



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Proyecto estructural de un paso
vehicular**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Javier Andrés Pérez Orenda

ASESOR DE INFORME

M. en I. Miguel Ángel Rodríguez Vega



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN

| | |
|---|----|
| I. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA LABORAL..... | 5 |
| 1.1 GRUPO TRIADA | 5 |
| 1.2 DESEMPEÑO EN GRUPO TRIADA | 7 |
| 1.3 DESEMPEÑO COMO EMPRENDEDOR | 9 |
| II. PROYECTO: AMPLIACIÓN DE UN PASO INFERIOR VEHICULAR | 10 |
| 2.1 MARCO CONCEPTUAL Y METODOLOGÍA GENERAL PARA LA ELABORACIÓN DE UN PROYECTO ESTRUCTURAL DE UN PUENTE O ESTRUCTURA SIMILAR | 11 |
| 2.2 AMPLIACIÓN DEL PASO INFERIOR VEHICULAR 35+100: PROYECTO ESTRUCTURAL | 13 |
| III. APORTACIONES A LA SOCIEDAD | 46 |
| IV. CONCLUSIONES | 47 |

FUENTES CONSULTADAS

BIBLIOGRAFÍA

FUENTES ELECTRÓNICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS Y FOTOGRAFÍAS

| | |
|---|-------|
| Figura 1. Estructura orgánica de Grupo Triada | 6 |
| Figura 2. Localización geográfica del P. I. V. 35+100 | 14 |
| Figura 3. Fotografía de la vista general del P.I.V. en dirección a Uruapan | 15 |
| Figura 4. Fotografía de la vista general del P.I.V. en dirección a Pátzcuaro | 16 |
| Figura 5. Fotografía de la vista general de la superficie de rodamiento | 16 |
| Figura 6. Fotografía del estribo no.1 | 17 |
| Figura 7. Fotografía del estribo no.2 | 17 |
| Figura 8. Vista en elevación de la estructura 35+100 | 19 |
| Figura 9. Vista en planta de la estructura 35+100 | 20 |
| Figura 10. Croquis de rasante (alineamiento vertical) | 21 |
| Figura 11. Croquis del alineamiento horizontal | 21 |
| Figura 12. Sección transversal | 21 |
| Figura 13. Vista en planta de los datos geométricos | 22 |
| Figura 14. Tabla de datos geométricos | 23 |
| Figura 15. Hoja de cálculo de superestructura | 24-31 |
| Figura 16. Reacciones de superestructura | 32 |
| Figura 17. Croquis de estribo No.1 | 33 |
| Figura 18. Hoja de cálculo revisión de estribo no.1 | 34-35 |
| Figura 19. Vista general | 36 |
| Figura 20. Vista general del modelo y secciones de los elementos | 37 |
| Figura 21. Geometría del modelo | 37 |
| Figura 22. Carga muerta | 38 |
| Figura 23. Carga viva | 38 |
| Figura 24. Sismo en X | 39 |
| Figura 25. Sismo en Y | 39 |
| Figura 26. Refuerzo en cm ² para condición más desfavorable (COMB 1) | 40 |
| Figura 27. Hoja de cálculo diseño de la zapata | 41-44 |

INTRODUCCIÓN

Es sabido por todos, que las vías de comunicación terrestre son un factor importante en el desarrollo económico y social del territorio nacional, puesto que éstas atienden las necesidades de conectividad entre los grandes centros urbanos, puertos y medios rurales. Las carreteras provocan la transformación de los patrones de distribución de la población además de apoyar directamente las actividades productivas del país. De aquí se desprende la importancia que adquiere la planificación, proyección y construcción de caminos y carreteras a lo largo y ancho del territorio mexicano.

De acuerdo con datos revelados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S. C. T.), México cuenta con 370 mil km de carreteras divididas en tres grandes grupos: red federal (15%), red alimentadora (22%) y red rural (63%). Donde se estima que existan cerca de 16 mil puentes o estructuras similares. Sin embargo, a pesar de que en los últimos años se ha logrado tener un crecimiento significativo en el sector, se requiere continuar con los trabajos de construcción, modernización y conservación de carreteras.

Para realizar dichos trabajos de ingeniería civil se requieren profesionistas capacitados y comprometidos con la sociedad, el medio ambiente y el país. Es por eso, que el presente documento pretende dar a conocer la experiencia laboral del sustentante en el área de estructuras aplicada a las vías terrestres: puentes, pasos inferiores vehiculares (P.I.V.), pasos superiores vehiculares (P.S.V.), pasos inferiores o superiores peatonales convencionales o con rampas (P.I.P., P.S.P., P.I.P.R. o P.S.P.R.) y muros de contención, mediante la presentación de la metodología general para la elaboración de un proyecto estructural de un puente o estructura similar. Que si bien sirve como guía para realizar un proyecto no es la única manera de llevarlo a cabo.

El presente documento se encuentra dividido en cuatro apartados: el primero contiene la exposición de mi experiencia laboral, en él hago una reseña de la empresa en la que trabajo, los proyectos en los que he participado y las actividades que he desarrollado; en el segundo explico cómo se realiza un proyecto estructural de un puente y presento un caso de aplicación donde puse en práctica mis habilidades ingenieriles; en el tercero se menciona cual es la aportación del ingeniero civil a la sociedad y por último en el cuarto presento las conclusiones de este documento.

I. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA LABORAL

Al egresar de la facultad de ingeniería y haber prestado el servicio social en el “departamento de estructuras” de la dirección general de carreteras en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, me incorporé al campo laboral como parte de Grupo Triada, el cual cuenta con 144 empleados y ha sido distinguido por su constante participación en proyectos de desarrollo de infraestructura del país. En este apartado muestro una breve reseña de la empresa y parte de mi desarrollo profesional en la misma.

1.1 GRUPO TRIADA

Es un grupo de empresas privadas mexicanas con sede en la Ciudad de México dedicado a proporcionar servicios de ingeniería y consultoría, con especialidad en proyectos de infraestructura del transporte. Ha sido reconocido como líder en el diseño y participación en puentes de gran claro.

Una de las preocupaciones de Grupo Triada, es que además de contemplar las variables de tiempo, costo y calidad, añade una vinculada con calidad en el servicio, que es la “satisfacción del cliente-usuario”. Dentro de los servicios que ofrece se encuentran: estudios básicos, gerencia de proyectos, supervisión de obra, diseño, gerencia de construcción y control de calidad.

La trayectoria y experiencia de la empresa se ven reflejadas en obras de alta calidad como:

- Puentes: Puente Baluarte, Puente Chiapas, Puente Quetzalápa, Puente Santa Lucía, Puente Barranca El Zapote, Puente Barranca El Cañón y Puente Río Papaloapan.
- Autopistas: Autopista Mitla-Tehuantepec, Autopista México-Tuxpan, Autopista Perote Banderilla y Lib. Xalapa.
- Otros Proyectos: Coordinación de 128 Puentes en el Plan Nuevo Guerrero, Túneles en la Autopista Durango-Mazatlán, Centro Médico Nacional “La raza”, Entronque Constituyentes-Reforma, Distribuidor Vial San Antonio, Libramiento de Tulancingo, Viaducto Alterno Puerto Progreso, Yucatán, Tren Interurbano México- Toluca.

Entre su cartera de clientes figuran tanto organismos públicos como empresas de la iniciativa privada, tales como:

- Organismos Públicos: Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C.; Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos,; Comisión Federal de Electricidad; Gobierno del Distrito Federal; Instituto Mexicano del Seguro Social y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Iniciativa Privada: Aeropuertos del Sureste, S.A. de C.V.; Autopistas Michoacán SAPI de C.V.; Carso Infraestructura y Construcción; Concesionaria Autopista Perote Xalapa, S.A. de C.V.; Concesionaria Bicentenario, S.A. de C.V.; Constructora de Proyectos Viales de México, S.A. de C.V.; Ferrocarril Mexicano, S.A. de C.V.; Fondo Nacional de Infraestructura; Grupo BAYSA, S.A. de C.V.; Grupo México; INE, S.A. de C.V.; INVEX Grupo Financiero; Isolux de México, S.A. de C.V.; Kansas City Southern de México, S.A. de C.V.; Promotora y Consultora de Ingeniería, S.A. de C.V. y Tradeco Infraestructura, S.A. de C.V.

La estructura orgánica de la empresa está conformada por la dirección general y cinco departamentos: recursos humanos, estudios, gerencia de proyectos y supervisión de obra, estructuras y pavimentos.

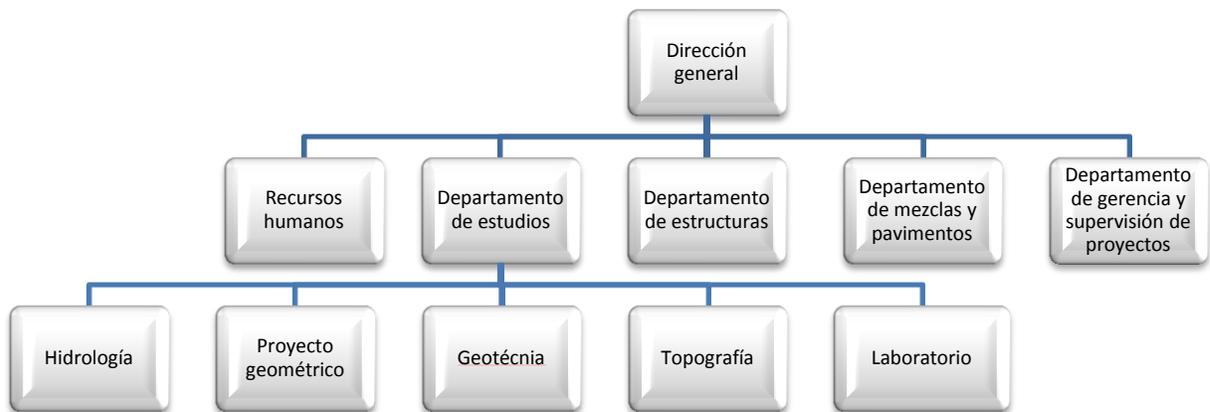


Figura 1. Estructura orgánica de Grupo Triada

FUENTE: Creación propia

1.2 DESEMPEÑO EN GRUPO TRIADA

Ingresé en 2012 al departamento de estructuras como pasante de ingeniería y durante cuatro años de labor, he participado en numerosos proyectos de infraestructura en diferentes tramos carreteros, proyectos de muros de contención, proyectos de puentes o similares, inspecciones del estado actual de puentes, pasos vehiculares y pasos peatonales, los cuales se enlistan a continuación:

2012

1. Proyecto carretero para la ampliación de la autopista La Pera – Cuautla. Elaboré el proyecto de un paso inferior peatonal con rampa (P.I.P.R.) en el Entronque Tepoztlán.
2. Proyecto carretero: Libramiento norte de Puebla. Obtuve los datos geométricos de las estructuras.
3. Proyecto as building del Puente Baluarte. Elaboré generadores para la cuantificación de dovelas.
4. Contrato plurianual de conservación de carreteras (C.P.C.C.) del estado de Tlaxcala. Realicé la inspección general del estado de los puentes y elaboré reportes de inspección.
5. Revisión de proyectos de ampliación de estructuras en la carretera transpeninsular Benito Juárez. Realicé la inspección general de reconocimiento de las estructuras y elaboré reportes.

2013

1. Proyecto de ampliación de las carreteras Cosoleacaque – Acayucan y San Andrés Tuxtla – Catemaco. Elaboré proyectos de muros de contención.
2. Viaducto alternativo Puerto Progreso. Obtuve los datos geométricos de la estructura.
3. Distribuidor vial Chamapa – Santa Fe. Obtuve los datos geométricos y elaboré los dibujos base.
4. 2013-2014 Proyecto constructivo integral de camino troncal, entronques y estructuras para una carretera tipo A4-S del km 0+000 al 40+000, en el tramo Guamuchil-Estación Naranja de la autopista Guamúchil-Estación Don. Elaboré anteproyectos, obtuve los datos geométricos y elaboré los dibujos base de las estructuras.
5. Proyecto de conservación carretera en la autopista Guadalajara – Colima. Realicé la inspección general del estado de los puentes, elaboré reportes de inspección e hice la propuesta de trabajos para su rehabilitación y conservación.

2014

1. Proyectos de ampliación en la carretera Cd. Valles – Tampico. Ayudé en la elaboración de los proyectos de estructuras.
2. Libramiento Sur de Celaya. Adecué y modifiqué el proyecto integral de estructuras respecto a los requerimientos del cliente.
3. Proyecto de conservación carretera en la autopista Durango – Mazatlán. Realicé la inspección general del estado de los puentes y elaboré reportes de inspección de acuerdo con los formatos establecidos por CAPUFE.
4. Proyecto de conservación carretera en la autopista México – Puebla. Realicé la inspección general del estado de los puentes y elaboré reportes de inspección.
5. Libramiento Chilpancingo. Elaboré proyectos de muros de contención.
6. Proyecto de ampliación de la carretera Villa Victoria – El Oro. Elaboré proyectos de muros de contención.
7. Proyecto de modernización de la carretera Pátzcuaro – Uruapan. Elaboré proyectos de estructuras.

2015

1. Proyecto de modernización de la carretera México – Puebla. Elaboré proyectos de estructuras.
2. Proyecto de modernización de la carretera Pátzcuaro – Uruapan. Elaboré proyectos de estructuras.
3. Proyecto de ampliación de la carretera Villa Victoria – El Oro. Elaboré proyectos de muros de contención.
4. Proyecto de modernización de la carretera Cosoleacaque – Acayucan. Elaboré proyectos de muros de contención, de pasos peatonales y coordiné el proyecto en general.

2016

1. Proyecto de modernización de la carretera Cosoleacaque – Acayucan. Elaboré proyectos de muros de contención, de pasos peatonales y coordiné el proyecto en general.

1.3 DESEMPEÑO COMO EMPRENDEDOR

De manera paralela he incursionado al ámbito emprendedor, creando en 2012 un grupo constructor y de ingeniería que me ha ayudado a complementar mi actividad profesional y así poner en práctica diversos conocimientos adquiridos durante mi formación escolar con el compromiso de poner mis servicios a disposición de la población y aportar en el desarrollo urbano de la ciudad.

2013-2014 Plaza Comercial “La Estación”. Proyecté, planeé, supervisé, controlé y registré el avance de obra.

2014-Actual Proyectos de remodelación en viviendas y comercios. Proyecté, cuantifiqué, planeé, supervisé, controle y registré el avance de obra.

2015-Actual Desarrollo de una nueva vivienda. Proyecté, cuantifiqué, planeé, supervisé, controlé y registre el avance de obra.

II. PROYECTO: AMPLIACIÓN DE UN PASO INFERIOR VEHICULAR

Sin lugar a dudas, todos los proyectos en los que he participado en Grupo Triada han hecho aportaciones a mi formación profesional. Sin embargo el Proyecto “Paso Inferior Vehicular 35+100” es el proyecto de mayor relevancia porque fue el primero en el que estuve completamente a cargo, lo que significó coordinar todas las etapas del proyecto y verificar la información que contenía la entrega final.

Para lograr llevarlo a cabo de la mejor manera posible, no puedo dejar de lado la importancia de mi formación académica, ya que es la que me otorgó los elementos teóricos fundamentales para desarrollar mis capacidades y habilidades en la materia.

Cabe destacar la capacidad autodidacta de aprendizaje que fomenta la Facultad de Ingeniería a través de sus profesores y el excelente nivel académico que se maneja y gracias a la formación recibida dentro de las aulas he podido realizar trabajos fundamentados en la teoría acompañados del criterio desarrollado con el paso del tiempo.

Dicha teoría está relacionada con temas que van desde geomática, geometría analítica y trigonometría, necesarias para interpretar planos topográficos, visualizar y calcular puntos en el espacio hasta temas de mecánica de materiales, diseño estructural e integración de proyectos que ayudan a la comprensión del comportamiento del concreto reforzado, el diseño de elementos estructurales y la generación final del proyecto estructural; por mencionar algunas.

Por otra parte, para desarrollarme en el área de estructuras aplicadas a las vías terrestres fue necesario poner en práctica esa capacidad autodidacta de aprendizaje mencionada anteriormente, ya que fueron escasas las referencias que se hicieron sobre puentes y los conceptos que los rodean durante la formación escolar, así como los reglamentos que se utilizan para su diseño.

2.1 MARCO CONCEPTUAL Y METODOLOGÍA GENERAL PARA LA ELABORACIÓN DE UN PROYECTO ESTRUCTURAL DE UN PUENTE O ESTRUCTURA SIMILAR

A. Marco conceptual

Con el fin de facilitar al lector ajeno a la ingeniería civil, presento un marco conceptual que permite clarificar los conceptos vitales relacionados al proyecto paso inferior vehicular 35+100 del proyecto de modernización de la carretera Pátzcuaro-Uruapan.

Los conceptos presentados fueron tomados de la normativa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del libro “proyecto”, el tema “carreteras” en su apartado “6. Proyecto de puentes y estructuras similares” donde se define como:

Puente: Estructura con longitud mayor de seis metros, que se construye sobre corrientes o cuerpos de agua y cuyas dimensiones quedan definidas por razones hidráulicas.

Paso inferior vehicular (P.I.V.). Estructura que se construye en un cruce de la carretera de referencia por debajo de otra vialidad y cuyas dimensiones quedan definidas por las características geométricas y rasantes de ambas vialidades.

Paso inferior peatonal (P.I.P.). Estructura destinada exclusivamente al paso de personas, que se construye por encima de la carretera de referencia y cuyas dimensiones quedan definidas por las características geométricas y rasante de la vialidad que cruza.

Por otro lado, en las normas de servicios técnicos, en el libro “proyecto geométrico-carreteras” de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes se conceptualiza como:

Alineamiento horizontal. Proyección del eje de proyecto de una carretera sobre un plano horizontal.

Alineamiento vertical. Proyección del desarrollo del eje de proyecto de una carretera sobre un plano vertical.

Bombeo. Pendiente transversal descendente de la corona o subcorona, a partir de su eje y hacia ambos lados, en tangente horizontal.

Hombro. En sección transversal, punto de intersección de las líneas definidas por el talud del terraplén y la corona o por ésta y el talud interior de la cuneta.

Pendiente. Relación entre el desnivel y la distancia horizontal que hay entre dos puntos.

Rasante. Proyección del desarrollo del eje de la corona de una carretera sobre un plano vertical.

Sección transversal. Corte vertical normal al alineamiento horizontal de la carretera.

Así también cabe mencionar que para el diseño de la estructura es necesario apoyarse en:

- “Standard specifications for highway bridges”, American association of state highway and transportation officials.
- “Términos de referencia para proyectos constructivos de puentes”, Subsecretaría de Infraestructura, Dirección de Carreteras Federales, Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

B. Metodología general para la elaboración de un proyecto estructural de un puente o estructura similar

Empezamos con la elaboración del proyecto de un puente, un P.S.V., un P.I.V. o un P.I.P. cuando el nuevo trazo carretero requiere librar algún obstáculo, llámese río u otro camino dependiendo la estructura de la que se trate. Si nuestro caso es de ampliación o modernización, es importante analizar la información de la estructura existente para poder homologar la propuesta de solución que se haga.

Para elaborar el anteproyecto con la propuesta de solución y someterlo a aprobación por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, es necesario contar con la siguiente información:

- Estudio topográfico de la zona donde se localizará el puente
- Trazo del camino principal y/o secundario según sea el caso
- Estudio geotécnico del sitio donde se desplantarán los apoyos del puente

Con los datos topográficos y de trazo geométrico se determina la longitud del obstáculo que hay que librar. Si éste va desde los 6 m y hasta los 40 m será posible proponer un solo claro siempre y cuando el terreno así lo permita y no hayan problemas con la dimensión de los gálidos; de lo contrario se verá la posibilidad de utilizar dos claros y disminuir el espesor de la superestructura al cambiar el peralte del tipo de trabe que se va a utilizar. En caso de que la longitud supere los 40 m se estudia el número de claros que se van a requerir y la longitud

de cada uno de ellos. Los estudios de geotecnia nos ayudan a determinar el tipo de subestructura que se va a utilizar; ya sea de cimentación superficial mediante estribos con aleros o cargadores tanto de mampostería, concreto ciclópeo o de concreto reforzado; o de cimentación profunda mediante caballetes y pilas con pilas-pilotes de concreto reforzado.

Una vez que es aprobada la propuesta realizada se procede a realizar el proyecto definitivo el cual consta de tres partes importantes: El diseño geométrico, el diseño estructural y los planos del proyecto.

El diseño geométrico comprende el lugar físico que ocupará la estructura considerando los niveles de rasante del proyecto y las distancias mínimas para los gálibos establecidas en la normativa de la S.C.T. en el capítulo 2 del título Proyectos de Nuevos Puentes y Estructuras Similares.

Teniendo establecidas las dimensiones de la estructura se elabora el diseño estructural de los elementos que la componen; para ello se suele dividir en superestructura (superficie de rodamiento, tablero y vigas de soporte) y subestructura (bancos de apoyo, cabezal, cuerpo y cimentación).

Con la información calculada en el diseño de la estructura se realizan una serie de dibujos que les servirán como base a los dibujantes para realizar los planos del proyecto.

Finalmente se prepara la entrega impresa y digital del proyecto anexando la memoria de cálculo y los planos a detalle de la estructura.

2.2 AMPLIACIÓN DEL PASO INFERIOR VEHICULAR 35+100: PROYECTO ESTRUCTURAL

Con el denominado “Paquete Michoacán” la S.C.T. continua el fortalecimiento de la infraestructura carretera y ferroviaria del estado, logrando generar empleos, dinamizar la economía regional y consolidar a Michoacán como parte importante de la plataforma logística nacional. Dentro del paquete se contempla la modernización de la carretera Pátzcuaro – Uruapan que consiste en la ampliación de la carretera actual la cual consta de dos carriles, uno por sentido de circulación, a cuatro carriles, dos por sentido de circulación en cuerpos separados, lo que implica también la ampliación de puentes o estructuras similares.

La empresa Grupo Triada es contratada para revisar y corregir en caso de ser necesario los proyectos originales del tramo carretero.

La idea original para llevar a cabo la ampliación consiste en homologar las características de las estructuras existentes y reproducirlas con el fin de satisfacer las necesidades del nuevo camino que se va a construir. En el caso de los P.I.V., como la mayoría son de un claro, se pretende:

- Respetar la estructura existente
- Revisar el apoyo que se encuentra en el hombro hacia donde se hará la ampliación con el fin de utilizarlo como apoyo intermedio y de ser necesario se plantearán trabajos de adecuación
- Proponer un nuevo apoyo extremo

En el caso de la estructura localizada en el km 35+103.735 con coordenadas UTM X=202278.934 Y=2151929.370 el apoyo, que de acuerdo con los objetivos iniciales se utilizaría como apoyo intermedio, se encuentra dentro del nuevo trazo. Dicha observación la hice al contratante con las alternativas de:

Alternativa 1. Cambiar el trazo del nuevo camino.

Alternativa 2. Proyectar una nueva estructura.

Alternativa 3. Ampliar el claro de la estructura existente

Alternativa 4. Utilizar solo el apoyo extremo ubicado al lado contrario a donde se hará la ampliación, demoler el otro apoyo y proponer uno nuevo entre los dos cuerpos del nuevo camino acortando la longitud del claro.

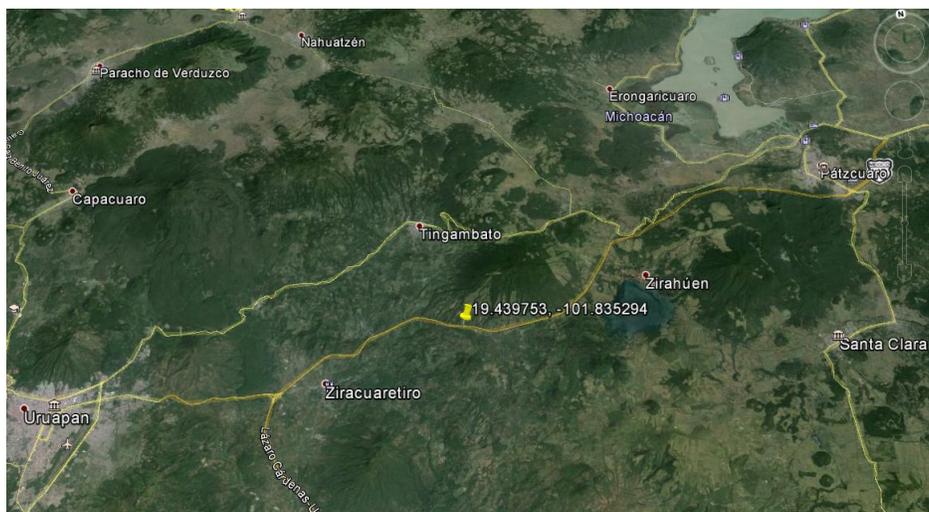


Figura 2. Localización geográfica del P. I. V. 35+100

FUENTE: Google Earth

Una vez analizadas las propuestas por parte del encargado del estado de Michoacán en el departamento de estructuras de las oficinas de la dirección general de carreteras se inclinó por la alternativa 4 y comencé a trabajar el proyecto definitivo.

Descripción de la estructura existente. Estructura conformada por un claro de traveses simplemente apoyadas de 30 m de longitud. La superestructura consta de una losa de concreto reforzado apoyada sobre cuatro traveses tipo AASHTO IV. La subestructura está compuesta por estribos con aleros.



Figura 3. Fotografía de la vista general del P.I.V. en dirección a Uruapan.

FUENTE: Tomada del trabajo de levantamiento topográfico realizado por GRUPO TRIADA.



Figura 4. Fotografía de la vista general del P.I.V. en dirección a Pátzcuaro.

FUENTE: Tomada del trabajo de levantamiento topográfico realizado por GRUPO TRIADA.



Figura 5. Fotografía de la vista general de la superficie de rodamiento.

FUENTE: Tomada del trabajo de levantamiento topográfico realizado por GRUPO TRIADA.



Figura 6. Fotografía del estribo no. 1.

FUENTE: Tomada del trabajo de levantamiento topográfico realizado por GRUPO TRIADA.

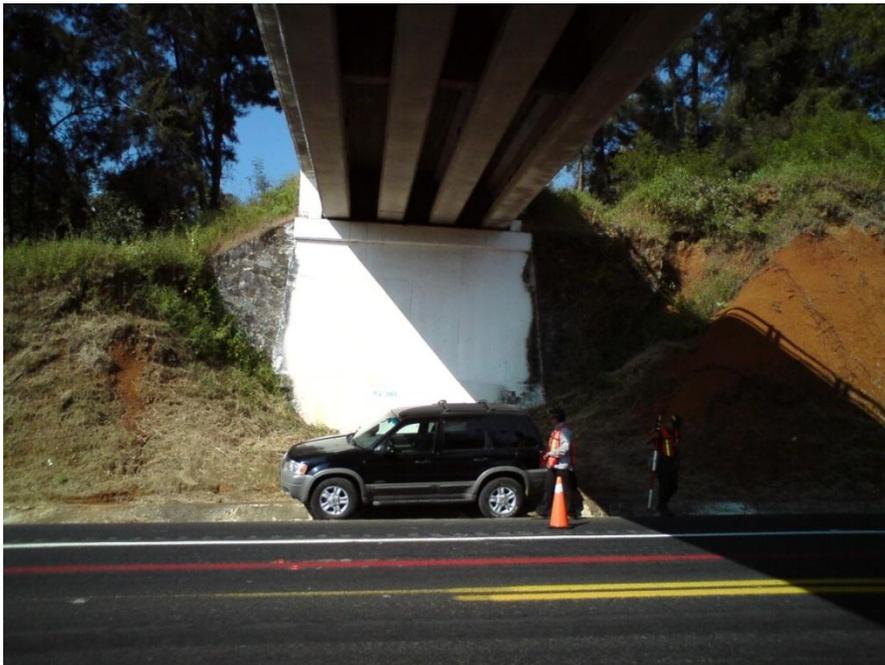


Figura 7. Fotografía del estribo no. 2.

FUENTE: Tomada del trabajo de levantamiento topográfico realizado por GRUPO TRIADA.

Descripción de la nueva estructura. Proyecté la composición de la superestructura basándome en los resultados que obtuve del análisis de concreto presforzado, quedando integrada por 3 traveses tipo AASHTO IV pretensadas, espaciadas a cada 2.0 m, trabajando en colaboración con una losa de concreto reforzado colada en sitio de 18 cm de espesor.

Las dimensiones de los tramos de la superestructura son 6.00 m de ancho total, en promedio, ya incluye guarniciones de 40 cm. La longitud total de la estructura nueva es de 50.64 m medidos de eje del estribo 1 al eje de la estribo 3.

Las elevaciones de rasante en el estribo 1, pila 2 y estribo 3 son: 1881.958 m, 1882.349 m y 1882.740 m, respectivamente. La subestructura está compuesta en los extremos por estribos con aleros de mampostería, los cuales uno ya existe y el otro lo diseñe, y una pila central de dos columnas con zapata de concreto reforzado, que planteé con ayuda de mi jefe inmediato.

Para el diseño geométrico se consideró el alineamiento normal que tiene el camino secundario (camino donde se ubica la estructura) con respecto del camino principal (carretera Pátzcuaro – Uruapan) y el nivel de rasante que presenta el puente existente. La obtención de datos geométricos la lleve a cabo sin ningún contratiempo respetando las elevaciones del alineamiento vertical, horizontal, y como el trazo es normal, el bombeo lo consideré del 2%.

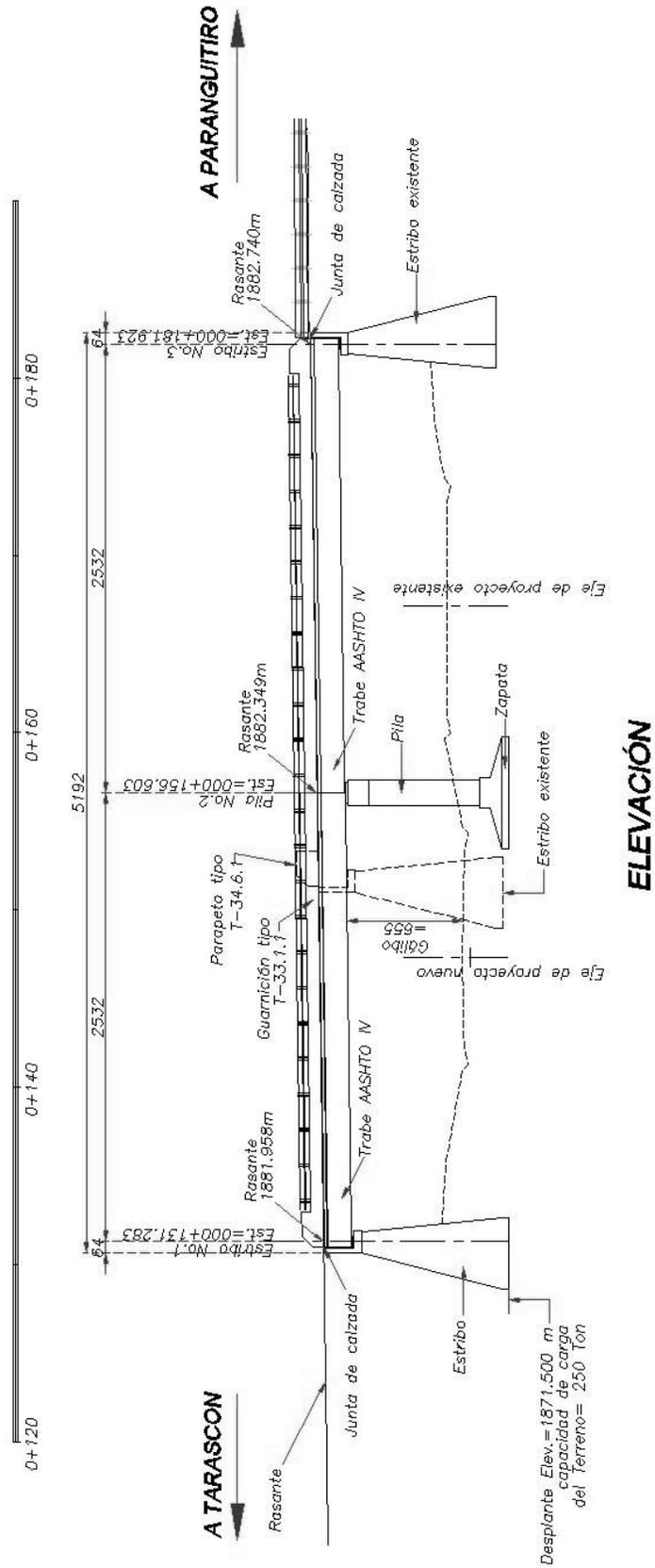


Figura 8. Vista en elevación de la estructura 35+100

FUENTE: Tomada del anteproyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

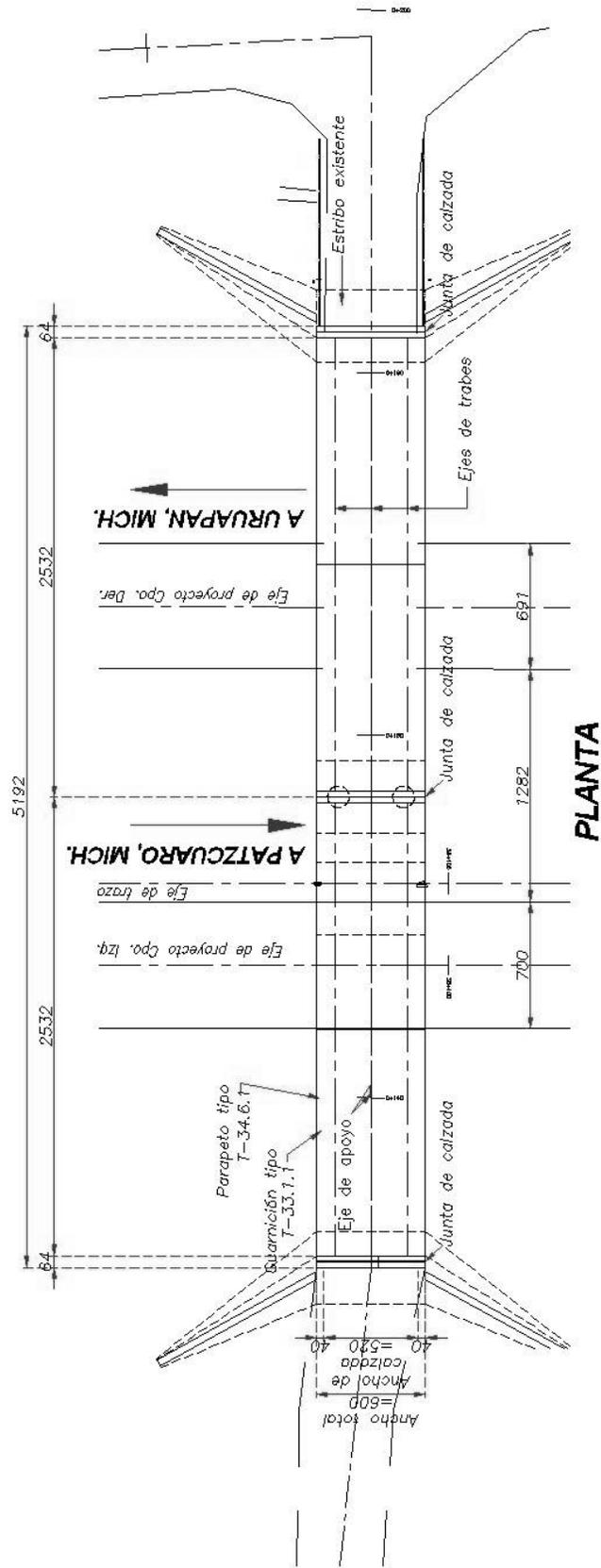


Figura 9. Vista en planta de la estructura 35+100

FUENTE: Tomada del anteproyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

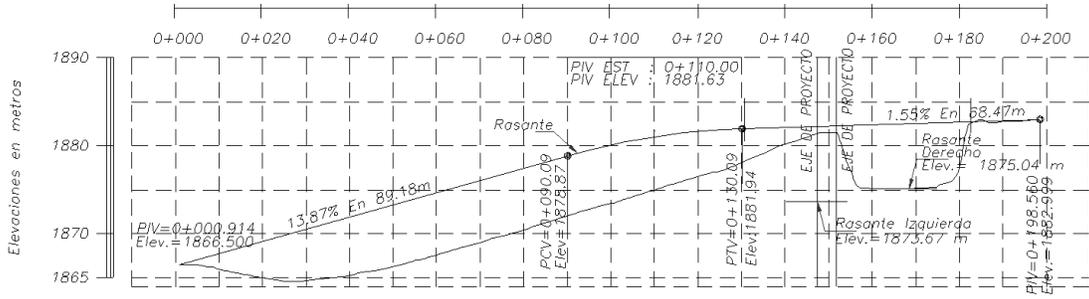


Figura 10. Croquis de rasante (alineamiento vertical).

FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

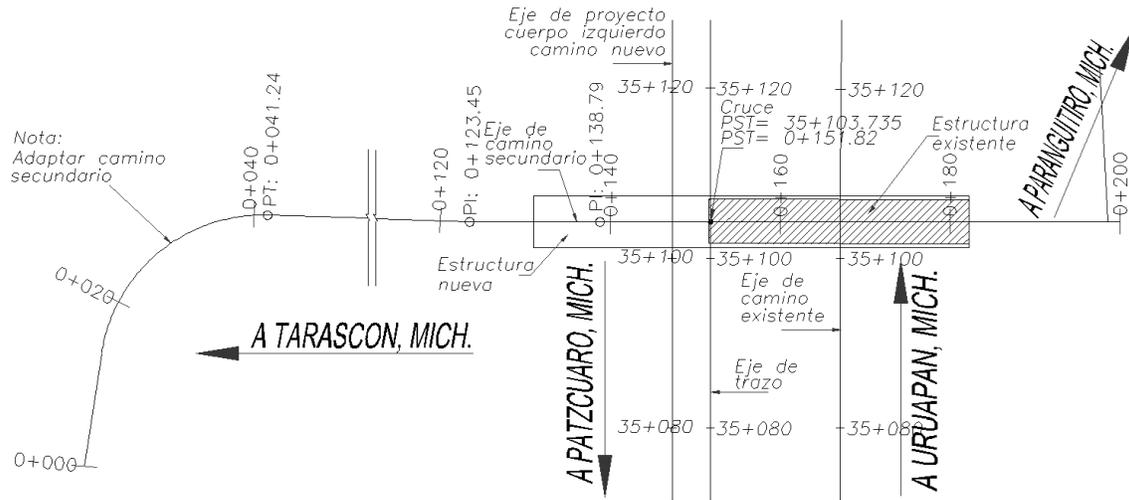


Figura 11. Croquis de alineamiento horizontal.

FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

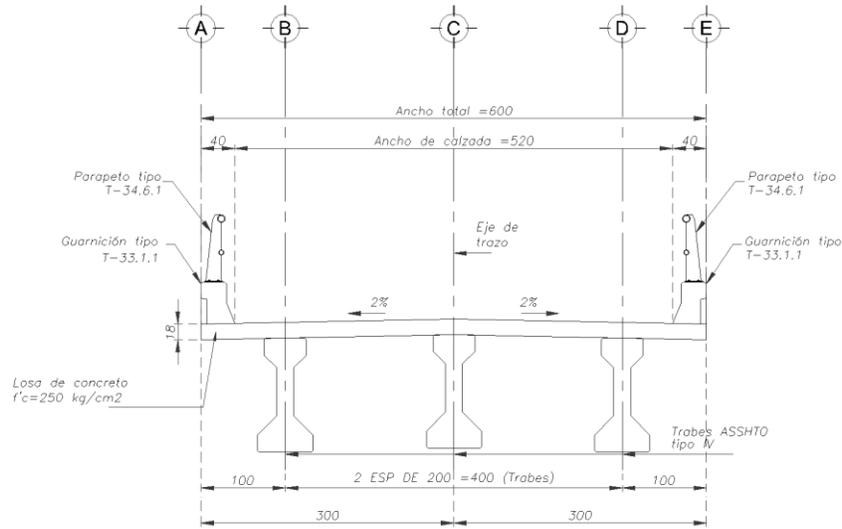


Figura 12. Sección transversal.

FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

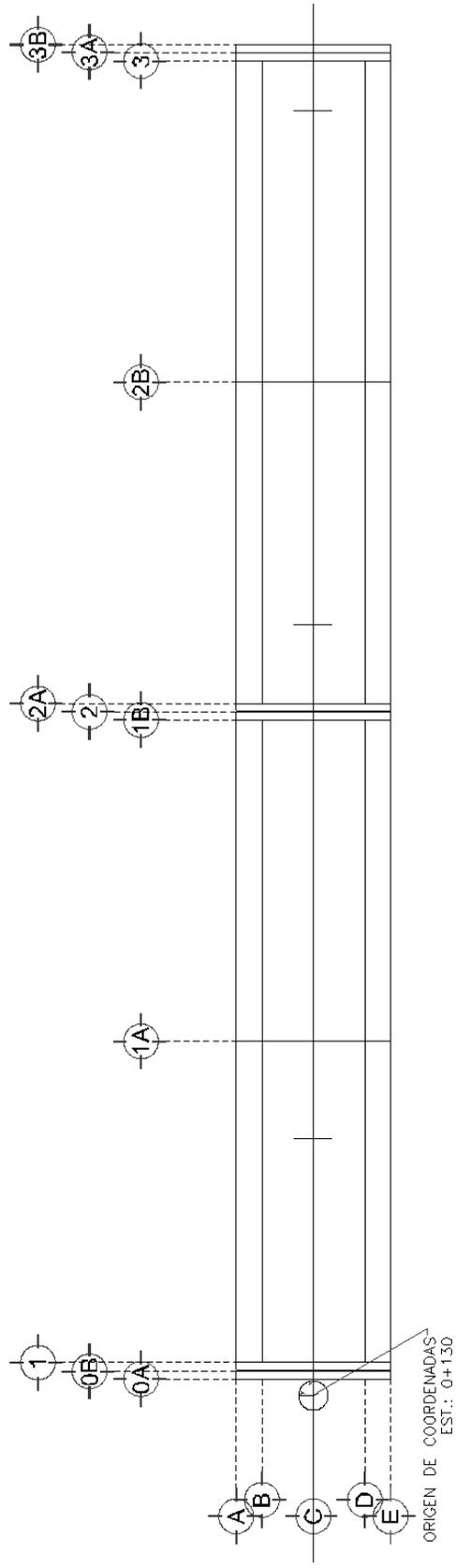


Figura 13. Vista en planta de los datos geométricos.

FUENTE: Tomada del proyecto que realizó para GRUPO TRIADA.

A continuación muestro una tabla en donde concentré la información de los datos geométricos de la estructura:

| PUNTO: | | | ELEV. | COORDENADAS | | COORDENADAS UTM | | ELEV. | ELEV. | ALTURA | APOYO |
|-----------|---------|------------|----------|-------------|--------|-----------------|-------------|----------|----------|--------|-------|
| ESTACION: | RASANTE | X: | Y: | X: | Y: | CONCRETO: | CORONA: | BANCO: | TIPO: | | |
| (km...) | (msnm) | (m) | (m) | (m) | (m) | (msnm) | (msnm) | (cm) | | | |
| 0A | A | 0+ 130.643 | 1881.949 | 0.643 | 3.000 | 202271.998 | 2151904.174 | 1881.849 | | | |
| 0A | C | 0+ 130.643 | 1881.949 | 0.643 | 0.000 | 202274.963 | 2151903.715 | 1881.909 | | | |
| 0A | E | 0+ 130.643 | 1881.949 | 0.643 | -3.000 | 202277.927 | 2151903.256 | 1881.849 | | | |
| 0B | A | 0+ 130.943 | 1881.953 | 0.943 | 3.000 | 202272.044 | 2151904.471 | 1881.853 | | | |
| 0B | C | 0+ 130.943 | 1881.953 | 0.943 | 0.000 | 202275.009 | 2151904.012 | 1881.913 | | | |
| 0B | E | 0+ 130.943 | 1881.953 | 0.943 | -3.000 | 202277.973 | 2151903.553 | 1881.853 | | | |
| 1- | A | 0+ 131.283 | 1881.958 | 1.283 | 3.000 | 202272.096 | 2151904.807 | 1881.858 | | | |
| 1- | B | 0+ 131.283 | 1881.958 | 1.283 | 2.000 | 202273.084 | 2151904.654 | 1881.878 | 1880.200 | 9.0 | FIJO |
| 1- | C | 0+ 131.283 | 1881.958 | 1.283 | 0.000 | 202275.061 | 2151904.348 | 1881.918 | 1880.200 | 13.0 | FIJO |
| 1- | D | 0+ 131.283 | 1881.958 | 1.283 | -2.000 | 202277.037 | 2151904.042 | 1881.878 | 1880.200 | 9.0 | FIJO |
| 1- | E | 0+ 131.283 | 1881.958 | 1.283 | -3.000 | 202278.025 | 2151903.889 | 1881.858 | | | |
| 1A | A | 0+ 143.783 | 1882.151 | 13.783 | 3.000 | 202274.008 | 2151917.160 | 1882.051 | | | |
| 1A | B | 0+ 143.783 | 1882.151 | 13.783 | 2.000 | 202274.997 | 2151917.007 | 1882.071 | | | |
| 1A | C | 0+ 143.783 | 1882.151 | 13.783 | 0.000 | 202276.973 | 2151916.701 | 1882.111 | | | |
| 1A | D | 0+ 143.783 | 1882.151 | 13.783 | -2.000 | 202278.950 | 2151916.395 | 1882.071 | | | |
| 1A | E | 0+ 143.783 | 1882.151 | 13.783 | -3.000 | 202279.938 | 2151916.242 | 1882.051 | | | |
| 1B | A | 0+ 156.283 | 1882.344 | 26.283 | 3.000 | 202275.921 | 2151929.512 | 1882.244 | | | |
| 1B | B | 0+ 156.283 | 1882.344 | 26.283 | 2.000 | 202276.909 | 2151929.359 | 1882.264 | 1880.550 | 11.2 | MÓVIL |
| 1B | C | 0+ 156.283 | 1882.344 | 26.283 | 0.000 | 202278.885 | 2151929.053 | 1882.304 | 1880.550 | 15.2 | MÓVIL |
| 1B | D | 0+ 156.283 | 1882.344 | 26.283 | -2.000 | 202280.862 | 2151928.747 | 1882.264 | 1880.550 | 11.2 | MÓVIL |
| 1B | E | 0+ 156.283 | 1882.344 | 26.283 | -3.000 | 202281.850 | 2151928.594 | 1882.244 | | | |
| 2- | A | 0+ 156.603 | 1882.349 | 26.603 | 3.000 | 202275.970 | 2151929.829 | 1882.249 | | | |
| 2- | C | 0+ 156.603 | 1882.349 | 26.603 | 0.000 | 202278.934 | 2151929.370 | 1882.309 | | | |
| 2- | E | 0+ 156.603 | 1882.349 | 26.603 | -3.000 | 202281.899 | 2151928.911 | 1882.249 | | | |
| 2A | A | 0+ 156.923 | 1882.354 | 26.923 | 3.000 | 202276.019 | 2151930.145 | 1882.254 | | | |
| 2A | B | 0+ 156.923 | 1882.354 | 26.923 | 2.000 | 202277.007 | 2151929.992 | 1882.274 | 1880.550 | 11.9 | MÓVIL |
| 2A | C | 0+ 156.923 | 1882.354 | 26.923 | 0.000 | 202278.983 | 2151929.686 | 1882.314 | 1880.550 | 15.9 | MÓVIL |
| 2A | D | 0+ 156.923 | 1882.354 | 26.923 | -2.000 | 202280.960 | 2151929.380 | 1882.274 | 1880.550 | 11.9 | MÓVIL |
| 2A | E | 0+ 156.923 | 1882.354 | 26.923 | -3.000 | 202281.948 | 2151929.227 | 1882.254 | | | |
| 2B | A | 0+ 169.423 | 1882.547 | 39.423 | 3.000 | 202277.931 | 2151942.498 | 1882.447 | | | |
| 2B | B | 0+ 169.423 | 1882.547 | 39.423 | 2.000 | 202278.919 | 2151942.345 | 1882.467 | | | |
| 2B | C | 0+ 169.423 | 1882.547 | 39.423 | 0.000 | 202280.896 | 2151942.039 | 1882.507 | | | |
| 2B | D | 0+ 169.423 | 1882.547 | 39.423 | -2.000 | 202282.872 | 2151941.733 | 1882.467 | | | |
| 2B | E | 0+ 169.423 | 1882.547 | 39.423 | -3.000 | 202283.860 | 2151941.580 | 1882.447 | | | |
| 3- | A | 0+ 181.923 | 1882.740 | 51.923 | 3.000 | 202279.843 | 2151954.851 | 1882.640 | | | |
| 3- | B | 0+ 181.923 | 1882.740 | 51.923 | 2.000 | 202280.832 | 2151954.698 | 1882.660 | 1880.950 | 12.3 | FIJO |
| 3- | C | 0+ 181.923 | 1882.740 | 51.923 | 0.000 | 202282.808 | 2151954.392 | 1882.700 | 1880.950 | 16.3 | FIJO |
| 3- | D | 0+ 181.923 | 1882.740 | 51.923 | -2.000 | 202284.785 | 2151954.086 | 1882.660 | 1880.950 | 12.3 | FIJO |
| 3- | E | 0+ 181.923 | 1882.740 | 51.923 | -3.000 | 202285.773 | 2151953.933 | 1882.640 | | | |
| 3A | A | 0+ 182.263 | 1882.745 | 52.263 | 3.000 | 202279.895 | 2151955.187 | 1882.645 | | | |
| 3A | C | 0+ 182.263 | 1882.745 | 52.263 | 0.000 | 202282.860 | 2151954.728 | 1882.705 | | | |
| 3A | E | 0+ 182.263 | 1882.745 | 52.263 | -3.000 | 202285.825 | 2151954.269 | 1882.645 | | | |
| 3B | A | 0+ 182.563 | 1882.750 | 52.563 | 3.000 | 202279.941 | 2151955.483 | 1882.650 | | | |
| 3B | C | 0+ 182.563 | 1882.750 | 52.563 | 0.000 | 202282.906 | 2151955.024 | 1882.710 | | | |
| 3B | E | 0+ 182.563 | 1882.750 | 52.563 | -3.000 | 202285.871 | 2151954.565 | 1882.650 | | | |

Figura 14. Tabla de datos geométricos

FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

El diseño estructural lo comencé con el análisis de la superestructura determinando que la distancia propuesta entre traveses era adecuada para soportar los requerimientos que se tienen para una carga HS-20, la cual es considerada para pasos de éste tipo. A continuación anexo la memoria de cálculo de la

superestructura considerando que es propiedad de GRUPO TRIADA y fue solicitada para el fin requerido por este documento.

En la primera parte se muestra los datos introducidos y posteriormente el diseño de las traveses presfuerzadas:

PROYECTO: PIV 35+100

DATOS DE MATERIALES: Concreto reforzado: $f_c = 250$ kg/cm²
 Concreto presfuerzado: $f_c = 350$ kg/cm²
 Acero de refuerzo: $f_y = 4,200$ kg/cm²
 Acero de presfuerzo: $LR = 19,000$ kg/cm²

SUPERESTRUCTURA: Número de traveses: 3 pza
 Diafragmas intermedios: 1 pza
 Claro efectivo de las traveses: 25.000 m
 Separación entre las traveses: 2.000 m
 Espesor de losa de calzada: 0.180 m
 Ancho de guardería ó banqueta: 0.400 m
 Dimensión de volados: 1.000 m
 Ancho total superestructura: 6.000 m
 Ancho de calzada: 5.200 m
 Área de la losa de calzada: 153.600 m²
 Sobre-elevación de la losa: 2.000 %
 Longitud hombro izquierdo: 25.600 m
 Longitud hombro derecho: 25.600 m
 Peralte de diafragmas: 1.150 m
 Espesor de diafragmas: 0.300 m

DATOS PARA TRAVESES: Marca de las traveses: AASHTO IV
 Claro efectivo de las traveses: 25.00 m
 Longitud de culatas: 0.30 m
 Ancho del patín superior: 50.0 cm
 Ancho del patín inferior: 66.0 cm
 Espesor del alma: 20 cm
 Peralte de la trabe: 135 cm
 Área de la sección: 4,974 cm²
 Altura del centroide: 61.50 cm
 Momento de inercia: 10,261,070 cm⁴
 Módulo de sección inferior: 166,846.67 cm³
 Módulo de sección superior: 139,606.39 cm³

DATOS DE CARGA VIVA: Combinación de camiones: No CAMINO SECUNDARIO

Elementos mecánicos de la carga viva:

| Camión tipo: | V_e [ton] | V_c [ton] | M [ton-m] | |
|--------------|----------------|----------------|--------------|-------------------------------|
| HS-20 | 28.69 | 12.46 | 165.83 | V_e = cortante en el apoyo |
| T3-S3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | V_c = cortante en el centro |
| T3-S2-R4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | M = momento en el centro |

Figura 15. Hoja de cálculo de superestructura. FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

DISEÑO DE TRABES PRESFORZADAS:

a) Determinación de cargas muertas de losa de rodamiento:

| | |
|-----------------------------|------------|
| Peso total de la losa: | 66.368 ton |
| Peso de cada diafragma: | 3.312 ton |
| Peso total de la carpeta: | 35.151 ton |
| Peso total de guarniciones: | 28.160 ton |

b) Determinación de cargas muertas sobre trabes:

| | |
|---------------------------|-------------|
| Longitud total de trabes: | 25.60 m |
| Peso propio: | 1.194 ton/m |
| Losa: | 0.864 ton/m |
| Diafragmas: | 1.104 ton |
| Carpeta: | 0.458 ton/m |
| Guarniciones: | 0.367 ton/m |

c) Cargas vivas:

Tabla de elementos mecánicos para cada tipo de camión:

| Camión tipo: | Ve [ton] | Vc [ton] | M [ton-m] |
|--------------|-------------|-------------|--------------|
| HS-20 | 28.689 | 12.456 | 165.833 |
| T3-S3 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| T3-S2-R4 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Camión T3-S2-R4 ó T3-S3 en todas las bandas de circulación

Cálculo de los factores de impacto y concentración:

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| Longitud del claro: | 25.000 m |
| Camión especial: | 1.000 |
| Número de trabes: | 3.000 |
| Separación entre trabes: | 2.000 m |
| Volado de la losa: | 1.000 m |
| Ancho de banqueta: | 0.400 m |
| Ancho de calzada: | 5.200 m |
| Centroide de trabes: | 3.000 m desde el hombro |

Cargas vivas actuando en: 1 Carriles de circulación

| | |
|--------------------------|-------|
| Factor de concentración: | 0.602 |
| Factor de impacto: | 1.242 |

d) Momentos flexionantes de diseño:

| | |
|------|--|
| M1 = | 93.263 ton-m, por peso propio |
| M2 = | 74.413 ton-m, por concreto fresco |
| M3 = | 64.403 ton-m, por carga muerta sobrepuesta |
| M4 = | 123.960 ton-m, por carga viva más impacto |

Figura 15. Hoja de cálculo de superestructura. FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

e) Diseño estructural de la trabe:

Materiales:

| | | |
|-----------------------|------------|--|
| Acero de presfuerzo: | $f_s =$ | 19000 kg/cm ² |
| Acero de refuerzo: | $f_y =$ | 4200 kg/cm ² |
| Concreto Presforzado: | $f_{ci} =$ | 280 kg/cm ² , Mínimo a la transferencia |
| | $f_c =$ | 350 kg/cm ² |
| Concreto Reforzado: | $f_c =$ | 250 kg/cm ² |
| | $n =$ | 1.18 Relación modular de concretos |

Sección propuesta:

Trabe tipo AASHTO IV con losa colada
en sitio de 18.00 cm de espesor

Dimensiones del patín formado por la losa:

| | |
|---------|--------------------------------|
| $bf =$ | 200.00 cm, ancho real |
| $tf =$ | 18.00 cm, espesor |
| $bfe =$ | 169.03 cm, ancho efectivo |
| $Af =$ | 3042.56 cm ² , área |

Propiedades de la sección de la trabe:

Sección simple:

| | |
|---------|----------------------------|
| $bw =$ | 20.00 cm |
| $h =$ | 135.00 cm |
| $A =$ | 4,974.00 cm ² |
| $y_i =$ | 61.50 cm |
| $y_s =$ | 73.50 cm |
| $I =$ | 10,261,070 cm ⁴ |
| $S_i =$ | 166,847 cm ³ |
| $S_s =$ | 139,606 cm ³ |
| $S_f =$ | ----- cm ³ |
| $S_g =$ | 195,449 cm ³ |

Sección compuesta:

| | |
|---------|----------------------------|
| $bf =$ | 169.03 cm |
| $h =$ | 153.00 cm |
| $A =$ | 8,016.56 cm ² |
| $y_i =$ | 92.81 cm |
| $y_s =$ | 60.19 cm |
| $I =$ | 23,192,072 cm ⁴ |
| $S_i =$ | 249,883 cm ³ |
| $S_s =$ | 549,726 cm ³ |
| $S_f =$ | 385,324 cm ³ |
| $S_g =$ | 276,717 cm ³ |

Dimensiones generales de la trabe:

| | | |
|-------|----------|-------------------|
| $L =$ | 25.00 m, | Claro de la Trabe |
| $l =$ | 0.30 m, | Largo de Culatas |

Momentos flexionantes al centro del claro:

| | | |
|---------|----------------|------------------------------|
| $M_1 =$ | 93.263 ton-m, | por peso propio |
| $M_2 =$ | 74.413 ton-m, | por concreto fresco |
| $M_3 =$ | 64.403 ton-m, | por carga muerta sobrepuesta |
| $M_4 =$ | 123.960 ton-m, | por carga viva más impacto |

Figura 15. Hoja de cálculo de superestructura. FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

Momentos flexionantes a lo largo de media trabe:

| Dist: [m] | PoPo: [ton-m] | Losa: [ton-m] | Accs: [ton-m] | CV + I: [ton-m] | Total: [ton-m] |
|--------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.50 | 33.57 | 26.79 | 23.19 | 44.63 | 128.17 |
| 5.00 | 59.69 | 47.62 | 41.22 | 79.33 | 227.86 |
| 7.50 | 78.34 | 62.51 | 54.10 | 104.13 | 299.07 |
| 10.00 | 89.53 | 71.44 | 61.83 | 119.00 | 341.80 |
| 12.50 | 93.26 | 74.41 | 64.40 | 123.96 | 356.04 |

Cálculo preliminar del presfuerzo efectivo y número de torones necesarios en cada sección, para T = 0:

| Dist: [m] | Yp: [cm] | Pef: [ton] | Asp: [cm ²] | Torón 0.50" as = 0.987 | Torón 0.60" as = 1.40 |
|--------------|-------------|---------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 0.00 | 13.50 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 |
| 2.50 | 13.50 | 129.55 | 12.12 | 12 | 9 |
| 5.00 | 13.50 | 230.31 | 21.55 | 22 | 15 |
| 7.50 | 13.50 | 302.28 | 28.28 | 29 | 20 |
| 10.00 | 13.50 | 345.47 | 32.32 | 33 | 23 |
| 12.50 | 13.50 | 359.86 | 33.67 | 34 | 24 |

Presfuerzo propuesto:

| | | |
|--------|--------|---|
| fsi = | 14250 | kg/cm ² , Esfuerzo inicial en torones |
| N(1): | 0 | Número de torones desviados |
| As(1)= | 0.00 | cm ² , Area total de torones desviados |
| y(0): | 90.00 | cm, Centroide en eje de apoyo |
| y(1): | 12.50 | cm, Centroide en eje del desviador |
| Xd : | 700.00 | cm, Distancia del apoyo al desviador |
| a = | 0.1103 | rad, Angulo del presfuerzo desviado |
| Po(1)= | 0 | kg, Presfuerzo inicial en torones desviados |
| N(2): | 30 | Número de torones rectos |
| As(2)= | 29.61 | cm ² , Area total de torones rectos |
| y(2): | 9.00 | cm, Centroide del presfuerzo recto |
| Po(2)= | 421943 | kg, Presfuerzo inicial en torones rectos |
| A*s = | 29.61 | cm ² , Area de presfuerzo propuesta |
| Po = | 421943 | kg, Presfuerzo total inicial |
| Gp = | 9.00 | cm, Centroide del presfuerzo |
| e = | 52.50 | cm, Excentricidad del presfuerzo |

Figura 15. Hoja de cálculo de superestructura. FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

Cálculo de pérdidas:

| | | |
|-------------------|--------|---|
| Fg(0)= | 150 | kg/cm2, Esfuerzo en Gp, presfuerzo Inicial + PoPo |
| Fg(1)= | 136 | kg/cm2 Esfuerzo en Gp, después de AE |
| Fg(2)= | 61 | kg/cm2 Esfuerzo en Gp, carga muerta permanente |
| AE = | 1053 | kg/cm2, Pérdida por acortamiento elástico |
| CRc = | 1200 | kg/cm2, Pérdida por escurrimiento plástico |
| CC = | 400 | kg/cm2, Pérdida por contracción |
| CRs = | 165 | kg/cm2, Pérdida por relajamiento |
| dfsc= | 2818 | kg/cm2, Pérdida total calculada |
| dfse= | 3164 | kg/cm2, Pérdida estimada, AASHTO Tabla 9.16.2.2 |
| dfs = | 3164 | kg/cm2, Pérdida total para cálculo |
| fsd = | 11000 | kg/cm2, Esfuerzo efectivo en torones desviados |
| fsr = | 11086 | kg/cm2, Esfuerzo efectivo en torones rectos |
| fse = | 11086 | kg/cm2 = 58.35 % de LR |
| P1 = | 390758 | kg, Presfuerzo después de pérdida AE |
| PE _n = | 341042 | kg, Presfuerzo efectivo necesario |
| PE = | 328262 | kg, Presfuerzo efectivo real |

Revisión de esfuerzos en la sección crítica:

| Fase de Carga: | Fibra Inferior [kg/cm2] | Fibra Superior [kg/cm2] | Patín Losa: [kg/cm2] |
|------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Transferencia del presfuerzo | 146 | -2 | --- |
| Cargas permanentes | 43 | 74 | 17 |
| Cargas totales | -7 | 97 | 49 |

Revisión por resistencia última a flexión:

| | | | |
|--------|--------|--------|---------------------------------------|
| Ms = | 356 | ton-m | Momento máximo de servicio |
| Mua = | 570 | ton-m | Momento último de diseño |
| fc = | 350 | kg/cm2 | Resistencia final mínima del concreto |
| fs = | 19000 | kg/cm2 | Resistencia última del acero |
| d = | 144.00 | cm | Peralte efectivo de la sección |
| b = | 169.03 | cm | Ancho efectivo del patín |
| A*s = | 29.61 | cm2 | Area de acero de presfuerzo |
| p* = | 0.0012 | | Cuantía de acero = A*s / bd |
| f*su = | 18373 | kg/cm2 | Esfuerzo en el acero a la falla |
| a = | 12.87 | cm | Profundidad del eje neutro |
| Mur = | 783 | ton-m | Momento último resistente |
| F.S. = | 2.20 | | Factor de seguridad = Mur/Ms |

Figura 15. Hoja de cálculo de superestructura. FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

Detallado del presfuerzo formado por los torones rectos:

N : 18 Número máximo permisible de torones enductados
 lt : 67 cm, Longitud de transferencia para fse
 ld : 199 cm, Longitud de desarrollo para f'su

Revisión de esfuerzos en la transferencia:

| Dist: [m] | Torones Enductados: [pza] | Torones Efectivos [pza] | Centroide Ypr: [cm] | Fibra Inferior: [k/cm2] | Fibra Superior: [k/cm2] | Refuerzo As : [cm2] |
|--------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 0.00 | 18 | 12 | 10.00 | 36 | -12 | 1.88 |
| 2.50 | 18 | 12 | 10.00 | 60 | -2 | 0.05 |
| 5.00 | 10 | 20 | 10.50 | 96 | 0 | 0.00 |
| 7.50 | 4 | 26 | 9.62 | 126 | -2 | 0.01 |
| 10.00 | 0 | 30 | 9.00 | 148 | -4 | 0.08 |
| 12.50 | 0 | 30 | 9.00 | 146 | -2 | 0.01 |

Revisión de esfuerzos en cargas permanentes:

| Dist: [m] | Torones Enduct [pza] | Torones Efect: [pza] | Centroide Ypr: [cm] | Fibra Inf: [k/cm2] | Fibra Sup: [k/cm2] | Patin Losa: [k/cm2] |
|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 0.00 | 18 | 12 | 10.00 | 30 | -10 | 0 |
| 2.50 | 18 | 12 | 10.00 | 21 | 25 | 6 |
| 5.00 | 10 | 20 | 10.50 | 30 | 48 | 11 |
| 7.50 | 4 | 26 | 9.62 | 40 | 62 | 14 |
| 10.00 | 0 | 30 | 9.00 | 48 | 69 | 16 |
| 12.50 | 0 | 30 | 9.00 | 43 | 74 | 17 |

Revisión de esfuerzos en cargas totales de servicio:

| Dist: [m] | Torones Enduct [pza] | Torones Efect: [pza] | Centroide Ypr: [cm] | Fibra Inf: [k/cm2] | Fibra Sup: [k/cm2] | Patin Losa: [k/cm2] |
|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 0.00 | 18 | 12 | 10.00 | 30 | -10 | 0 |
| 2.50 | 18 | 12 | 10.00 | 4 | 34 | 18 |
| 5.00 | 10 | 20 | 10.50 | -2 | 63 | 31 |
| 7.50 | 4 | 26 | 9.62 | -2 | 81 | 41 |
| 10.00 | 0 | 30 | 9.00 | 0 | 91 | 47 |
| 12.50 | 0 | 30 | 9.00 | -7 | 97 | 49 |

Figura 15. Hoja de cálculo de superestructura. FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

Revisión por cortante:

| Dist: [m] | PoPo: [ton] | Losa: [ton] | Accs: [ton] | CV + I: [ton] | Vu: [ton] |
|--------------|----------------|----------------|----------------|------------------|--------------|
| 0.00 | 14.92 | 11.91 | 10.30 | 0.00 | 48.27 |
| 2.50 | 11.94 | 9.52 | 8.24 | 0.00 | 38.62 |
| 5.00 | 8.95 | 7.14 | 6.18 | 0.00 | 28.96 |
| 7.50 | 5.97 | 4.76 | 4.12 | 0.00 | 19.31 |
| 10.00 | 2.98 | 2.38 | 2.06 | 0.00 | 9.65 |
| 12.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| Dist: [m] | Vci: [ton] | Vcw: [ton] | Vcr: [ton] | Vs: [ton] | E #3 @: [cm] | E #4 @: [cm] |
|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 0.00 | 37.92 | 44.54 | 37.92 | 10.35 | 20 | 20 |
| 2.50 | 31.61 | 53.80 | 31.61 | 7.01 | 20 | 20 |
| 5.00 | 25.27 | 64.76 | 25.27 | 3.69 | 20 | 20 |
| 7.50 | 19.01 | 73.66 | 19.01 | 0.30 | 30 | 30 |
| 10.00 | 18.03 | 79.68 | 18.03 | -8.38 | 30 | 30 |
| 12.50 | 18.03 | 79.68 | 18.03 | -18.03 | 30 | 30 |

Conclusiones del presfuerzo propuesto:

En esfuerzos transitorios: **Bien**

$f_{ci} = 246$ kg/cm², necesario

$f_{ci} = 280$ kg/cm², propuesto

En esfuerzos de servicio: **Bien**

$f_c = 242$ kg/cm², necesario

$f_c = 350$ kg/cm², propuesto

Figura 15. Hoja de cálculo de superestructura. FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

| CARACTERISTICAS DE LA TRABE | | |
|-----------------------------|-----------|--------------------|
| TIPO: | AASHTO IV | |
| CLARO : | 25.00 | m |
| CULATAS: | 0.30 | m |
| LONG TOT: | 25.60 | m |
| f _c : | 350 | kg/cm ² |
| f _{ci} : | 280 | kg/cm ² |
| TORONES: | 30 | 0.5 pulg diám |
| TENSION: | 421943 | kg |

| TABLA DE ESTRIBOS | | |
|-------------------|----------------|-----------------|
| Desde: [cm] | Hasta: [cm] | E #4 @: [cm] |
| 0 | 30 | 7 |
| 30 | 280 | 10 |
| 280 | 530 | 20 |
| 530 | 780 | 20 |
| 780 | 1030 | 30 |
| 1030 | 1280 | 30 |

La distancia se mide desde el extremo de la trabe

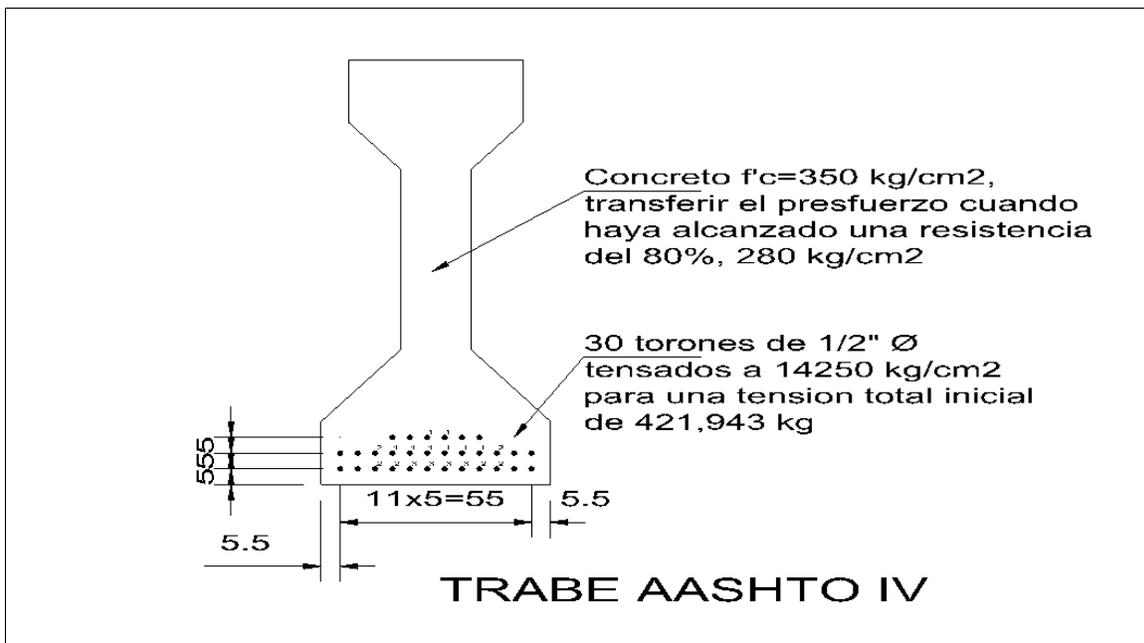


Figura 15. Hoja de cálculo de superestructura

FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

Una vez realizado el diseño de la superestructura obtuve las cargas que se tienen en las traveses y que son transferidas a la subestructura de manera puntual y ubicadas en el lugar de apoyo.

| Reacciones de Superestructura: | | |
|---------------------------------------|--------------------|------------|
| Carga Muerta: | | |
| Traveses: | 91.68 | ton |
| Losa: | 66.37 | ton |
| Diafragmas: | 9.94 | ton |
| Carpeta: | 35.15 | ton |
| Guarniciones: | 28.16 | ton |
| Total: | 231.30 | ton |
| Carga muerta por apoyo: | 115.65 | ton |
| Carga viva por apoyo: | 28.68865726 | ton |
| Carga muerta por trabe: | 38.55 | ton |
| Carga viva por trabe: | 9.56 | ton |

Figura 16. Reacciones de superestructura

FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

Para el diseño de la subestructura, específicamente para el del estribo no.1 propuse un proyecto tipo alojado en la “colección de proyectos tipo de elementos de puentes y pasos a desnivel para carreteras de México” creado por la S. C. T.

Al realizar la revisión por volteo, deslizamiento y esfuerzos en el suelo me percate que la capacidad admisible que recibí del área de geotecnia era insuficiente debido al análisis de cargas por sismo. El primer paso fue hablar con los ingenieros encargados de geotecnia para ver ¿Qué solución podíamos darle? Al no poder mejorar el suelo existente ni obtener una capacidad de carga diferente a la recibida, la solución fue modificar el ancho de la zapata hasta alcanzar el dato permisible.

A continuación anexo la memoria de cálculo del estribo no.1 considerando que es propiedad de GRUPO TRIADA y fue solicitada para el fin requerido por este documento.

Estribo no.1

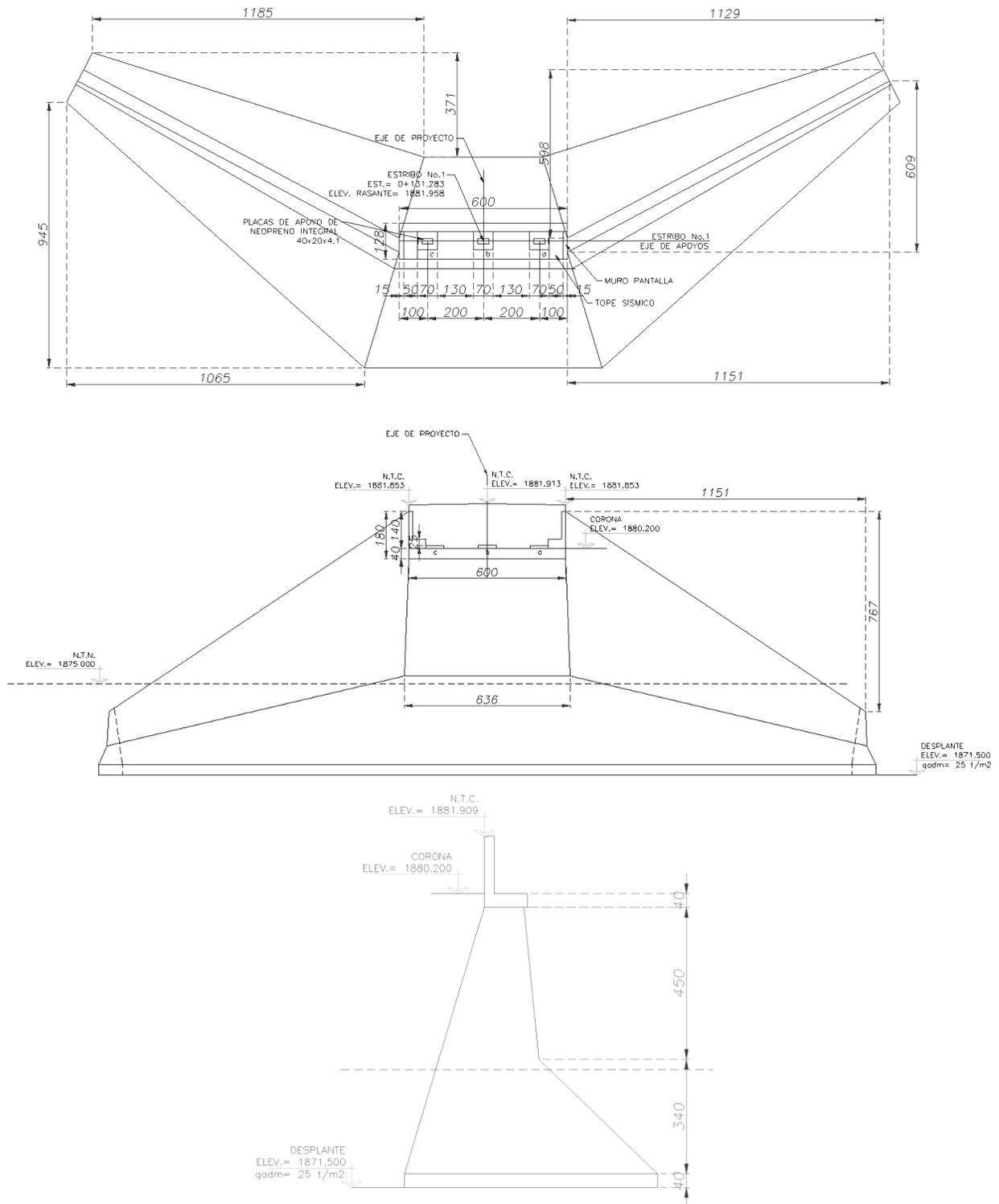


Figura 17. Croquis de estribo no.1

FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

PROYECTO: P.I.V. 35+100
ESTRIBO No: 1

1.- Datos Generales de la Estructura:

| | |
|----------------------|------------|
| Nivel de desplante: | 1871.500 m |
| Nivel de corona: | 1880.200 m |
| Nivel del diafragma: | 1881.909 m |
| Altura total: | 10.409 m |
| Longitud total: | 6.000 m |

2.- Constantes del Suelo y Rellenos:

| | |
|---------------------------|--------------------------|
| Capacidad de carga: | 25.00 ton/m ² |
| Angulo de reposo: | 33.69 ° |
| Peso volumétrico: | 1.80 ton/m ³ |
| Coefficiente de fricción: | 0.60 |

3.- Dimensiones y Propiedades de la Estructura:

| | |
|------------------------|-----------------------|
| Altura del diafragma: | 1.709 m |
| Espesor del diafragma: | 0.300 m |
| Altura del cuerpo: | 8.700 m |
| Espesor del cuerpo: | 2.600 m |
| Ancho de la zapata: | 7.500 m |
| Espesor de la zapata: | 3.800 m |
| Volado posterior: | 1.350 m |
| Volado frontal: | 3.550 m |
| Area de la zapata: | 45.000 m ² |
| Módulo de sección: | 56.250 m ³ |

4.- Cargas de Superestructura:

| | |
|-----------------------|------------|
| Carga muerta: | 115.65 ton |
| Carga viva: | 28.69 ton |
| Coefficiente sísmico: | 0.960 |

5.- Materiales:

| | | |
|--------------------|---------|-------------------------|
| Concreto: | $f_c =$ | 250 kg/cm ² |
| Acero de refuerzo: | $f_y =$ | 4200 kg/cm ² |
| | $f_c <$ | 100 kg/cm ² |
| | $f_s <$ | 2100 kg/cm ² |
| | $n =$ | 9 |
| | $k =$ | 0.300 |
| | $j =$ | 0.900 |
| | $K =$ | 13.500 |

Figura 18. Hoja de cálculo revisión de estribo no. 1. FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

PROYECTO: P.I.V. 35+100
ESTRIBO No: 1

6.- Pesos, Empujes de Tierra y Fuerza de Sismo:

| | |
|------------------------|-------------|
| Diafragma: | 7.383 ton |
| Cuerpo: | 183.456 ton |
| Zapata: | 410.400 ton |
| Relleno: | 96.359 ton |
| Empuje de Suelo: | 167.578 ton |
| Empuje por Sobrecarga: | 17.888 ton |
| Fuerza de Sismo: | 111.024 ton |

7.- Revisión por Estabilidad al Volteo:

| Condición de carga: | Ma: [ton-m] | Mr: [ton-m] | FS: |
|---------------------|----------------|----------------|-----------|
| Permanentes: | 581.44 | 3651.14 | 6.28 Bien |
| Totales: | 674.54 | 3835.52 | 5.69 Bien |
| Sismo: | 1547.35 | 3651.14 | 2.36 Bien |

8.- Revisión por Estabilidad al Deslizamiento:

| Condición de carga: | Fa: [ton] | Fr: [ton] | FS: |
|---------------------|---------------------|--------------|-----------|
| Permanentes: | 167.58 [✓] | 487.95 | 2.91 Bien |
| Totales: | 185.47 [✓] | 510.02 | 2.75 Bien |
| Sismo: | 278.60 [✓] | 487.95 | 1.75 Bien |

9.- Revisión de Esfuerzos en el Suelo:

| Condición de carga: | Talón: [ton/m ²] | Frente: [ton/m ²] | |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------|
| Permanentes: | 18.43 | 18.05 | Bien |
| Totales: | 18.59 | 19.36 | Bien |
| Sismo: | 5.48 | 26.17 | Aceptable |

Figura 18. Hoja de cálculo revisión de estribo no. 1

FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

Continuando con el diseño de la subestructura, modelé la pila intermedia en el programa para diseño estructural SAP 2000. Originalmente propuse un apoyo constituido por un cabezal de 1.20 m de peralte y dos columnas de 1.20 m de diámetro soportadas en la base por una zapata. Después de haber hecho el análisis e interpretado los resultados, llegué a la conclusión de que el cabezal propuesto era adecuado, sin embargo las columnas debían tener un diámetro de 1.50 m.

A continuación anexo la memoria de cálculo de la pila No.2 considerando que es propiedad de GRUPO TRIADA y fue solicitada para el fin requerido por este documento.

Pila No.2

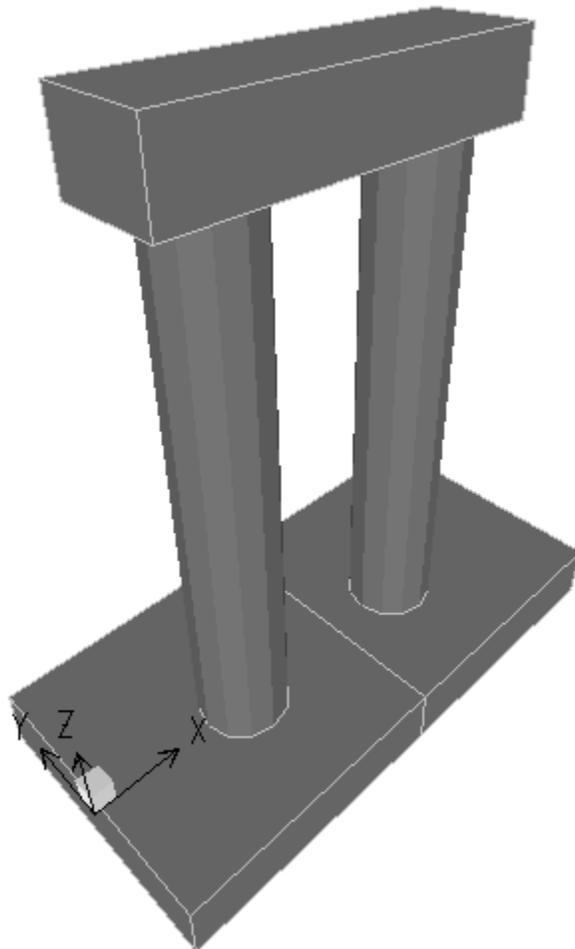


Figura 19. Vista general del modelo

FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

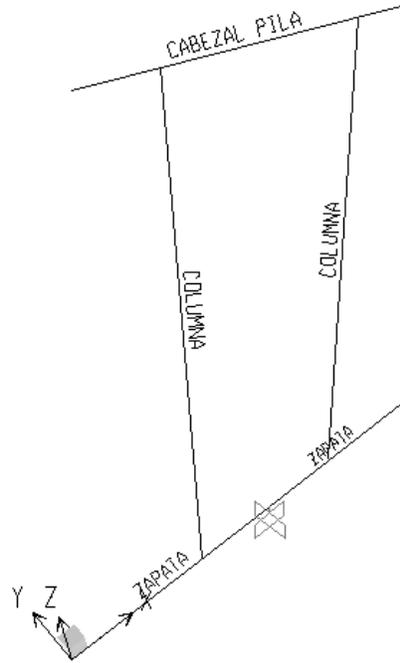


Figura 20. Vista general del modelo y secciones de los elementos

FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

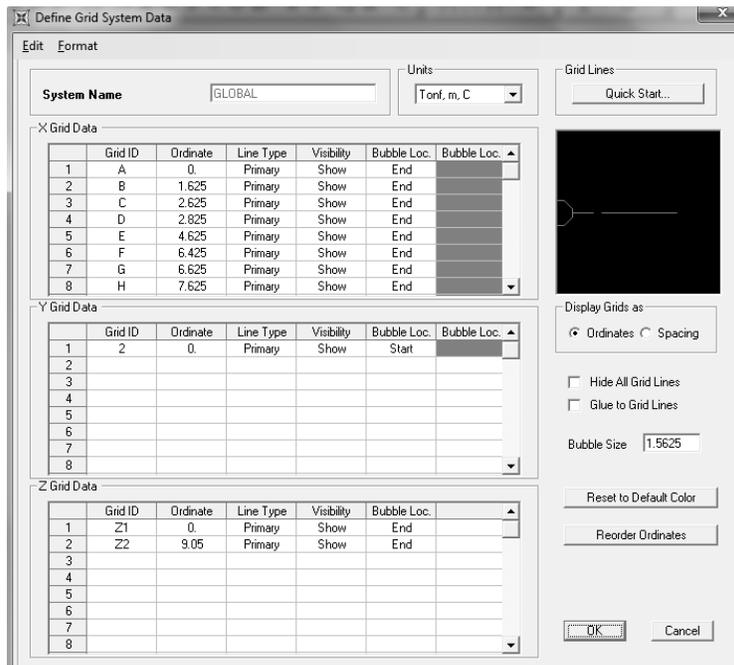


Figura 21. Geometría del modelo

FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

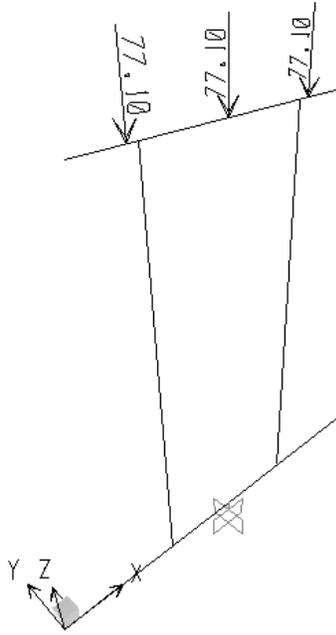


Figura 22. Carga muerta

FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

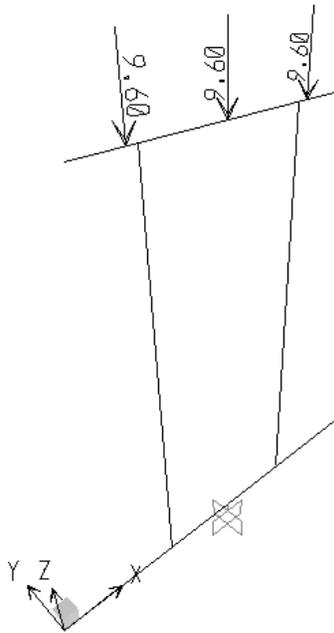


Figura 23. Carga viva

FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

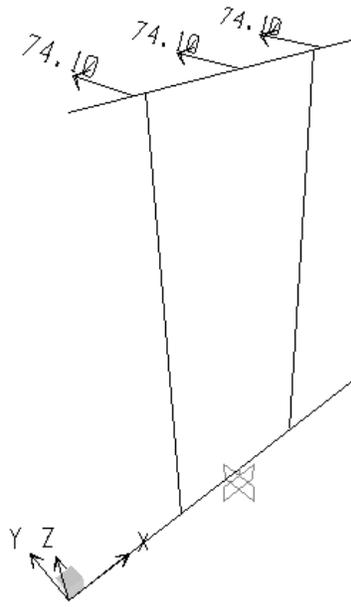


Figura 24. Sismo en X

FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

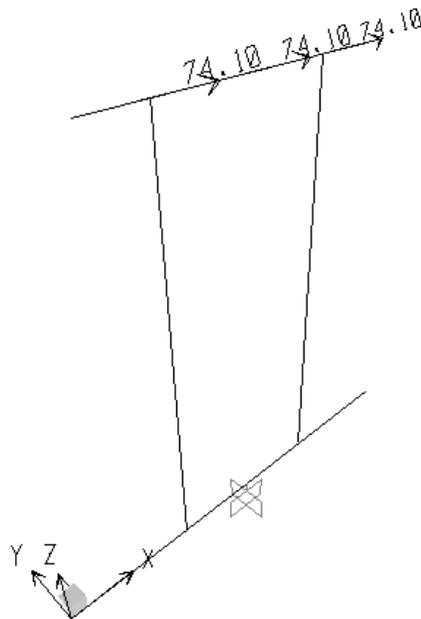


Figura 25. Sismo en Y

FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

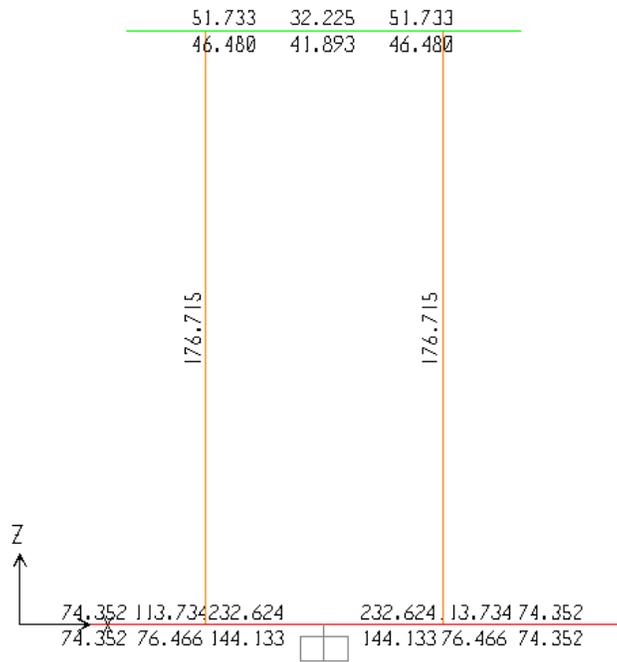


Figura 26. Refuerzo en cm² para condición más desfavorable (COMB 1)

FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

Utilizando las fuerzas y momentos originados en el modelo continué con el diseño de la zapata, el cual muestro a continuación:

PROYECTO: 35+100

APOYO: No.2

1.- DIMENSIONES DE COLUMNA, NIVELES Y ALTURAS:

Columna: Ancho, X= 5.10 m, transversal al camino
Largo, Z = 1.50 m, longitudinal al camino

Nivel de corona: 1880.55 m
Nivel de terreno natural: 1875.00 m
Nivel de desplante: 1871.50 m

Altura total: 9.05 m
Altura libre: 5.55 m
Profundidad desplante: 3.50 m

2.- DATOS DEL SUELO:

Capacidad de carga: 25.00 ton/m²
Peso volumétrico: 1.80 ton/m³

3.- MATERIALES A EMPLEAR:

Concreto: $f'_c = 250$ kg/cm²
Acero de Refuerzo: $f_y = 4200$ kg/cm²

Constantes para diseño elástico:

$f_c < 100$ kg/cm²
 $f_s < 2100$ kg/cm²
 $n = 9$
 $k = 0.300$
 $j = 0.900$
 $K = 13.50$

4.- REACCIONES DE SUPERESTRUCTURA:

| CONDICION DE CARGA: | FX [ton] | FY [ton] | FZ [ton] | MX [ton-m] | MZ [ton-m] |
|---------------------|----------|----------|----------|------------|------------|
| TOTALES | 0.00 | 401.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SISMO X | 61.00 | 265.00 | 24.00 | 180.00 | 488.00 |
| SISMO Z | 19.00 | 265.00 | 80.00 | 597.00 | 147.00 |

Figura 27. Hoja de cálculo diseño de la zapata. FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

5.- CIMIENTO PROPUESTO:

| | | | |
|--------------|-------------|------|--------------------------------------|
| Contratrabe: | Ancho = | 1.70 | m |
| | Alto = | 1.60 | m |
| Zapata: | Talón = | 2.30 | m, desde borde a paño de contratrabe |
| | Frente = | 2.30 | m, desde borde a paño de contratrabe |
| | Espesor 1 = | 0.40 | m, espesor en bordes |
| | Espesor 2 = | 1.00 | m, espesor en paños de contratrabe |
| | Ancho, X = | 9.25 | m |
| | Largo, Z = | 6.30 | m |

Propiedades geométricas de la zapata:

| | | |
|------|-------|---|
| A = | 58.28 | m ² , área de contacto |
| SX = | 61.19 | m ³ , módulo de sección en eje X |
| SZ = | 89.84 | m ³ , módulo de sección en eje Z |

6.- REVISION DE ESTABILIDAD AL VOLTEO:

| CONDICION DE CARGA: | MAX [ton-m] | MAZ [ton-m] | MRX [ton-m] | MRZ [ton-m] | FSVX | FSVZ |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| TOTALES | 0.00 | 0.00 | 2523.46 | 3705.09 | Infinito | Infinito |
| SISMO X | 180.00 | 488.00 | 2095.06 | 3076.09 | 11.64 | 6.30 |
| SISMO Z | 597.00 | 147.00 | 2095.06 | 3076.09 | 3.51 | 20.93 |

7.- REVISION DE ESFUERZOS EN EL SUELO:

| CONDICION DE CARGA: | F1 [ton/m ²] | F2 [ton/m ²] | F3 [ton/m ²] | F4 [ton/m ²] |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| TOTALES | 13.75 | 13.75 | 13.75 | 13.75 |
| SISMO X | 19.79 | 8.92 | 3.04 | 13.90 |
| SISMO Z | 22.81 | 19.53 | 0.02 | 3.29 |

Figura 27. Hoja de cálculo diseño de la zapata. FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

8.- DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA ZAPATA:

| CONDICION DE CARGA: | V (talón) [ton/m] | V (frente) [ton/m] | M (talón) [ton-m/m] | M (frente) [ton-m/m] |
|---------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| TOTALES | 16.16 | 16.16 | 18.74 | 18.74 |
| SISMO X | 18.99 | 27.58 | 21.05 | 32.83 |
| SISMO Z | 0.31 | 28.81 | -2.63 | 36.43 |

Cálculo del peralte efectivo necesario:

| | | |
|------|-------|---|
| Vd = | 28.81 | ton/m, cortante de diseño |
| Md = | 36.43 | ton-m/m, momento de diseño |
| dv = | 63 | cm, peralte efectivo necesario por cortante |
| dm = | 52 | cm, peralte efectivo necesario por flexión |
| dr = | 90 | cm, peralte efectivo real |

Cálculo del acero de refuerzo:

| | | |
|---------|-------|---|
| M(-) = | 2.63 | ton-m/m, tensión en lecho superior de zapata |
| M(+) = | 36.43 | ton-m/m, tensión en lecho inferior de zapata |
| As(-) = | 6.35 | cm ² /m, área de acero en lecho superior |
| As(+) = | 21.41 | cm ² /m, área de acero en lecho inferior |

| Lecho: | Var #4 @: [cm] | Var #5 @: [cm] | Var #6 @: [cm] | Var #8 @: [cm] |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Superior | 20 | 31 | 45 | 80 |
| Inferior | 6 | 9 | 13 | 24 |

Figura 27. Hoja de cálculo diseño de la zapata. FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

9.- DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CONTRATRABE:

Dimensiones de la contratrabe:

| | | |
|-----|------|------------------------|
| L = | 2.08 | m, longitud del volado |
| H = | 1.60 | m, peralte total |
| B = | 1.70 | m, ancho |

Cargas actuantes sobre el volado:

| | | | |
|------|---|--------|---|
| W(+) | = | 86.61 | ton/m, reacción en contratrabe por esfuerzos, hacia arriba |
| W(-) | = | 12.34 | ton/m, reacción en contratrabe por PoPo + rellenos, hacia abajo |
| Wd | = | 74.26 | ton/m, reacción efectiva en contratrabe |
| M | = | 159.88 | ton-m, flexión en el paño de la columna |
| V | = | 154.10 | ton, cortante en el paño de la columna |

Cálculo del peralte efectivo necesario:

| | | | |
|----|---|-----|--------------------------------|
| dn | = | 82 | cm, peralte efectivo necesario |
| dr | = | 150 | cm, peralte efectivo real |

Cálculo del acero de refuerzo:

Por flexión: $A_s = 85.00$ cm², Lecho inferior

| | | |
|------------|----|------|
| Vars #4 = | 67 | pzas |
| Vars #5 = | 43 | pzas |
| Vars #6 = | 30 | pzas |
| Vars #8 = | 17 | pzas |
| Vars #10 = | 11 | pzas |
| Vars #12 = | 7 | pzas |

$A_s = 85.00$ cm², Lecho superior

Por cortante: $A_v/s = 0.14$ cm²/cm

Colocando estribos @ 20cm, se requieren:

| | | |
|-------|---|-------|
| E #4: | 2 | ramas |
| E #5: | 1 | ramas |
| E #6: | 1 | ramas |

Figura 27. Hoja de cálculo diseño de la zapata. FUENTE: Tomada del proyecto que realicé para GRUPO TRIADA.

Con el diseño concluido elabore los dibujos base para que se realizaran los planos del proyecto, revise el contenido de los mismos y finalmente preparé la entrega del proyecto.

Lista de planos:

Plano general

Datos Geométricos

Losa y diafragmas

Trabe AASHTO IV 25 m

Estribo no.1

Pila no.2

Estribo no.3

Procedimiento constructivo

III. APORTACIONES A LA SOCIEDAD

El 16 de diciembre de 2011 el gobierno federal, por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorga a favor de la sociedad mexicana denominada “Concesionaria de Autopistas de Michoacán, S.A. de C.V.”, una concesión para construir, operar, explotar, conservar y mantener por 30 años la autopista de altas especificaciones Pátzcuaro-Uruapan- Lázaro Cárdenas de 272km de longitud y las obras de modernización asociadas a la autopista, la concesión incluye el derecho de vía; sus servicios auxiliares y su explotación.

Esta concesión, comprende la ampliación de 2 a 4 carriles de la autopista Pátzcuaro-Uruapan. De acuerdo con el periódico “El economista” esta ampliación requiere de 8,570 millones de pesos, que se verán reflejados en casi 60 kilómetros de longitud de la autopista, facilitando el transporte de personas y bienes que concurren en esta autopista, proporcionando un ahorro en costos de operación vehicular y tiempo de recorrido entre las ciudades.

Así mismo, evitará el tránsito de vehículos foráneos dentro del área urbana de Pátzcuaro, reduciendo así el riesgo de accidentes para los habitantes de esta población.

Los beneficios que aporta a la sociedad un proyecto como este, se verán reflejados en los poco más de 450 mil habitantes¹ que viven a lo largo del trayecto de la autopista, traducido en generación de empleos temporales, así como la mejora en la conectividad de estas dos poblaciones.

Como ingeniero civil se tiene la oportunidad de participar directamente en el desarrollo de todo tipo de infraestructura, es por eso que teniendo a la sociedad como potencial beneficiario de ella, se debe estar comprometido con el trabajo que se realiza para obtener los mejores resultados posibles. Debido al gran alcance que tiene la profesión es imposible que una sola persona realice todo el proyecto por lo que es necesaria la interacción con colegas de la misma profesión e incluso con profesionistas de otras áreas.

Así bien, es importante mencionar la gran responsabilidad que adquiere el ingeniero civil, como actor principal en el desarrollo de nuevos proyectos, con la sociedad y el medio ambiente al ofrecer las mejores alternativas de solución a los problemas que se presenten y causar el menor impacto negativo posible a la naturaleza.

¹ La cantidad de habitantes es resultado de una sumatoria de los habitantes del censo 2010 de INEGI de las poblaciones de Uruapan, Caltzontzin, Zimirícuaro, Ziracuaretiro, San Angel Zurumucapio y Pátzcuaro.

IV. CONCLUSIONES

Durante el ejercicio en el área de ingeniería civil aplicada a las vías terrestres, especialmente a las estructuras, es necesario contar con conocimientos sólidos que ayuden al desempeño laboral. Sin embargo, las experiencias que se viven día a día forman parte esencial en la formación integral como profesionalista.

Dichas experiencias van desde la teoría que se aplica en el diseño de estructuras hasta los criterios que son necesarios considerar en casos atípicos.

De manera personal, estoy agradecido con las personas que han acompañado mi andar en el área ingenieril ya que sin inconvenientes me han ofrecido su ayuda y he podido aprender muchas cosas de ellas.

Uno de mis objetivos principales de este trabajo era mostrar la aplicación de los conocimientos adquiridos en la universidad y exponer las capacidades y habilidades adquiridas con el desarrollo laboral. El hecho de haberme orientado hacia esta rama de la ingeniería tuvo que ver con la realización del servicio social en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes gracias a los programas que ofrece la universidad para cumplir con este requisito.

Una vez dentro de la S. C. T. en el departamento de estructuras de la dirección general de carreteras comencé a conocer el ambiente relacionado con puentes y estructuras similares. Aquí fue donde aprendí las definiciones de los diferentes elementos que constituyen estas estructuras, la mayoría de las cuales no tenía ni idea de lo que significaban, sin embargo esto jamás represento un obstáculo para desarrollarme en el área. Con el paso del tiempo en este departamento me fui ganando la confianza de los ingenieros que ahí laboran debido a mi desempeño en las actividades que me solicitaban, principalmente en el desarrollo de hojas de cálculo. Un trabajo especial que emprendí motivado por las ganas de querer destacar fue la elaboración de una hoja de cálculo que ingresando ciertos datos generales (ancho, longitud, espesor, refuerzo, esviaje, etc.) se obtenía la información necesaria para exportarla a AutoCAD y obtener el dibujo de la misma junto a su cuantificación de manera inmediata.

Con la actitud mostrada se presentó la oportunidad de poder laborar en GRUPO TRIADA donde formalmente inicié mi carrera en el ámbito laboral de la Ingeniería Civil.

Con los conocimientos previos adquiridos decidí continuar en el área de las estructuras, sin embargo el inicio fue muy diferente a lo que tenía en mente.

Al unirme al equipo de trabajo pase un lapso de seis meses realizando actividades complementarias a la ingeniería como: Imprimir memorias de cálculo, Imprimir planos, doblar planos y preparar las carpetas para entrega final. Lo cual me tenía un tanto frustrado pero con la insistente actitud de querer realizar algo más llego la primera oportunidad.

Era momento de poner en práctica mis conocimientos enfocados al diseño geométrico de un puente peatonal, que a pesar de ser un proyecto sencillo en esos momentos fue todo un reto.

Posteriormente debido a la carga de trabajo, el ingeniero encargado del área me enseñó los fundamentos de las herramientas que utilizaban para la obtención de datos geométricos siendo así que comencé a realizar dicha actividad. Mi experiencia en ella se incrementó con el paso de los proyectos ya que han existido infinidad de estructuras con las diferentes variables que se puedan manejar.

Casi al año de haber ingresado, forme parte de la brigada encargada de realizar la inspección visual del estado de los puentes C. P. C. C. Tlaxcala, donde como ayudante, realice el levantamiento geométrico de las estructuras y elaboré reportes. Con el transcurrir del tiempo participé en más inspecciones, cada vez teniendo mayor protagonismo en el equipo de trabajo llegando a ser el encargado del mismo. En estos cuatro años realizando esta actividad y con la información que se ha generado, he buscado la manera de optimizar el tiempo de ejecución en campo. De la misma forma contribuí en la elaboración de un nuevo formato para presentar la información de acuerdo a los requerimientos del Sistema de Administración de Puentes (S.I.A.P.).

Con el proyecto de ampliación de las carreteras Cosoleacaque – Acayucan y San Andrés Tuxtla – Catemaco, comencé una nueva tarea dentro de mí que hacer profesional, la elaboración de proyectos de muros de contención. Está actividad al igual que la referida en el presente trabajo, es un proceso completo donde estuve a cargo de todas las etapas del mismo.

Finalmente y de manera reciente debido al desempeño que he mostrado en mi desarrollo laboral, tuve la oportunidad de comenzar a participar en la elaboración de proyectos de puentes, lo cual ha sido un paso difícil pero importante en mi carrera profesional. A pesar de ser lo que buscaba hacer desde que me incorporé a esta empresa, al comenzar a realizar esta actividad me di cuenta de la responsabilidad que amerita esta clase de trabajos y de la gran cantidad de conocimiento que debo poseer para determinar la mejor solución adecuada al problema. A pesar de ello, la motivación sigue intacta para avanzar en mi desarrollo, continuar capacitándome con el fin de brindar lo mejor de mí y

representar con orgullo a mi institución educativa la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Considero que los objetivos laborales propuestos durante estos años han sido cumplidos satisfactoriamente al realizar los trabajos de manera correcta cumpliendo con la calidad requerida y los tiempos de entrega.

FUENTES CONSULTADAS

Bibliografía

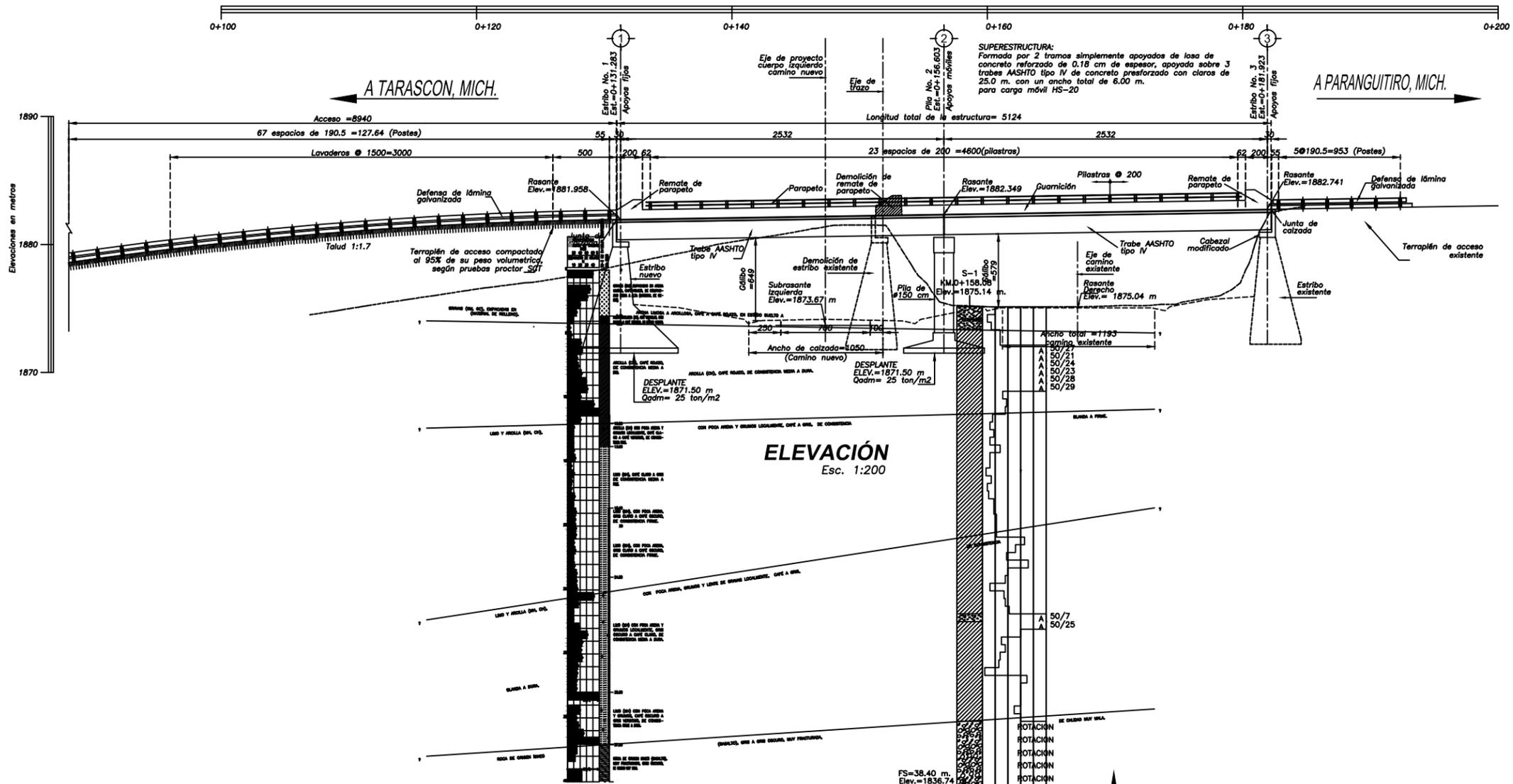
1. “Design of concrete structures”, Arthur Nilson y George Winter, McGraw-Hill, U. S., 1986.
2. “Diseño de estructuras de concreto presforzado”, Arthur Nilson, Limusa, México, 1988.
3. “Foundation analysis and design”, Joseph E. Bowles, McGraw-Hill, U. S., 2001.
4. “Normativa para el proyecto de carreteras” S. C. T.
5. “Normas de servicios técnicos. Proyecto geométrico – carreteras” S.C.T.
6. “Reglamento para las construcciones de concreto reforzado, ACI-318”, Instituto Americano del Concreto, México, 1997.
7. “SAP, Reference manual” Computers and structures Inc., U. S.
8. “Standard specifications for highway bridges”, American association of state highway and transportation officials, U. S., 1996.
9. “Términos de referencia para proyectos constructivos de puentes”, Subsecretaría de infraestructura, dirección de carreteras federales, Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Fuentes electrónicas

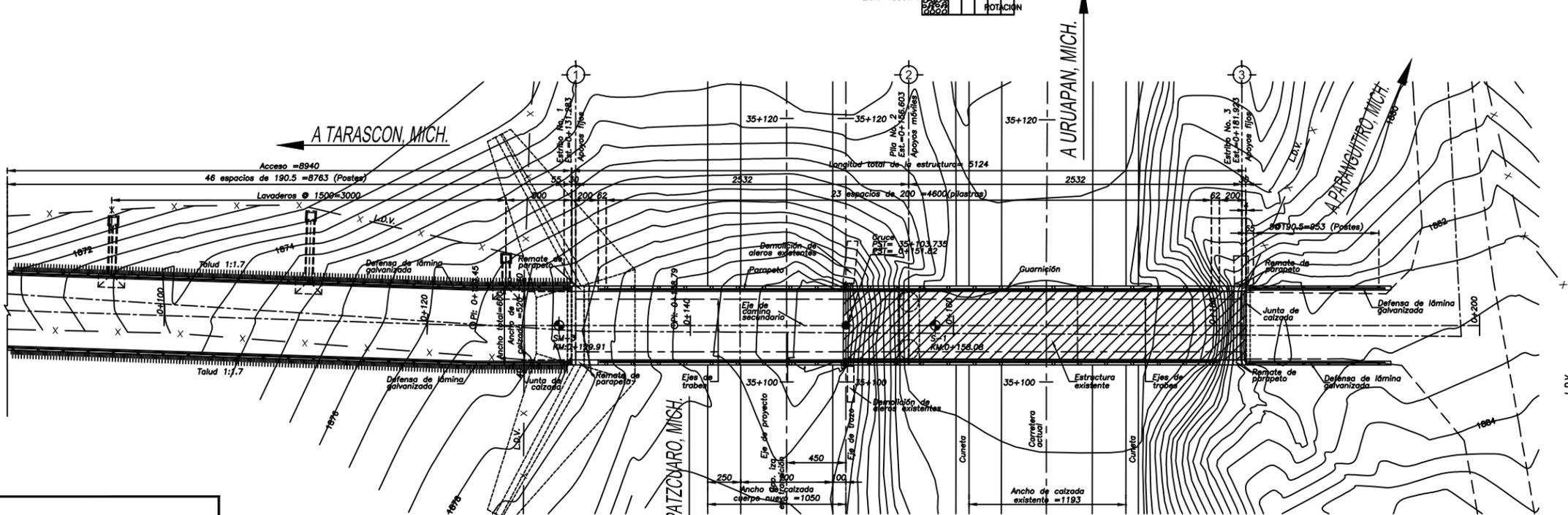
1. “Presentación carreteras”, Dirección general de carreteras en <http://dicyg.fi-c.unam.mx/~eventos/Sistemas/Carreteras.pdf>
2. “Grupo Triada” en www.triada.com.mx
3. “Principales proyectos” en www.triada.com.mx
4. El economista (13 noviembre 2014) “Mayor inversión de autopistas de Michoacán en 2015” en <http://eleconomista.com.mx/estados/2014/11/13/mayor-inversion-autopistas-michoacan-2015> , v.e. 10 junio 2015.

ANEXOS

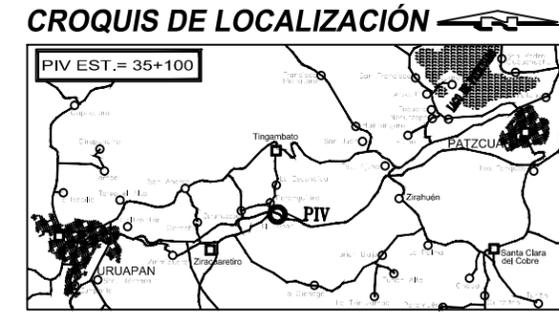
- E-1 Plano general 1 de 2
- E-2 Plano general 2 de 2
- E-3 Datos geométricos
- E-4 Losa y diafragmas 1 de 2
- E-5 Losa y diafragmas 1 de 2
- E-6 Trabe AASHTO IV 25 m
- E-7 Estribo no.1 1 de 2
- E-8 Estribo no.1 2 de 2
- E-9 Pila no.2 1 de 2
- E-10 Pila no.2 2 de 2
- E-11 Estribo no.3
- E-12 Procedimiento constructivo 1 de 4
- E-13 Procedimiento constructivo 2 de 4
- E-14 Procedimiento constructivo 3 de 4
- E-15 Procedimiento constructivo 4 de 4



ELEVACIÓN
Esc. 1:200



PLANTA
Esc. 1:200



NOTAS GENERALES:
 Dimensiones: En centímetros, excepto en las que se indica otra unidad.
 Elevación: La planta topográfica se levantó con los puntos cam 35-b y 36-a, entregados y modificados respecto al proyecto en utm.
 CAM35-b norte 2151842.01 este 202631.432 elev.1894.5818
 CAM36-a norte 2151930.37 este 202166.747 elev.1867.3773
 Especificaciones: La última edición de las Especificación de Construcción e Instalaciones de la S.C.T.
 Aplicación del proyecto: 1 Carril de Circulación.
 Carga móvil tipo: HS-20

LISTA DE PLANOS

| | |
|----------------------------|----------|
| Plano General | E-1 |
| Datos Geométricos | E-2 |
| SUPERESTRUCTURA | E-3 |
| Losa y diafragmas (1 de 2) | E-4 |
| Trabe 25 m | E-5 |
| SUBESTRUCTURA | E-6 |
| Estribo No.1 | E-7 |
| Pila No.2 | E-8 |
| Estribo No.3 | E-9 |
| Proceso constructivo | E-10 |
| Parapeto | E-11 |
| Guarnición | E-12 |
| | E-13 |
| | E-14 |
| | E-15 |
| | T-34.6.1 |
| | T-33.1.1 |

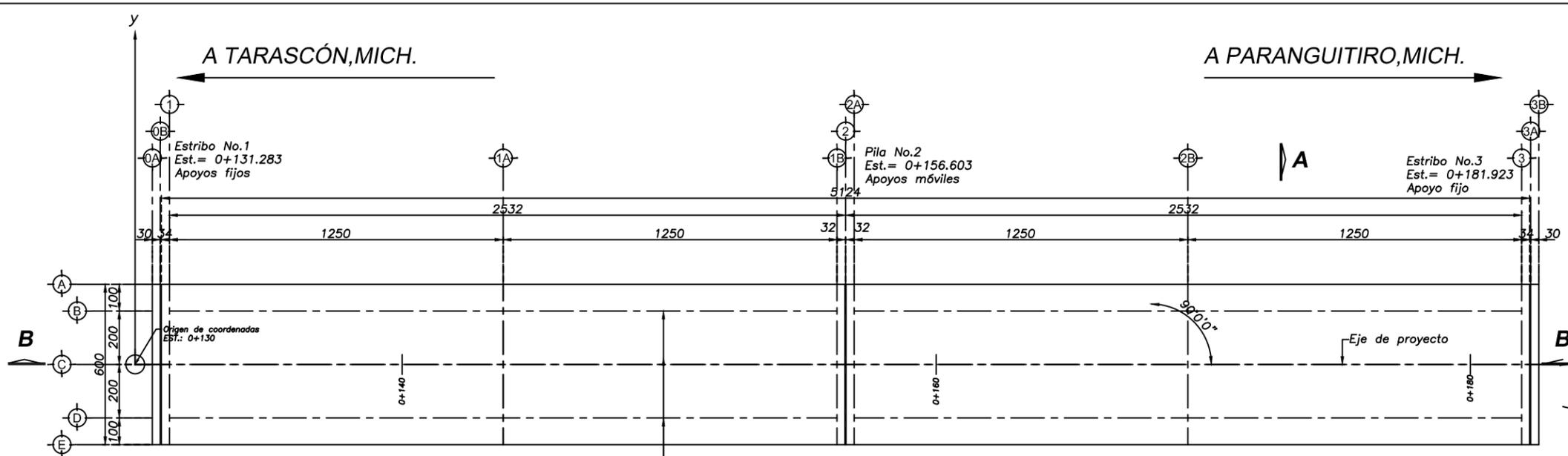
CARGA VIVA DE DISEÑO
 LAS CARGAS VIVAS DE DISEÑO SON LAS SIGUIENTES:

NOTA: SE USARA LA CARGA MÓVIL DE ASHTO EQUIVALENTE QUE PRODUZA EL EFECTO MAS DESFAVORABLE.

PASO INFERIOR VEHICULAR "35+100.00"
PLANO GENERAL 1 DE 2

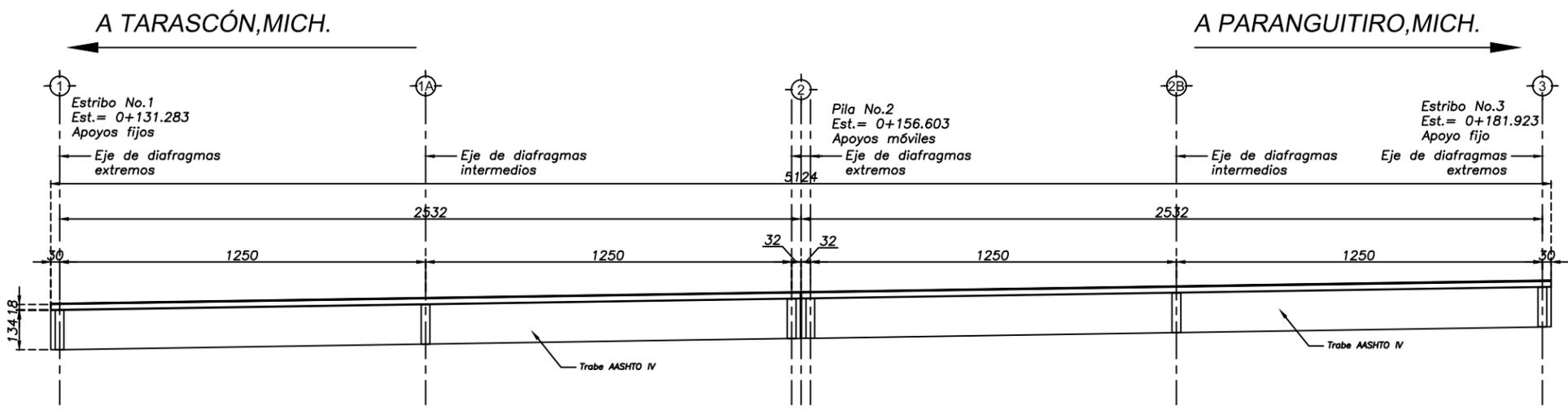
CARRETERA: PATZCUARO - URUAPAN KIL: 35+100.72
 TRAMO: MODERNIZACIÓN ORIGEN: ENT. LAS TRAJES, MICH.
 CIUDAD DE MÉXICO, ABRIL 2015 No. E-1

Elaboró: _____ Revisó: _____ Coordinó: _____

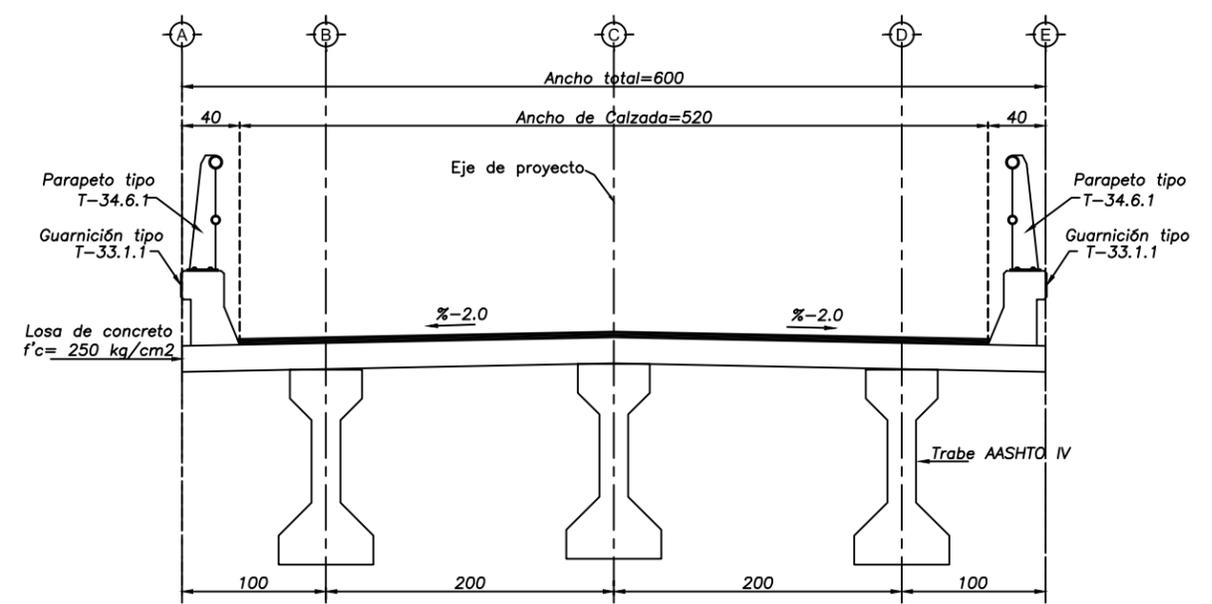


PLANTA LOSA Y DIAFRAGMAS (GEOMETRÍA)
Esc. 1:100

| PUNTO: | ESTACION: | RASANTE | ELEVACION | | COORDENADAS | | COORDENADAS UTM | | ELEVACION CONCRETO | ELEVACION CIMBRA | ALTURA ZOCLO | ELEVACION CORONA | ALTURA BANCO | APOYO TIPO: |
|--------|-----------|---------|-----------|----------|-------------|--------|-----------------|-------------|--------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|-------------|
| | | | (mm) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | | | | | | |
| 0A | A | 0+ | 130.643 | 1881.949 | 0.643 | 3.000 | 202271.998 | 2151904.174 | 1881.849 | | | | | |
| 0A | C | 0+ | 130.643 | 1881.949 | 0.643 | 0.000 | 202274.963 | 2151903.715 | 1881.909 | | | | | |
| 0A | E | 0+ | 130.643 | 1881.949 | 0.643 | -3.000 | 202277.927 | 2151903.256 | 1881.849 | | | | | |
| 0B | A | 0+ | 130.943 | 1881.953 | 0.943 | 3.000 | 202272.044 | 2151904.471 | 1881.853 | | | | | |
| 0B | C | 0+ | 130.943 | 1881.953 | 0.943 | 0.000 | 202275.009 | 2151904.012 | 1881.913 | | | | | |
| 0B | E | 0+ | 130.943 | 1881.953 | 0.943 | -3.000 | 202277.973 | 2151903.553 | 1881.853 | | | | | |
| 1- | A | 0+ | 131.283 | 1881.958 | 1.283 | 3.000 | 202272.096 | 2151904.807 | 1881.858 | 1881.678 | | | | |
| 1- | B | 0+ | 131.283 | 1881.958 | 1.283 | 2.000 | 202273.084 | 2151904.654 | 1881.878 | | 2.00 | 1880.200 | 9.0 | FIJO |
| 1- | C | 0+ | 131.283 | 1881.958 | 1.283 | 0.000 | 202275.061 | 2151904.348 | 1881.918 | | 2.00 | 1880.200 | 13.0 | FIJO |
| 1- | D | 0+ | 131.283 | 1881.958 | 1.283 | -2.000 | 202277.037 | 2151904.042 | 1881.878 | | 2.00 | 1880.200 | 9.0 | FIJO |
| 1A | E | 0+ | 131.283 | 1881.958 | 1.283 | -3.000 | 202278.025 | 2151903.889 | 1881.858 | 1881.678 | | | | |
| 1A | A | 0+ | 143.783 | 1882.151 | 13.783 | 3.000 | 202274.008 | 2151917.160 | 1882.051 | 1881.871 | | | | |
| 1A | B | 0+ | 143.783 | 1882.151 | 13.783 | 2.000 | 202274.997 | 2151917.007 | 1882.071 | | 2.00 | | | |
| 1A | C | 0+ | 143.783 | 1882.151 | 13.783 | 0.000 | 202276.973 | 2151916.701 | 1882.111 | | 2.00 | | | |
| 1A | D | 0+ | 143.783 | 1882.151 | 13.783 | -2.000 | 202278.950 | 2151916.395 | 1882.071 | | 2.00 | | | |
| 1A | E | 0+ | 143.783 | 1882.151 | 13.783 | -3.000 | 202279.938 | 2151916.242 | 1882.051 | 1881.871 | | | | |
| 1B | A | 0+ | 156.283 | 1882.344 | 26.283 | 3.000 | 202275.921 | 2151929.512 | 1882.244 | 1882.064 | | | | |
| 1B | B | 0+ | 156.283 | 1882.344 | 26.283 | 2.000 | 202276.909 | 2151929.359 | 1882.264 | | 2.00 | 1880.550 | 11.2 | MOVIL |
| 1B | C | 0+ | 156.283 | 1882.344 | 26.283 | 0.000 | 202278.885 | 2151929.053 | 1882.304 | | 2.00 | 1880.550 | 15.2 | MOVIL |
| 1B | D | 0+ | 156.283 | 1882.344 | 26.283 | -2.000 | 202280.862 | 2151928.747 | 1882.264 | | 2.00 | 1880.550 | 11.2 | MOVIL |
| 1B | E | 0+ | 156.283 | 1882.344 | 26.283 | -3.000 | 202281.850 | 2151928.594 | 1882.244 | 1882.064 | | | | |
| 2- | A | 0+ | 156.603 | 1882.349 | 26.603 | 3.000 | 202275.970 | 2151929.829 | 1882.249 | 1882.069 | | | | |
| 2- | C | 0+ | 156.603 | 1882.349 | 26.603 | 0.000 | 202278.934 | 2151929.370 | 1882.309 | | | | | |
| 2- | E | 0+ | 156.603 | 1882.349 | 26.603 | -3.000 | 202281.899 | 2151928.911 | 1882.249 | 1882.069 | | | | |
| 2A | A | 0+ | 169.423 | 1882.354 | 26.923 | 3.000 | 202276.019 | 2151930.145 | 1882.254 | 1882.074 | | | | |
| 2A | B | 0+ | 169.423 | 1882.354 | 26.923 | 2.000 | 202277.007 | 2151929.992 | 1882.274 | | 2.00 | 1880.550 | 11.9 | MOVIL |
| 2A | C | 0+ | 169.423 | 1882.354 | 26.923 | 0.000 | 202278.983 | 2151929.686 | 1882.314 | | 2.00 | 1880.550 | 15.9 | MOVIL |
| 2A | D | 0+ | 169.423 | 1882.354 | 26.923 | -2.000 | 202280.960 | 2151929.380 | 1882.274 | | 2.00 | 1880.550 | 11.9 | MOVIL |
| 2A | E | 0+ | 169.423 | 1882.354 | 26.923 | -3.000 | 202281.948 | 2151929.227 | 1882.254 | 1882.074 | | | | |
| 2B | A | 0+ | 169.423 | 1882.547 | 39.423 | 3.000 | 202277.931 | 2151942.498 | 1882.447 | 1882.267 | | | | |
| 2B | B | 0+ | 169.423 | 1882.547 | 39.423 | 2.000 | 202278.919 | 2151942.345 | 1882.467 | | 2.00 | | | |
| 2B | C | 0+ | 169.423 | 1882.547 | 39.423 | 0.000 | 202280.896 | 2151942.039 | 1882.507 | | 2.00 | | | |
| 2B | D | 0+ | 169.423 | 1882.547 | 39.423 | -2.000 | 202282.872 | 2151941.733 | 1882.467 | | 2.00 | | | |
| 2B | E | 0+ | 169.423 | 1882.547 | 39.423 | -3.000 | 202283.860 | 2151941.580 | 1882.447 | 1882.267 | | | | |
| 3- | A | 0+ | 181.923 | 1882.740 | 51.923 | 3.000 | 202279.843 | 2151954.851 | 1882.640 | 1882.460 | | | | |
| 3- | B | 0+ | 181.923 | 1882.740 | 51.923 | 2.000 | 202280.832 | 2151954.698 | 1882.660 | | 2.00 | 1880.950 | 12.3 | FIJO |
| 3- | C | 0+ | 181.923 | 1882.740 | 51.923 | 0.000 | 202282.808 | 2151954.392 | 1882.700 | | 2.00 | 1880.950 | 16.3 | FIJO |
| 3- | D | 0+ | 181.923 | 1882.740 | 51.923 | -2.000 | 202284.785 | 2151954.086 | 1882.660 | | 2.00 | 1880.950 | 12.3 | FIJO |
| 3- | E | 0+ | 181.923 | 1882.740 | 51.923 | -3.000 | 202285.773 | 2151953.933 | 1882.640 | 1882.460 | | | | |
| 3A | A | 0+ | 182.263 | 1882.745 | 52.263 | 3.000 | 202279.895 | 2151955.187 | 1882.645 | | | | | |
| 3A | C | 0+ | 182.263 | 1882.745 | 52.263 | 0.000 | 202282.860 | 2151954.728 | 1882.705 | | | | | |
| 3A | E | 0+ | 182.263 | 1882.745 | 52.263 | -3.000 | 202285.825 | 2151954.269 | 1882.645 | | | | | |
| 3B | A | 0+ | 182.563 | 1882.750 | 52.563 | 3.000 | 202279.941 | 2151955.483 | 1882.650 | | | | | |
| 3B | C | 0+ | 182.563 | 1882.750 | 52.563 | 0.000 | 202282.906 | 2151955.024 | 1882.710 | | | | | |
| 3B | E | 0+ | 182.563 | 1882.750 | 52.563 | -3.000 | 202285.871 | 2151954.565 | 1882.650 | | | | | |



CORTE B- B (GEOMETRÍA)
Esc. 1:100



SECCIÓN TRANSVERSAL A - A Esc. 1:25

**PASO INFERIOR VEHICULAR
"35+100.00"**

DATOS GEOMÉTRICOS

| | |
|------------------------------|-------------------------------|
| CARRERA: PATZCUARO - URLAPAN | KM: 35+100.72 |
| TRAMO: MODERNIZACIÓN | ORIGEN: ENT. LAS TRAJES, MCH. |
| CUIDAD DE MÉXICO, ABRIL 2015 | No. E-3 |

Elaboró: _____

Revisó: _____

Coordino: _____

DETALLE DEL REFUERZO

| Diam. | a | b | d | e |
|-------|----|----|----|----|
| 3C | 7 | 17 | 8 | 40 |
| 4C | 9 | 22 | 10 | 55 |
| 5C | 12 | 28 | 11 | 85 |
| 6C | 14 | 34 | 12 | 85 |

En ningún caso, se permitirá empalmar, en una misma sección, más del 50 % de las varillas.

NOTAS

GENERALIDADES

DIMENSIONES

En centímetros, excepto en las que se indica otra unidad

ESPECIFICACIONES

La última edición de las Normas para Construcción e Instalaciones de la S.C.T. Capítulos:

| | |
|---|-----------------------|
| Concreto hidráulico | N-CTR-CAR-1-02-003/00 |
| Acero para concreto hidráulico | N-CTR-CAR-1-02-003/04 |
| Acero estructural y elementos metálicos | N-CTR-CAR-1-02-004/00 |
| Estructuras de concreto reforzado | N-CTR-CAR-1-02-004/02 |
| | N-CTR-CAR-1-02-005/01 |
| | N-CTR-CAR-1-02-006/01 |

MATERIALES

Deberán ser aceptados por la D.G.C.F. y cumplirán las siguientes Especificaciones :

| | |
|---|-------------------|
| Calidad del cemento Portland | N-CMT-2-02-001/02 |
| Calidad de agregados pétreos para concreto hidráulico | N-CMT-2-02-002/02 |
| Calidad de agua para concreto hidráulico | N-CMT-2-02-003/02 |
| Calidad de aditivos químicos para concreto hidráulico | N-CMT-2-02-004/04 |
| Calidad de concreto hidráulico | N-CMT-2-02-005/04 |
| Calidad de membranas de curado para concreto hidráulico | N-CMT-2-02-006/04 |
| Acero de refuerzo para concreto hidráulico | N-CMT-2-03-001/04 |
| Acero estructural | N-CMT-2-03-003/04 |
| Soldadura de arco eléctrico | N-CMT-2-04-001/04 |

CONCRETO

Se usará concreto de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ cuya compactación no será menor de 0.80 con revenimiento de 5 a 10 cm, y agregado grueso con tamaño máximo de 1.9 cm. Se vibrará al colocarlo. En caso de que el contratista requiera usar aditivos para el concreto, deberá justificar oportunamente la calidad y dosificación de estos productos, presentando a la Supervisión de Obra pruebas satisfactorias de su empleo con los agregados y el cemento que vaya a emplear.

ACERO DE REFUERZO

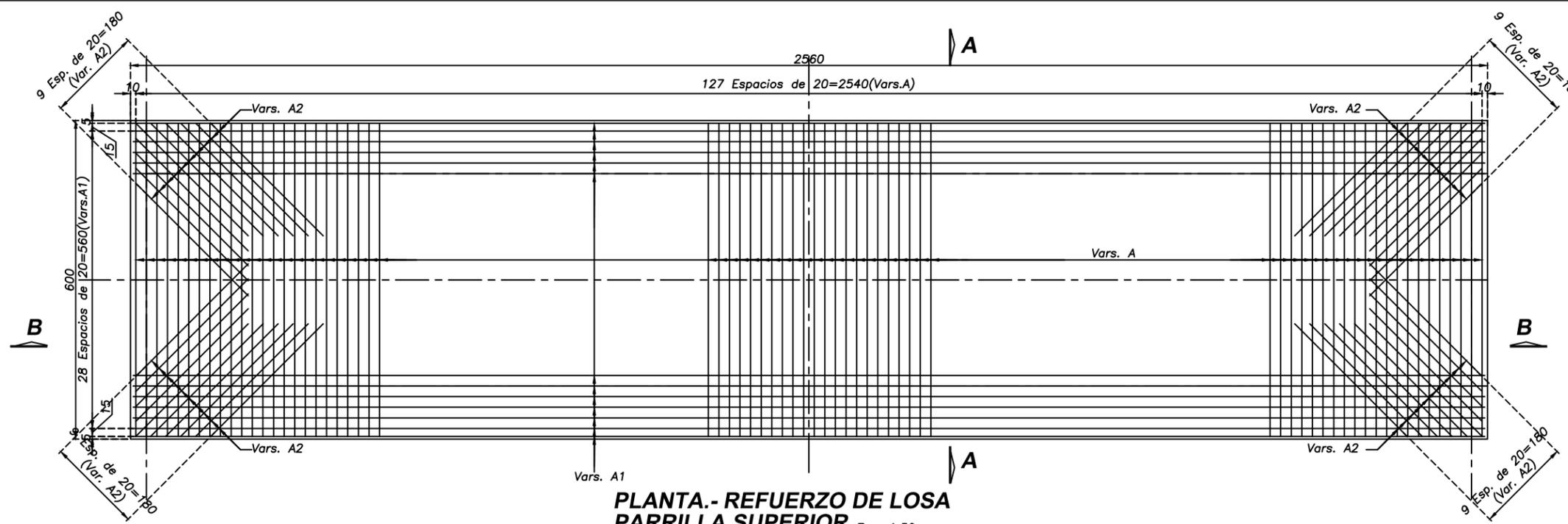
Se tendrá especial cuidado en la limpieza de las varillas para evitar que tengan óxido suelto antes de depositar el concreto. Los empalmes serán traslapados o soldados y se localizarán según convenga, procurando en lo posible que queden cuatrapeados. Si se desea utilizar otro sistema de empalme se consultará oportunamente a la Residencia de la S.C.T.

RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN

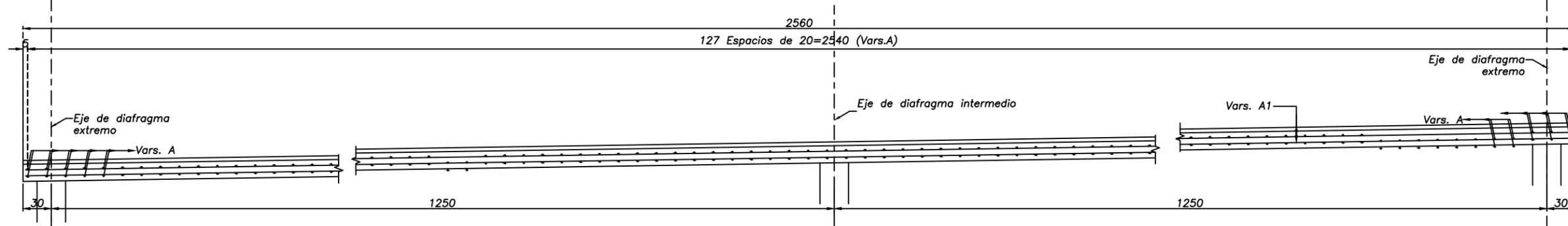
Se tendrá especial cuidado al efectuar los colados de que el concreto no caiga bruscamente para evitar que el agregado grueso se disgregue y se deposite en el fondo del área por colar.

No se colocara la carpeta asfáltica antes de los 28 días del último colado de la losa ó a los 14 días si se uso cemento de fraguado rápido, pero en ningún caso antes de que el concreto de la losa de haya alcanzado una resistencia mínima de 0.80f'c.

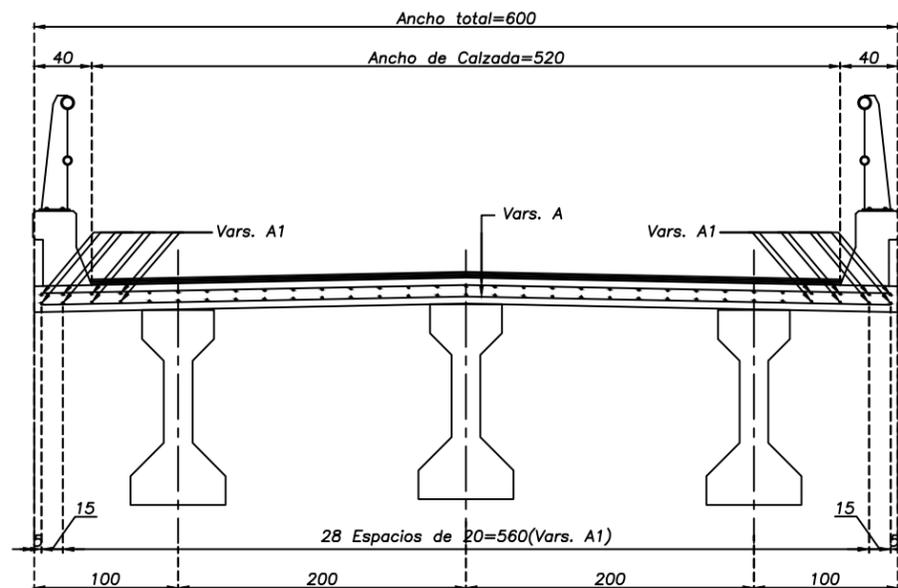
Conjuntamente se aplicarán, en todo lo conducente, las recomendaciones de construcción detalladas en el plano No. 05



PLANTA.- REFUERZO DE LOSA PARRILLA SUPERIOR Esc. 1:50



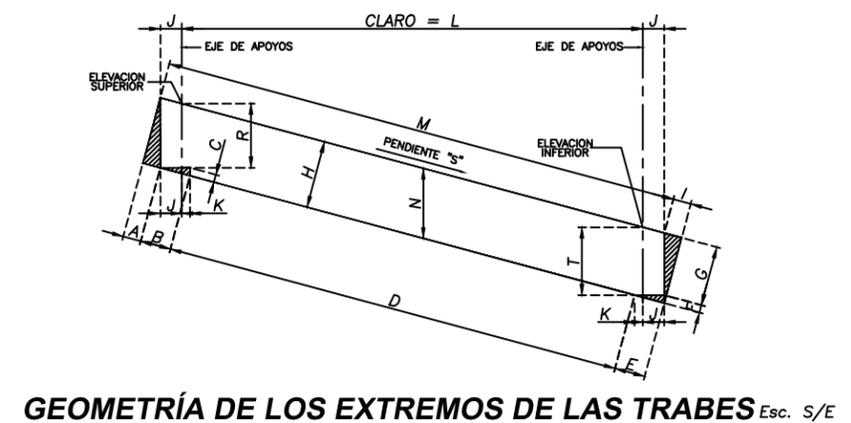
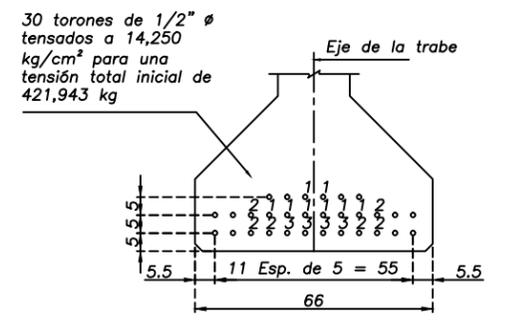
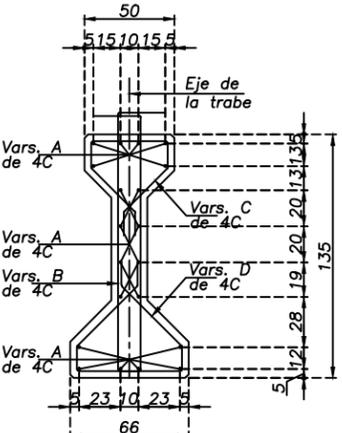
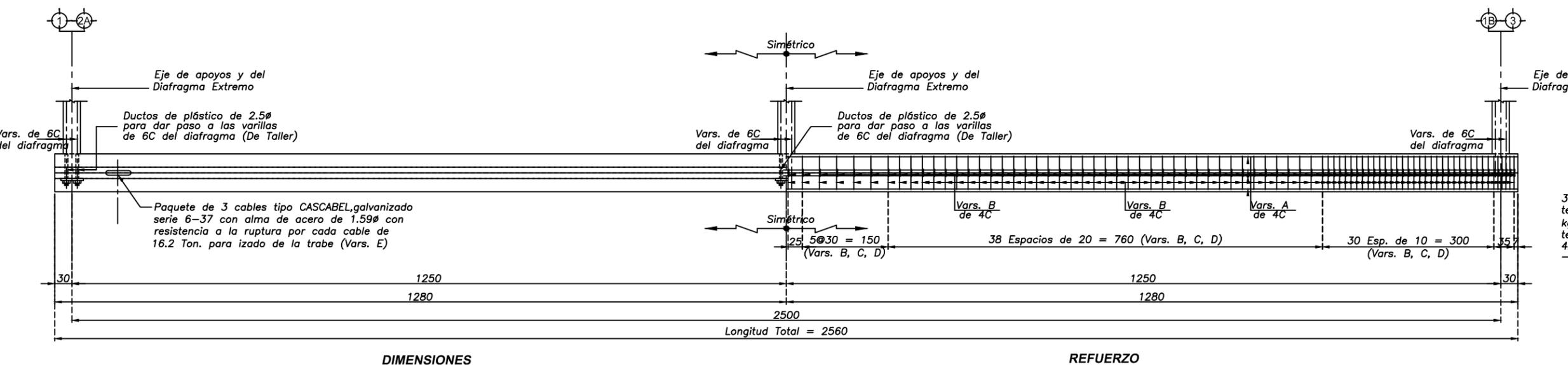
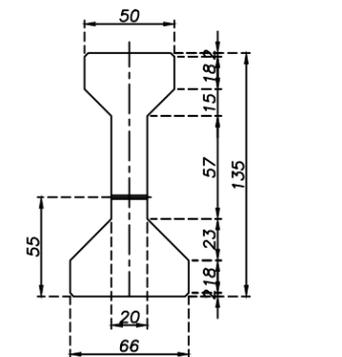
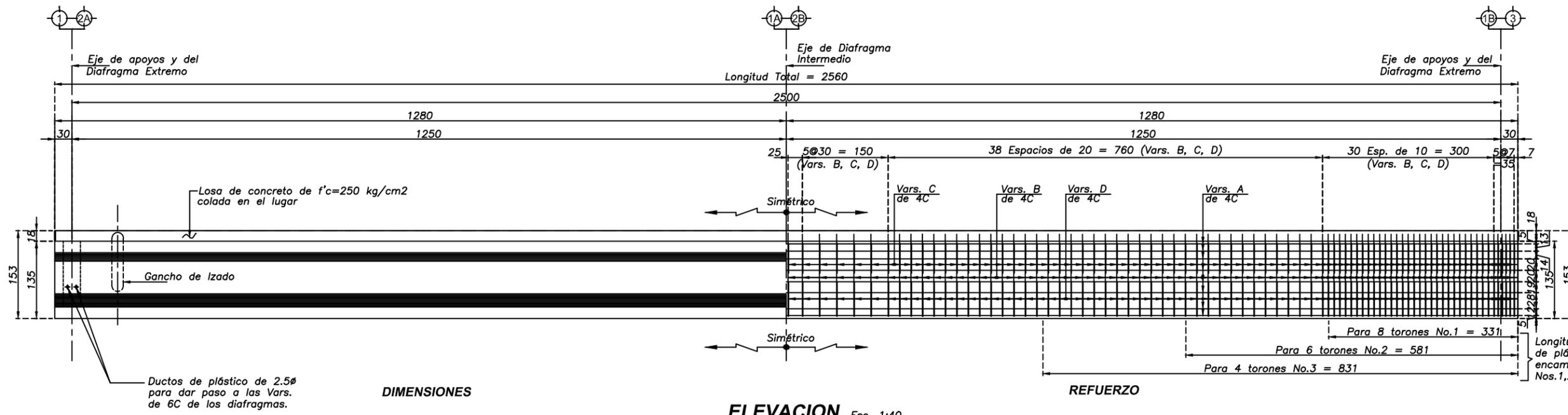
CORTE LONGITUDINAL B - B Esc. 1:25



SECCIÓN TRANSVERSAL A - A Esc. 1:25

| | | |
|----------|---------|-----------|
| Elaboró: | Revisó: | Coordiñó: |
|----------|---------|-----------|

| | |
|--|--------------------------------|
| PASO INFERIOR VEHICULAR | |
| "35+100.00" | |
| LOSA Y DIAFRAGMA TRAMO 1-2 Y 2-3(1DE2) | |
| CARRETERA: PATZCUARO - URLAPAN | KM: 35+100.72 |
| TRAMO: MODERNIZACIÓN | ORIGEN: ENT. LAS TROJES, MICH. |
| CIUDAD DE MÉXICO, ABRIL 2015 | No. 4 |

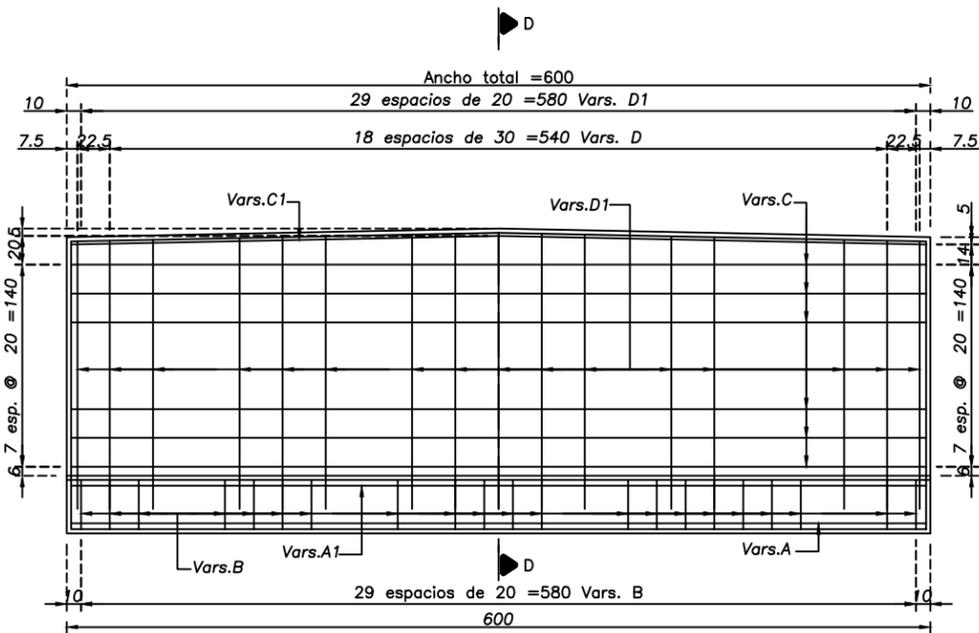


| TRAMO: | EJE: | A: | B: | C: | D: | E: | F: | G: | H: | I: | J: | K: | L: | M: | N: | R: | S: | T: |
|--------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| | | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [%] | [m] |
| 1-2 | B | 0.02 | 0.45 | 0.01 | 24.70 | 0.45 | 0.01 | 1.34 | 1.350 | 0.021 | 0.300 | 0.150 | 25.00 | 25.60 | 1.35 | 1.346 | 1.54% | 1.348 |
| 1-2 | C | 0.02 | 0.45 | 0.01 | 24.70 | 0.45 | 0.01 | 1.34 | 1.350 | 0.021 | 0.300 | 0.150 | 25.00 | 25.60 | 1.35 | 1.346 | 1.54% | 1.348 |
| 1-2 | D | 0.02 | 0.45 | 0.01 | 24.70 | 0.45 | 0.01 | 1.34 | 1.350 | 0.021 | 0.300 | 0.150 | 25.00 | 25.60 | 1.35 | 1.346 | 1.54% | 1.348 |
| 2-3 | B | 0.02 | 0.45 | 0.01 | 24.70 | 0.45 | 0.01 | 1.34 | 1.350 | 0.021 | 0.300 | 0.150 | 25.00 | 25.60 | 1.35 | 1.346 | 1.54% | 1.348 |
| 2-3 | C | 0.02 | 0.45 | 0.01 | 24.70 | 0.45 | 0.01 | 1.34 | 1.350 | 0.021 | 0.300 | 0.150 | 25.00 | 25.60 | 1.35 | 1.346 | 1.54% | 1.348 |
| 2-3 | D | 0.02 | 0.45 | 0.01 | 24.70 | 0.45 | 0.01 | 1.34 | 1.350 | 0.021 | 0.300 | 0.150 | 25.00 | 25.60 | 1.35 | 1.346 | 1.54% | 1.348 |

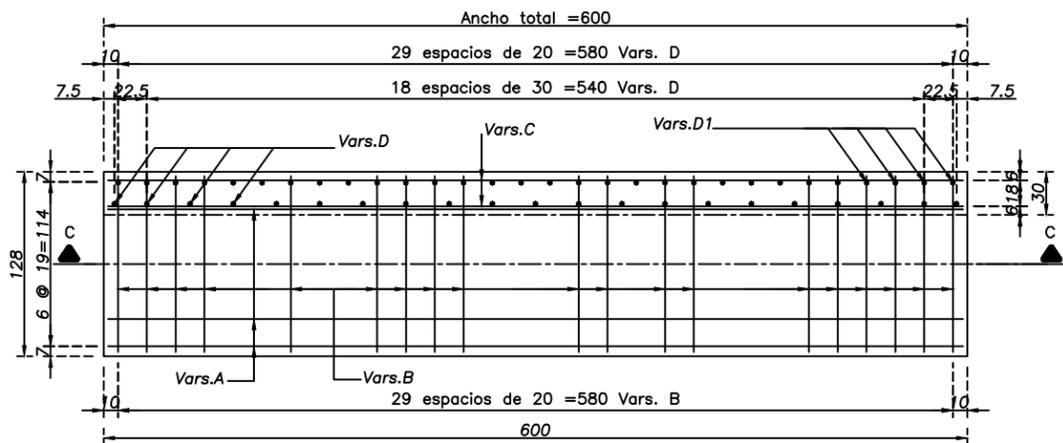
Elaboró: _____
 Revisó: _____
 Coordinó: _____

PASO INFERIOR VEHICULAR
"35+100.00"
TRABE 25 m.

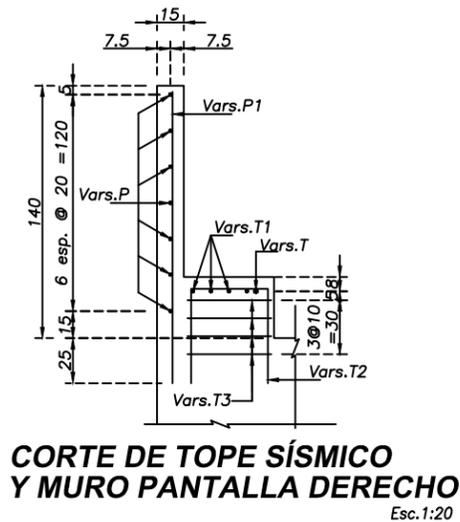
CARRETERA: PATZCUARO - URLAPAN KM: 35+100.72
 TRAMO: MODERNIZACIÓN ORIGEN: ENT. LAS TRAJES, MICH.
 CIUDAD DE MÉXICO, ABRIL 2015 No. _____ B-6



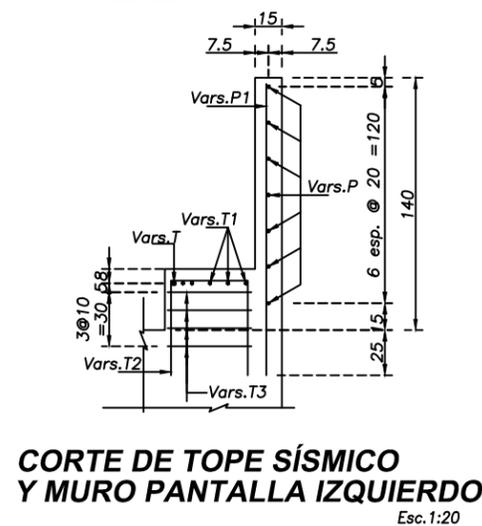
CORTE C-C
Esc.1:25



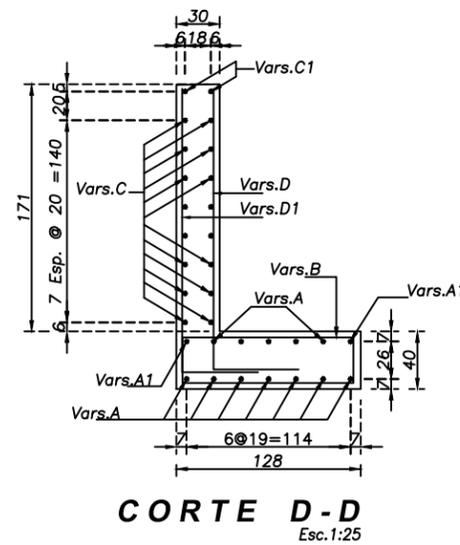
PLANTA ESTRIBO No.1 (ESFUERZO)
Esc.1:25



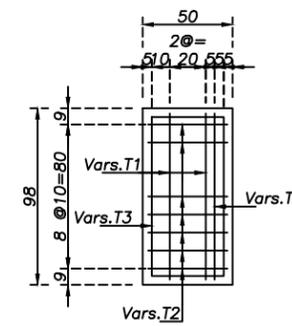
CORTE DE TOPE SÍSMICO Y MURO PANTALLA DERECHO
Esc.1:20



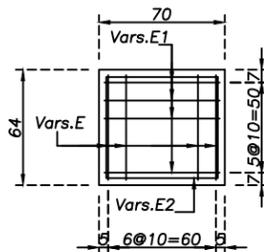
CORTE DE TOPE SÍSMICO Y MURO PANTALLA IZQUIERDO
Esc.1:20



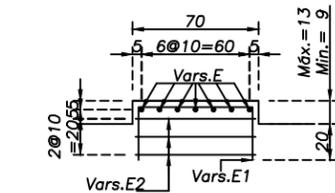
CORTE D-D
Esc.1:25



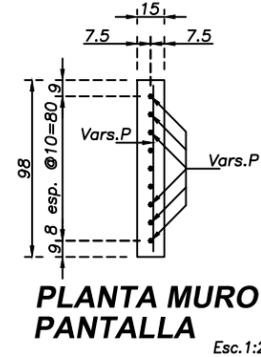
PLANTA DE TOPE SISMICO DERECHO E IZQUIERDO
Esc.1:20



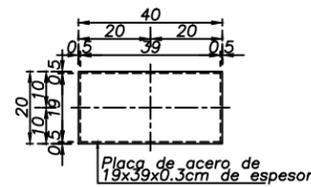
PLANTA DE BANCOS DE APOYO
Esc.1:20



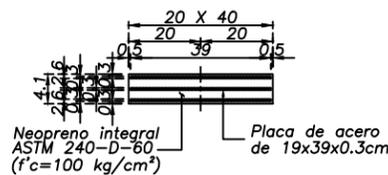
CORTE REFUERZO DE BANCOS DE APOYO
Esc.1:20



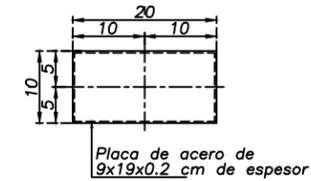
PLANTA MURO PANTALLA
Esc.1:20



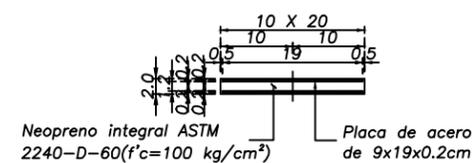
PLANTA DE APOYOS FIJOS
(PARA BANCO DE APOYO) Esc.1:10



ELEVACIÓN DE APOYO FIJO-NEOPRENO
(PARA BANCO DE APOYO) Esc.1:10



PLANTA NEOPRENO
(PARA TOPE SISMICO) Esc.1:10



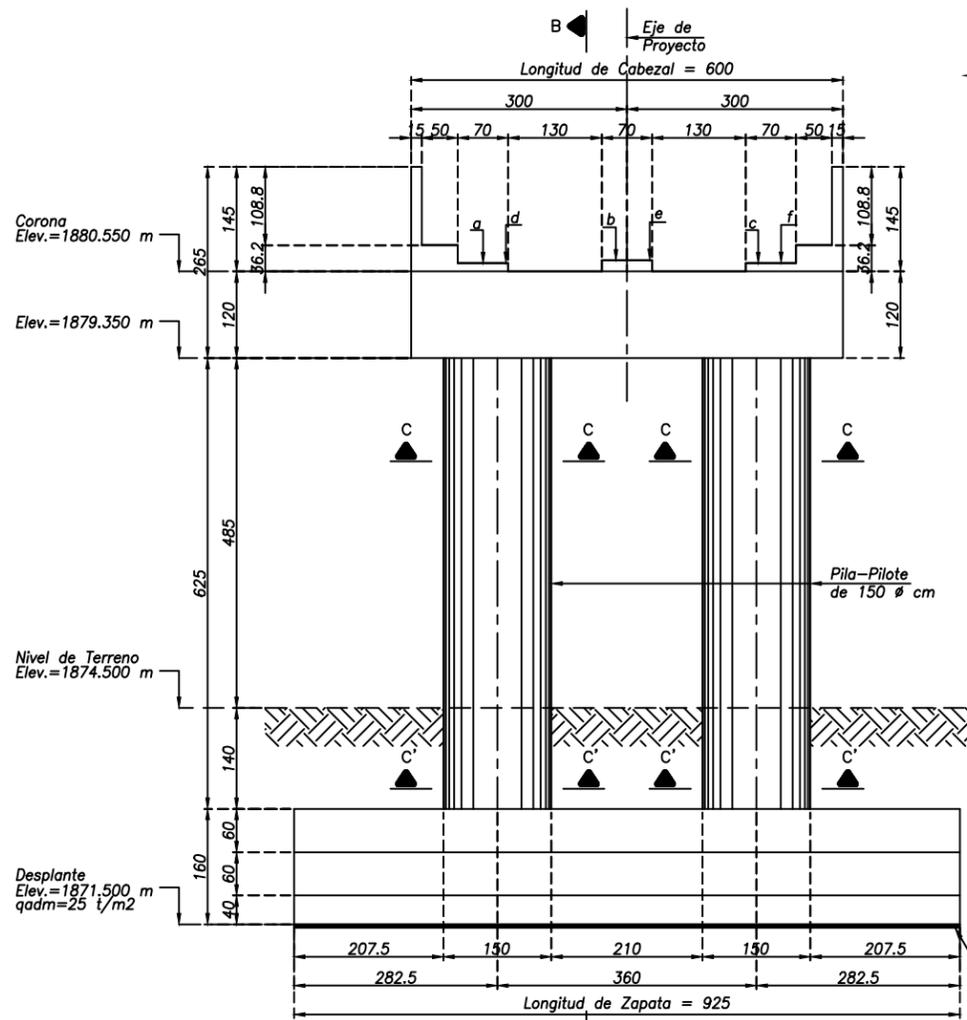
ELEVACIÓN NEOPRENO
(PARA TOPE SISMICO) Esc.1:10

| LISTA DE VARILLAS | | | | | | | |
|-------------------|-------|------|--------------------------|---------|--------------------------|----|-----------|
| VAR. | DIAM. | NUM. | LONG. T. | CROQUIS | a | b | PESO (Kg) |
| A | 5C | 12 | 594 | | 594 | - | 112 |
| A1 | 4C | 2 | 594 | | 594 | - | 12 |
| B | 4C | 30 | 321 | | 119 | 23 | 96 |
| C | 4C | 16 | 594 | | 594 | - | 95 |
| C1 | 4C | 2 | 596 | | 596 | - | 12 |
| D | 4C | 19 | M=254 m=248 Δ=0.67 | | M=191 m=185 Δ=0.67 | 60 | 48 |
| D1 | 5C | 30 | M=255 m=249 Δ=0.40 | | M=191 m=185 Δ=0.40 | 60 | 118 |
| E | 4C | 21 | 121 | | 58 | 29 | 25 |
| E1 | 4C | 18 | 127 | | 64 | 29 | 23 |
| E2 | 4C | 9 | 255 | | 62 | 56 | 23 |
| P | 4C | 14 | 92 | | 92 | - | 13 |
| P1 | 4C | 18 | 153 | | 153 | - | 28 |
| T | 10C | 2 | 217 | | 96 | 52 | 27 |
| T1 | 4C | 8 | 203 | | 94 | 52 | 16 |
| T2 | 4C | 18 | 153 | | 44 | 52 | 28 |
| T3 | 4C | 8 | 293 | | 88 | 40 | 23 |

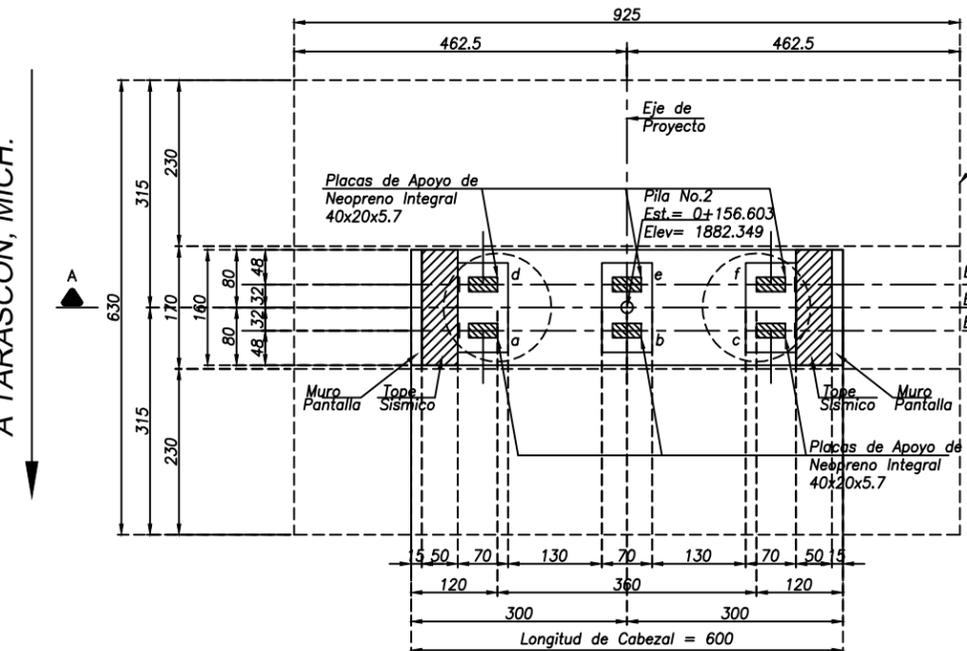
Elaboró: _____
Revisó: _____
Coordinó: _____

PROYECTO: PASO INFERIOR VEHICULAR "35+100.00"
ESTRIBO No.1 2 DE 2

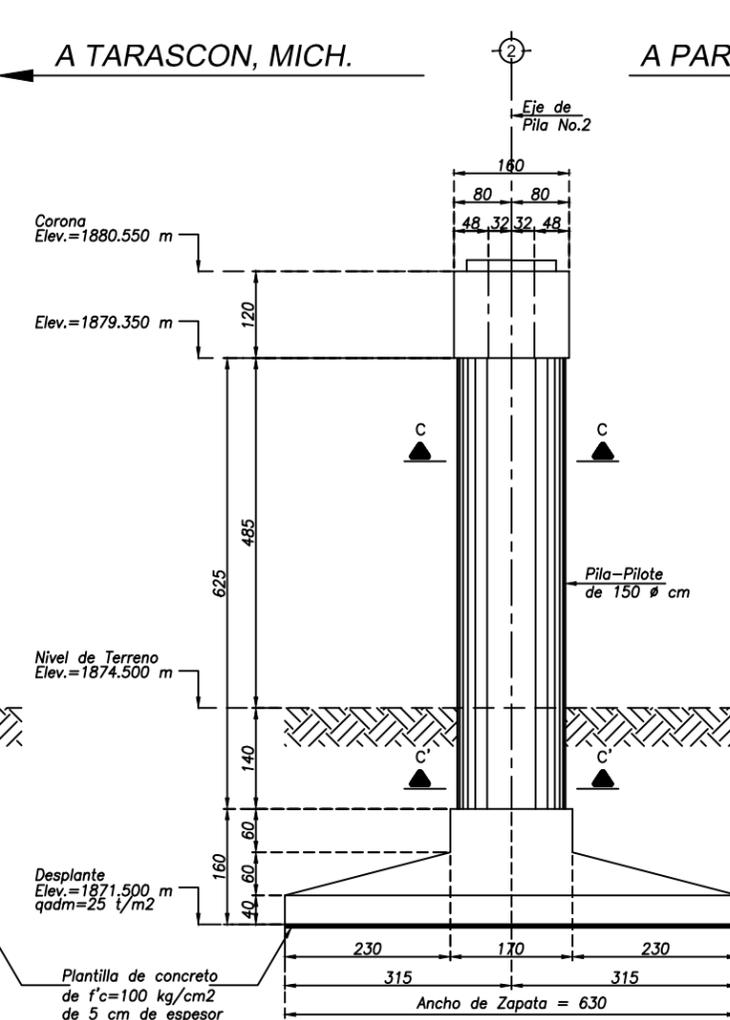
CARRERA: PATZCUARO - URLAPAN KM: 35+100.72
TRAMO: MODERNIZACIÓN ORIGEN: ENT. LAS TROJES, MICH.
CIUDAD DE MÉXICO, ABRIL 2015 No. _____ E-6



CORTE A-A (GEOMETRÍA)
Esc. 1:50

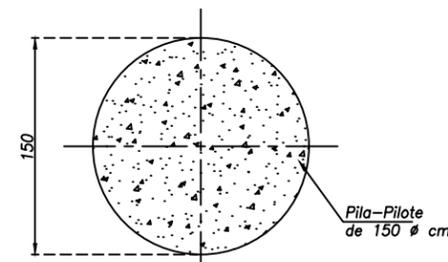


PLANTA PILA No.2 (GEOMETRÍA)
Esc. 1:50

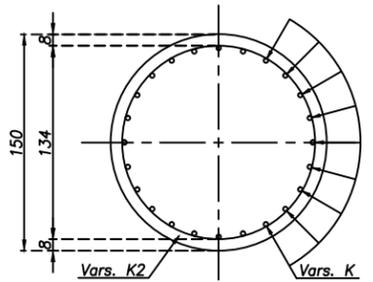


CORTE B-B
Esc. 1:50

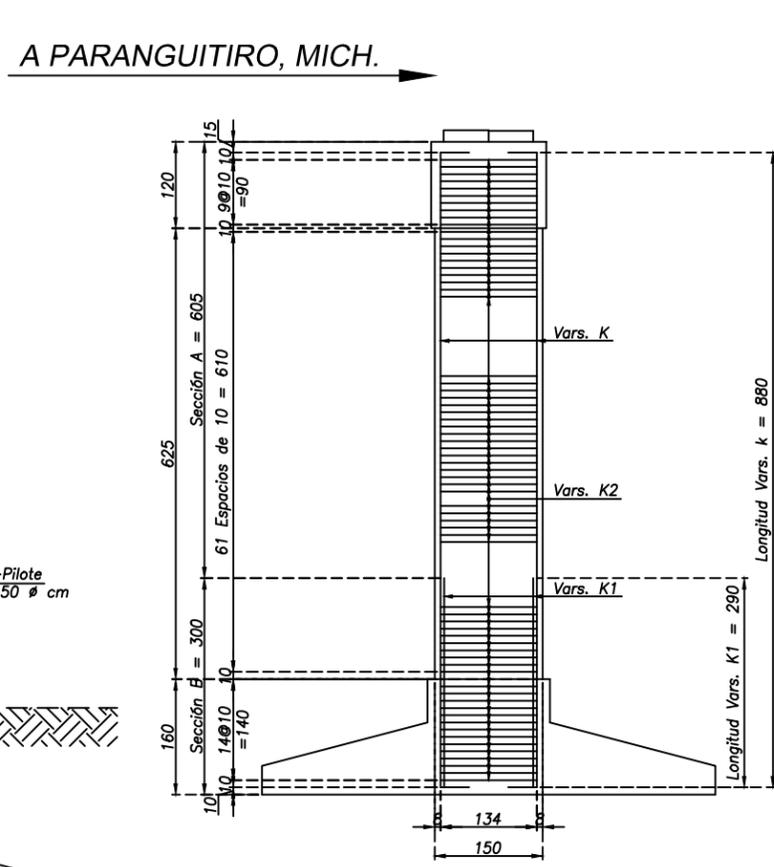
| BANCO APOYO | H (cm) |
|-------------|--------|
| a | 11.2 |
| b | 15.2 |
| c | 13.2 |
| d | 11.9 |
| e | 15.9 |
| f | 11.9 |



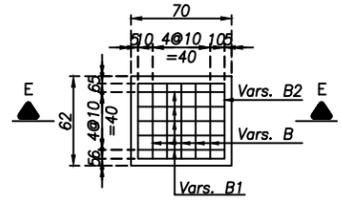
CORTE C-C (GEOMETRÍA)
Esc. 1:25



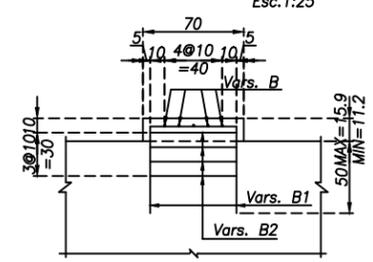
CORTE C-C (SECCIÓN A)
Esc. 1:25



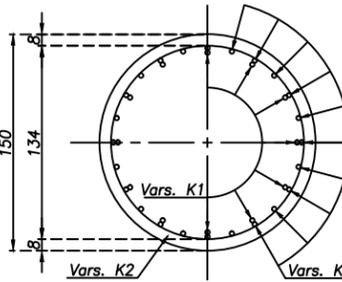
PLANTA BANCOS
Esc. 1:25



CORTE E-E
Esc. 1:25



CORTE C'-C' (SECCIÓN B)
Esc. 1:25



DETALLES DEL REFUERZO

| DIAM. | a | b | d | e |
|-------|----|----|----|-----|
| 4c | 9 | 23 | 10 | 55 |
| 5c | 12 | 29 | 11 | 65 |
| 6c | 14 | 34 | 13 | 85 |
| 8c | 18 | 45 | 17 | 140 |

En ningún caso, se permitirá empalmar, en una misma sección, más del 50% de las varillas.

GENERALIDADES:

Dimensiones:
En centímetros, excepto en las que se indica otra unidad.

Elevaciones:
La planta topográfica se levantó con los puntos cam 35-b y 36-a entregados y modificados respecto al proyecto en utm.
CAM 35-b norte 2151842.01 este 202631.432 elev 1894.5818
CAM 36-a norte 2151930.37 este 202166.747 elev 1867.3773

Especificaciones:
La última edición de las Normas para Construcción e Instalaciones de la S.C.T. Se hará referencia en particular a los siguientes capítulos:
3.01.02.022 Excavación para estructuras
3.01.02.023 Rellenos
3.01.02.026 Concreto Hidráulico
3.01.02.027 Acero para concreto hidráulico

Materiales:
Deberán ser aceptados por la D.G.C.F. y cumplirán las sig. especificaciones:
Piedras naturales S.C.T. 4.01.02.003-B
Cemento Portland S.C.T.4.01.02.004-B
Agregados para concreto S.C.T.4.01.02.004-E
Agua para concreto S.C.T.4.01.02.004-G
Varillas de acero para refuerzo de concreto S.C.T. 4.01.02.005-D
Tipo A,B o C corrugado de grado duro con L.E.=4200 kg/cm2

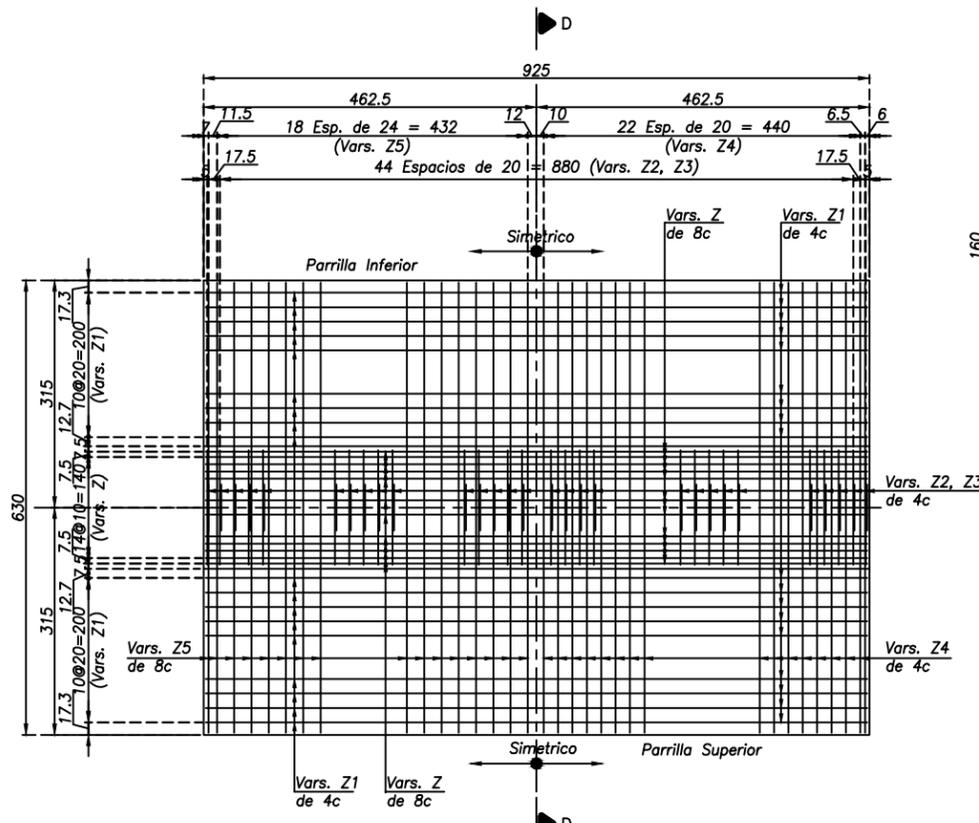
Concreto:
Se usará concreto de $f'c=250$ kg/cm², cuya compacidad no será menor de 0.80, con revenimiento de 5 a 10 cm y agregado grueso con tamaño máximo de 2.5 cm. Se vibrará al colocarlo.
En caso de que el contratista requiera usar aditivos para el concreto, deberá justificar oportunamente la cantidad y dosificación de estos productos presentando al Residente pruebas satisfactorias de su empleo con los agregados y el cemento que se vayan a emplear.

Acero de refuerzo:
Se tendrá especial cuidado en la limpieza de las varillas, para evitar que tenga óxido suelto antes de depositar el concreto. Los empalmes de varillas se harán exclusivamente con soldadura a tope o por traspase, debiendo tener la autorización de esta Dirección para usar otro tipo de empalme. Los empalmes no indicados en este plano se harán cuatrapeados, sin exceder del 33% del acero principal de principal de la sección. Los casos aislados, en que se empalme más del 50% de refuerzo, se aumentarán en un 25% las longitudes de traspase. De preferencia las varillas de 8c o 6c no tendrán soldadura, ni empalmes por traspase.

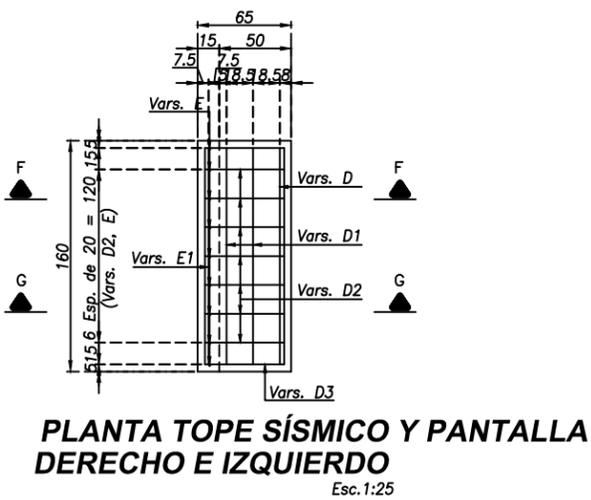
RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION:
Las varillas del refuerzo de los pilas serán de una sola pieza debiendo quedar ahogadas juntas con sus estribos en el cabezal, solo se permitirán empujes soldados en casos extremos. El colado entre las juntas de construcción deberá hacerse en una sola operación, como se indica en el capítulo 3.01.02.026-F.30. Emplear broca espiral cónica con un paso mínimo de 30 cm. para efectuar las excavaciones de los pilas, ademas de estas con lodo bentonítico con las siguientes propiedades:
Densidad: mayor de 1.1 ton/m², Viscosidad Marsh: 30 a 60 seg., Viscosidad plástica: 10 a 25 centipoises, Filtración: menor de 20 cm³ de agua, Contenido de arena: menor de 3%.
Al llegar la perforación a la profundidad de desplante recomendada, se retirará materiales sueltos empleando un bote de desasolve. No deberán transcurrir más de tres horas entre el termino de la perforación y el inicio del colado de las pilas.

| | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| PASO INFERIOR VEHICULAR | |
| "KM 35+100.00" | |
| SUBESTRUCTURA PILA No.2 1 DE 2 | |
| CARRETERA: PATZCUARO - URLAPAN | KM: 35+100.72 |
| TRAMO: MODERNIZACIÓN | ORIGEN: ENT. LAS TROJES, MICH. |
| Ciudad de México, Abril 2015 | No. E-9 |

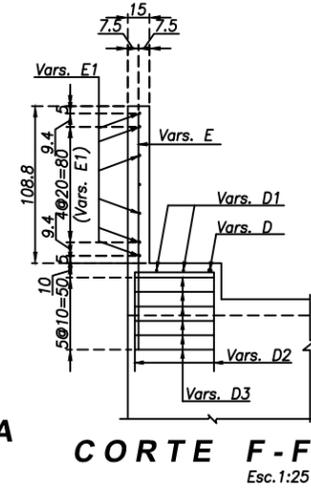
Elaboró: _____ Revisó: _____ Coordinó: _____



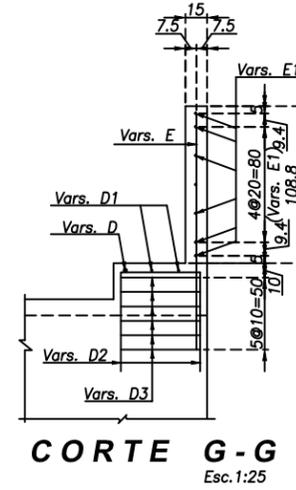
PLANTA ZAPATA
Esc. 1:50



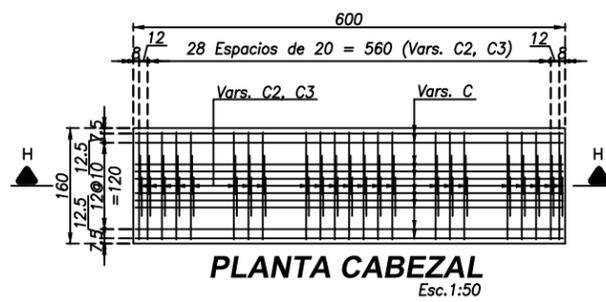
PLANTA TOPE SÍSMICO Y PANTALLA DERECHO E IZQUIERDO
Esc. 1:25



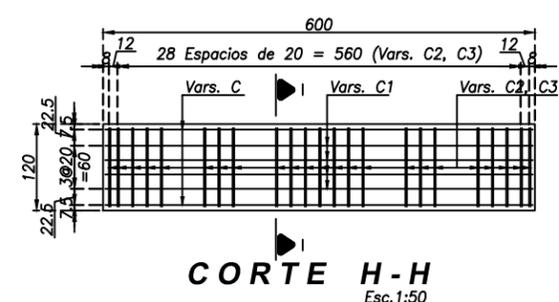
CORTE F-F
Esc. 1:25



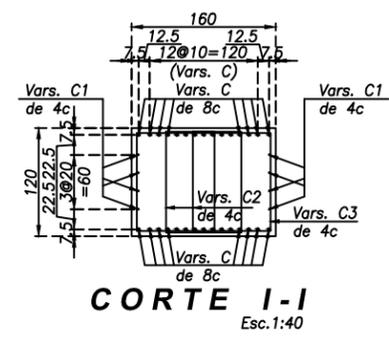
CORTE G-G
Esc. 1:25



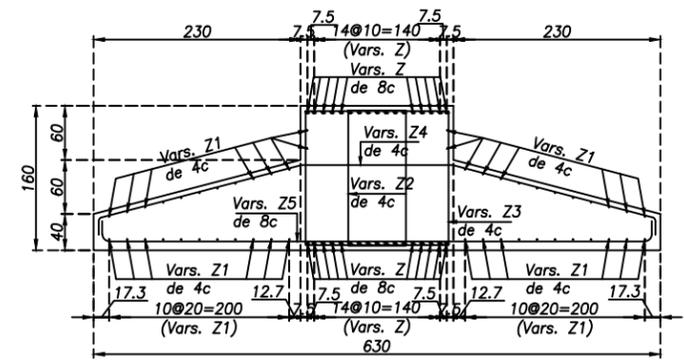
PLANTA CABEZAL
Esc. 1:50



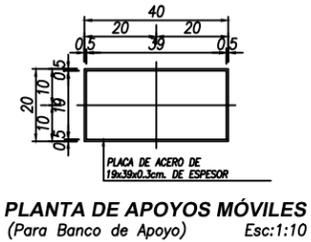
CORTE H-H
Esc. 1:50



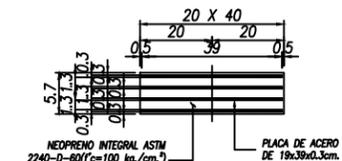
CORTE I-I
Esc. 1:40



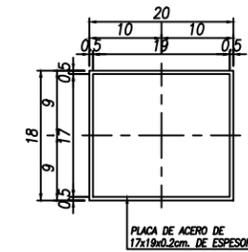
CORTE D-D
Esc. 1:40



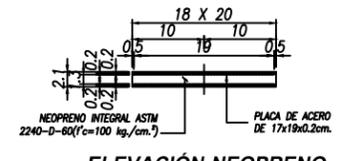
PLANTA DE APOYOS MÓVILES
(Para Banco de Apoyo) Esc. 1:10



ELEVACIÓN DE APOYO MÓVIL-NEOPRENO
(Para Banco de Apoyo) Esc. 1:10



PLANTA NEOPRENO
(Para Tope Sísmico) Esc. 1:5



ELEVACIÓN-NEOPRENO
(Para Tope Sísmico) Esc. 1:5

MATERIALES PILA No. 2

| | |
|---|-----------------------|
| Acero de refuerzo L.E. > 4,200 kg/cm ² | |
| Cabezal, Bancos, Topes y Muro Pantalla | 1,581 kg |
| Zapata | 3,647 kg |
| Concreto f'c=250 Kg/cm ² | |
| Cabezal, Bancos, Topes y Muro Pantalla | 13.11 m ³ |
| Zapata | 54.94 m ³ |
| Apoyos de neopreno ASTM 2240 dureza shore 60 | |
| (Banco de apoyo) 40X20X5.7 (Apoyo Móvil) | 22.02 dm ³ |
| Acero estructural de f'y=2530 kg/cm ² para refuerzo de neopreno (Banco de apoyo) | |
| 39X19X0.3 (Apoyo Móvil 4 placas) | 41.88 kg |
| Apoyos de neopreno ASTM 2240 dureza shore 60 | |
| (Tope sísmico) 18X20X2.1 | 2.51 dm ³ |
| Acero estructural de f'y=2530 kg/cm ² para refuerzo de neopreno (Tope sísmico) | |
| 17X19X0.2 (2 placas) | 4.06 kg |
| EXCAVACIONES: | |
| Excavación para zapata | 329.75 m ³ |
| Relleno para excavación para zapata | 269.89 m ³ |
| Plantilla de concreto f'c=100 kg/cm ² | 2.91 m ³ |
| PILAS DE 1.50ø m. COLADOS EN EL LUGAR | |
| Longitud total | 12.50 m |
| Acero de refuerzo de L.E.>4200kg/cm ² | 4,243 kg |
| Concreto de f'c=250kg/cm ² en Pilas | 22.0 m ³ |

LISTA DE VARILLAS

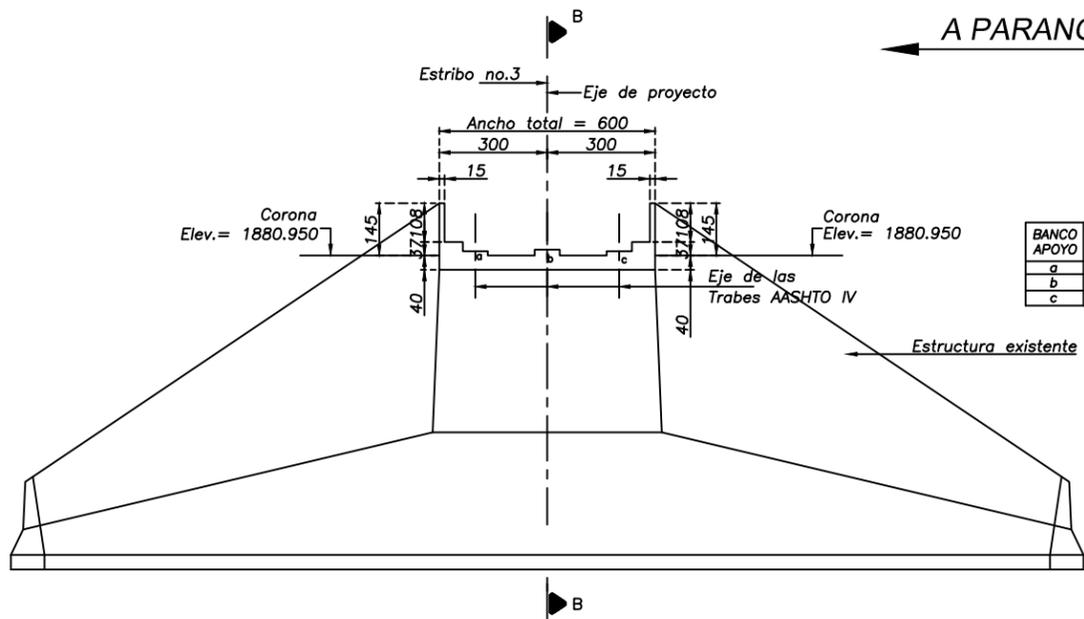
| CATEGORÍA | VARS. | DIAM. | NUM. | LONG. T. | CROQUIS | DIMENSIONES | | PESO (Kg) |
|------------|-------------|-------|------|----------|---------|-------------|-------|-----------|
| | | | | | | a | b | |
| CABEZAL | C | 8C | 30 | 666 | | 586 | 40 | 799 |
| | C1 | 4C | 8 | 670 | | 590 | 40 | 54 |
| | C2 | 4C | 62 | 352 | | 54 | 112 | 218 |
| BANCOS (6) | C3 | 4C | 31 | 542 | | 149 | 112 | 168 |
| | B | 4C | 30 | 172 | | 52 | 60 | 52 |
| BANCOS (6) | B1 | 4C | 30 | 180 | | 60 | 60 | 54 |
| | B2 | 4C | 24 | 244 | | 60 | 52 | 59 |
| TOPES | D | 10C | 2 | 282 | | 144 | 69 | 35 |
| | D1 | 4C | 4 | 288 | | 150 | 69 | 12 |
| | D2 | 4C | 14 | 193 | | 55 | 69 | 27 |
| PANTALLA | D3 | 4C | 12 | 430 | | 150 | 55 | 52 |
| | E | 4C | 18 | 164 | | 164 | - | 30 |
| PANTALLA | E1 | 4C | 14 | 150 | | 150 | - | 21 |
| | PILA-PILOTE | K | 10C | 48 | 960 | | 880 | 40 |
| K1 | | 10C | 24 | 330 | | 290 | 40 | 495 |
| K2 | | 4C | 174 | 499 | | 134 | 30 | 868 |
| ZAPATA | Z | 8C | 34 | 991 | | 911 | 40 | 1,348 |
| | Z1 | 4C | 48 | 915 | | 915 | - | 439 |
| | Z2 | 4C | 47 | 448 | | 64 | 150 | 211 |
| | Z3 | 4C | 47 | 638 | | 159 | 150 | 300 |
| | Z4 | 4C | 48 | 657 | | 169 | 15 | 315 |
| Z5 | 8C | 40 | 646 | | 616 | 15 | 1,034 | |

PASO INFERIOR VEHICULAR
"KM 35+100.00"

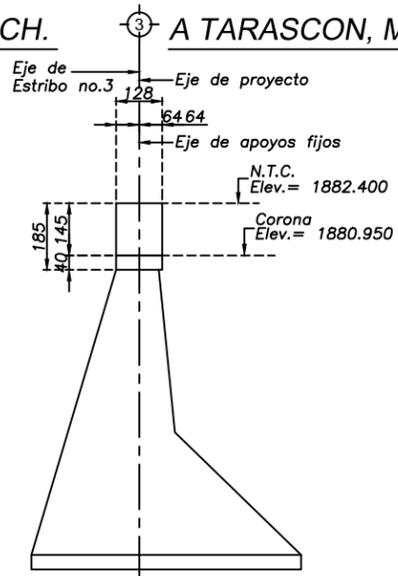
SUBESTRUCTURA PILA No.2 2 DE 2

CARRTERA: PATZCUARO - URLAPAN KM: 35+100.72
 TRAMO: MODERNIZACIÓN ORIGEN: ENT. LAS TROJES, MICH.
 CIUDAD DE MÉXICO, ABRIL 2015 No. E-10

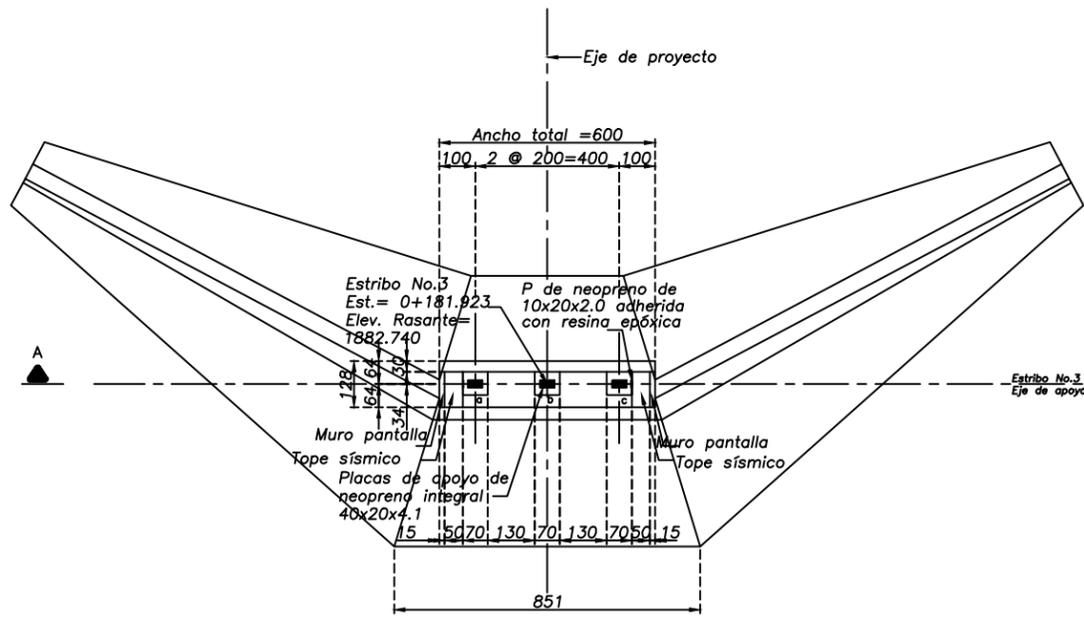
Elaboró: _____
 Revisó: _____
 Coordinó: _____



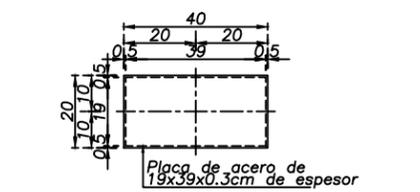
CORTE A-A (GEOMETRIA)
Esc. 1:100



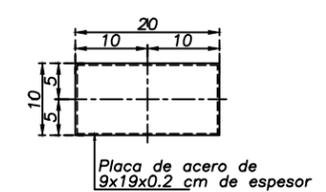
CORTE B-B
Esc. 1:100



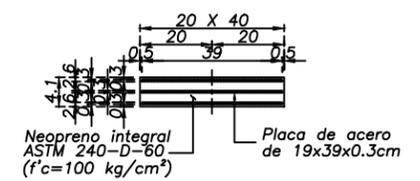
PLANTA ESTRIBO No.3 (GEOMETRIA)
Esc. 1:100



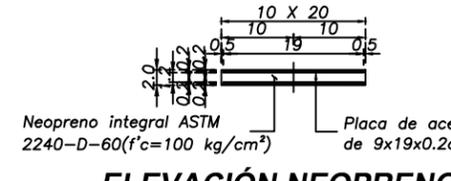
PLANTA DE APOYOS FIJOS
(PARA BANCO DE APOYO) Esc. 1:10



PLANTA NEOPRENO
(PARA TOPE SISMICO) Esc. 1:10



ELEVACIÓN DE APOYO FIJO-NEOPRENO
(PARA BANCO DE APOYO) Esc. 1:10



ELEVACIÓN NEOPRENO
(PARA TOPE SISMICO) Esc. 1:10

| LISTA DE VARILLAS | | | | | | | |
|-------------------|-------|------|----------|---------|-----|----|-----------|
| VARS. | DIAM. | NUM. | LONG. T. | CROQUIS | a | b | PESO (Kg) |
| A | 5C | 12 | 594 | | 594 | - | 112 |
| A1 | 4C | 2 | 594 | | 594 | - | 12 |
| B | 4C | 30 | 321 | | 119 | 23 | 96 |
| E | 4C | 21 | 129 | | 58 | 33 | 27 |
| E1 | 4C | 18 | 135 | | 64 | 33 | 24 |
| E2 | 4C | 9 | 255 | | 62 | 56 | 23 |
| P | 4C | 16 | 92 | | 92 | - | 15 |
| P1 | 4C | 18 | 166 | | 166 | - | 30 |
| T | 10C | 2 | 217 | | 96 | 52 | 27 |
| T1 | 4C | 8 | 203 | | 94 | 52 | 16 |
| T2 | 4C | 18 | 153 | | 44 | 52 | 28 |
| T3 | 4C | 8 | 293 | | 88 | 40 | 23 |

| MATERIALES ESTRIBO No. 1 | |
|---|----------------------|
| Acero de refuerzo L.E. > 4,200 kg/cm ² | |
| Cabezal, Bancos, Topes y Muro Pantalla | 433 kg |
| Concreto f'c=250 Kg/cm ² | |
| Cabezal, Bancos, Topes y Muro Pantalla | 4.04 m ³ |
| Apoys de neopreno ASTM 2240 dureza shore 60 (Banco de apoyo) 40X20X4.1 (Apoyo fijo) | 7.84 dm ³ |
| Acero estructural de f'y=2530 kg/cm ² para refuerzo de neopreno (Banco de apoyo) 39X19X0.3 (Apoyo Fijo 3 placas) | 15.71 kg |
| Apoys de neopreno ASTM 2240 dureza shore 60 (Tope sismico) 10X20X2 cm | 0.66 dm ³ |
| Acero estructural de f'y=2530 kg/cm ² para refuerzo de neopreno (Tope sismico) 9X19X0.2 (2 placas) | 1.07 kg |

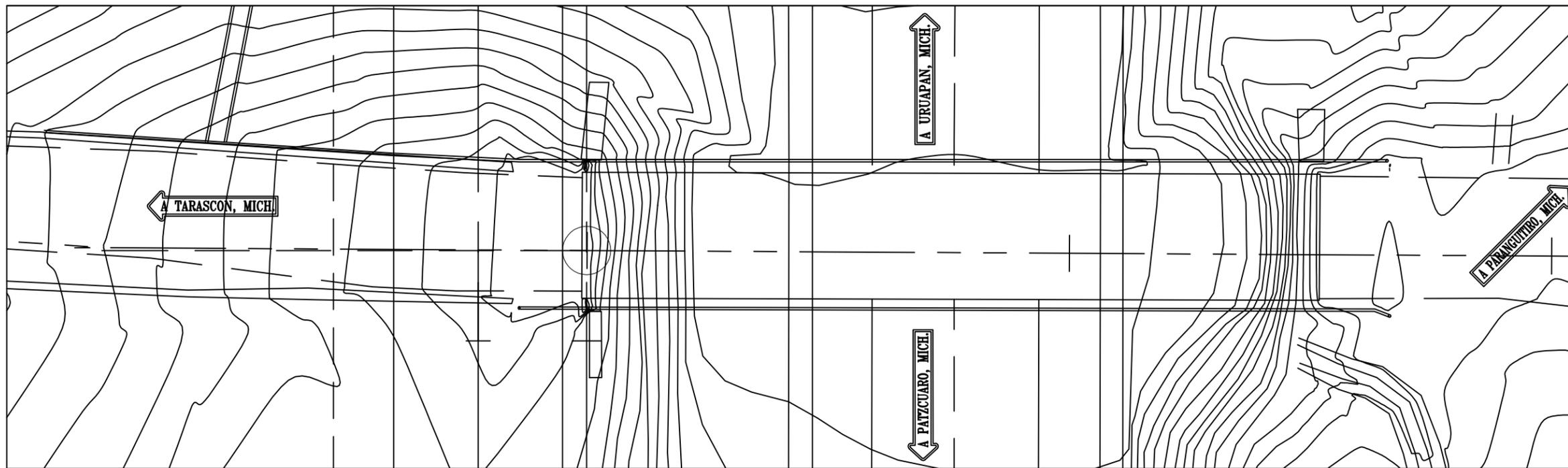
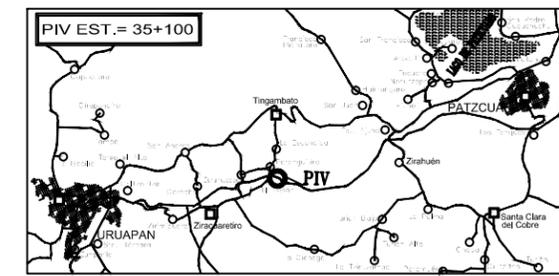
| DETALLES DEL REFUERZO | | | | | |
|-----------------------|----|----|----|-----|--|
| DIAM. | a | b | d | e | |
| 4c | 9 | 23 | 10 | 55 | |
| 5c | 12 | 29 | 11 | 65 | |
| 6c | 14 | 34 | 13 | 85 | |
| 8c | 18 | 45 | 17 | 140 | |

NOTAS GENERALES:
Dimensiones:
 En centímetros, excepto en las que se indica otra unidad.
Elevaciones:
 En metros, referidas al CAM 22-A con X=213,807.182 Y=2'156,541.168, Z=2,273.870
Especificaciones:
 La última edición de las Normas para Construcción e Instalaciones de la S.C.T. Se hará referencia en particular a los siguientes capítulos:
 3.01.02.022 Excavación para estructuras
 3.01.02.023 Rellenos
 3.01.02.026 Concreto Hidráulico
 3.01.02.027 Acero para concreto hidráulico
Materiales:
 Deberán ser aceptados por la D.G.C.F. y cumplirán las sig. especificaciones:
 Piedras naturales S.C.T. 4.01.02.003-B
 Cemento Portland S.C.T.4.01.02.004-B
 Agregados para concreto S.C.T.4.01.02.004-E
 Agua para concreto S.C.T.4.01.02.004-G
 Varillas de acero para refuerzo de concreto S.C.T. 4.01.02.005-D
 Tipo A,B o C corrugado de grado duro con L.E.>4200 kg/cm²
Concreto:
 Se usará concreto de f'c=250 kg/cm², cuya compactación no sera menor de 0.80, con revenimiento de 5 a 10 cm y agregado grueso con tamaño máximo de 2.5 cm. Se vibrará al colocarlo.
 En caso de que el contratista requiera usar aditivos para el concreto, deberá justificar oportunamente la cantidad y dosificación de estos productos presentando al Residente pruebas satisfactorias de su empleo con los agregados y el cemento que se vayan a emplear.
Acero de refuerzo:
 Se tendrá especial cuidado en la limpieza de las varillas, para evitar que tengan óxido suelto antes de depositar el concreto. Los empalmes de varillas se harán exclusivamente con soldadura a tope o por traslape, debiendo tener la autorización de esta Dirección para usar otro tipo de empalme. Los empalmes no indicados en este plano se harán cuatrapeados, sin exceder del 33% del acero principal de la sección. Los casos aislados, en que se empalme mas del 50% de refuerzo, se aumentarán en un 25% las longitudes de traslape. De preferencia las varillas de 8C ó 6C no tendran soldadura, ni empalmes por traslape.
RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION:
 Las excavaciones serán las mínimas posibles, el desplante de Estribo deberá hacerse a la elevación indicada en el manto de toba muy alterada un esfuerzo normal de trabajo de 5.0 kg/cm². En caso de que la altura del Estribo deba ser diferente hasta en 30 cm. de la del proyecto, dicha diferencia se absorberá modificando el peralte de la zapata del Estribo. Si la altura del Estribo para cumplir los requisitos del desplante difiere en mas de 30 cm. de la considerada en el proyecto, se solicitará un nuevo proyecto del Estribo. El relleno de las excavaciones se hará por capas horizontales, de espesor no mayor de 30 cm. compactadas como mínimo al 90% de su peso volumétrico óptimo, determinado por las pruebas especificadas por la S.C.T. Se dejarán pasar por lo menos cinco días entre la conclusión de una parte del Estribo y la iniciación del relleno correspondiente.

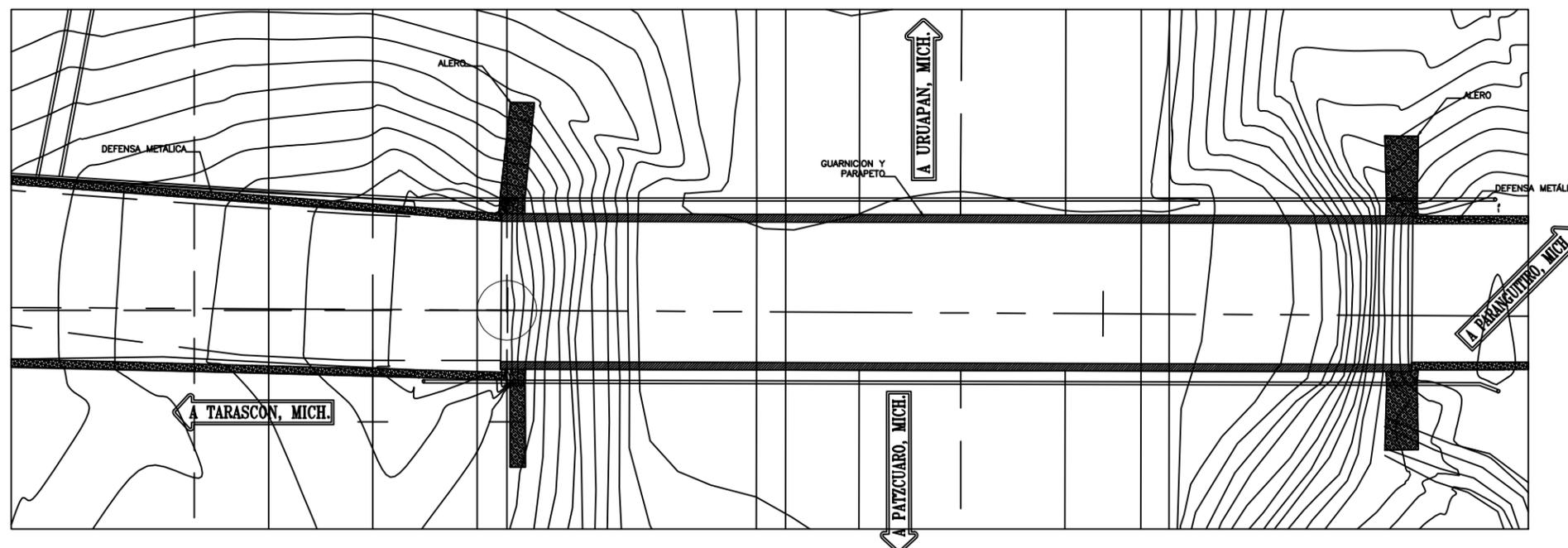
| | |
|--|--------------------------------|
| PASO INFERIOR VEHICULAR "35+100.00" ESTRIBO No.3 | |
| CARRERA: PATZCUARO - URLAPAN | KM: 35+100.72 |
| TRAMO: MODERNIZACIÓN | ORIGEN: ENT. LAS TRAJES, MICH. |
| CUIDAD DE MÉXICO, ABRIL 2015 | No. E-11 |

| | | |
|----------|---------|-----------|
| Elaboró: | Revisó: | Coordino: |
|----------|---------|-----------|

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



PLANTA GENERAL ESTADO ACTUAL DEMOLICIONES INICIALES
ESC: 1:100



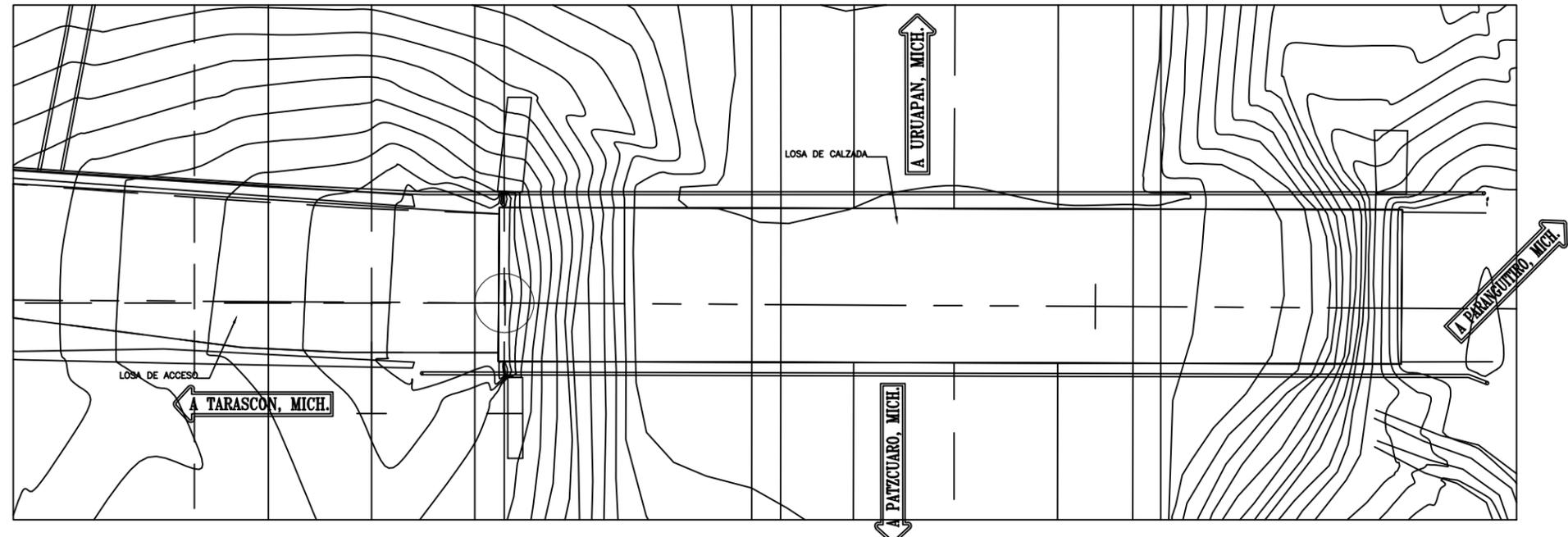
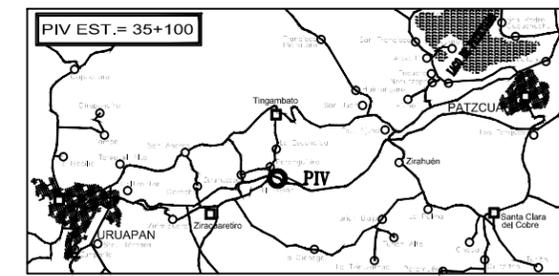
PLANTA CUERPO EXISTENTE TRABAJOS PRELIMINARES DEMOLICIONES ETAPA 1
ESC: 1:100

1. LOS TRABAJOS PRELIMINARES PARA ESTE PROYECTO SERÁN:
- SE INICIARÁN LOS TRABAJOS COLOCANDO LAS SEÑALES CORRESPONDIENTES PARA OBRA. POSTERIORMENTE SE DESMONTAN LAS DEFENSAS METÁLICAS DE LOS ACCESOS.
 - SE DEBERÁN DE DEMOLER LA GUARNICIÓN Y PARAPETO DEL PUENTE EXISTENTE, PROCURANDO LA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD, EQUIPOS Y DISPOSITIVOS NECESARIOS EN BASE A NORMAS VIGENTES.

| | | |
|----------|---------|-----------|
| Elaboró: | Revisó: | Coordiñó: |
|----------|---------|-----------|

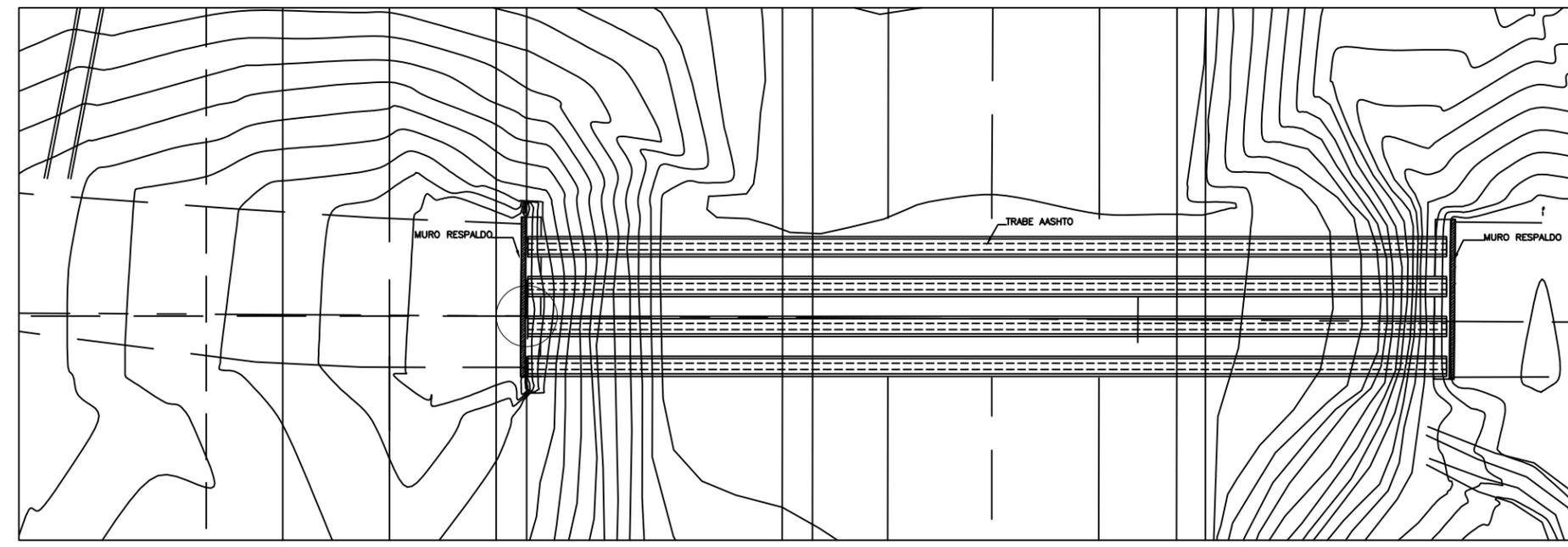
| | |
|---|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| PASO INFERIOR VEHICULAR "35+100.00" PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO 1 DE 3 | |
| <small>CARRETERA: PATZCUARO - URUAPAN</small> <small>TRAMO: MODERNIZACIÓN</small> <small>CIUDAD DE MÉXICO, ABRIL 2015</small> | <small>KM: 35+100.72</small> <small>ORIGEN: ENT. LAS TRAJES, MICH.</small> <small>No. E-12</small> |

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



PLANTA CUERPO EXISTENTE TRABAJOS PRELIMINARES DEMOLICIONES ETAPA 2
ESC: 1:100

2. SE PROCEDERÁ A REALIZAR CORTE CON DISCO SOBRE LA LOSA DE CONCRETO TANTO DE LA CALZADA COMO DE LA LOSA DE ACCESO, DELIMITANDO EL ÁREA A DEMOLER.
SE REALIZARA LA DEMOLICIÓN DE LAS LOSAS TANTO DE LA CALZADA COMO LAS DE ACCESO DEL PUENTE, PROCURANDO LA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD, EQUIPOS Y DISPOSITIVOS NECESARIOS EN BASE A NORMAS VIGENTES.

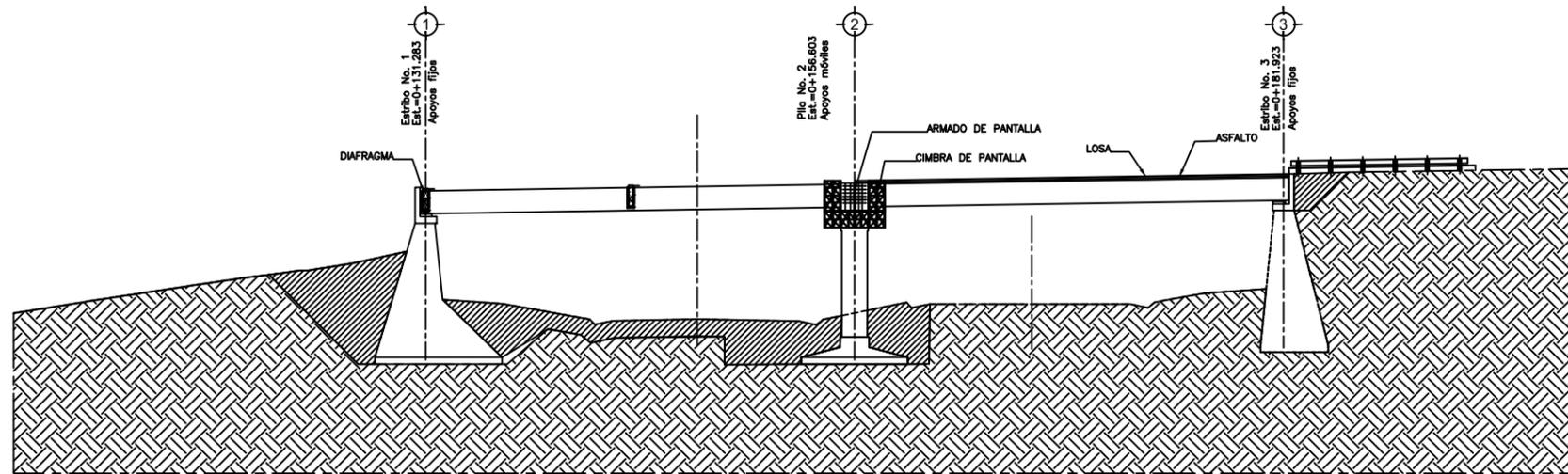


PLANTA CUERPO EXISTENTE TRABAJOS PRELIMINARES DEMOLICIONES ETAPA 3
ESC: 1:100

3. SE DEMOLERÁ EL MURO RESPALDO DE LOS ESTRIBOS EXISTENTES Y FINALMENTE SE DESMONTARÁN LAS TRABES A UNA ZONA SEGURA PARA PODER REALIZAR LA DEMOLICIÓN CORRESPONDIENTE DE LAS TRABES.
EL CONSTRUCTOR DEBERÁ PREVER SEÑALAMIENTO PROVISIONAL DURANTE LA OBRA.

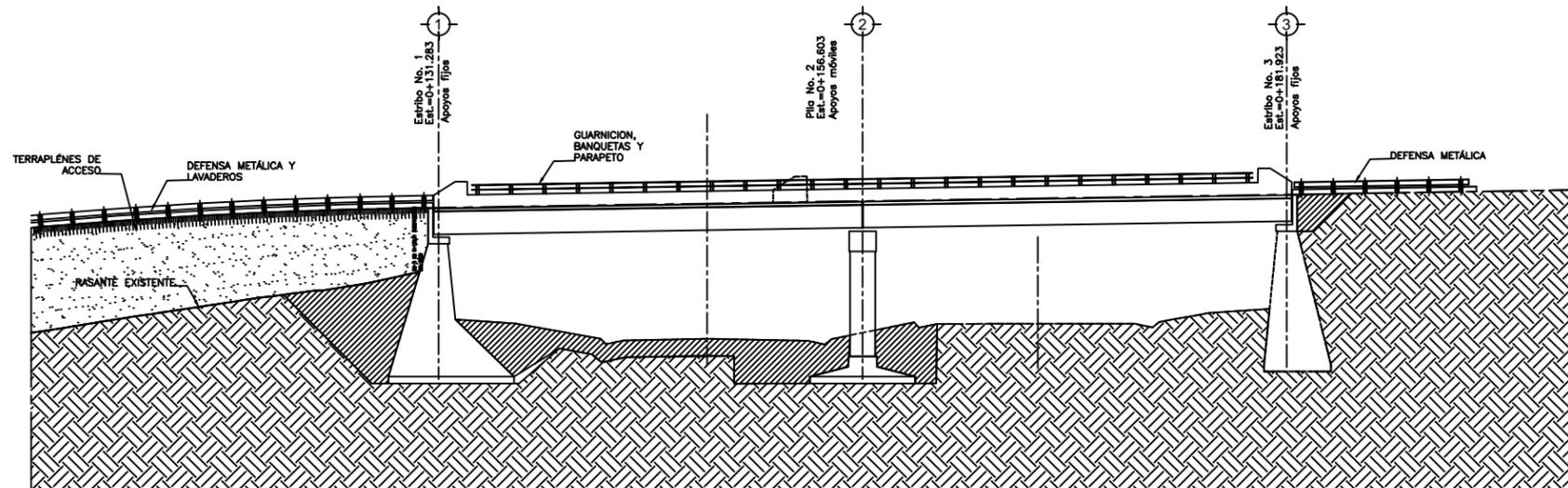
| | | |
|----------|---------|-----------|
| Elaboró: | Revisó: | Coordiñó: |
| | | |

| | |
|--|--|
| | |
| | |
| | |
| PASO INFERIOR VEHICULAR "35+100.00" PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO 2 DE 3 | |
| <small>CARRERA: PATZCUARO - URUAPAN TRAMO: MODERNIZACIÓN</small> | <small>KM: 35+100.72 ORIGEN: ENT. LAS TRAJES, MICH.</small> |
| <small>CIUDAD DE MÉXICO, ABRIL 2015</small> | <small>No. E-13</small> |



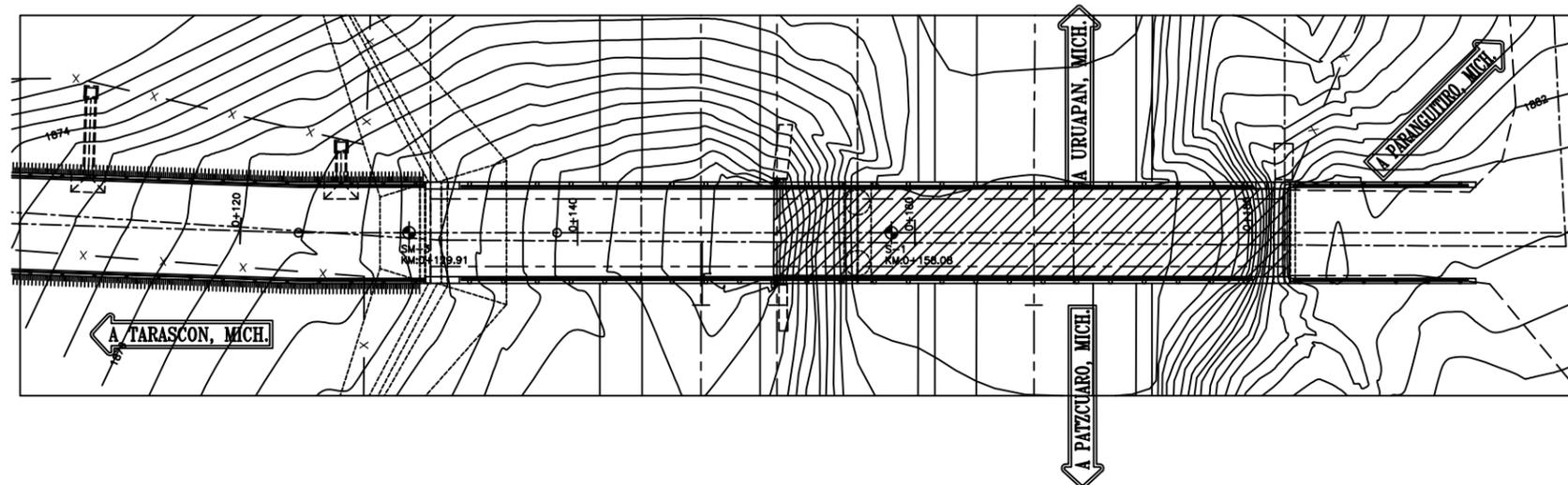
12. UNA VEZ INSTALADAS LAS TRABES, SE PROCEDERÁ AL CIMBRADO, REFUERZO Y COLADO DE LOS DIAFRAGMAS EXTREMOS E INTERMEDIOS, ASÍ COMO A LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TOPES SISMICOS, PANTALLAS LATERALES Y ALEROS.

13. UNA VEZ MONTADOS LOS TRAMOS DE SUPERESTRUCTURA, SE PODRÁ INICIAR EL COLADO DE LA LOSA DE RODAMIENTO, PREVIA COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO, SEGÚN SE INDICA EN LOS PLANOS DE PROYECTO. PARA LA COLOCACIÓN DE LAS JUNTAS DE CALZADA SE DEBERÁ CONTAR CON LA PRESENCIA DE PERSONAL TÉCNICO DEL PROVEEDOR PARA GARANTIZAR UNA CORRECTA INSTALACIÓN DE ESTOS DISPOSITIVOS.



15. AL FINALIZAR LA SUPERESTRUCTURA SE PROCEDERÁ A REALIZAR LOS TERRAPLENES DE ACCESO Y CONSTRUCCIÓN DE LOSAS DE ACCESO

16. CUANDO EL AVANCE DE LA CONSTRUCCIÓN LO PERMITA, SE PODRÁ INICIAR LA CONSTRUCCIÓN DE LAS GUARNICIONES, LAVADEROS, PINTURA, COLOCACIÓN DE DEFENSA METÁLICA, DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN. FINALMENTE SE ABRE AL TRAFICO.



PLANTA GENERAL FINAL
ESC: 1:200

| | | |
|----------|---------|-----------|
| Elaboró: | Revisó: | Coordino: |
|----------|---------|-----------|

| | |
|--|--------------------------------|
| PASO INFERIOR VEHICULAR "35+100.00" | |
| PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO 4 DE 4 | |
| CARRERA: PATZCUARO - URUAPAN | KM: 35+100.72 |
| TRAMO: MODERNIZACIÓN | ORIGEN: ENT. LAS TROJES, MICH. |
| CUADRO DE MÉXICO, ABRIL 2015 | No. E-15 |