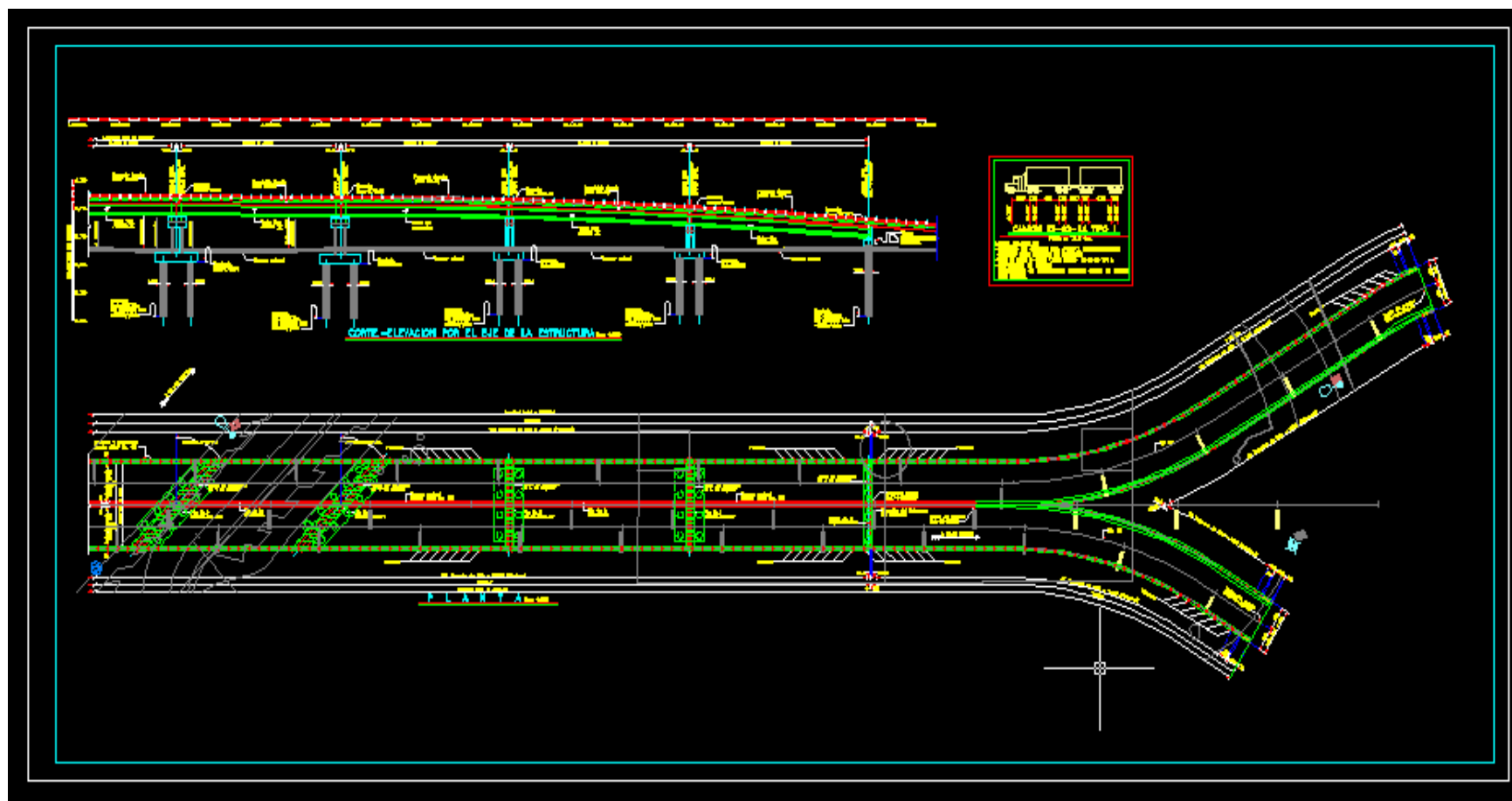
Esfuerzo permisible en el acero de refuerzo, fs = 2,000 kg / cm

BIBLIOGRAFIA

- 1.- STANDARD SPECIFICATIONS FOR HIGHWAY BRIDGES ADOPTED BY THE AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, 1992.
- 2.- PROGRAMA DE CALCULO DE TRABES; WORKS, VERSIÓN 4.0 HOJA DE CÁLCULO,1984
- 3.- MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES, DISEÑO POR SISMO; COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD,1993.
- 4.- PROGRAMA DE DIBUJO AUTOCAD VERSION 2010

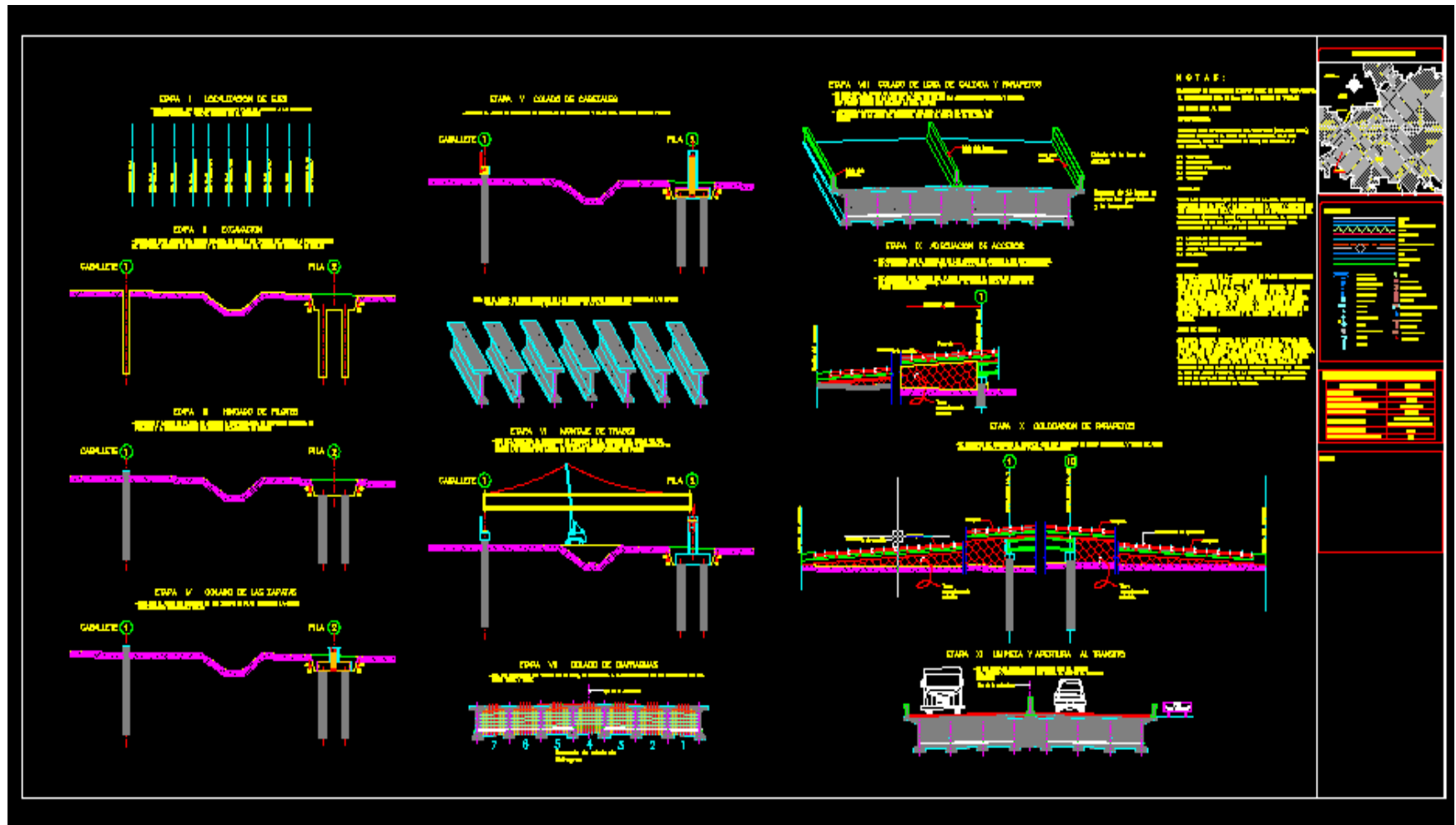


PLANTA GENERAL 1/3



PLANTA GENERAL 2/3





PLANO DE PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO



CAPITULO 3

3.1.- Proyecto de drenaje pluvial

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.- INTRODUCCIÓN

EL PRESENTE TRABAJO INCLUYE LA MEMORIA DE CÁLCULO DEL PROYECTO DE DRENAJE PLUVIAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PASO SUPERIOR VEHICULAR EN LA AV. LAS TORRES-AV. GRAL. VENUSTIANO CARRANZA, MUNICIPIO DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, CUYA FINALIDAD PRINCIPAL ES LA DE DESALOJAR LOS VOLÚMENES PLUVIALES GENERADOS EN LAS ÁREAS QUE ASÍ LO REQUIERAN, TOMANDO COMO BASE PARA EL DISEÑO, LAS RECOMENDACIONES EN LA MATERIA POR PARTE DE LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA) Y LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTE (SCT).

2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Distribuidor se encuentra en el Estado de México, en el municipio de Toluca, al suroeste del centro de Toluca, sobre la intersección de la Av. Las Torres con la Av. General Venustiano Carranza.

La Av. Solidaridad Las Torres es una vía intermunicipal que comunica a los municipios de Zinacantepec, Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Lerma, tiene una longitud de 23.8 kilómetros, presenta dos cuerpos viales con 3 carriles cada uno. Existen pasos deprimidos para agilizar el flujo vehicular al cruce con la Av. Tecnológico, Av. Ignacio Comonfort, Av. Salvador Díaz Mirón, Av. José Ma. Pino Suarez, Av. Prof. Heriberto Henríquez, Av. Jesús Carranza y Paseo Colon.

La Av. General Venustiano Carranza es una vía primaria que comunica las zonas Centro y Oeste de la ciudad de Toluca, tiene 5.2 kilómetros de longitud, presenta 4 carriles, dos por sentido de circulación vial.

La intersección de la Av. Las Torres y la Av. General Venustiano Carranza está controlada por semáforos, debido al alto aforo vehicular que existe en la zona, se genera un punto de conflicto vial.

A continuación, se describen los componentes del nuevo proyecto, destacando el movimiento vehicular que se resuelve con la implementación del proyecto y su composición estructural.

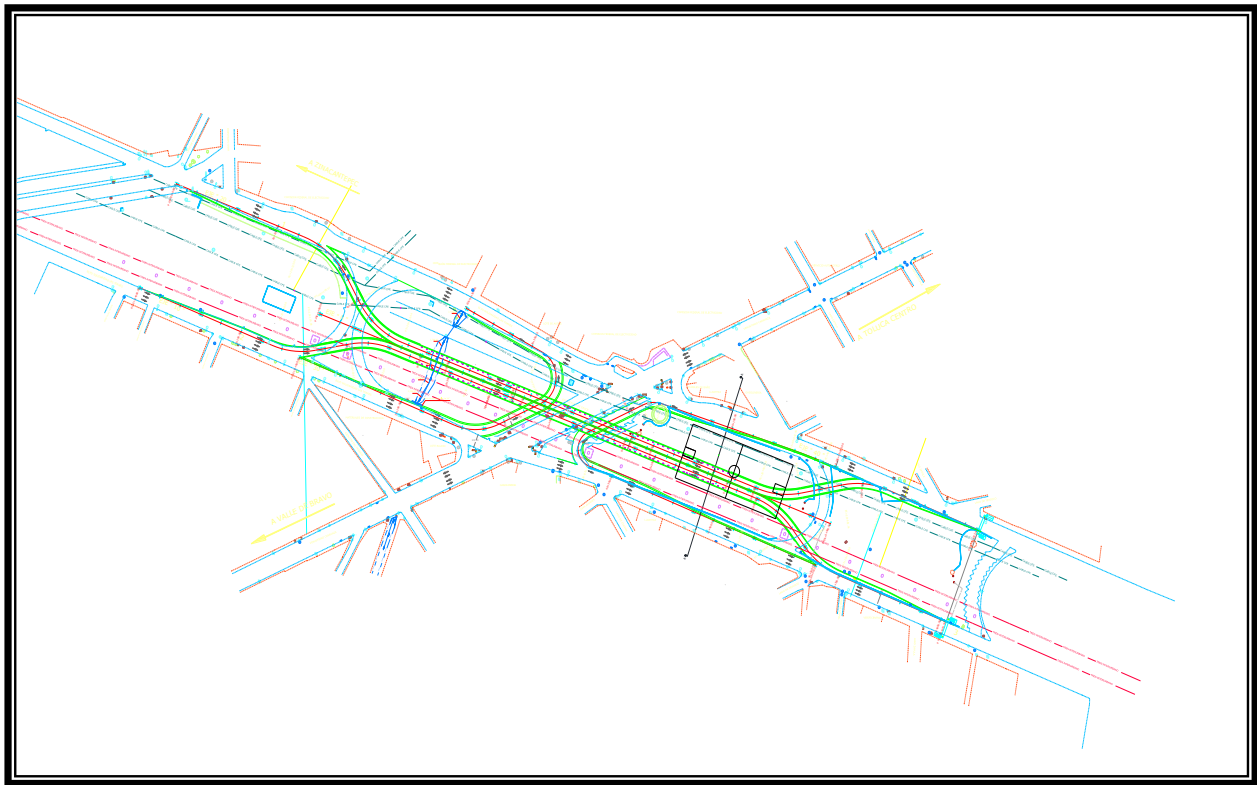
2.1.- PASO VEHICULAR ELEVADO.



El Paso Superior Vehicular está conformado por los ejes (10 y 20), se desarrolla sobre la Av. Las Torres al cruce con la Av. General Venustiano Carranza, se proyectarán dos cuerpos de dos carriles cada uno, con un ancho de calzada de 7.0 metros en cada cuerpo, y un ancho de corona de 16.0 metros, para ambos sentidos de circulación, así como tierra mecánicamente retenida al inicio y fin del proyecto.

2.2.- LATERALES.

La creación de retornos y ampliaciones en las vialidades existentes sobre la Av. Las Torres conformada por los ejes (30 y 40), referente a los retornos se proyectará un cuerpo de dos carriles de circulación en un solo sentido, con un ancho de calzada de 9.0 metros, y un ancho de corona de 11.0 metros, en los tramos donde se requiera ampliaciones tal y como se observa en el proyecto geométrico, se adecuarán al pavimento y características existentes.



3.- SISTEMA PROPUESTO

Para el desalojo de las aguas pluviales del proyecto en la intersección de la Av. Las Torres y la Av. General Venustiano Carranza, se cuenta actualmente, con la infraestructura hidráulica del alcantarillado pluvial.



En el proyecto ejecutivo de drenaje pluvial del Distribuidor Vial, se incluye lo siguiente:

En zona del puente elevado, se tendrá una superestructura formada por nueve tramos de losa de concreto reforzado con claros variables. Los tramos 1-2, 2-3, 8-9 y 9-10 se apoyan sobre ocho trabes, los tramos 3-4 y 6-7 se apoyan sobre siete trabes; todas de concreto presforzado; el desalojo del gasto pluvial se realizará mediante la captación del mismo en drenes diagonales en la orilla de la calzada, donde lo requiera el proyecto con tubería de PVC, de 100 mm (4") de diámetro, con caída libre y ubicados de tal forma que dicha caída no exista en los tramos donde el tráfico vehicular circula en los niveles inferiores del cruce transversal al paso superior.

Las rampas de ascenso y descenso se realizarán mediante tierra mecánicamente retenida, se propone conducir las aguas pluviales de esta zona de manera superficial hasta la parte baja y captarlas mediante rejillas pluviales ya que, en toda la longitud de las rampas, no hay captación de agua pluvial, y descargarlas al drenaje existente.

El arreglo general se presenta en los planos de proyecto correspondientes.

MEMORIA DE CÁLCULO

1.- TIPO DE TUBERÍA A EMPLEAR.

Se utilizará tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) perfil abierto, interior liso, exterior corrugado. El diámetro mínimo para nuestro proyecto es de 30 cm.

2.- ESTUDIO HIDROLÓGICO Y GASTOS DE DISEÑO

El objetivo del estudio hidrológico es conocer el comportamiento y volumen de los escurrimientos superficiales generados por las lluvias, en la zona de proyecto.

a) El estudio comprende el análisis y la recopilación de toda la información disponible con relación a la hidrología superficial del lugar como son:

- Los registros pluviométricos de las estaciones cercanas a la zona en estudio, de las dependencias que manejen estos datos, como son la Comisión Nacional del Agua y el Servicio Meteorológico Nacional.
- Planos de infraestructura de drenaje pluvial existente, en la cual se pueda realizar la descarga proveniente del distribuidor vial.

b) El procesamiento de la información para obtener los gastos de proyecto de aguas pluviales.



c) El proyecto de desalojo de dichas aguas.

Primero se deberá conocer el periodo de retorno el cual se define como:

El periodo de retorno T_r , expresado en años, se define como el número promedio de años en que un evento puede ser igualado o excedido.

La CONAGUA propone los siguientes periodos de retorno de acuerdo al tipo de obra.

	TIPO DE OBRA HIDRÁULICA		T_r (años)
1	TIPO DE VIALIDAD		
1.1	Arterias.- Autopistas urbanas y avenidas que garantizan la comunicación básica de la ciudad		5
1.2	Distribuidora.- Vías que distribuyen el tráfico proveniente de la vialidad arterial o que la alimentan.		3
1.3	Local.- Avenidas y Calles cuya importancia no traspasa la zona servida		1.5
1.4	Especial.- Acceso e instalaciones de seguridad nacional y servicios públicos vitales.		10

POR LO QUE SE ADOPTA UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS.

Para determinar los gastos de diseño de proyecto, se utiliza el método **Racional**, cuya expresión es la siguiente:

$$Q = 2.778 * C * i * A \quad (1)$$

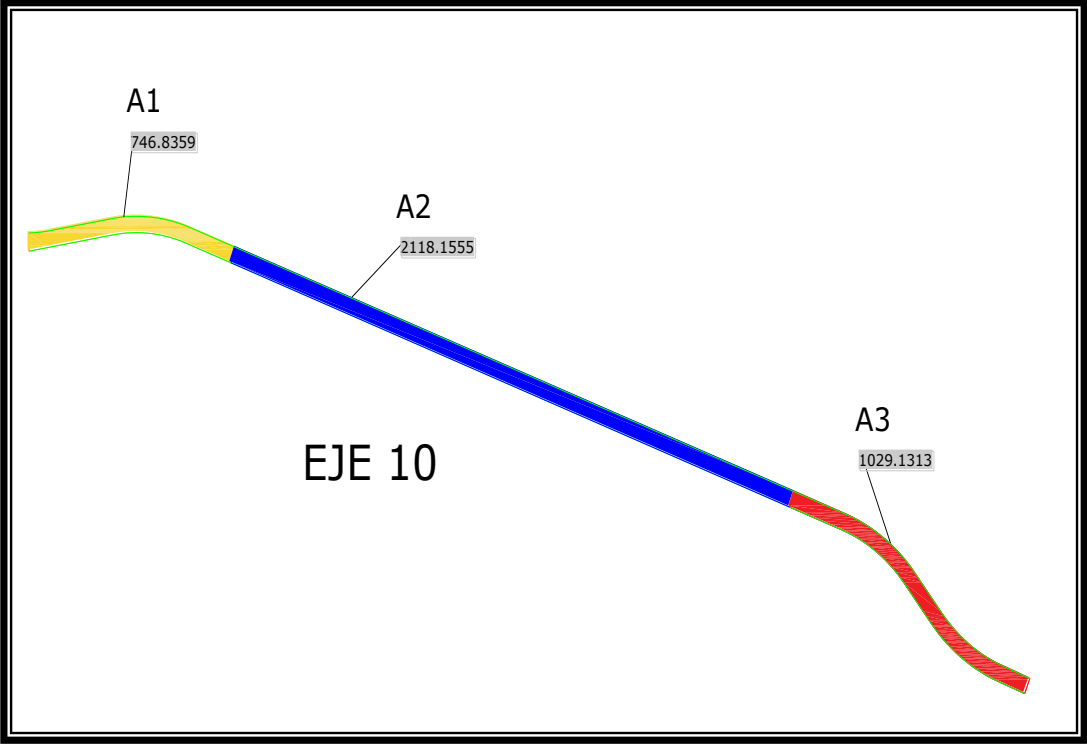
Donde:

- Q** Gasto pluvial de diseño, en (litros/s)
- C** Coeficiente de escurrimiento (adimensional).
- i** Intensidad de precipitación pluvial, en (mm/h) para una duración igual al tiempo de concentración.
- A** Área de aportación, en (Has)

Para el presente estudio se dividió el proyecto en áreas de aportación de acuerdo a la topografía y se muestra en las figuras y tablas siguientes:

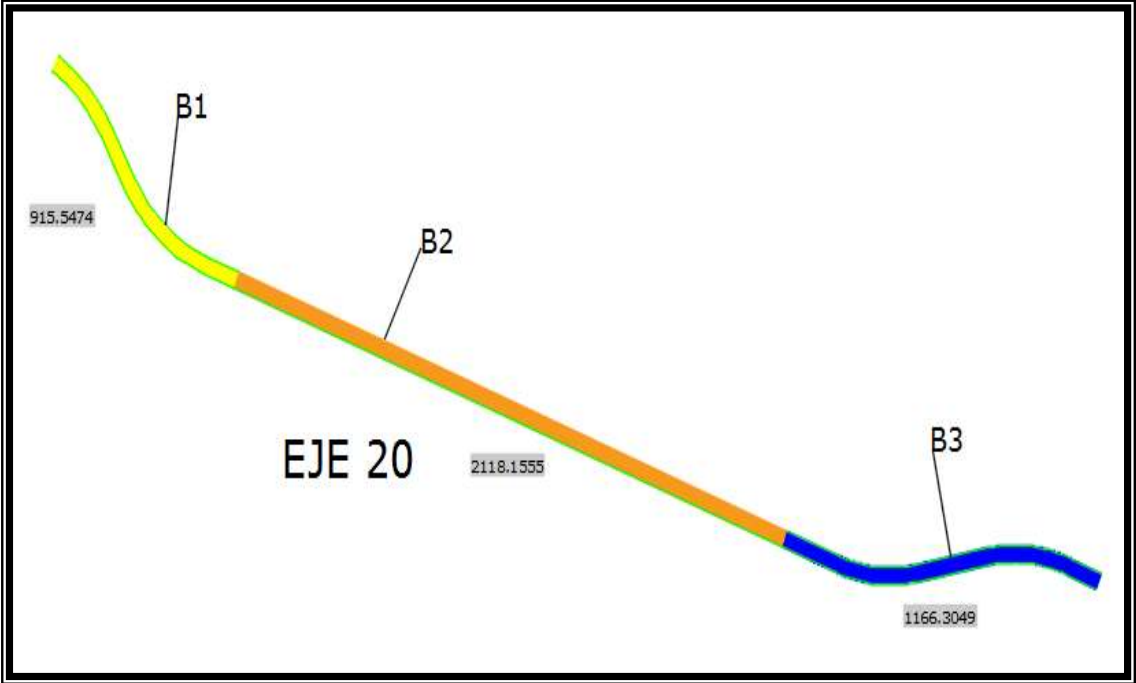
• EJE 10

ZONA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁREA	PENDIENTE
		m	m ²	Decimal
A1	TERRAPLÉN	106.31	746.84	0.04
A2	PUENTE	302.59	2,118.16	2.52
A3	TERRAPLÉN	147.02	1,029.13	0.65



• EJE 20

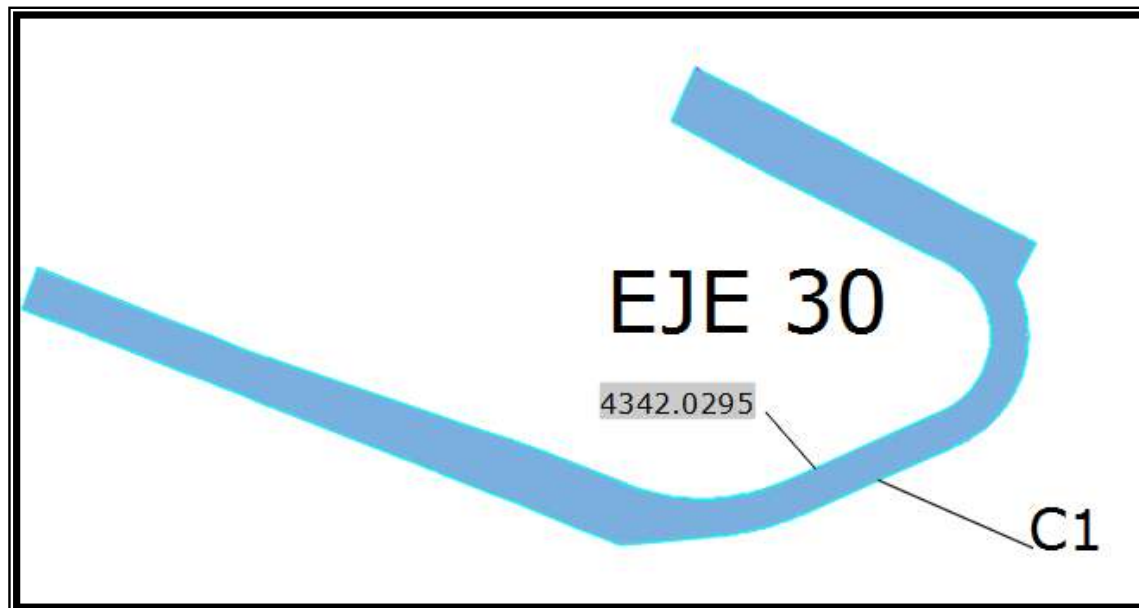
ZONA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁREA	PENDIENTE
		m	m ²	Decimal
B1	TERRAPLÉN	130.79	915.55	0.64
B2	PUENTE	302.59	2,118.16	2.49
B3	TERRAPLÉN	166.62	1,166.30	0.73





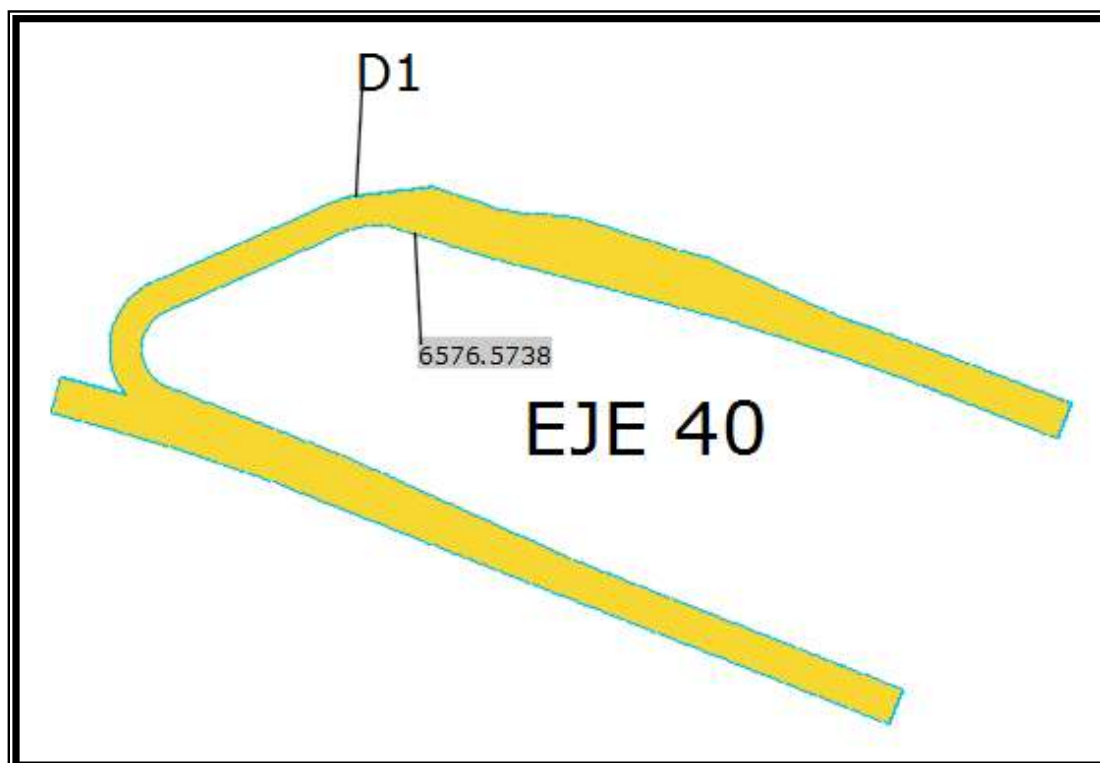
• **EJE 30**

ZONA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁREA	PENDIENTE
		m	m ²	Decimal
C1	LATERAL	368.00	4,342.03	0.64



• **EJE 40**

ZONA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁREA	PENDIENTE
		m	m ²	Decimal
D1	LATERAL	501.00	6,576.57	0.64





TIEMPO DE CONCENTRACIÓN:

Se define como el tiempo que se tarda en viajar una partícula de agua desde el punto más remoto hasta el punto de interés. Comprende al lapso entre el final de la lluvia y el momento en que cesa el escurrimiento superficial.

Para estimar el tiempo de concentración a través de la superficie, se utiliza la fórmula propuesta por Kirpich, que se define como:

$$t_{cs} = 0.0003245 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

Donde:

t_{cs} Tiempo de Concentración sobre la superficie, en (h).

L Longitud del cauce principal (m).

S Pendiente media del cauce principal (decimal).

• EJE 10

Para el tiempo de concentración se utilizará la zona A3 ya que es la zona con mayor longitud de la vialidad donde correrá el agua hasta las rejillas pluviales.

ZONA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁREA	PENDIENTE	Tc	Tc
		m	m ²	Decimal	h	min
A1	TERRAPLÉN	106.31	746.84	0.04	0.04	2.49
A2	PUENTE	302.59	2,118.16	2.52	0.02	1.11
A3	TERRAPLÉN	147.02	1,029.13	0.65	0.02	1.07

• EJE 20

Para el tiempo de concentración se utilizará la zona B3 ya que es la zona con mayor longitud de la vialidad donde correrá el agua hasta las rejillas pluviales.

ZONA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁREA	PENDIENTE	Tc	Tc
		m	m ²	Decimal	h	min
B1	TERRAPLÉN	130.79	915.55	0.64	0.02	0.98
B2	PUENTE	302.59	2,118.16	2.49	0.02	1.11
B3	TERRAPLÉN	166.62	1,166.30	0.73	0.02	1.13

• EJE 30

Tiempo de concentración en laterales.

ZONA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁREA	PENDIENTE	Tc	Tc
		m	m ²	Decimal	h	min
C1	LATERAL	368.00	4,342.03	0.64	0.04	2.18



•EJE 40

Tiempo de concentración en laterales.

ZONA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁREA	PENDIENTE	Tc	Tc
		m	m ²	Decimal	h	min
D1	LATERAL	501.00	6,576.57	0.64	0.05	2.77

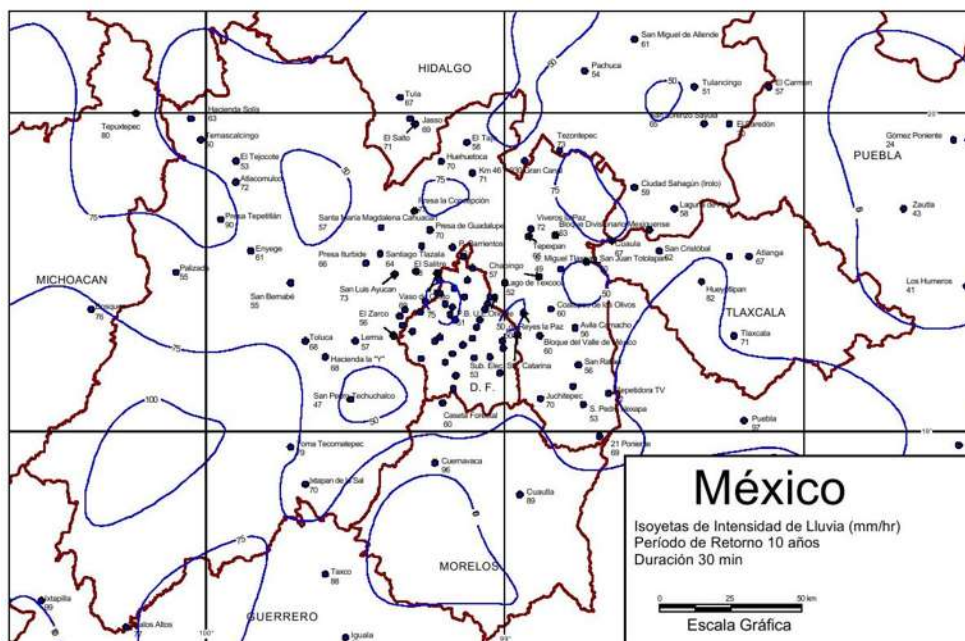
2.1.- COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

El coeficiente de escurrimiento define la proporción de la lluvia que contribuye al escurrimiento superficial, su valor se obtiene realizando un promedio pesado, en relación con las áreas en estudio, en nuestro caso tenemos zona de vialidades únicamente, por lo que el valor de C en todas las zonas es de 0.95.

2.2.- INTENSIDAD DE LLUVIA

De acuerdo con lo establecido en la normatividad vigente, la intensidad de lluvia será la correspondiente de la localidad, para una tormenta de 30 minutos de duración, para un periodo de retorno, el cual estará en función de la importancia de la vialidad, para nuestro caso, ésta se considera de tipo especial, por lo que se utilizará un período de retorno de 10 años.

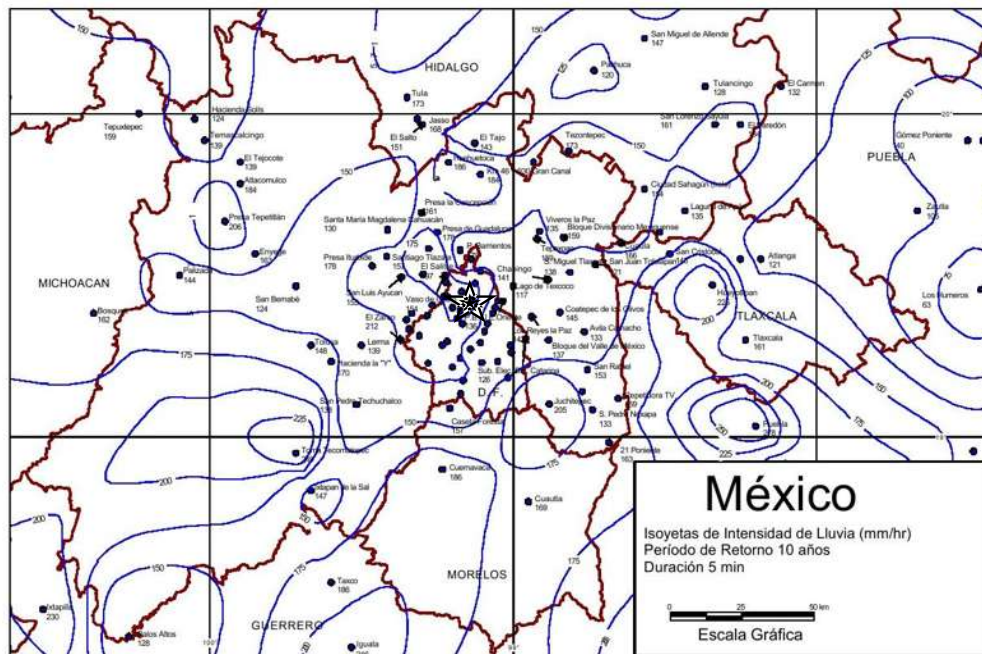
El valor se obtiene con base en las curvas de isoyetas de intensidades de lluvia en (mm/h.) para la duración de 30 minutos, para un período de retorno de 10 años, del documento de isoyetas de intensidad – duración – frecuencia, elaboradas por la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST), de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), de donde el valor aproximado es de (ver figura dp-01).





$I = 68 \text{ mm./h.}$ (En vialidad)

Por otro lado, sobre el puente, el tiempo de concentración es pequeño, se considerará de 5 minutos, de acuerdo a lo que se establece para los drenajes pluviales interiores, según los lineamientos establecidos en las Normas de Proyecto de Ingeniería, Tomo II, Instalaciones Hidráulica, Sanitaria y Gases Medicinales elaboradas por la Unidad de Proyectos del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), por lo que la intensidad de lluvia será la correspondiente de la localidad, para una tormenta de 5 minutos de duración.



El valor se obtiene con base en las curvas de isoyetas de intensidades de lluvia en (mm/h) para la duración de 5 minutos, para un período de retorno de 10 años, del documento de isoyetas de intensidad – duración – frecuencia, elaboradas por la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST), de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), de donde el valor aproximado es de (ver figura dp-01)

$I = 148 \text{ mm/h}$ (Sobre puente)

2.3.- ÁREAS DE APORTACIÓN PLUVIAL

Con los datos obtenidos del análisis arriba señalado, se obtienen los gastos de aportación pluvial en cada sección, como se muestra en las tablas siguientes.



• **EJE 10**

ZONA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁREA	PENDIENTE	Tc	Tc	C	I	Q
		m	m ²	Decimal	h	min		mm/h	l/s
A1	TERRAPLÉN	106.31	746.84	0.04	0.04	2.49	0.95	148.00	29.17
A2	PUENTE	302.59	2,118.16	2.52	0.02	1.11	0.95	148.00	82.73
A3	TERRAPLÉN	147.02	1,029.13	0.65	0.02	1.07	0.95	148.00	40.20

• **EJE 20**

ZONA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁREA	PENDIENTE	Tc	Tc	C	I	Q
		m	m ²	Decimal	h	min		mm/h	l/s
B1	TERRAPLÉN	130.79	915.55	0.64	0.02	0.98	0.95	148.00	35.76
B2	PUENTE	302.59	2,118.16	2.49	0.02	1.11	0.95	148.00	82.73
B3	TERRAPLÉN	166.62	1,166.30	0.73	0.02	1.13	0.95	148.00	45.55

• **EJE 30**

ZONA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁREA	PENDIENTE	Tc	Tc	C	I	Q
		m	m ²	Decimal	h	min		mm/h	l/s
C1	LATERAL	368.00	4,342.03	0.64	0.04	2.18	0.95	68.00	77.92

• **EJE 40**

ZONA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁREA	PENDIENTE	Tc	Tc	C	I	Q
		m	m ²	Decimal	h	min		mm/h	l/s
D1	LATERAL	501.00	6,576.57	0.64	0.05	2.77	0.95	68.00	118.02

En la zona de puentes, el desalojo del gasto pluvial se realizará mediante la captación del mismo en drenes diagonales en la orilla de la carretera, donde lo requiera el proyecto con tubería de PVC, de 100 mm (4") de diámetro.

• **EJE 10**

ZONA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁREA	PENDIENTE	Tc	Tc	C	I	Q	No. Drenes
		m	m ²	Decimal	h	min		mm/h	l/s	calculados
A2	PUENTE	302.59	2,118.16	2.52	0.02	1.11	0.95	148.00	82.73	7

De lo anterior, para desaguar el gasto total de 82.73 l/s se requiere el siguiente número de drenes:

$$DRENES = \frac{82.73}{12} = 6.9 \therefore 7 \text{ Drenes}$$



Se colocaron 46 drenes en el proyecto. Sin embargo, se revisarán los tramos donde no se colocaron drenes, el gasto pluvial se concentra a partir de la terminación de dicho tramo y donde inicia la siguiente colocación de drenes.

• EJE 20

ZONA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁREA	PENDIENTE	Tc	Tc	C	I	Q	No. Drenes
		m	m ²	Decimal	h	min		mm/h	l/s	calculados
B2	PUENTE	302.59	2,118.16	2.49	0.02	1.11	0.95	148.00	82.73	7

Al igual que en el eje 10, para desaguar el gasto total de 82.73 l/s, del eje 20 en zona de puente, se requiere el siguiente número de drenes:

$$DRENES = \frac{82.73}{12} = 6.9 \therefore 7 \text{ Drenes}$$

Se colocaron 46 drenes en el proyecto. Sin embargo, se revisarán los tramos donde no se colocaron drenes, el gasto pluvial se concentra a partir de la terminación de dicho tramo y donde inicia la siguiente colocación de drenes.

3.- DISEÑO HIDRÁULICO DEL DRENAJE PLUVIAL CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS.

3.1.- CONSIDERACIONES GENERALES DEL DISEÑO.

Para la realización del proyecto se siguieron los lineamientos técnicos que a continuación se enlistan.

- El diámetro mínimo es de 30 centímetros, utilizándose tubería de polietileno de alta densidad.
- Las pendientes mínima y máxima, son aquellas que producen velocidades en el flujo a tubo lleno, de 0.9 m/s y 5.0 m/s respectivamente.
- Los pozos de visita, tendrán una separación máxima de 100 m.
- Los diámetros se calcularon utilizando las expresiones de Manning y de continuidad:

$$Q = A * V * 1000 \quad (2)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (3)$$

Siendo:



- V** Velocidad media del flujo en el tubo en (m/s).
Q Gasto de diseño en (litros/s).
A Área transversal del tubo en (m²).
R Radio hidráulico, en m.
S Pendiente de fricción, que para escurrimiento a superficie libre es igual a la pendiente geométrica del conducto.
n Coeficiente de rugosidad de Manning, que para PEAD tiene un valor medio igual a 0.010.

3.2.- DATOS DE PROYECTO

Los datos básicos para el proyecto son los siguientes:

DATOS BÁSICOS DE PROYECTO	
TIPO DE FLUIDO	AGUAS PLUVIALES
SISTEMA	GRAVEDAD
SITIO DE VERTIDO	DRENAJE EXISTENE Y ARROYO CANO
PERIODO DE RETORNO	10 AÑOS
DURACIÓN DE LA TORMENTA	5 MINUTOS
INTENSIDAD DE LLUVIA	68 mm/h
FÓRMULAS	CONTINUIDAD Y MANNING
TIPO DE TUBERÍA	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD "n"	0.010

3.3.- DISEÑO HIDRÁULICO.

OBTENCIÓN DE LOS DIÁMETROS.

La secuela de cálculo para el diseño hidráulico del drenaje pluvial es la siguiente:

- Se establece la ubicación de pozos de visita y rejillas pluviales de piso, para conducir los escurrimientos captados, hacia el sitio de descarga. Etiquetándolos con números en orden progresivo, lo que, a su vez, define los tramos para el



análisis hidráulico, determinando sus longitudes, cuidando de no exceder los límites establecidos en el inciso anterior.

- Para cada uno de los tramos se determino su área de aportación tributaria y el área de aportación acumulada en el tramo, tomando en cuenta la aportación de los anteriores, obteniéndose así el área de diseño para cada tramo.
- Para todos los tramos se adopto un valor de 68 mm/h para la intensidad de lluvia.
- Tomando en cuenta la fórmula racional (e.1), se determinó el gasto pluvial para cada uno de los tramos.
- Para cada tramo se determinó la pendiente de la tubería y con el apoyo de las ecuaciones de Manning y continuidad (ec. 2 y 3) se determinó el diámetro necesario, evaluando las condiciones hidráulicas, a tubo lleno para cada tramo.
- Se verifica que los valores de los gastos de proyecto para cada tramo no excedan del 80% de la capacidad máxima para cada tramo, de acuerdo con la pendiente y diámetro propuestos, para la condición máxima de funcionamiento. Esto es:

$$\frac{Q_{\text{diseño}}}{Q_{t-\text{lleno}}} < 0.8 \quad (3)$$

• Así mismo se verifica que la velocidad media a tubo lleno, esté dentro del rango que especifican las Normas de Proyecto, que es de **5.00** m/s como valor máximo y **0.90** m/s como mínimo. En caso de no cumplirse esta condición, se propone un nuevo valor para el diámetro y/o la pendiente del tramo analizado hasta encontrarnos dentro del rango establecido.

• Determinado el diámetro y la pendiente, se dio nivel a la plantilla de la tubería. En caso de llegar al sitio donde se tiene un ramal diseñado se tomaron en cuenta los niveles de éste.

• Una vez definidos los diámetros y las pendientes para cada tramo, se determinan con base a la cota de plantilla inicial adoptada, las cotas de plantilla de las tuberías en todos los pozos de visita y las bocas de tormenta, para después obtener las profundidades de los mismos.

El ordenamiento del cálculo y los resultados obtenidos se presentan en la tabla DP-01.

3.4.- REVISIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE REJILLAS DE PISO.

REJILLA DE PISO:

La capacidad hidráulica, de la rejilla de piso, está determinada por:

$$Q = 1000 C_d A (2 g h)^{0.5}$$



Donde:

Q = Capacidad de la coladera en L.P.S.

Cd = Coeficiente de descarga.

A = Área neta de entrada a la coladera en m²

g = Aceleración de la gravedad en m/seg²

h = Tirante del agua sobre la coladera en m.

Sustituyendo valores tenemos:

$$Q = 1000 (0.6) (A) ((2) (9.81) (0.025))^{0.5}$$

Para rejilla de piso de 45 X 45 cm.

$$Q = 1000 (0.6) (0.086) ((2) (9.81) (0.025))^{0.5}$$

Q = 36.14 LPS.

Cd	ÁREA DE REJILLA DE PISO (m ²)	h (m)	Q (L.P.S.)
0.6	0.086	0.025	36.14

Por otro lado, la tubería de descarga pluvial, que inicia desde el registro de las rejillas de piso, hacia los pozos de visita o hacia el subcolector, será de polietileno de alta densidad y con un diámetro de 20 cm el cual debe desalojar el máximo gasto pluvial captado en la rejilla de piso de 45 x 45 cm. que es de 36.14 LPS, por lo que se propone que tenga una pendiente mínima de S = 0.005 y una pendiente máxima de S = 0.08.

El cálculo y los resultados obtenidos se presentan en la tabla DP-01 y DP-02

• EJE 10

ZONA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁREA	PENDIENTE	Tc	Tc	C	I	Q	Q REJILLA	
		m	m ²	Decimal	h	min		mm/h	l/s	l/s	
A1	TERRAPLÉN	106.31	746.84	0.04	0.04	2.49	0.95	148.00	29.17	72.28	OK
A3	TERRAPLÉN	147.02	1,029.13	0.65	0.02	1.07	0.95	148.00	40.20	72.28	OK

• EJE 20

ZONA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁREA	PENDIENTE	Tc	Tc	C	I	Q	Q REJILLA	
		m	m ²	Decimal	h	min		mm/h	l/s	l/s	
B1	TERRAPLÉN	130.79	915.55	0.64	0.02	0.98	0.95	148.00	35.76	72.28	OK
B3	TERRAPLÉN	166.62	1,166.30	0.73	0.02	1.13	0.95	148.00	45.55	72.28	OK

4.- PRESUPUESTO Y CANTIDADES DE OBRA.



Finalmente se calculan las cantidades de obra y se elabora el catálogo de conceptos correspondiente, considerando los anchos de plantilla y de zanjas recomendados en el **MANUAL TÉCNICO DE TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA ALCANTARILLADO**, que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6.4 Ancho de zanja para las tuberías de PEAD						
Material	Tipo	Diámetro nominal		Ancho de zanja mínima	Plantilla mínima	Colchón Mínimo
Poliétileno de alta densidad	Pared Corrugada	cm	in	cm	cm	cm
		7.6	3	53.00	10	50
		10.00	4	53.00	10	50
		15.00	6	58.00	10	50
		20.00	8	63.00	10	50
		25.00	10	71.00	10	50
		30.00	12	79.00	10	50
		37.50	15	86.00	10	50
		45.00	18	99.00	10	50
		60.00	24	122.00	10	50
		75.00	30	168.00	10	50
		90.00	36	198.00	15	50
		105.00	42	211.00	15	50
		120.00	48	226.00	15	70
		150.00	60	259.00	15	70

En la tabla DP-02, se presenta el cálculo de las cantidades de obra correspondientes.

Sección de Zanja de Excavación:

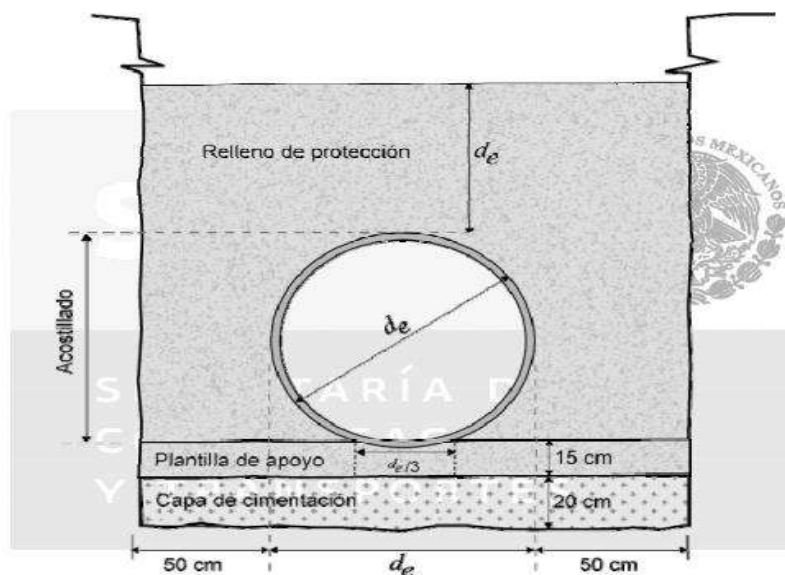


FIGURA 1.- Relleno de la excavación



ANEXO TABLAS



TABLA DP-01 CÁLCULO HIDRÁULICO RED DE DRENAJE PLUVIAL

TRAMO		Cad	Longitud m	Cota de	cota de	altura de	ÁREAS (Ha)			GASTO	Pendiente Milésimas n= 0.01	DIÁMETRO cm	FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO						R _Q	
POZO	POZO			brocal m	plantilla m	pozo m	Propia	Tributaria	Acumulada	PLUVIAL (l/seg)			A TUBO LLENO		Velocidad Real		Tirante Real		Q _{min.} / tubo lleno	Q _{Max} / tubo lleno
													Gasto	Vel. media	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo		
1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13	19	20	21	22	18	19	20	21	22	23
TRAMO 1																				
GASTO ACUMULADO TIERRA MECÁNICAMENTE ESTABLE										29.17										
GASTO ACUMULADO TIERRA MECÁNICAMENTE ESTABLE										35.76										
	1	30+020		2,710.093	2,709.093	1.000														
1	2	30+100	80.0	2,709.742	2,708.773	0.969	0.168	0.000	0.168	62.42	4.00	30	79.51	1.12	0.22	1.25	1.00	20.01	0.785	0.785
2	ARROYO CANO	30+114	14.0	2,709.670	2,708.703	0.967	0.029	0.168	0.197	68.24	5.00	30	88.89	1.26	0.14	1.39	0.41	19.64	0.768	0.768
TRAMO 2																				
	3	30+180		2,708.955	2,707.755	1.200														
3	4	30+230	50.0	2,707.287	2,706.255	1.032	0.105	0.000	0.105	20.78	30.00	30	217.74	3.08	0.39	1.93	0.51	6.18	0.095	0.095
4	5	30+260	30.0	2,706.972	2,705.985	0.986	0.063	0.105	0.168	33.25	9.00	30	119.26	1.69	0.21	1.44	0.51	10.74	0.279	0.279
5	DESC	30+286	26.0	2,707.640	2,705.943	1.697	0.055	0.105	0.160	31.59	12.00	30	137.71	1.95	0.23	1.58	0.45	9.75	0.229	0.229
TRAMO 3																				
	6	20+165		2,708.891	2,707.391	1.500														
6	7	20+187	22.0	2,708.967	2,706.687	2.280	0.046	0.000	0.046	44.90	32.00	30	224.88	3.18	0.30	2.47	0.33	9.02	0.200	0.200

S=

222.00

0.47

261.19

Superficie total drenada=	4662 m2	Tiempo de retorno tr=	10 Años
Coefficiente de escurrimiento C=	0.95	Duración d=	30 min
Intensidad $h_{p(tr,d)}$ =	75.00 mm/h	Área unitaria =	21.00 m2/m

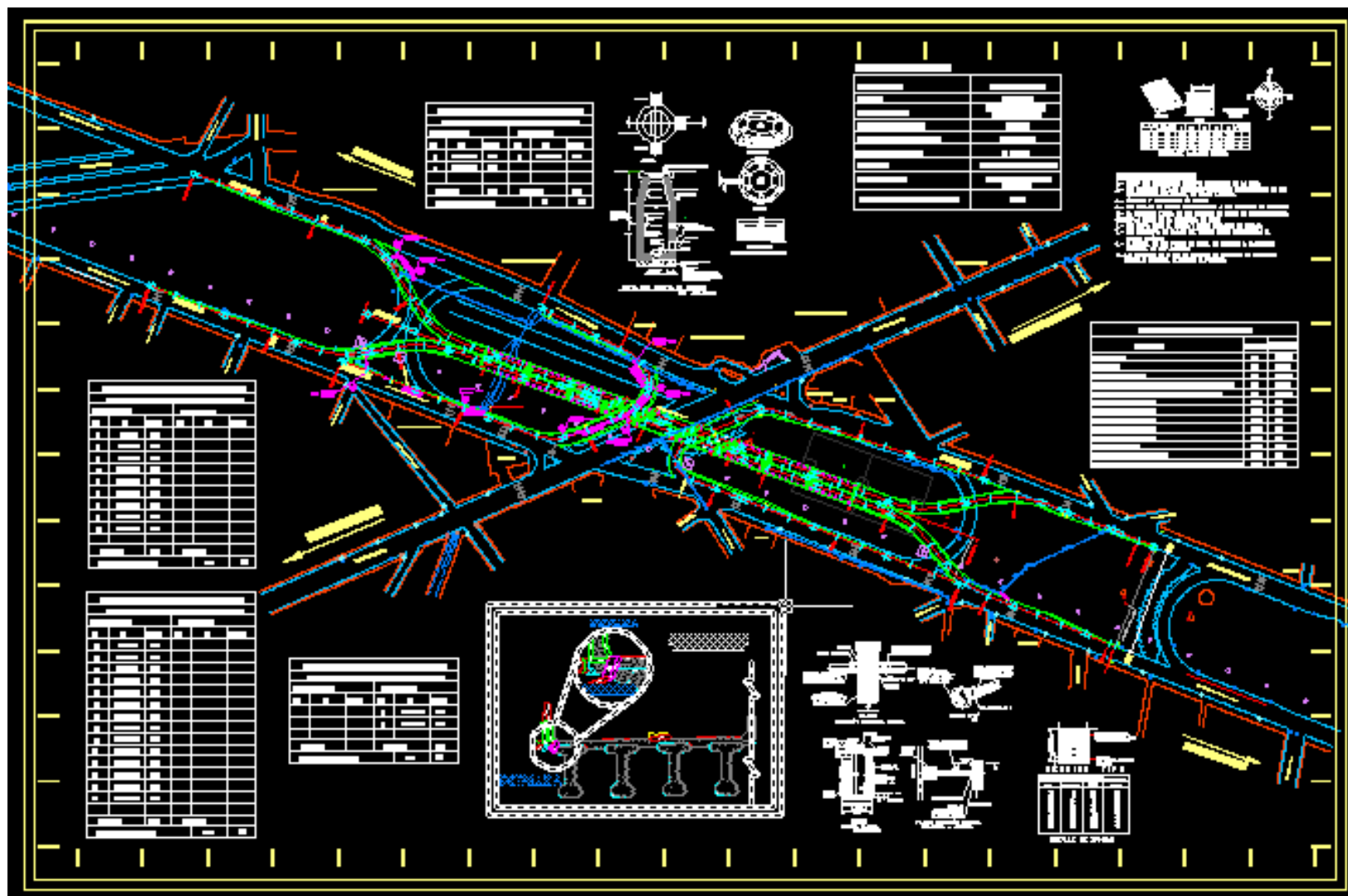


TABLA DP-02 GENERADOR DRENAJE PLUVIAL

TABLA DP-02 GENERADOR DRENAJE PLUVIAL																		
TRAMO		Cad	Longitud (m)	pendiente propuesta	ELEVACIÓN			REJILLAS			EXCAVACIÓN DE LOMO DE TUBO AL ARRASTRE	PLANTILLA 15 CM	CAPA DE CIMENTACIÓN EN CASO DE SER ARCILLA	ACOSTILLADO A LOMO DE TUBO	EXCAVACIÓN TOTAL	RELLENO	DIÁMETRO	DIÁMETROS DE TUBERÍAS
					BROCAL	PLANTILLA	ALTURA	CANTIDAD	LONGITUD	PROFUNDIDAD	m³	m³	m³	m³	m³	m³	cm	30 cm
X TRAMO																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13	13	14	14	15	16
TRAMO 1																		
0	1	20			2,710.093	2,709.093	1.00											
1	2	100	80	4.00	2,709.742	2,708.773	0.97	6	6.50	0.984	63.47	9.82	13.10	13.56	86.38	47.79	30	39.00
2	OYO C	114	14	5.00	2,709.670	2,708.703	0.97	0	0.00	0.968	10.70	1.66	2.21	2.33	14.57	8.05	30	0.00
TRAMO 2																		
	3	180			2,708.955	2,707.755	1.20											
3	4	230	50	30.00	2,707.287	2,706.255	1.03	2	11.00	1.116	45.04	6.50	8.67	8.74	60.21	34.66	30	22.00
4	5	260	30	9.00	2,706.972	2,705.985	0.99	1	2.00	1.009	24.09	3.66	4.88	5.07	32.63	18.24	30	2.00
5	DESC	286	26	12.00	2,707.640	2,705.943	1.70	3	2.00	1.342	35.80	3.19	4.25	4.40	43.23	30.71	30	6.00
TRAMO 3																		
0	6	165	0	0.00	2,708.891	2,707.391	1.50	0	0.00	0.750	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
6	7	187	22	32.00	2,708.967	2,706.687	2.28	20	7.00	1.890	44.25	2.97	3.97	3.93	51.19	39.50	30	140.00
32.00									223.33 27.80 37.07 38.02 288.21 178.94 209.00									



CANTIDADES DE OBRA DRENAJE PLUVIAL		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
EXCAVACIÓN	M ³	288.21
PLANTILLA	M ³	27.80
RELLENO DE BANCO	M ³	107.37
RELLENO MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN	M ³	71.58
TUBO DE 20 CM DE DIÁMETRO	M	209.00
POZO DE VISITA 1.00 M	PZA	4.0
POZO DE VISITA 1.25 M	PZA	1.0
POZO DE VISITA 1.50 M	PZA	1.0
POZO DE VISITA 1.75 M	PZA	1.0
POZO DE VISITA 2.25 M	PZA	1.0
REJILLAS DE PISO	PZA	32.0
BROCALES DE POLIETILENO	PZA	8.0



PLANTA GENERAL DRENJE PLUVIAL



CAPITULO 4

4.1.- Proyecto de alumbrado público

PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO

INDICE	PÀG
1.1.-RESUMEN.....	(3)
2.1.-OBJETO DEL PROYECTO.....	(3)
3.1.- TITULO DE LA INSTALCIÓN.....	(3)
4.1.-DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN...	(4)
5.1 MEMORIA DE CALCULO.....	(4)
5.1.1ANÁLISIS DE LUMINARIA TIPO POSTE	(4)

1.1.-RESUMEN

El presente trabajo consiste en la realización del proyecto ejecutivo para la construcción de distribuidores viales en la intersección de la Av. Las Torres y Av. Carranza, en la Ciudad de Toluca.

El alcance del proyecto establece desde la selección de luminarias para el alumbrado público teniendo como base la implementación de nuevas tecnologías sustentables que se enfoquen y cubran las necesidades demandadas por el proyecto, tomando como referencia los parámetros de potencia, intensidad luminosa y espacio de trabajo, hasta el cálculo de las diferentes líneas de distribución eléctrica y la protección de las mismas, así como la caracterización de la obra civil necesaria para su ejecución.

Por su naturaleza, se hizo especial hincapié en la aplicación del Reglamento Eléctrico de Baja Tensión y el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior.

Se incluye detalle de los cálculos realizados, tanto eléctricos como luminotécnicos, también es objeto del mismo la elaboración de un presupuesto de ejecución actualizado.

2.1.-OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo dar a conocer de forma explícita las características técnicas del proyecto denominado "PROYECTO EJECUTIVO DEL PASO SUPERIOR VEHICULAR DE AV. LAS TORRES-VENUSTIANO CARRANZA, TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO. (ACTUALIZACIÓN)".



3.1.- TITULO DE LA INSTALACIÓN

"PROYECTO EJECUTIVO DEL PASO SUPERIOR VEHICULAR DE AV. LAS TORRES-VENUSTIANO CARRANZA, TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO. (ACTUALIZACIÓN)".

La instalación de alumbrado público en la zona citada en el plano de planta, así como la viabilidad del proyecto hace referencia a una mejora en base a la construcción de un distribuidor vial.

A la presente memoria se acompaña los correspondientes cálculos y planos a que deberá ajustarse la instalación, constituyendo en conjunto un proyecto completo y suficiente para la realización de la obra.

4.1.-DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN.

La calidad del alumbrado público debe medirse conforme a la Norma NOM-013-ENER-2013 por el que se aprueba el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalación de Alumbrado Exterior.

El alumbrado se logrará mediante la instalación de luminarias equipadas con tecnología de diodos emisores de luz (L.E.D) en atención a su alto rendimiento luminoso, vida útil y por consiguiente, su economía en el consumo de energía eléctrica.

Las luminarias se montan en base al plano entregado, las cuales por su forma de instalación son de tipo empotrable y tipo poste de 9 m. de altura, pero en base a su funcionamiento serán totalmente autónomas.

Cada luminaria estará dotada de dispositivos de protección contra cortacircuitos, dispondrán de un equipo auxiliar para el encendido y apagado.

5.1 MEMORIA DE CÁLCULO

5.1.1 ANÁLISIS DE LUMINARIA TIPO POSTE



Simple en su construcción pero muy fiable. Así es la luminaria solar.

	CANTIDAD	ESPECIFICACION/DESCRIPCION
ARREGLO FOTOVOLTAICO	1	Modulo fotovoltaico tipo Multicristalino de 250W,
BANCO DE BATERIAS	2	Baterías Cale 12 V. 115 ah @ 100 hr, libre de mantenimiento. Vida útil
CONTROLADOR	1	Phocos CISV10 PWM de 10 A, 12/24 V, indicador LED microprocesador, programación a tiempo corrido para aplicación de luminarias
LAMPARA	1	Lámpara de LED's VIALED CODIGO V1040LV 3 M57STG W35 Color gris voltaje 12/24 5700K FLUJO LUMINOSO 3530 lm
POTENCIA TOTAL DE LA LAMPARA		35 WATS
EFICIENCIA DE POTENCIA		> 88%
FLUJO TOTAL DE LA LAMPARA		>3530 lm
AREA DE ILUMINACION		13 m X 30 m a 9 m de altura 15lux bajo la lámpara
TEMPERATURA DE COLOR		Blanco brillante: 5000 ~ 5700 K
GABINETE	1	Para 2 baterías en acero galvanizado con recubrimiento especial para protección de baterías (60 x 40 x 25 cm)
POSTE	1	Altura 9 metros con recubrimiento primario anticorrosivo, incluye anclas y ganchos para módulos solares con inclinación y orientación ajustable.
BRAZO	1	1.20 metros de longitud.
Juego de cables, tornillería y accesorios para Instalación.		
Se incluye la integración de todos los componentes y el controlador se programa de acuerdo a las horas de operación.		

Vialed de Punta de poste Curva III M, con LED de 35W (incluida) 5700 K. Equipo: Driver Programable 12/24 V (incluido), IRC 70. Color: Gris. Opera con 1 ó 2 baterías de 12Vcd de 110amp/hr.

VIALED

VIALED BAJO VOLTAJE



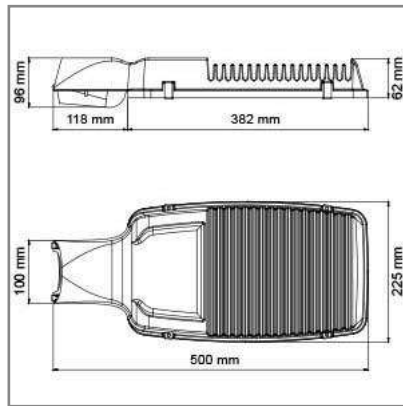
LUMINARIO

Material cuerpo	Aluminio Inyectado
Material reflector	Lámina Pintada
Material difusor	Cristal Templado
Instalación de	Punta de Poste
IP	65
Color	Gris
Consumo total	35W

TECNOLOGÍA AHORRO SUSTENTABLE
LED EFICIENCIA AMBIENTE



DIMENSIONES DEL LUMINARIO: FUENTE LUMINOSA



Tecnología

LED

Flujo luminoso 3,530 lm

Vida 50,000 h

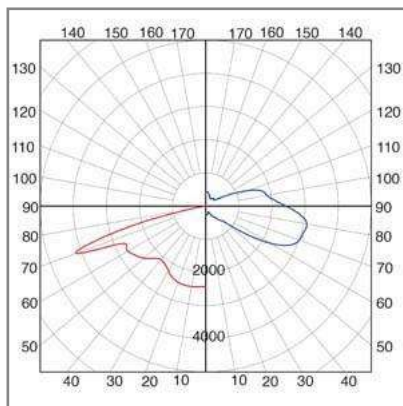
Tipo de vida L70

IRC 70 Ra

Temperatura de color 5700 K

Ángulo de apertura Curva III Media

CURVA FOTOMÉTRICA:



SISTEMA ELÉCTRICO Y CONTROL

Equipo

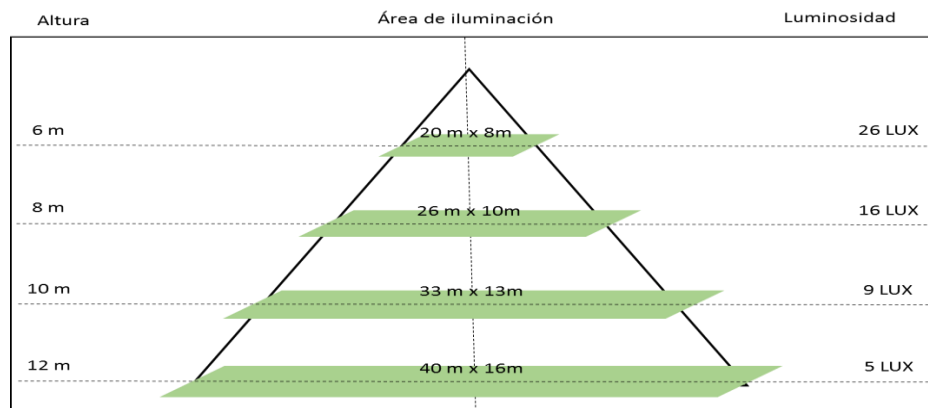
Driver Electrónico

Frecuencia de operación 60 Hz

Corriente de 0.2-0.7

Temperatura de operación -20 a 50 °C

Voltaje de 12/24



Conforme al modelo seleccionado de luminaria VIALED que es de tipo poste con una altura de 9 mts. Se puede observar en la figura anterior una luminosidad de 9 Lux que de acuerdo a la aplicación y requerimientos demandados por el proyecto son



óptimos y factibles para la instalación de las luminarias y conforme a esto el modelo de la luminaria permite instalarlas a una distancia proporcional que va desde los 13 a los 30 mts. Sin tener afectación en su área de luminosidad.

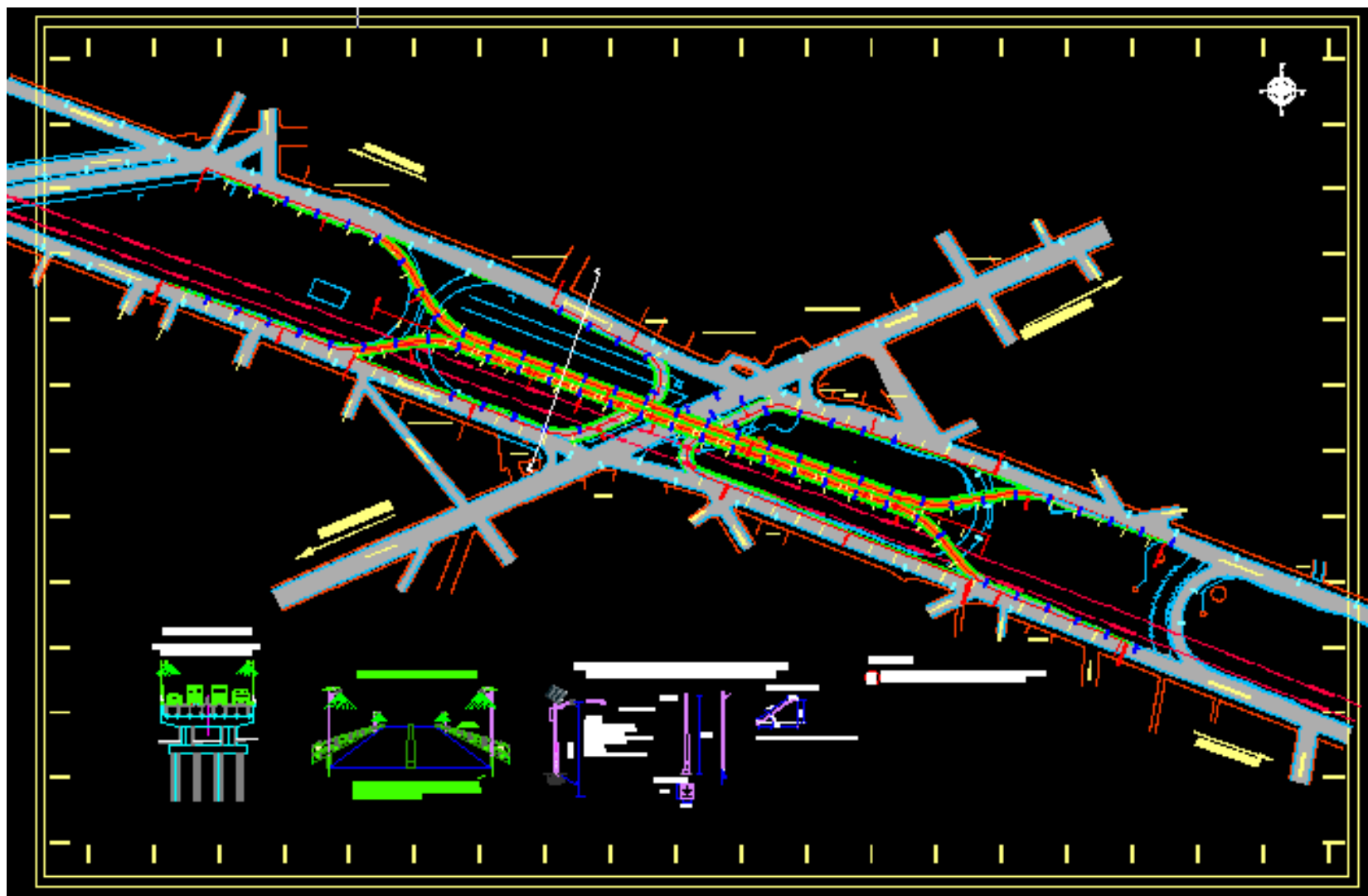
DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN:

El principio de operación de la luminaria es respecto a la insolación ya que en base a que disminuya llegará un momento que el controlador detecte la ausencia de luz solar y active a la lámpara.

En el ocaso, cuando el voltaje del arreglo solar es inferior al voltaje de las baterías, los controles apagan sus componentes de potencia evitando de esta manera que el banco de baterías se descargue a través del arreglo solar en la noche (los módulos solares se convierten en una carga eléctrica cuando no hay insolación).

Durante la noche, la lámpara se alimenta directamente del banco de baterías ya que no existe generación solar y por lo tanto se descargan, aproximadamente 15%. Al siguiente día la operación descrita se repite: el arreglo solar recarga al banco de baterías de la descarga de la noche anterior.

El sistema está diseñado para soportar un periodo de 3 a 5 días consecutivos de nublados, pasado el periodo de nublados, el arreglo solar tiene la capacidad suficiente para recuperar al banco de baterías.



PLANTA GENERAL ALUMBRADO PÚBLICO



CAPITULO 5

5.1.- Catalogo de conceptos

RESUMEN GENERAL

OBRA: CONSTRUCCIÓN DE PASO SUPERIOR VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE AV. LAS TORRES Y AV. VENUSTIANO CARRANZA, EN TOLUCA, EDO. MÉX.

ETAPA DE LA OBRA:

CONSTRUCCIÓN DE TERRACERÍAS, ESTRUCTURAS DE PUENTES VEHICULARES, OBRAS DE DRENAJE, OBRAS COMPLEMENTARIAS, PAVIMENTOS, ALUMBRADO PÚBLICO Y SEÑALAMIENTO.

RESUMEN DE COSTOS DE LA OBRA

No	CONCEPTO	IMPORTE	I.V.A.	SUB-TOTAL
1	TERRACERÍAS	\$6,714,221.00	\$1,074,275.36	\$7,788,496.36
2	ESTRUCTURAS, OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL Y OBRAS DE DRENAJE COMPLEMENTARIAS	\$56,234,666.60	\$8,997,546.66	\$65,232,213.26
3	GUARNICIONES, BANQUETAS Y OBRAS DE URBANIZACIÓN	\$991,543.08	\$158,646.89	\$1,150,189.97
4	PAVIMENTOS	\$5,908,083.00	\$945,293.28	\$6,853,376.28
5	SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL	\$2,523,903.80	\$403,824.61	\$2,927,728.41
6	OBRAS INDUCIDAS	\$326,541.20	\$52,246.59	\$378,787.79
7	ALUMBRADO PÚBLICO	\$3,838,000.00	\$614,080.00	\$4,452,080.00
TOTAL DE OBRA:		\$76,536,958.68	\$12,245,913.39	\$88,782,872.07



RELACIÓN DE CONCEPTOS DE TRABAJO Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESIÓN DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICIÓN (FORMA E-7)									
				CONCURSO N.º:		OBRA: CONSTRUCCIÓN DE PASO SUPERIOR VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE AV. LAS TORRES Y AV. VENUSTIANO CARRANZA, EN TOLUCA, EDO. MÉX.		NOMBRE DE LA EMPRESA O PERSONA FÍSICA:	
				FECHA:					
				HOJA: DE:				NOMBRE Y FIRMA REPRESENTANTE LEGAL:	
ETAPA DE LA OBRA: CONSTRUCCIÓN DE TERRACERÍAS, ESTRUCTURAS DE PUENTES VEHICULARES, OBRAS DE DRENAJE, OBRAS COMPLEMENTARIAS, PAVIMENTOS, ALUMBRADO PÚBLICO Y SEÑALAMIENTO.									
C O N C E P T O S				UNIDAD	CANTIDAD	LICITACIÓN NÚMERO:			
No.	NORMA O ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	LUGAR Y FECHA						
			OCTUBRE DE 2016						
			PRECIO UNITARIO			IMPORTE			
						CON LETRA	CON NÚMERO		
LIBRO: CTR. CONSTRUCCIÓN									
TEMA: CAR. CARRETERAS									
PARTE: 1. CONCEPTOS DE OBRA									
TÍTULO: 01. TERRACERÍAS									
CAPÍTULO 002 DESPALME (N-CTR-CAR-1-01-002/11)									
Corte, extracción y remoción del material superficial del terreno constituido por materia orgánica y/o depósitos de material no apto para terracerías, incluye: carga, acarreo hasta el sitio de su disposición final, descarga y colocación en la forma que indique el proyecto o apruebe la supervisión de obra, por unidad de obra terminada.									
				m³	1,559.0		\$144.00	\$224,496.00	
CAPÍTULO 003 CORTES (N-CTR-CAR-1-01-003/11)									
Excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes de la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, incluye: el afinamiento conforme a lo señalado en la norma N-CTR-CAR-1-01-006, "Afinamiento" y amacise de los taludes; carga, acarreo hasta el sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto o apruebe la supervisión de obra, descarga y colocación en la forma que indique el proyecto o apruebe la supervisión de obra, de los materiales producto de la excavación que no se utilicen en la construcción de terraplenes; por unidad de obra terminada.									
J.1		Cortes, por unidad de obra terminada.		m³	4,592.0		\$286.00	\$1,313,312.00	
CAPÍTULO 007 EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS (N-CTR-CAR-1-01-007/11)									
Excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural o en rellenos existentes para alojar estructuras y obras de drenaje, por unidad de obra terminada.									
J.3		Excavación para estructuras, incluye: desmonte conforme a lo señalado en la norma N-CTR-CAR-1-01-001 "Desmonte"; despalme, de acuerdo con lo señalado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-002, "Despalme"; excavación a cualquier profundidad, en seco o en agua, extracción del material; afinamiento y amacise de los taludes; drenaje con bomba; ademes, tablistacados y obras auxiliares; extracción de azoles; suministro del concreto hidráulico pobre y construcción del firme conforme a lo indicado en la norma N-CTR-CAR-1-02-003 "Concreto Hidráulico"; carga, acarreo hasta el sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto o que apruebe la supervisión de obra, descarga y colocación en la forma que indique el proyecto o apruebe la supervisión de obra, de los residuos producto de la excavación; conformación y compactación del relleno con material producto de la excavación, conforme a lo señalado en la norma N-CTR-CAR-1-01-011/00 "Rellenos"; por unidad de obra terminada.		m³	289.0		\$234.00	\$67,626.00	
J.1.1		En zanjas para colocar tubos colectores y tubos de descarga.		m³			\$234.00	\$407,160.00	
J.1.2		En zapatas.		m³	1,740.0				
CAPÍTULO 009 TERRAPLENES (N-CTR-CAR-1-01-009/11)									
Estructuras construidas con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel de subrasante de proyecto, ampliar la corona, cimentar estructuras, formar bermas y bordos y tender taludes, por unidad de obra terminada.									
J.3		Utilizando materiales compactables procedentes de bancos.							
Incluye: preparación de la superficie de despalme como relleno de huecos, compactación del terreno natural al 90% AASTHO estándar y despalme conforme a lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-002, "Despalme"; explotación del material en banco conforme lo señalado en la norma N-CTR-CAR-1-01-008/00, "Bancos"; regalías del banco; todas las operaciones de extracción, selección, almacenamiento y acarreo en el banco; desgredado y marreo del material; pepena y eliminación de tamaños mayores al máximo; cargas del material en los almacenamientos al equipo de transporte, acarreo al lugar de tendido y descarga; tendido; conformación; compactación y afinamiento; por unidad de obra terminada.									
J.3.1		Del banco de materiales que cumpla con la calidad señalada en la Normativa para la Infraestructura del Transporte, Normas, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a elección del contratista.							
J.3.1.a		Formación de terraplenes compactados al 90% AASTHO, estándar en rellenos de banquetas.		m³	395.0		\$261.00	\$103,095.00	
J.3.1.b		Formación de terraplenes compactados al 90% AASTHO, estándar		m³	26.0		\$255.00	\$6,630.00	
J.3.1.c		Formación de capa subrasante compactada al 100% AASTHO, estándar		m³	1,989.0		\$272.00	\$541,008.00	
CAPÍTULO 010 TERRAPLENES REFORZADOS (N-CTR-CAR-1-01-010/11)									
Estructuras construidas con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel de subrasante de proyecto, a las que se les adicionan elementos transversales metálicos, plásticos o de otro material para proporcionar la capacidad de resistir esfuerzos de tensión, por unidad de obra terminada.									
J.2		Cuerpo de terraplén reforzado utilizando materiales compactables procedentes de bancos.							
Incluye: preparación de la superficie de despalme como relleno de huecos, compactación del terreno natural al 90% AASTHO estándar y despalme conforme a lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-002, "Despalme"; explotación del material en banco conforme lo señalado en la norma N-CTR-CAR-1-01-008/00, "Bancos"; regalías del banco; todas las operaciones de extracción, selección, almacenamiento y acarreo en el banco; desgredado y marreo del material; pepena y eliminación de tamaños mayores al máximo; cargas del material en los almacenamientos al equipo de transporte, acarreo al lugar de tendido y descarga; tendido; conformación; compactación y afinamiento; por unidad de obra terminada.									
J.2.1		Del banco de materiales que cumpla con la calidad señalada en la Normativa para la Infraestructura del Transporte, Normas, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a elección del contratista.							
J.2.1.a		Compactado al 90% AASTHO, estándar		m³	4,682.0		\$260.00	\$1,217,320.00	
J.4		Capas subyacente y subrasante utilizando materiales compactables procedentes de bancos.							
Incluye: explotación del material en banco conforme lo señalado en la norma N-CTR-CAR-1-01-008/00, "Bancos"; regalías del banco; desgredado y marreo del material; pepena y eliminación de tamaños mayores al máximo; todas las operaciones de extracción, selección, almacenamiento y acarreo en el banco; cargas del material en los almacenamientos al equipo de transporte, acarreo al lugar de tendido y descarga; tendido; conformación; compactación y afinamiento; por unidad de obra terminada.									
J.4.1		Del banco de materiales que cumpla con la calidad señalada en la Normativa para la Infraestructura del Transporte, Normas, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a elección del contratista.							
J.4.1.b		Capa subrasante compactada al 100% AASTHO, estándar		m³	980.0		\$272.00	\$266,560.00	
J.5		Suministro, fabricación y montaje de paneles de concreto hidráulico reforzado para recubrimiento de terraplenes reforzados.							
Paneles de las dimensiones señaladas en el proyecto fabricados con concreto hidráulico premezclado f'c=250 kg/cm² (o la resistencia que se indique en el proyecto) reforzados con acero de refuerzo de fy=4,200 kg/cm² en la cantidad indicada en el proyecto, incluye: fabricación y suministro de concreto hidráulico, conforme a lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-02-003/00 "Concreto Hidráulico"; y el suministro y habilitado del acero de refuerzo, de acuerdo con lo señalado en la Norma N-CTR-CAR-1-02-004 "Acero para Concreto Hidráulico"; suministro y colocación de mallas o armaduras de sección rectangular de acero galvanizado estriado, juntas, tiras de polímeros, herrajes y en general todos los elementos necesarios para su montaje, según lo indicado en el proyecto del sistema de terraplenes armados; cargas, todos los acarreo, descargas de los paneles y elemento accesorios; montaje; proyectos ejecutivos del sistema de terraplenes reforzados, permisos y pago de derechos de las patentes, por unidad de obra terminada.									
				m²	908.0		\$3,350.00	\$3,041,800.00	
CAPÍTULO 011 RELLENOS (N-CTR-CAR-1-01-011/11)									
Colocación de materiales seleccionados o no, en excavaciones hechas para estructuras, obras de drenaje									



		y subdrenaje, cuñas de terraplenes contiguos a estructuras, así como trincheras estabilizadoras, por unidad de obra terminada.							
	J.2.	Relleno con materiales procedentes de bancos . Incluye: explotación del material en banco conforme lo señalado en la norma <i>N-CTR-CAR-1-01-008</i> , "Bancos"; regalías del banco; todas las operaciones de extracción; selección; cribados; disgregado; separación y recolección de los desperdicios; pepena; almacenamiento y acarreos en el banco; eliminación de tamaños mayores al máximo; cargas del material en los almacenamientos al equipo de transporte, acarreo al lugar del relleno y descarga; colocación y compactación del relleno. por unidad de obra terminada. Del banco de materiales que cumpla con la calidad señalada en la Normativa para la Infraestructura del Transporte, Normas, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a elección del contratista.							
	J.2.1.	Para el relleno de zanjas de drenaje, con material de terraplén compactado al 90% AASTHO, estándar	m³	108.0			\$335.00		\$36,180.00
	J.2.2.	Para el relleno de excavaciones, con material de terraplén compactado al 90% AASTHO, estándar	m³	609.0			\$335.00		\$204,015.00
	LIBRO:	CTR. CONSTRUCCIÓN							
	TEMA:	CAR. CARRETERAS							
	PARTE	1. CONCEPTOS DE OBRA							
	TÍTULO:	02. E S T R U C T U R A S							
	CAPÍTULO 003.	CONCRETO HIDRÁULICO (N-CTR-CAR-1-02-003/04)							
		Suministro, fabricación, colocación, consolidación y curado de concreto hidráulico, consistente en una combinación de cemento Portland, agregados pétreos, agua y aditivos, para formar una mezcla moldeable, que al fraguar forma un elemento rígido y resistente. Incluye el valor de adquisición del cemento Portland, agua, aditivos o fibras, agregados pétreos y piedras para el concreto ciclópeo; explotación del material en banco conforme a la Norma N-CTR-CAR-1-01-008 "Bancos"; todos los acarreos de los materiales pétreos; clasificación del material pétreo, dosificación y mezclado de todos los componentes; cargas, descargas y todos los acarreos del concreto de la planta al lugar del colado; suministro, colocación, preparación y remoción de cimbras; colocación, consolidación y curado del concreto a cualquier altura, colocación de piedra en el caso de concreto ciclópeo; iluminación artificial; dispositivos y obras auxiliares para efectuar colados bajo el agua.							
	B.1.	Concreto normal , elaborado con agregados pétreos densos, para alcanzar una masa volumétrica seca mayor de 2,000 Kg/m³, una vez compactado, por unidad de obra terminada							
	B.1.4	De $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$							
	a)	En losa de compresión de puente vehicular.	m³	1,211.0			\$3,280.00		\$3,972,080.00
	b)	En guarniciones de parapeto sobre losa.	m³	122.0			\$3,280.00		\$400,160.00
	c)	En guarniciones de parapeto sobre terraplén.	m³	364.0			\$3,280.00		\$1,193,920.00
	d)	En remates de parapeto.	m³	9.0			\$3,280.00		\$29,520.00
	e)	En barrera central.	m³	96.0			\$3,280.00		\$314,880.00
	f)	En cabezal, bancos, pantallas, diafragmas y topes de cargadores.	m³	80.0			\$3,280.00		\$262,400.00
	g)	En cabezal, bancos y topes laterales de pilas.	m³	553.0			\$3,280.00		\$1,813,940.00
	h)	En columna de pilas	m³	232.0			\$3,280.00		\$760,960.00
	i)	En pilotes de 1.20 ϕ	m³	925.0			\$3,280.00		\$3,034,000.00
	B.1.5	De $f_c = 300 \text{ kg/cm}^2$							
	a)	En zapatas de pilas.	m³	1,095.0			\$3,608.00		\$3,950,760.00
	I.1.	Ductos de plástico de 2 1/2" x 1.20 m.	Pza.	120.0			\$64.70		\$7,764.00
	I.2.	Ductos de plástico de 2 1/2" x 1.72 m.	Pza.	40.0			\$92.70		\$3,708.00
	I.3.	Ductos de plástico de 2 1/2" x 1.80 m.	Pza.	224.0			\$97.00		\$21,728.00
	I.4.	Ductos de plástico de 2 1/2" x 3.06 m.	Pza.	84.0			\$164.90		\$13,851.60
	CAPÍTULO 004.	ACERO PARA CONCRETO HIDRÁULICO (N-CTR-CAR-1-02-004/02)							
	B.1.	Varillas, alambres, cables, barras, soleras, ángulos, rejillas o mallas de alambre, metal desplegado u otras secciones o elementos estructurales que se utilicen dentro o fuera del concreto hidráulico, instalado en ductos o no, pero que toman esfuerzos de tensión. por unidad de obra terminada.							
	B.1.a)	Varillas de $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$.							
	1)	En guarniciones de parapeto sobre losa.	Kg.	23,664.0			\$23.00		\$544,272.00
	2)	En guarniciones de parapeto sobre terraplén.	Kg.	51,489.0			\$23.00		\$1,184,247.00
	3)	En remates de parapeto.	Kg.	792.0			\$23.00		\$18,216.00
	4)	En barrera central.	Kg.	11,787.0			\$23.00		\$271,101.00
	5)	En losa de superestructura.	Kg.	111,958.0			\$23.00		\$2,575,034.00
	6)	En varillas "C" con rosca estándar en sus extremos.	Kg.	2,639.0			\$23.00		\$60,697.00
	7)	En juntas de dilatación de pilas.	Kg.	1,170.0			\$23.00		\$26,910.00
	8)	En juntas de dilatación de cargadores.	Kg.	164.0			\$23.00		\$3,772.00
	9)	En subestructura.	Kg.	209,736.0			\$23.00		\$4,823,928.00
	10)	En pilotes de 1.20 ϕ	Kg.	93,292.0			\$23.00		\$2,145,716.00
	CAPÍTULO 007.	ESTRUCTURAS DE CONCRETO PRESFORZADO (N-CTR-CAR-1-02-007/01)							
		Estructuras postensadas y estructuras pretensadas, coladas in situ o elementos precolados por unidad de obra terminada. (incluye fabricación y suministro de concreto hidráulico, conforme a lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-02-003/00 "Concreto Hidráulico"; y el suministro y habilitado del acero de refuerzo, de acuerdo con lo señalado en la Norma N-CTR-CAR-1-02-004/00 "Acero para Concreto Hidráulico"); cargas, transporte, descargas hasta el sitio de colocación, izamiento y montaje a cualquier altura de los elementos precolados.							
	I.2.	Elementos estructurales tipo precolados y montados, según planos de proyecto:							
	I.2.1.	Trabes AASHTO Tipo VI, de 35.80 m de longitud, concreto de $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$.	Pza.	32.0			\$308,293.13		\$9,865,380.16
	I.2.2.	Trabes AASHTO Tipo VI, de 40.10 m de longitud, <i>TRABE I</i> concreto de $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$.	Pza.	2.0			\$345,322.75		\$690,645.50
	I.2.3.	Trabes AASHTO Tipo VI, de 38.629 m de longitud, <i>TRABE II</i> concreto de $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$.	Pza.	2.0			\$332,913.52		\$665,827.04
	I.2.4.	Trabes AASHTO Tipo VI, de 37.219 m de longitud, <i>TRABE III</i> concreto de $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$.	Pza.	2.0			\$320,512.91		\$641,025.82
	I.2.5.	Trabes AASHTO Tipo VI, de 35.778 m de longitud, <i>TRABE IV</i> concreto de $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$.	Pza.	2.0			\$308,103.68		\$616,207.36
	I.2.6.	Trabes AASHTO Tipo VI, de 34.337 m de longitud, <i>TRABE V</i> concreto de $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$.	Pza.	2.0			\$295,694.45		\$591,388.90
	I.2.7.	Trabes AASHTO Tipo VI, de 32.896 m de longitud, <i>TRABE VI</i> concreto de $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$.	Pza.	2.0			\$283,285.22		\$566,570.44
	I.2.8.	Trabes AASHTO Tipo VI, de 31.455 m de longitud, <i>TRABE VII</i> concreto de $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$.	Pza.	2.0			\$270,875.99		\$541,751.98
	I.2.9.	Trabes AASHTO Tipo VI, de 30.015 m de longitud, <i>TRABE VIII</i> concreto de $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$.	Pza.	2.0			\$258,475.37		\$516,950.74
	I.2.10.	Trabes AASHTO Tipo VI, de 28.574 m de longitud, <i>TRABE IX</i> concreto de $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$.	Pza.	2.0			\$246,066.14		\$492,132.28
	I.2.11.	Trabes AASHTO Tipo VI, de 27.133 m de longitud, <i>TRABE X</i> concreto de $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$.	Pza.	2.0			\$233,656.91		\$467,313.82
	I.2.12.	Trabes AASHTO Tipo VI, de 25.692 m de longitud, <i>TRABE XI</i> concreto de $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$.	Pza.	2.0			\$221,247.69		\$442,495.38
	I.2.13.	Trabes AASHTO Tipo VI, de 24.50 m de longitud, concreto de $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$.	Pza.	7.0			\$210,982.73		\$1,476,879.11
	I.2.14.	Trabes AASHTO Tipo VI, de 33.80 m de longitud, concreto de $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$.	Pza.	7.0			\$291,070.05		\$2,037,490.35
	I.2.15.	Trabes AASHTO Tipo VI, de 31.30 m de longitud, concreto de $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$.	Pza.	7.0			\$269,541.20		\$1,886,788.40
	CAPÍTULO 008.	ESTRUCTURAS DE ACERO (N-CTR-CAR-1-02-008/01)							
		Estructuras formadas por uno o varios elementos, simples o compuestos, de acero estructural, unidos por remaches, tornillos, pernos a presión o soldadura. (incluye fabricación y habilitación del acero estructural y demás elementos metálicos, de acuerdo con lo							



		establecido en la norma: N-CTR-CAR-1-02-005/01 "Acero Estructural y Elementos Metálicos", recubrimientos con pintura primaria y de acabado, según lo señalado en la norma: N-CTR-CAR-1-02-012/00 "Recubrimientos con Pintura", así como izamiento y montaje de las estructuras a cualquier altura por unidad de obra terminada.							
		1) En la construcción del parapeto.							
		1.1) Acero A-36, en pilastres.	Kg.	17,108.0			\$58.00	\$992,264.00	
		1.2) Tubo de acero galvanizado de Ø=3" (7.6 cm) nominal, y peso de 11.3 Kg/ml, cédula 40.	Kg.	13,702.0			\$58.00	\$794,716.00	
		1.3) Tubo de acero galvanizado de Ø=2" (5.1 cm) nominal, y peso de 5.4 Kg/ml, cédula 40.	Kg.	6,548.0			\$58.00	\$379,784.00	
		1.4) Tubo de acero galvanizado de Ø=2 1/2" (6.4 cm) nominal, y peso de 8.6 Kg/ml, ó 3.0 kg/junta, cédula 40.	Kg.	381.0			\$58.00	\$22,098.00	
		1.5) Tubo de acero galvanizado de Ø=1 1/2" (3.8 cm) nominal, y peso de 4.0 Kg/ml, ó 1.4 kg/junta, cédula 40.	Kg.	178.0			\$58.00	\$10,324.00	
		1.6) Pernos de acero de Ø= 1" (2.54 cm) y 20 cm de longitud con tuerca.	Pza.	2,444.0			\$100.00	\$244,400.00	
		2) Acero A-36, en apoyos para las trabes.	Kg.	1,800.0			\$58.00	\$104,400.00	
		3) Acero A-36, en juntas de dilatación de losas.	Kg.	2,218.0			\$58.00	\$128,644.00	
		4) Acero A-36, en juntas de dilatación de cargadores.	Kg.	232.0			\$58.00	\$13,456.00	
		5) Suministro y colocación de rejilla de piso con bisagra de fierro fundido de 45 x 45 cm. marca MYMACO o similar con brocal o marco de soporte, con un peso de 80.0 Kg. por pieza.	Pza.	32.0			\$3,800.00	\$121,600.00	
		6) En losa de superestructura. Misceláneos. (Placas, Tuercas y Rondanas)	Kg.	376.0			\$58.00	\$21,808.00	
		CAPÍTULO: 010: GUARNICIONES Y BANQUETAS (N-CTR-CAR-1-02-010/00)							
		B.1. GUARNICIONES							
		B.1.1. Guarniciones de concreto hidráulico f'c=150 Kg/cm², para limitar banquetas, franjas separadoras centrales, camellones o isletas y delinear la orilla del pavimento, por unidad de obra terminada							
		B.1.1.1 de 0.070 m² de sección transversal	m	558.0			\$195.86	\$109,289.88	
		B.1.1.2 de 0.1050 m² de sección transversal	m	1,742.0			\$306.60	\$534,097.20	
		B.2. BANQUETAS							
		B.2.1. Banquetas de concreto hidráulico f'c=100 Kg/cm², de 0.12 m. de espesor, para el tránsito de peatones en puentes y vialidades urbanas, por unidad de obra terminada.	m²	1,527.0			\$228.00	\$348,156.00	
		CAPÍTULO: 013: DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS (N-CTR-CAR-1-02-013/00)							
		Trabajos para deshacer o desmontar estructuras o parte de ellas, seleccionando y estibando los materiales aprovechables y retirando los escombros. Incluye, cargas, todos los acarrees y descargas de los materiales de desperdicio y aprovechables al sitio que indique el proyecto o apruebe la supervisión de obra, así como la colocación en la forma que indique el proyecto o apruebe la supervisión de obra, por unidad de obra terminada.							
		J.1 Demolición de mampostería de tercera clase, con mortero de cemento, por unid. de obra terminada	m³	68.0			\$382.67	\$26,021.56	
		J.2 Demolición de concreto hidráulico simple en guarniciones y banquetas, por unidad de obra terminada	m³	110.0			\$278.46	\$30,630.60	
		E P APOYOS PARA LAS TRABES DEL PUENTE VEHICULAR, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA							
		1) Apoyos integrales vulcanizados en planta ASTM-D2240, dureza Shore 60 (ft = 100 kg/cm²) por unidad de obra terminada. En bancos de apoyo de trabes.	dm³	942.0			\$535.00	\$503,970.00	
		2) Placas de neopreno de 25.0 x 30.0 x 2.0 cm. En topes sísmicos.	dm³	54.0			\$535.00	\$28,890.00	
		047-G.12 Juntas de dilatación, por unidad de obra terminada.							
		a) No metálicas.							
		1) Cartón asfaltado de 4.0 cm. de espesor, juntas sobre losas, por unidad de obra terminada.	m²	34.0			\$247.00	\$8,398.00	
		2) Relleno de sellador elástico de poliuretano marca Sikaflex 1-A o similar en toda la longitud de la junta de dilatación, por unidad de obra terminada	dm³	523.0			\$585.00	\$305,955.00	
		E P Suministro y colocación de ductos de PVC en el drenaje de la superestructura, por unidad de obra terminada.							
		1) De 10.2 cm., de diámetro y 60 cm. de longitud, por unidad de obra terminada.	Pza.	92.0			\$80.00	\$7,360.00	
		LIBRO: CTR. CONSTRUCCIÓN							
		TEMA: CAR. CARRETERAS							
		PARTE: 1. CONCEPTOS DE OBRA							
		TÍTULO: 03. DRENAJE Y SUBDRENAJE							
		032-G. INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS							
		032-G.08 Pozos de visita (inciso 3.04.02-008-H.01)							
		Pozos de visita tipo "común" (V.C. 1985), incluye excavación conforme a lo indicado en la norma (N-CTR-CAR-1-01-007/00) "Excavación para Estructuras", conformación y compactación del relleno conforme a lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-011/00 "Rellenos", plantilla de pedacera apizonada, o concreto pobre; construcción de la base del pozo con mampostería de tercera con mortero de cemento- arena 1:3 o concreto f'c=150 Kg/cm²; muros de tabique rojo recocido de 28 cm de espesor aplanado pulido con mortero arena-cemento 1:5; acero de refuerzo y escalera marina, por unidad de obra terminada.							
		1) Para profundidad de 1.00 a 1.25 m.	Pza.	4.0			\$7,360.00	\$29,440.00	
		2) Para profundidad de 1.25 a 1.50 m.	Pza.	1.0			\$7,912.00	\$7,912.00	
		3) Para profundidad de 1.50 a 1.75 m.	Pza.	1.0			\$8,505.40	\$8,505.40	
		4) Para profundidad de 1.75 a 2.00 m.	Pza.	1.0			\$9,143.31	\$9,143.31	
		5) Para profundidad de 2.00 a 2.25 m.	Pza.	1.0			\$9,829.05	\$9,829.05	
		EP Suministro y colocación de brocal y tapa de polietileno de alta resistencia, con perno de seguridad y gancho, para cubrir el acceso al pozo de visita común, la tapa será de tipo gozne y bisagra con orificios. El brocal y tapa serán de las dimensiones estándar existentes en el mercado, por unidad de obra terminada.	Pza.	8.0			\$1,900.00	\$15,200.00	
		EP CONSTRUCCIÓN DE REGISTRO PARA COLADERA DE PISO, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA							
		Construcción de caja-registro para coladera de piso para recibir rejilla de 45 x 45 cm. por 40 cm de profundidad, según planos, formada por muros de concreto armado de f'c=250 Kg/cm² de 15 cm de espesor. Incluye excavación conforme a lo indicado en la norma (N-CTR-CAR-1-01-007/00) "Excavación para Estructuras"; conformación y compactación del relleno conforme a lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-011/00 "Rellenos", fabricación y suministro de concreto hidráulico simple o reforzado, conforme a lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-02-003/00 "Concreto Hidráulico"; y N-CTR-CAR-1-02-006/01, y habilitado del acero de refuerzo, de acuerdo con lo señalado en la Norma N-CTR-CAR-1-02-004/00 "Acero para Concreto Hidráulico".	Pza.	32.0			\$2,850.00	\$91,200.00	
		CAPÍTULO 014: ALCANTARILLAS DE TUBOS CORRUGADOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (N-CTR-CAR-1-03-014/09)							
		Estructuras flexibles construidas mediante tubos corrugados de polietileno de alta densidad, colocadas sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad. Incluye el valor de adquisición de los tubos, todos sus transportes, cargas y descargas, empaques de material elastomérico, lubricante y demás materiales, excavación y preparación de la plantilla de apoyo conforme a esta misma norma. (incluye conformación y compactación del relleno, conforme a lo indicado en la la Norma N-CTR-CAR-1-01-011/00 "Rellenos" (incluye fabricación y suministro de concreto hidráulico simple o reforzado, conforme a lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-02-003/00 "Concreto Hidráulico"; y N-CTR-CAR-1-02-006/01 "Estructuras de Concreto Reforzado" (incluye construcción de la mampostería, conforme a lo indicado en la norma (N-CTR-CAR-1-02-001/00) "Mampostería" (incluye construcción de zampasados, conforme a lo indicado en la norma							



		(N-CTR-CAR-1-02-002/00) "Zampeados"							
	1)	De 30 cm. de diámetro	m	209.0			\$386.72	\$80,824.48	
LIBRO:		CTR. CONSTRUCCIÓN							
TEMA:		CAR. CARRETERAS							
PARTE:		1. CONCEPTOS DE OBRA							
TÍTULO:		04. PAVIMENTOS							
	CAPÍTULO: 002	SUBBASES Y BASES (N-CTR-CAR-1-04-002/03)							
		Incluye explotación del material en banco conforme a lo señalado en la norma N-CTR-CAR-1-01-008/00 "Bancos"; regalías del banco, disgregado; triturados y cribados parciales o totales; separación y recolección de los desperdicios; cargas, descargas y todos los acarrees locales necesarios para los tratamientos, así como de los desperdicios y formación de los almacenamientos; instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas; cargas en los almacenamientos de los materiales al equipo de transporte, acarreo al lugar de tendido y descarga, operaciones de mezclado, tendido y compactación al grado fijado en el proyecto; escarificación de la superficie compactada para recibir una nueva capa y afinamiento para dar el acabado superficial.							
	B.2	BASE							
		Capa de materiales pétreos seleccionados construida sobre la subrasante o la subbase, para proporcionar apoyo uniforme a la carpeta asfáltica, la capa de rodadura asfáltica o la carpeta de concreto hidráulico, distribuyendo adecuadamente los esfuerzos a la capa inmediata inferior y proporcionar a la estructura del pavimento la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas.							
	B.2.1	Base hidráulica, compactada al 100% AASTHO modificada, por unidad de obra terminada.							
		Del banco de materiales que cumpla con la calidad señalada en la Normativa para la Infraestructura del Transporte, Normas, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a elección del contratista.	m³	1,623.0			\$385.00	\$624,855.00	
	CAPÍTULO: 004	RIEGOS DE IMPREGNACIÓN (N-CTR-CAR-1-04-004/00)							
		Aplicación de material asfáltico sobre la base del pavimento, con emulsiones asfálticas o asfaltos rebajados. Incluye el barrido y limpieza de la superficie sobre la que se aplicará el riego.							
	J.1	Emulsión asfáltica tipo ECI-60, en proporción de 1.5 Lts/m², por unidad de obra terminada	m²	14,686.0			\$28.00	\$411,208.00	
	J.2	Arena para cubrir el riego de impregnación, por unidad de obra terminada	m³	59.0			\$280.00	\$16,520.00	
	CAPÍTULO: 006	CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN CALIENTE (N-CTR-CAR-1-04-006/09)							
		Tendido y compactación de mezclas de materiales pétreos y cemento asfáltico, utilizando calor como vehículo de incorporación, de granulometría densa, semiabierta o abierta.							
		Incluye adquisición, acarrees y operaciones de manejo de materiales asfálticos y aditivos para la carpeta y para el riego de liga; explotación del material en banco conforme a lo señalado en la norma: N-CTR-CAR-1-01-008/00 "Bancos", regalías del banco, así como triturados y cribados parciales o totales; aplicación del riego de liga, conforme a lo indicado en la norma N-CTR-CAR-1-04-005/00. "Riegos de Liga", así como cargas en la planta de la mezcla asfáltica al equipo de transporte y acarreo al lugar de tendido.							
	1	Carpeta asfáltica de granulometría densa compactada al 95% prueba Marshall	m³	1,079.0			\$4,500.00	\$4,855,500.00	
LIBRO:		CTR. CONSTRUCCIÓN							
TEMA:		CAR. CARRETERAS							
PARTE:		1. CONCEPTOS DE OBRA							
TÍTULO:		06. CIMENTACIONES							
	CAPÍTULO: 003	PILOTES COLADOS EN EL LUGAR (N-CTR-CAR-1-06-003/01)							
	G.3	PERFORACIÓN							
		Son los trabajos de excavación que se realizan en el terreno natural previo a la colocación del acero de refuerzo y el colado de los pilotes. La perforación previa al colado de los pilotes, ejecutada con o sin ademe, se hará con los métodos constructivos que garanticen su verticalidad, que el suelo adyacente a la excavación no se altere mayormente y que se obtenga una cavidad limpia, que tenga y conserve las dimensiones especificadas en toda su profundidad, usándose equipos como: grúas con sistema de malacates, cables y ganchos; perforadoras rotatorias o de percusión; vibrohincadores de motor de combustión interna y generador eléctrico o bomba hidráulica; brocas espirales cilíndricas o cónicas; botes cortadores formados por cilindros de acero; botes corona formados por cilindros abiertos; trépanos de acero de gran masa, así como las actividades de: perforación con ademe o lodo estabilizador, limpieza del fondo y de las paredes de la perforación y del ademe permanente. Incluye el suministro y colocación de ademes metálicos permanentes y lodo estabilizador							
	G.3.2	Perforación con ademe o lodos estabilizadores.							
	1)	Perforación para alojar pilas de 1.20 metros de diámetro, por unidad de obra terminada.	m	1,416.0			\$1,829.52	\$2,590,600.32	
LIBRO:		CTR. CONSTRUCCIÓN							
TEMA:		CAR. CARRETERAS							
PARTE:		1. CONCEPTOS DE OBRA							
TÍTULO:		07. SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD							
	CAPÍTULO: 001	MARCAS EN EL PAVIMENTO (N-CTR-CAR-1-07-001/00)							
		Rayas, símbolos y letras pintadas sobre el pavimento							
	M-2	Raya separadora de carriles (en calles carreteras y autopistas de dos o mas carriles por sentido)							
	M-2.1	Raya separadora de carriles continua sencilla,							
	a)	en vialidades urbanas							
		de 10 cm de ancho, en color blanco reflejante, por unidad de obra terminada	m	3,910.0			\$25.00	\$97,750.00	
	M-2.3	Raya separadora de carriles discontinua,							
	a)	en vialidades urbanas							
		de 10 cm de ancho, en color blanco reflejante, por unidad de obra terminada	m	6,455.0			\$25.00	\$161,375.00	
	M-3	Raya en la orilla de la calzada							
	M-3.1	Raya en la orilla derecha continua, (acotamiento hasta 2 m, curvas e intersecciones).							
	a)	en vialidades urbanas							
		de 10 cm de ancho, en color blanco reflejante, por unidad de obra terminada	m	6,531.0			\$25.00	\$163,275.00	
	M-3.3	Raya en la orilla izquierda, (calles, carreteras y autopistas con faja separadora central, de cuerpos separados)							
	a)	en vialidades urbanas							
		de 10 cm de ancho, en color amarillo reflejante, por unidad de obra terminada	m	6,712.0			\$25.00	\$167,800.00	
	M-5	Rayas canalizadoras							
	c)	Rayas diagonales en zona neutral separadas entre sí 2 m.							
		de 20 cm de ancho, en color blanco reflejante, por unidad de obra terminada	m	931.0			\$50.00	\$46,550.00	
	M-6	Rayas de alto							
		de 60 cm de ancho, para carreteras con dos o más carriles por sentido y vías primarias en color blanco reflejante, por unidad de obra terminada	m	287.0			\$150.00	\$43,050.00	
	M-7	Rayas para cruce de peatones							
	M-7.1	Rayas para cruce de peatones en vías rápidas,							



	M-9	de 40 cm de ancho, en color amarillo reflejante, por unidad de obra terminada	m	1,044.0		\$100.00	\$104,400.00
		Rayas con espaciamiento logarítmico					
	M-11	de 60 cm de ancho, en color blanco reflejante, por unidad de obra terminada	m	280.0		\$150.00	\$42,000.00
		Símbolos para regular el uso de carriles					
	a)	Flechas sencilla en el pavimento.	Pza.	93.0		\$420.00	\$39,060.00
	b)	Flechas izquierda/derecha en el pavimento.	Pza.	19.0		\$350.00	\$6,650.00
	c)	Flechas dobles en el pavimento.	Pza.	10.0		\$690.00	\$6,900.00
	CAPÍTULO: 002	MARCAS EN GUARNICIONES (N-CTR-CAR-1-07-002/00)					
		Rayas pintadas sobre las guarniciones adyacentes a las vialidades, cubriendo la cara vertical y la cara horizontal					
	M-12	Marcas en guarniciones					
	M-12.1	Para prohibición de estacionamiento, ancho de 15 cm cara horizontal y 25 cm cara vertical, color amarillo reflejante, por unidad de obra terminada	m	7,783.0		\$110.00	\$856,130.00
	CAPÍTULO: 003	MARCAS EN ESTRUCTURAS Y OBJETOS ADYACENTES A LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO (N-CTR-CAR-1-07-003/00)					
	M-13	Marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodamiento,					
	M-13.2	Marcas sobre el pavimento, SOLO BUS, según plano en color blanco reflejante, por unidad de obra terminada	Pza.	14.0		\$609.40	\$8,531.60
	CAPÍTULO: 004	VIALETAS Y BOTONES (N-CTR-CAR-1-07-004/02)					
	B.2	Botones					
		Dispositivos utilizados como complemento de las rayas con espaciamiento logarítmico y como vibradores para anunciar la llegada a una caseta de cobro, antes de un cruce a nivel con el ferrocarril, en caminos secundarios antes de un entronque con otro de mayor importancia o en sitios diversos de peligro. Deben ser de color blanco, de forma circular, con un diámetro del orden de diez (10) centímetros, una superficie de contacto no mayor de cien (100) centímetros cuadrados y no sobresalir del pavimento de dos (2) centímetros.					
	DH-3	BOTONES, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA	Pza.	2,560.0		\$115.00	\$294,400.00
	CAPÍTULO: 005	SEÑALES VERTICALES BAJAS (N-CTR-CAR-1-07-005/00)					
		Tableros instalados sobre postes, marcos y otras estructuras, con leyendas y símbolos que tienen por objeto regular el uso de la vialidad, indicar destinos, la existencia de servicios o sitios turísticos, o transmitir al usuario mensajes relativos a la carretera. Pueden ser preventivas, restrictivas, informativas, turísticas y y de servicios o diversas, y según su estructura de soportes pueden ser fijadas en uno o dos postes, o en estructuras existentes.					
	SP	SEÑALES PREVENTIVAS					
		De color: fondo amarillo reflejante y caracteres, símbolos y filetes color negro					
	SP-6	De 61 x 61 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	4.0		\$1,898.27	\$7,593.08
	SP-14	De 61 x 61 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	2.0		\$1,898.27	\$3,796.54
	SP-32	De 61 x 61 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	31.0		\$1,898.27	\$58,846.37
	OD-5	Indicadores de obstáculos de 61 x 122 cm. de ancho, en bifurcaciones.	Pza.	8.0		\$2,000.00	\$16,000.00
	OD-12	Indicador de curva peligrosa de 60 X 45 cm.					
		En carreteras con ancho de corona menor de 9.0 metros, calles y avenidas principales	Pza.	45.0		\$1,760.00	\$79,200.00
	SR	SEÑALES RESTRICTIVAS, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA					
		De color: a excepción de "Alto" "Ceda el Paso" y Sentido de circulación", fondo blanco reflejante; anillos y franjas diametrales, color rojo reflejante; símbolos, caracteres y filetes, color negro					
	SR-6	De 30 cm. por lado, en acabado reflejante.	Pza.	27.0		\$2,400.00	\$64,800.00
	SR-7	De 61 cm. por lado, en acabado reflejante.	Pza.	5.0		\$1,898.27	\$9,491.35
	SR-9	De 61 x 61 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	4.0		\$1,898.27	\$7,593.08
	SR-22	De 61 x 61 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	9.0		\$1,898.27	\$17,084.43
	SR-25A	De 61 x 61 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	3.0		\$1,898.27	\$5,694.81
		SEÑALES DE INFORMACIÓN GENERAL					
		De color: fondo blanco reflejante, caracteres y filetes color negro					
	SIG	De 40 x 148 cm., 1 renglón, en carr. con ancho de corona menor de 9.0 m., bulevares y vías rápidas urbanas	Pza.	4.0		\$2,534.00	\$10,136.00
		SEÑALES INFORMATIVAS DE SERVICIOS Y TURÍSTICAS					
		Color: fondo azul reflejante y símbolos, caracteres y filetes color blanco reflejante					
	SIS-19	De 61 x 61 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	2.0		\$1,898.27	\$3,796.54
	CAPÍTULO: 006	SEÑALES VERTICALES ELEVADAS (N-CTR-CAR-1-07-006/00)					
		Tableros con leyendas y símbolos instalados sobre postes, marcos y otras estructuras colocadas con una altura mayor de 5.50 metros entre la parte inferior del tablero y el nivel de la calzada de la vialidad que tienen por objeto indicar los principales destinos sobre la vialidad.					
		SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO					
		De color: fondo verde reflejante, símbolos, caracteres y filetes color blanco reflejante					
	B.1	BANDERA					
		Cuando la señal se ubica en una orilla de la calzada y se integran por un tablero colocado a un solo poste que las sostiene					
	SID-13	De 305 x 122 cm. en acabado reflejante	Pza.	1.0		\$34,000.00	\$34,000.00
	B.2	BANDERA DOBLE					
		Cuando las señales se integran con dos tableros, uno a cada lado del poste que los sostiene, colocado las dos calzadas de una bifurcación.					
	SID-14	De (305x122 cm.) y (366x122 cm.) en acabado reflejante	Pza.	4.0		\$42,000.00	\$168,000.00
		OBRAS INDUCIDAS					
	EP	Movimiento y reubicación línea de fibra óptica, por unidad de obra terminada.	m.	110.0		\$945.14	\$103,965.40
	EP	Desmantelamiento de malla ciclónica de acero de 1.80 metros de altura existente, así como su instalación en el nuevo sitio de colocación, incluye construcción de dala de concreto f'c=150 kg/cm² armado para su fijación con los mismos postes metálicos actuales, por unidad de obra terminada.	m	428.0		\$279.60	\$119,668.80
	EP	Movimiento y reubicación de postes de energía eléctrica de concreto, por unidad de obra terminada.	pza.	1.0		\$24,640.00	\$24,640.00
	EP	Movimiento y reubicación de cabina control de semáforos, por unidad de obra terminada.	pza.	1.0		\$16,891.00	\$16,891.00
	EP	Tala, desentraque y retiro de árboles, de Ø=30 a 45 cm., por unidad de obra terminada.	pza.	4.0		\$2,844.00	\$11,376.00



	TEMA:	SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO FOTOVOLTAICO							
		1) Suministro e instalación de Sistema Solar para Alumbrado Público conformado por: Un luminario de LEDS de 35 watts (3530 lm) fabricado de aluminio inyectado con difusor de policarbonato con acabado prismático, para uso de luminarios viales con un voltaje de operación de 24 VOLTS CD un panel solares de 250 watts cada uno. Un controlador Phocos CIS, con programación a tiempo corrido. dos baterías Cale de 115 AH, 12 volts, libres de mantenimiento. Un gabinete para alojar banco de baterías y controlador de carga . Un poste metálico cónico circular de 9 m. de altura, con un brazo de 1.20 m. de longitud y 1 1/2" de diámetro. Por unidad de obra terminada.	Pza.	83.0			\$45,000.00	\$3,735,000.00	
		2) Construcción de dado de concreto troncopiramidal de 0.80 mts. de base por 0.40 mts. de corona y 0.70 m. de altura f'c=200kg/cm2 con 4 anclas de fierro de 0.60 mts. de longitud y 25 mm. de diámetro, incluye excavación, relleno con material producto de excavación compactado al 90% proctor. Por unidad de obra terminada.	Pza.	41.0			\$1,500.00	\$61,500.00	
		3) Suministro e instalación de sistema de tierras conformado por varilla copperweld de 1.50 mts de longitud y 5/8" de diámetro con conector mecánico, incluye cable de cobre desnudo Cal. No. 6 y zapata para aterrizar a poste metálico. Por unidad de obra terminada.	Pza.	83.0			\$500.00	\$41,500.00	
	EP	Suministro, fabricación e instalación de anuncio espectacular para difusión de la obra, de 3.00 x 5.00 metros, rotulado con las leyendas que indique la dependencia, a base de tablero metálico colocado sobre bastidor de ángulo de patines asimétrico de 2" x 4" x 1/4", formando 9 subdivisiones internas, se colocará lámina calibre 18 pintada con una capa de primer anticorrosivo, doblándola hacia atrás y soldándola en todo su perímetro, apoyado sobre dos postes pñr de 4"x4" calibre 16, fijados con soldadura y colocados a una altura no menor de 2.00 metros del nivel del suelo, cimentados sobre zapatas de concreto reforzado f'c= 150 kg/cm2, de 50x50 y 20 cm de espesor, armadas con var. no.3 @ 20, ambos sentidos y dado de concreto reforzado f'c= 150 kg/cm2 de 30 x 30 cm con 6 var. no. 3 y E#2 @ 15 cm. Incluye: excavaciones, rellenos compactados, cargas, todos los acarreos y descargas de los materiales, así como la colocación en la forma que indique o apruebe la supervisión de obra, por unidad de obra terminada.	Pza.	2.0			\$25,000.00	\$50,000.00	
		REFERENCIAS:							
		1.- Normativa para la Infraestructura del Transporte, Normas, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, disponible en la página: http://normas.imt.mx/carr.htm					ACUMULADO	\$76,536,958.68	
		2.- Especificaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Libro 3 "Normas para Construcción e Instalaciones", Parte 3.01 "Carreteras y Aeropistas", edición 1983					16% IVA	\$12,245,913.39	
		3.- Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras, Secretaría de Comunicaciones y Transportes					TOTAL:	\$88,782,872.07	
		4.- Especificaciones particulares (EP)							

HOJA 6/6

CAPITULO 6

6.1.- Procedimiento constructivo

PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE LOS PAVIMENTOS EN RAMPAS DE PSV Y EN AMPLIACIONES

Referencias:

"Normativa para la Infraestructura del Transporte, Normas, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes"

<http://normas.imt.mx/carr.htm>

I.- GENERALIDADES

ALCANCE DE LOS TRABAJOS:

La obra en mención comprende la construcción de las terracerías, pavimentos; obras de drenaje, obras complementarias, inducidas; señalamiento horizontal y vertical y construcción de las rampas de acceso a la estructura del puente vehicular, así como algunas ampliaciones, debiéndose realizar de acuerdo con lo que fije el proyecto y/o lo que ordene la Dependencia ejecutora, así como siguiendo los lineamientos que en términos generales se describen en el presente documento.



El proyecto geométrico contempla la construcción de las rampas de una estructura para Paso Superior, que permitirá el paso del tránsito vehicular de la Av. Las Torres sobre lo que ahora es el camellón central de la mencionada carretera principal, con el fin de aminorar congestionamiento vial en la intersección con Av. Venustiano Carranza.

II.- AFECTACIONES Y OBRAS INDUCIDAS

II.1 Identificación de las obras inducidas

Antes de iniciar los trabajos descritos en el presente capítulo, en los cuales entrará en acción la maquinaria pesada, es necesario que la empresa contratista ganadora implemente una brigada de campo para la identificación y marcación de las obras inducidas comunes y especiales, señalándolas con marcas de cal o pintura, según sea el caso, a efecto de que se determine cuáles obras deberán tratarse de forma manual, cuáles serán efectuadas por la constructora y cuáles por los propietarios de las instalaciones, y se advierta a los operadores de maquinaria pesada las precauciones a seguir, toda vez que el daño que se ocasione a dichas instalaciones, será reparado con cargo a los recursos de la contratista, y sólo serán motivo de pago, aquellos trabajos de reubicación y/o demolición señalados en el catálogo de conceptos del contrato.

II.2 Obras inducidas comunes

Las obras inducidas comunes podrán ser ejecutadas por la empresa constructora ganadora del concurso, y se ejecutarán y pagarán conforme a lo establecido en el respectivo catálogo de conceptos y su especificación particular.

A continuación, se mencionan cuáles son las obras inducidas comunes:

- 1.- Conexión provisional de líneas y descargas de drenaje existentes al momento de realizar las excavaciones y obras, para mantener el servicio, así como su reinstalación definitiva.
- 2.- Conexión provisional de líneas y tomas de agua potable existente al momento de realizar las excavaciones y obras, para mantener el servicio, así como su reinstalación definitiva.
- 3.- Demolición de construcciones alojadas a lo largo de la vialidad.



- 4.- Demolición y nueva construcción de muros o cercas delimitantes de propiedad de predios cercanos a la vialidad, con motivo de la influencia de los taludes de excavación.
- 5.- Adecuación de niveles en los registros de agua potable, registros de instalaciones de telefonía o fibra óptica subterráneas, brocales de pozos de vista de drenaje, etc.
- 6.- Tala y desenraice de árboles que por su escasa presencia no se pueden clasificar como desmonte.

II.3 Obras inducidas especiales

Las obras inducidas especiales se refieren a las instalaciones de servicios públicos y privados, cuya naturaleza no permite la intromisión de mano de obra ajena a la empresa y/o Dependencia propietaria o administradora del servicio, para realizar modificaciones y reubicaciones.

Los trabajos de movimientos y reubicación de instalaciones especiales marginales de servicios, tales como energía eléctrica, telefonía, fibra óptica, gas, conductos de PEMEX, etc., serán efectuados únicamente por las empresas y/o Dependencias que tengan bajo su cargo y/o jurisdicción las instalaciones de que se trate, y que interfieran con la obra; para efectos de pago, se considerará como unidad de medida la que se indique en el catálogo de conceptos de concurso, por unidad de obra terminada, es decir, trabajos de desinstalación y nueva instalación o reubicación, hasta dejarlas funcionando satisfactoriamente al término de la obra principal, presentándose a la supervisión de obra factura de la empresa y/o Dependencia que realizó dichos trabajos, adicionando únicamente el porcentaje correspondiente a gastos de administración que aparecen en su propuesta de concurso.

III.- CONSIDERACIONES AMBIENTALES

Previo a la licitación de la presente obra, la Dependencia Ejecutora contará con los permisos y la resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental emitidos por las autoridades competentes en materia de impacto y riesgo ambiental.

Por lo anterior, la empresa constructora se obliga a elaborar y presentar los programas y medidas de mitigación realizados conforme a los requerimientos de dicha resolución, apercibiéndose a la misma que de no cumplir con este requisito, no podrá dar inicio a los trabajos, y los atrasos en el programa de ejecución que por



este motivo se ocasionen serán imputables a la contratista, por tanto, no serán motivo de reclamos posteriores de pago.

Así mismo, en caso de que los trabajos sean iniciados sin observar las medidas de mitigación de impacto ambiental establecidas, la empresa constructora será la responsable absoluta ante las acciones legales y penales a que haya lugar.

IV.- INSTALACIÓN DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN EN OBRAS DE MODERNIZACIÓN O NUEVA CONSTRUCCIÓN, Según Norma: N-CTR-CAR 1-07-016

Con el fin de garantizar la seguridad y la integridad de las personas y las obras, durante la ejecución de los trabajos de modernización, nueva construcción o reconstrucción, por tratarse de caminos en operación o que se conectarán con carreteras en operación, es necesario que la empresa constructora, antes de iniciar cualquier acción, coloque las señales verticales, dispositivos y marcas de forma provisional, de acuerdo con lo señalado en la norma *N-PRY-CAR-10-03-001, "Ejecución de Proyectos de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras"*, de lo contrario, la Supervisión de Obra no permitirá el inicio de los trabajos, y los atrasos en el plazo de ejecución por este motivo serán imputables a la empresa constructora.

V.- TERRACERÍAS

DESPALME (EN AMPLIACIONES A NIVEL), Según Norma: N-CTR-CAR-1-01-002

Es la remoción del material superficial del terreno con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable.

Este trabajo se realizará en los tramos de las ampliaciones para el acceso a las rampas del PSV, donde es necesario ampliar las terracerías para complementar el ancho de la corona actual y cumplir con el ancho de proyecto, así como en los tramos vírgenes donde por condiciones de alineamiento horizontal, el trazo abandona la superficie de rodamiento existente; y en los que indique la Supervisión de Obra.

Se delimitará mediante marcas la zona a despallar según lo indicado en el proyecto geométrico, que por lo general corresponde a las áreas donde se desplantarán terraplenes y realizarán cortes, (franja entre "ceros" de proyecto).



En un espesor promedio de **veinte (20) cm.**, se cortará y removerá el terreno natural superficial, desalojando la capa superficial del terreno natural (capa vegetal y/o material indeseable).

Cuando el material producto del despálme esté compuesto por materia orgánica, se podrá utilizar en el recubrimiento de los taludes de los terraplenes, o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje y no invada cuerpos de agua, para favorecer el desarrollo de vegetación.

En caso de no utilizarse como recubrimiento de los taludes y no poderlo extender en la zona, así como cuando el material producto del despálme se encuentre formado por rellenos artificiales compuesto de escombros, basura y materiales extraños, se procederá a cargarlo, transportarlo y colocarlo en el banco de desperdicio aprobado por la Supervisión de Obra.

CORTES (EN AMPLIACIONES A NIVEL), Según Norma: N-CTR-CAR-1-01-003

Son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes de la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o lo ordenado por la Supervisión de Obra.

En los sub-tramos, anchos y espesores señalados en el proyecto geométrico, una vez realizados los despalmes, se procederá a efectuar los cortes necesarios para encontrar los niveles de desplante de las terracerías, sobre las ampliaciones a nivel, efectuándose de acuerdo con las líneas y taludes de proyecto, permitiéndose siempre el drenaje natural; el material producto de los cortes del terreno natural realizados en todo el camino, deberá ser revisado por el laboratorio de la Supervisión de Obra, a efecto de determinar si se desperdicia o se utiliza en la construcción de las terracerías, en caso de desperdiciarse, el material se colocará donde lo indique la Supervisión de Obra.

Para considerar terminado un corte, y proceder a su entrega a la Supervisión de Obra, se verificará:

- 1.- Que se haya efectuado el despálme en aquellos sitios donde el material producto del corte sea destinado a formar terraplenes, y que el material producto del despálme se haya colocado en el sitio indicado por la Supervisión de Obra.
- 2.- Que los cortes se hayan efectuado de acuerdo con el alineamiento, perfil y sección en su forma, anchura y acabado.



- 3.- Que la excavación haya sido efectuada hasta la línea de proyecto con una tolerancia de $\pm$ diez (10) centímetros en el fondo de la excavación.
- 4.- Que no existan salientes de acuerdo con la línea de proyecto de más de cincuenta (50) centímetros, y que los taludes queden correctamente amacizados.
- 5.- Que el material sobrante de los cortes se haya depositado en el sitio y forma que indique la supervisión de Obra.

COMPACTACIÓN DEL TERRENO NATURAL EN EL ÁREA DE DESPLANTE DE LOS TERRAPLENES Y/O CAMA DE LOS CORTES (EN AMPLIACIONES A NIVEL), Según Norma: N-CTR-CAR-1-01-009

En los sub-tramos donde se construyen terracerías, una vez realizados los despalmes, así como terminada la excavación en los cortes, se procederá a perfilar la sección de acuerdo a proyecto y la superficie descubierta (cama de los cortes, desplante de los terraplenes), se deberá compactar en un espesor de **veinte (20)** centímetros hasta alcanzar como mínimo el **noventa por ciento (90%)** de su peso volumétrico seco máximo determinado en el laboratorio mediante la prueba **AASHTO estándar**

Para hacer más fácil el proceso de recompactación, se recomienda aplicar riegos pesados de agua, dejar reposar por lo menos treinta (30) minutos y después aplicar energía de compactación.

Si durante la compactación de la capa de desplante se detectan zonas inestables (rebote elástico), estos se deberán tratar eliminando el material inestable para sustituirlo por material de banco, ya sea material en greña o material grueso dependiendo de la inestabilidad del bache; el relleno de las zonas inestables se hará por capas, con espesor máximo de **veinte (20)** a **treinta (30)** centímetros y compactadas al **noventa por ciento (90%)** de su peso volumétrico seco máximo determinado en el laboratorio mediante la prueba **AASHTO estándar**, si es material en greña y si es material no compactable, éste se deberá bandear con tractor de orugas D-8 o similar, procurando que la banda del tractor pase por lo menos cuatro (4) veces por cada punto de la superficie a tratar.



TERRAPLENES REFORZADOS (EN RAMPAS DE PSV), Según Norma: N-CTR-CAR-1-01-010

Son las estructuras que se construyen adicionándoles al cuerpo de terraplén, elementos transversales metálicos, plásticos o de otro material, que le proporcionan al suelo capacidad para resistir esfuerzos de tensión, permitiendo la construcción con taludes menos tendidos que los que se podrían lograr sin elementos estructurales de contención, formando un muro de contención con el suelo y su refuerzo.

Los materiales utilizados para la construcción de estas estructuras podrán provenir de los cortes o de banco; pero siempre deberán ser compactables y cumplir con la calidad indicada en las normas N-CMT-1-01, Materiales para Terraplén.

Se delimitará la zona de desplante del terraplén reforzado mediante estacas u otras referencias, de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes reforzados, se rellenarán los huecos y preparará el terreno natural en la forma descrita en el párrafo de compactación del terreno natural.

Los materiales usados para el refuerzo, para el acabado de los muros y los procedimientos de colocación en los terraplenes reforzados serán los que indique el proyecto de la patente elegida, previamente aprobada por la Supervisión de Obra.

Sobre la superficie de desplante preparada o una vez compactado el suelo de cada capa tendida y compactada, las piezas o elementos de refuerzo se colocarán de acuerdo con lo indicado en el proyecto de la patente elegida, donde se mencionarán también las dimensiones y características de dicho refuerzo.

El material para la formación del cuerpo del terraplén reforzado, se descargará sobre la superficie donde se extenderá, en cantidad prefijada por estación de veinte (20) metros.

El suelo se preparará hasta alcanzar el contenido de agua de compactación que indique el proyecto, se extenderá cubriendo totalmente los planos horizontales del refuerzo, en capas sucesivas sensiblemente horizontales, con el espesor señalado en el proyecto, alcanzando la parte superior de la línea de los elementos que se coloquen en la orilla del terraplén y se conformará de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme.

Se aplicará energía de compactación hasta alcanzar el **noventa por ciento (90%)** de su peso volumétrico seco máximo determinado en el laboratorio mediante la prueba **AASHTO estándar**, en todo el ancho de la sección reforzada. La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las



tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

De preferencia la compactación en la franja de la orilla exterior del terraplén en un ancho no menor de un (1) metro, se ejecutará con equipo manual, asegurando, en cualquier caso, la correcta alineación de los elementos que se coloquen en la orilla del terraplén.

Entre capa y capa compactada se colocará el refuerzo según lo indicado en el proyecto.

CONSTRUCCIÓN DE LA CAPA SUB-RASANTE UTILIZANDO MATERIAL DE BANCO, Según Norma: N-CTR-CAR-1-01-009

Es la capa última de las terracerías que sirve de transición entre los terraplenes y el pavimento encargada de recibir y resistir las cargas de tránsito transmitidas por el pavimento y a su vez transmitir y distribuir éstas al cuerpo del terraplén.

Se podrán construir con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, pero siempre cumplirán con la calidad indicada en las normas *N-CMT-1-03, Materiales para Subrasante*.

En toda el área por pavimentar y en los anchos señalados en el proyecto geométrico, terminando la construcción y compactación de los terraplenes reforzados en las rampas del PSV; ó la compactación del corte en caja de las ampliaciones, según sea el caso; se procederá a la construcción de la capa **sub-rasante de treinta y cinco (35) cm** de espesor, empleando para ello el material de alguno de los bancos indicados en el estudio de bancos de materiales, se homogenizará la mezcla y se le incorporará la humedad óptima, se tenderá y compactará hasta alcanzar como mínimo el **cien por ciento (100%)** de su peso volumétrico seco máximo determinado en el laboratorio mediante la prueba **AASHTO estándar**.

VI.- PAVIMENTOS

BASE HIDRÁULICA, Según Norma: N-CTR-CAR-1-04-002/11

Es la capa de materiales pétreos seleccionados que se construye generalmente sobre la subbase o la subrasante, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica, la capa de rodadura asfáltica o la carpeta de concreto hidráulico; soportar las cargas que éstas le transmiten aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, y proporcionar a la estructura del pavimento la rigidez necesaria para evitar



deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea.

En toda la longitud del tramo de las rampas del PSV, y en las ampliaciones a nivel, y donde lo indique la Supervisión de Obra, se construirá la capa de base hidráulica con un espesor de veinte (20) centímetros, compactándola hasta alcanzar como mínimo el cien por ciento (100%) de su peso volumétrico seco máximo determinado en el laboratorio mediante la prueba AASHTO modificada. Para la construcción de esta capa, se utilizará material de banco, con tamaño máximo de treinta y ocho (38) mm (1 ½"), de los indicados en el capítulo de bancos de materiales.

Previo a la construcción de la base hidráulica, se verificará que la capa de desplante del pavimento, subrasante o subbase, según sea el caso, esté terminada, dentro de las tolerancias fijadas en las normas, perfectamente compactada y nivelada, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido.

Los acarreos de los materiales hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la base hidráulica, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro.

Se descargará el material sobre la subrasante o la subbase, según sea el caso, en cantidad prefijada por estación de veinte (20) metros, en tramos que no sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar el material. Si el tendido se realiza con extendedora, la descarga se hará directamente en su tolva.

Se preparará el material extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad adecuada y obtener homogeneidad en granulometría y humedad. Si el tendido se realiza con extendedora, la preparación del material se hará previamente a su transporte y su tolva de descarga permanecerá llena para evitar la segregación del material.

Si el mezclado de los materiales se realiza en planta, se observará lo siguiente:



En plantas del tipo pugmill o de tambor rotatorio, la dosificación de los materiales y el agua, se hace por masa.

En mezcladoras de tipo continuo, la dosificación de los materiales y el agua, puede hacerse por masa o por volumen.

El material mezclado se transportará al sitio de su colocación, de forma que no se altere para que pueda ser extendido y compactado.

Si la mezcla de los materiales se hace en el lugar de su utilización, se mezclarán en seco y posteriormente se incorporará el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad adecuada y obtener homogeneidad en granulometría y humedad.

El material se extenderá en todo el ancho de la corona y se conformará de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme.

El material se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar al grado indicado en el proyecto.

A continuación, a la capa extendida se le dará tratamiento de compactación, lo cual se podrá realizar con equipo de compactación tipo rodillo liso, hasta alcanzar el grado indicado en el proyecto.

La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

Una vez compactada la última capa, se tendrán la sección y los niveles establecidos en el proyecto, para lo cual se deberán realizar las siguientes verificaciones con datos topográficos:

El ancho de la corona, medido del eje del camino a la orilla, tendrá una tolerancia de + 5 cm., y el nivel de la superficie en cada punto nivelado respecto al de proyecto tendrá una tolerancia de ± 1.0 cm.



RIEGOS DE IMPREGNACIÓN, Según Norma: N-CTR-CAR-1-04-004/00

Consiste en la aplicación de un material asfáltico, sobre una capa de material pétreo como la base del pavimento, con objeto de impermeabilizarla y favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica. El material asfáltico que se utiliza normalmente es una emulsión, ya sea de rompimiento lento o especial para impregnación, o bien un asfalto rebajado.

Una vez terminada y aceptada la capa de **base hidráulica**, al día siguiente, antes de que se deteriore, con la finalidad de protegerla, en todo su ancho se aplicará el **riego de impregnación**, para lo cual deberá estar previamente humedecida (de forma ligera), barrida y sin materias extrañas, polvo, grasa ó encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido, y se protegerán con papel, cartón o plástico las estructuras (banquetas, guarniciones, camellones, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras) que se pudieran manchar con el producto asfáltico.

De manera uniforme se esparcirá la **emulsión asfáltica tipo ECI-60** o la que recomiende el fabricante para esta actividad, la cual deberá tener un **residuo asfáltico de sesenta por ciento (60%)** aproximadamente; la cantidad de emulsión aplicada podrá variar de **1.0 a 1.5 lts./m²**, dependiendo de la temperatura ambiente y la textura por impregnar.

El riego de impregnación no se aplicará sobre superficies con agua, cuando exista amenaza de lluvia ó esté lloviendo, cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del asfalto sea uniforme y cuando la temperatura de la superficie por impregnar, esté por debajo de los 15°C.

Si es necesario abrir al tránsito, después de fraguada la emulsión se cubrirá la superficie impregnada con un **poreo de arena** a razón de **3 a 5 lts/m²**.

La emulsión asfáltica empleada en el riego de impregnación deberá cumplir con los requisitos de calidad señalados en la norma N-CMT-4-05-001/06 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte, Normas, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La penetración del riego de impregnación debe ser mayor o igual a cuatro (4) milímetros.

No se iniciará la construcción de la siguiente capa sino hasta que haya pasado el tiempo suficiente para que el material aplicado en el riego de impregnación penetre y el agua o solvente, según sea el caso, se haya eliminado.



RIEGO DE LIGA, Según Norma: N-CTR-CAR-1-04-005/00

Consiste en la aplicación de un material asfáltico sobre una capa de pavimento, con objeto de lograr una buena adherencia con otra capa de mezcla asfáltica que se construya encima. Normalmente se utiliza una emulsión asfáltica de rompimiento rápido.

El riego de liga se aplicará una vez fraguado el riego de impregnación, con la superficie de la base seca, barrida, sin polvo, libre de materiales extraños y de encharcamientos de agua y sin deterioros, y una vez protegidos con papel, cartón o plástico las estructuras (banquetas, guarniciones, camellones, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras) que se pudieran manchar con el producto asfáltico.

Se aplicará uniformemente un riego de **emulsión asfáltica de rompimiento rápido**, tipo **ECR-65** ó similar con un contenido de **65% mínimo de residuo asfáltico**, en una cantidad aproximada de **0.5 a 1.0 lts/m²**., dependiendo de la textura que acuse la superficie impregnada.

La superficie cubierta por el riego de liga, deberá permanecer cerrada a cualquier tipo de tránsito hasta que se construya la carpeta asfáltica.

La emulsión asfáltica empleada en el riego de liga deberá cumplir con los requisitos de calidad señalados en la norma N-CMT-4-05-001/06 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte, Normas, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN CALIENTE, Según Norma: N-CTR-CAR-1-04-006/14

Las carpetas asfálticas con mezcla en caliente son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico, modificado o no, utilizando calor como vehículo de incorporación, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Estas carpetas, debido a que generalmente tienen espesores mayores de cuatro (4) centímetros, tienen la función estructural de soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento.

En los anchos señalados en el proyecto geométrico y en toda la longitud de trabajo, se tenderá y compactará una carpeta de concreto asfáltico en un espesor de **once (11) centímetros** compactos.



Se recomienda que la formación y compactación de la carpeta asfáltica se realice como se explica a continuación:

La superficie sobre la que se colocará, estará debidamente terminada dentro de las líneas y niveles, exenta de basura, piedras, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido

Primeramente, se deberá aplicar un riego de liga en la forma descrita en los párrafos superiores, y en cuanto el proceso de rompimiento de la emulsión haya terminado, se extenderá con máquina pavimentadora autopropulsada Finisher el volumen necesario de concreto asfáltico elaborado en caliente, para que al compactarse al **95%** de su peso volumétrico máximo determinado en el laboratorio mediante el procedimiento **Marshall**, se obtenga una carpeta con un espesor de **once (11) centímetros**.

El tendido se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la pavimentadora.

El tamaño máximo del agregado de la mezcla, será de $\frac{3}{4}$ " a finos y el cemento asfáltico para aglutinar el pétreo será del tipo AC-20, debiendo cumplir con los requisitos de calidad señalados en la norma N-CMT-4-05-001/06 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte, Normas, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Se recomienda, además para obtener una mejor calidad de la mezcla, que la granulometría del pétreo se dosifique en peso con cuarenta y cinco por ciento (45%) de grava, cincuenta por ciento (50%) de arena y cinco por ciento (5%) de partículas finas.

No obstante, el proporcionamiento se determinará mediante un diseño de mezclas asfálticas de granulometría densa en caliente, para obtener las características que señalan las normas, este diseño será responsabilidad del Contratista de Obra.

La mezcla asfáltica al extenderse tendrá una temperatura de ciento cuarenta grados centígrados (140° C), y la compactación deberá iniciarse cuando tenga una temperatura en un rango de ciento diez grados centígrados (110° C) y ciento cuarenta grados centígrados (140° C), con un rodillo liso ligero tipo tándem de cuatro (4) a seis (6) toneladas, para lograr el acomodo de las partículas; posteriormente se compactará con el compactador de neumáticos autopropulsado y al final con un rodillo liso tipo tándem con un peso de ocho (8) a diez (10) toneladas, el cual borrarán las huellas dejadas por el neumático.



La compactación se hará longitudinalmente a la carretera, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

La superficie de la carpeta quedará limpia y presentará una textura y acabado uniformes.

No se deberá tender carpeta asfáltica sobre encharcamientos de agua, cuando esté lloviendo o cuando exista amenaza de lluvia, tampoco cuando la temperatura ambiente sea igual o menor de quince grados centígrados (15° C).

RIEGO DE SELLO CON MATERIAL PREMEZCLADO, Según Norma: N-CSV-CAR-3-02-002/00 (Concepto a criterio de la Dependencia)

Este trabajo se ejecutará en todo el tramo de proyecto donde se construya la carpeta asfáltica.

Se recomienda la aplicación del riego de sello aun cuando el valor de la permeabilidad de la carpeta asfáltica fuera menor de diez (10) ya que la finalidad de este trabajo, va más allá del abatimiento de la permeabilidad, logrando además una superficie de rodamiento antiderrapante, antireflejante y como protección en general del pavimento construido.

Se utilizará **material pétreo 3-A** y **emulsión asfáltica de rompimiento rápido**.

Este trabajo se ejecutará en los tramos donde se ha construido la carpeta asfáltica y en términos generales, se procederá de acuerdo con las etapas siguientes:

A.- PREPARACIÓN DEL MATERIAL PETREO PREMEZCLADO

Al material pétreo se le dará un tratamiento previo de premezclado con emulsión asfáltica tipo **ECR-65** o la que recomiende el fabricante, diluida como se indica a continuación:

a).- El material pétreo a tratar será colocado en una plataforma de trabajo limpia de impurezas en condiciones que evite su contaminación con las maniobras de premezclado.

b).- El material pétreo será acamellonado de manera similar a como se elabora una mezcla asfáltica por el sistema de mezcla en el lugar.

c).- La emulsión asfáltica recomendada se diluirá con agua en proporción en volumen, de cuarenta por ciento (40%) de emulsión y sesenta por ciento (60%) de agua exenta de contaminantes, cuidando que sea a la emulsión a la que se le incorpore el agua y no en forma inversa; la mezcla deberá tener una consistencia homogénea.



d).- Sobre el material pétreo se aplicará la disolución de emulsión-agua previamente calentada a una temperatura entre treinta (30) y cuarenta grados centígrados (40° C), en proporción aproximada de 140 litros por cada metro cúbico de material pétreo, cuidando que el residuo asfáltico de la mezcla sea de 2.5% en peso ó el que en su momento sea determinado por el laboratorio encargado del control de calidad.

e).- El mezclado deberá realizarse en forma rápida, antes de que ocurra el rompimiento de la emulsión, obteniéndose un producto homogéneo.

B.- APLICACIÓN DEL RIEGO DE SELLO PREMEZCLADO

a).- Antes de aplicar el riego de sello, la superficie por cubrir deberá estar seca y deberá ser barrida para dejarla exenta de materias extrañas y polvo.

b).- Se dará el riego con emulsión asfáltica tipo **ECR-65**, en cantidad que podrá variar de uno punto cero (1.0) a uno punto cuatro (1.4) lts/m².

c).- Una vez aplicado el riego de emulsión, se aplicará una capa del material premezclado: material pétreo 3-A - emulsión, en cantidad que podrá variar de diez (10) a doce (12) lts./m².

d).- El tendido del material premezclado se dará con esparcidores mecánicos, e inmediatamente después, para lograr una mejor distribución del mismo, se le pasará una rastra ligera de cepillos de fibra ó de raíz, dejando así la superficie exenta de ondulaciones, bordos y depresiones.

e).- Una vez tendido y rastreado el material, se planchará inmediatamente con rodillo liso metálico tipo Tándem con peso comprendido entre 4,500 y 7,000 kg.; únicamente para acomodar las partículas del material, teniendo especial cuidado para no fracturarles por exceso de planchado, para lo cual se recomienda que pase dos (2) veces por cada punto de la superficie por tratar.

f).- A continuación se planchará con compactador de llantas neumáticas con peso comprendido entre cinco mil (5,000) y siete mil (7,000) kilogramos, pasando una rastra de cepillos de fibra o de raíz las veces que se considere necesario, para mantener uniformemente distribuido el material y evitar que se formen bordos y ondulaciones. Los compactadores de llantas neumáticas se pasarán alternadamente con la rastra, el tiempo necesario para asegurar que el máximo del material pétreo se adhiera al material asfáltico. Cuando la Supervisión de Obra o la Dependencia autoricen que se abra al tránsito el camino, se continuará rastreando para evitar que se formen ondulaciones con el material pétreo excedente. Cuando se observe, en ambos casos, que ya no se adhiere más material pétreo, se recolectará todo el



sobrante, con cepillos de fibra ó raíz y se removerá al lugar que señale la supervisión de obra, dejando la superficie libre de material suelto.

No debe aplicarse emulsión asfáltica con temperatura ambiente igual o menor de 15° C, ni cuando amenaza lluvia o soplen vientos fuertes. La emulsión asfáltica debe aplicarse con temperatura mínima de cincuenta grados centígrados (50° C) y cuando la temperatura ambiente sea superior a quince grados centígrados (15° C) pero igual o menor de veinte grados centígrados (20° C) debe calentarse de sesenta (60) a setenta grados centígrados (70° C), así como aumentar el número de pasadas del compactador de neumáticos.

El riego de sello premezclado es más aconsejable que el tradicional, puesto que tiene la ventaja de un menor desprendimiento de partículas pétreas por encontrarse cubiertas al 100% con la emulsión asfáltica.

VII.- OBRAS COMPLEMENTARIAS

Una vez terminados los trabajos de terracerías y pavimentos o de forma intermedia, se procederá a la construcción de las obras de drenaje longitudinal y obras complementarias indicadas en el proyecto o por la Supervisión de Obra, las cuales se ejecutarán de acuerdo con lo señalado en las siguientes normas:

N-CTR-CAR-1-02-010/00. Guarniciones y Banquetas

N-CTR-CAR-1-03-003/00. Cunetas

N-CTR-CAR-1-03-005/00. Revestimiento de Canales

N-CTR-CAR-1-03-006/00. Lavaderos

N-CTR-CAR-1-03-007/00. Bordillos

Las dimensiones, características y cantidades de estas obras, así como los sitios donde se colocarán, serán las indicadas en el proyecto de obras de drenaje.

GUARNICIONES Y BANQUETAS, Según Norma: N-CTR-CAR-1-02-010/00

GUARNICIONES Y BANQUETAS

Las guarniciones son los elementos parcialmente enterrados, comúnmente de concreto hidráulico o mampostería, que se emplean principalmente para limitar las banquetas, franjas separadoras centrales, camellones o isletas y delinear la orilla del pavimento. Pueden ser colados en el lugar o precolados.

Las banquetas son las zonas destinadas al tránsito de peatones en puentes y vialidades urbanas.



Guarniciones

Se construirán guarniciones de concreto hidráulico $f'c=150$ kg/cm², con las dimensiones señaladas en el proyecto de obras complementarias.

Previamente a la construcción de guarniciones y banquetas, se efectuará un premarcado de los niveles y alineamientos, de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

Para desplantar la guarnición se hará una excavación de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

Sobre el fondo de la excavación se tenderá, apisonándola, una capa de arena de diez (10) centímetros de espesor, que servirá de desplante para la guarnición.

La guarnición se construirá sobre la capa de arena, dentro de la excavación.

Para el colado de las guarniciones podrá usarse una máquina extruidora autopropulsada para concreto hidráulico, con formas o moldes deslizantes que produzcan la guarnición con la sección transversal requerida.

Cuando las guarniciones sean coladas en el lugar utilizando procedimientos manuales, se utilizarán moldes rígidos colocados sobre la superficie de desplante, con la suficiente rigidez para que no se deformen durante las operaciones de vaciado y vibrado, ajustados perfectamente para evitar escurrimientos de lechada por las juntas.

Cuando la construcción de las guarniciones se haga manualmente, el vaciado se hará en forma continua, tendiéndose en dos (2) capas de igual espesor.

Las juntas de construcción y dilatación se harán a cada tres (3) metros de distancia, mediante separadores metálicos de tres (3) milímetros de espesor y una profundidad de veinticinco (25) centímetros. Los separadores se limpiarán y engrasarán perfectamente antes de la colocación del concreto y se retirarán cuidadosamente de tres (3) a cinco (5) horas después del colado.

Banquetas

Se construirán banquetas de concreto hidráulico $f'c=100$ kg/cm², con las dimensiones señaladas en el proyecto de obras complementarias.

Cuando las banquetas sean coladas en el lugar, se utilizarán moldes rígidos colocados sobre la superficie de desplante, con la suficiente rigidez para que no se deformen durante las operaciones de vaciado y vibrado.

El colado de las banquetas de concreto simple se hará por tableros alternados en tramos no mayores de dos (2) metros, medidos paralelamente a la guarnición.



El nivel de la banqueteta, en su extremo colindante, coincidirá con el de la guarnición. Las banquetetas de concreto recién coladas se protegerán del paso de los peatones durante un tiempo mínimo de veinticuatro (24) horas.

Guarniciones y Banquetas Precoladas

Cuando se empleen piezas precoladas, el proyecto indicará el procedimiento de fabricación, colocación, tipo de anclaje y tratamiento de las juntas.

La longitud máxima de las piezas de guarnición en curva con radios mayores de quince (15) metros, serán de un (1) metro y en curva con radios menores de quince (15) metros, serán de cero coma cinco (0,5) metros.

Las guarniciones precoladas se colocarán antes de la construcción de la carpeta; si llegase a ocurrir lo contrario y la capa de rodamiento es asfáltica, la carpeta se construirá cinco (5) centímetros más ancha, para posteriormente cortar con sierra el sobrante y colocar las guarniciones.

Las piezas de banqueteta previamente humedecidas se irán colocando y asentando sobre un mortero de cemento y arena en proporción uno a tres (1:3) en volumen, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

Acabados

El acabado de las guarniciones y banquetetas será el establecido en el proyecto o por la supervisión de obra, uniforme, sin protuberancias ni oquedades.

Las aristas de las guarniciones y banquetetas serán acabadas antes de que endurezca el concreto mediante un volteador, formando curvas suaves con radio máximo de cinco (5) milímetros.

Las guarniciones se pintarán considerando lo establecido en la Norma N·CTR·CAR·1·07·002, Marcas en Guarniciones.

Sobre el concreto fresco de las banquetetas, se hará un escobillado de acuerdo con lo establecido en el proyecto o indicado por la supervisión de obra.

VIII.- SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, Según Norma: N-CTR-CAR-1-07-005/00

Una vez terminada la superficie de rodamiento asfáltica, se aplicarán las marcas, dispositivos y señales elevadas sobre el pavimento y sobre objetos adyacentes a este, tal como se indica en los planos de proyecto de señalamiento horizontal y vertical y/o lo que ordene la Supervisión de obra, las cuales se ejecutarán de



acuerdo con lo señalado en la **Normativa para la Infraestructura del Transporte, Normas, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes**, según lo indicado en las siguientes normas:

N-CTR-CAR-1-07-001/00. Marcas en el pavimento

N-CTR-CAR-1-07-002/00. Marcas en guarniciones

N-CTR-CAR-1-07-003/00. Marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodamiento

N-CTR-CAR-1-07-004/00. Vialitas y botones

N-CTR-CAR-1-07-005/00. Señales verticales bajas

N-CTR-CAR-1-07-006/00. Señales verticales elevadas

N-CTR-CAR-1-07-007/00. Indicadores de alineamiento

N-CTR-CAR-1-07-016/00. Señalamiento y dispositivos para protección de obra.

IX.- ESPECIFICACIONES GENERALES

Espesores

Los espesores que han sido indicados en éstos Trabajos por Ejecutar, corresponden al material ya compactado al grado que en cada caso fue señalado.

Dosificaciones

Las dosificaciones de los materiales pétreos, asfálticos y aditivos que se indican en estos Trabajos por Ejecutar, son aproximadas y las definitivas serán las que proporcione la Dependencia como resultado de las pruebas de laboratorio que en cada caso se lleven a cabo.

Calidad de los materiales

Los materiales a que se refieren estos Trabajos por Ejecutar, deberán cumplir sin excepción con los requisitos que se indican en las **Normativa para la Infraestructura del Transporte, Normas, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes** en sus libros y capítulos siguientes:

LIBRO: CAL. CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

PARTES: 1. Control de calidad
2. Aseguramiento de calidad

LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

PARTES: 1. Materiales para terracerías



2. Materiales para estructuras
3. Materiales para obras de drenaje y subdrenaje
4. Materiales para pavimentos
5. Materiales para señalamiento y dispositivos de seguridad
6. Materiales diversos

LIBRO: MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBAS DE MATERIALES

- PARTES:
1. Suelos y materiales para terracerías
 2. Materiales para estructuras
 3. Materiales para obras de drenaje y subdrenaje
 4. Materiales para pavimentos
 5. Materiales para señalamiento y dispositivos de seguridad
 6. Materiales diversos

CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo tiene como finalidad apoyar a los alumnos recién egresados de la Facultad de Ingeniería Civil, estableciendo la metodología e integración de proyectos ejecutivos para carreteras, caminos y vialidades urbanas.

De acuerdo al índice, una vez contratado el proyecto ejecutivo, se recabará toda la información de campo (topografía a detalle; en este levantamiento se reflejarán guarniciones, registros de drenaje y diámetros de tubería, postes de diversas dependencias, señalamiento existente, paramentos de construcciones para posibles afectaciones, todos los elementos existentes en la posible trayectoria de solución) que permita definir alternativas de solución geométrica que sean factibles de realizar tanto económicas como técnicas, las cuales se presentarán a la dependencia, siendo evaluadas y determinando la mejor propuesta de solución la cual será desarrollada como propuesta definitiva.

Para desarrollar los conceptos mencionados en el índice se deben realizar estudios básicos y especializados cuando se requiera, conocer la normatividad vigente, tomar en cuenta las variables propias de este tipo de proyecto con lo cual se estará en condiciones de desarrollar la mejor solución posible de ingeniería.



BIBLIOGRAFIA

- (1) Instructivo para ensayos de suelos, SARH, México, 1970.
- (2) Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones, Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, Abril de 2001.
- (3) Rico y Del Castillo, La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, Volumen 2.
- (4) V Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, Tomo I, pp IV-44, 1970, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos
- (5) Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras , editado por la Direccion General de Servicios Tecnicos. (2016)
- (6) Normas de Servicios técnicos 2.01.01
- (7) "Manual de dispositivos para el control del transito en calles y carreteras", en el manual denominado "practica recomendada para el señalamiento horizontal en calles y carreteras", y en las "normas de señalamiento horizontal y vertical" n-pry-car-10-01-001 al 009, editadas por la s.c.t. federal.
- (8) Proyecto de norma oficial mexicana proy-nom-034-sct2-2011, señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas.
- (10) N-CMT-5-03-001/00, características de los materiales, 5. materiales para señalamiento y dispositivos de seguridad, 03. materiales reflejantes, 001. calidad de películas retroreflejantes.
- (11) N-CMT-5-01-002/05, características de los materiales, 5. materiales para señalamiento y dispositivos de seguridad, 01. pinturas, 002. pinturas para señalamiento vertical.
- (12) N-CMT-5-01-001/05, características de los materiales, 5. materiales para señalamiento y dispositivos de seguridad, 01. pinturas, 001. pinturas para señalamiento horizontal.
- (13) Standard Specifications For Highway Bridges Adopted by the American Association of State Highway and Transportation Officials, 1992.
- (14) Programa de cálculo de trabes; Works, versión 4.0 hoja de cálculo, 1984
- (15) Manual de diseño de obras civiles, diseño por sismo; comisión federal de electricidad, 1993.
- (16) Programa de dibujo Autocad versión 2010.
- (17) Norma NOM-013-ENER-2013 por el que se aprueba el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalación de Alumbrado Exterior.