



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN

“PROYECTO ESTRUCTURAL DE PUENTE “SIN NOMBRE”
CUERPO DERECHO, LOCALIZADO EN EL KM: 140+620,
DEL ARCO NORTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO,
TRAMO ENTRONQUE MÉXICO –QUERÉTARO –
ATLACOMULCO, ESTADO DE MÉXICO”.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A:

RUBEN GUADARRAMA FLORES

ASESOR:

ING. VICENTE HERNÁNDEZ SÁNCHEZ



NEZAHUALCÓYOTL, ESTADO DE MÉXICO, FEBRERO 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES.

Por su esfuerzo en apoyar mis estudios, amor y grandes consejos que me han apoyado a lo largo de mi vida, alentándome a ser mejor día con día.

A MIS HERMANOS.

Por su confianza y apoyo.

A ASESOR DE MI TESIS ING. VICENTE HERNÁNDEZ SÁNCHEZ.

Por su tiempo, apoyo y compartir su conocimiento para el desarrollo de la presente tesis.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

Por permitirme realizar mis estudios profesionales obteniendo conocimientos de gran valor.

A LOS PROFESORES DE LA UNAM FES ARAGON.

Por sus enseñanzas y apoyo que me permitieron mi formación como ingeniero civil.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I. GENERALIDADES.....1

CAPÍTULO II. ESTUDIOS PRELIMINARES

II.1. Datos de Localización.....	2
II.2. Estudio Topohidráulico.....	3
II.3. Estudio Geotécnico.....	6

CAPÍTULO III. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA SUPERESTRUCTURA

III.1. Especificaciones y reglamentos de diseño.....	11
III.2. Diseño de losa.....	13
III.2.1 Diseño de losa en la zona sobre pilas.....	18
III.3. Trabe presforzada.....	25
III.4. Diseño de trabe AASHTO tipo IV presforzada.....	26
III.5. Diseño de apoyos de neopreno integral.....	41

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA SUBESTRUCTURA

IV.1. Especificaciones y reglamentos de diseño	46
IV.1.1. Diseño de caballete No.1.....	49
IV.1.2. Diseño de zapata.....	54
IV.1.3. Diseño de columnas.....	57
IV.1.4. Diseño de cabezal.....	70
IV.1.5. Diseño de tope sísmico.....	72
IV.2.1. Diseño de pila No.2.....	75
IV.2.2. Diseño de zapata.....	79
IV.2.3. Diseño de columnas.....	82
IV.2.4. Diseño de cabezal.....	89
IV.2.5. Diseño de tope sísmico.....	91

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....94

REFERENCIAS.....96

BIBLIOGRAFÍA.....97

ANEXO. PLANOS ESTRUCTURALES.....98

Índice de tablas y figuras

Tabla 2.2.1	Resumen de resultados estudio hidrológico.
Tabla 2.2.2	Resumen de resultados estudio hidráulico.
Tabla 2.3.1	Datos de los sondeos.
Tabla 2.3.4	Desplante de los apoyos.
Tabla 3	Ubicación de apoyos.
Tabla 3.1	Datos geométricos.
Tabla 4.1	Espectros de diseño para estructuras comunes
Figura 2.1	Croquis de localización.
Figura 3.1	Sección transversal del puente.
Figura 3.1.1	Carga viva: Camión HS-20, T3-S3 y T3-S2-R4.
Figura 3.2.1	Vista extruida del modelo (losa sobre pilas).
Figura 3.2.2	Sección de losa sobre pila para diseño.
Figura 3.4.1	IMT 66.5 (para claros menores de 30 m).
Figura 4	Espectro de diseño.
Figura 4.1	Regionalización sísmica de México.
Figura 4.1.1	Elevación caballete No.1.
Figura 4.1.3	Vista extruida del modelo caballete No.1.
Figura 4.1.3.1	Sección de columna para diseño caballete No.1.
Figura 4.1.3.2 (recomendación)	Sección de columna para diseño caballete No.1
Figura 4.2.1	Elevación pila No.2.
Figura 4.2.3	Vista extruida del modelo pila No.2.
Figura 4.2.3.1	Sección de columna para diseño pila No.2.

INTRODUCCIÓN.

Los puentes son de gran importancia debido a que son parte fundamental de las vías de comunicación, que han tenido un papel importante en la sociedad a lo largo del tiempo, que ha hecho uso de ellas por la necesidad de tener intercambios tanto económicos como culturales.

La construcción de puentes no es un tema de la actualidad, ya que se tiene conocimiento que en el esplendor del imperio romano se construyeron grandes puentes, que considerando el avance tecnológico de la época estos puentes presentaban características adecuadas de seguridad estructural.

Por otra parte, las características generales que permiten la definición de la estructuración del proyecto de un puente son: el material a utilizar, la longitud del claro total, la altura de rasante, la configuración del terreno, las condiciones de cimentación del suelo y las características del cuerpo de agua, si existiera éste en el caso de estudio. Por lo tanto es labor del ingeniero civil especialista en puentes analizar estas características y seleccionar la mejor alternativa para el caso particular en estudio.

Además para la correcta elaboración de un proyecto ejecutivo de un puente es necesario que los estudios preliminares, es decir, estudios topohidraulicos y geotécnicos, se realicen de manera correcta, con esto se evitara que en el proceso de construcción se presenten inconvenientes que podrían comprometer el comportamiento adecuado del puente.

El buen funcionamiento de un puente dependerá del adecuado análisis y diseño, del uso y del mantenimiento que se le dé a la estructura.

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

Concretamente en el análisis y diseño del puente se debe de tomar en cuenta que la estructura deberá de cumplir con las siguientes tres características:

Resistencia: todos los elementos del puente deben de soportar con un factor de seguridad razonable las cargas a las que estén expuestos.

Buen comportamiento: el puente debe de cumplir la fase de servicio para el cual fue proyectado sin presentar deformaciones fuera de las permisibles en sus elementos estructurales.

Durabilidad: el puente debe de cumplir con la vida útil para la cual fue diseñado.

En esta tesis se presenta el desarrollo estructural del puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, estado de México.

El puente tiene una longitud total de 79.289 m, con una superestructura formada por 7 trabes AASHTO Tipo IV de concreto presforzado de 135 cm de peralte y 26 m de claro, con una losa continua de concreto de 20 cm de peralte y un ancho de sección transversal de 12.16 m. La superestructura estará apoyada sobre dos caballetes extremos a base de cabezales sobre columnas que estarán cimentadas con zapatas de concreto reforzado y dos pilas intermedias con la misma estructuración que los caballetes extremos.

Para el diseño estructural del puente se aplicaron las siguientes especificaciones:

- Standard Specifications for Highway Bridges of Association State Highway and Transportation Officials (AASHTO) 17th Edition 2002.
 - Términos de Referencia de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT).
-

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES.



I.GENERALIDADES.

Para la elaboración del proyecto ejecutivo de un puente es necesario la elaboración de estudios previos, para obtener la siguiente información:

- **ESTUDIO TOPOHIDRAULICO.**
 - Planta topohidraulica del cruce.
 - Perfil detallado del eje del camino.
 - Perfil de construcción.
 - Secciones hidráulicas aguas arriba y aguas abajo.
 - Gasto de diseño.
 - Velocidad de la corriente.
 - Elevaciones de NADI (nivel de aguas de diseño) y NAMOC (nivel de aguas máximas observadas en campo).
 - Perfil general de socavación.
 - Reporte fotográfico.
- **ESTUDIO GEOTECNICO.**
 - Perfil estratigráfico del cruce.
 - Localización de sondeos.
 - Datos de los sondeos.
 - Capacidad de carga y asentamientos para el tipo de cimentación propuesta.
 - Desplantes de la cimentación propuesta.
 - Reporte fotográfico.

La longitud del puente depende de:

- La capacidad hidráulica.
- Cimentación propuesta.
- Las dimensiones de cuerpos flotantes.
- Cruce obligado.

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

CAPÍTULO II

ESTUDIOS PRELIMINARES.

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

II.1 DATOS DE LOCALIZACION.

Cruce: Puente “Sin Nombre”.

KM: 140+620.

Carretera: Arco Norte de la Ciudad de México.

Tramo: Entronque México-Querétaro-Atlacomulco.

Origen: Km 0+000 Carretera Atlacomulco-Puebla.

Figura 2.1 Croquis de localización



Fuente: Google maps. (2017). [Mapa]. Recuperado de:
<https://www.google.com.mx/maps/place/Acambay,+Estado+de+M%C3%A9xico/@19.9230703,-99.8504662,14.38z/data=!4m5!3m4!1s0x85d2569b6e9c7fef:0x27be006389cfda07!8m2!3d19.9543397!4d-99.8441134>.

II.2 ESTUDIO TOPOHIDRÁULICO.

La corriente nace a 4.46 km del sitio de cruce y desemboca a 2 km en el valle de Acambay, la cual no provoca influencia hidráulica en el cruce. El área de la cuenca drenada hasta el cruce es de 6.77 km² y pertenece a la Región Hidrológica No. 12 (Lerma-Santiago), según la clasificación de la CNA (Comisión Nacional del Agua). En la zona del cruce la vegetación se puede clasificar como pastizales y la topografía es de lomerío. El cauce en la zona del cruce es estable, sensiblemente recto y encajonado. El escurrimiento es de carácter torrencial y el tipo y longitud máxima de los cuerpos flotantes son ramas y basura.

El periodo de lluvias en la región comprende los meses de agosto y octubre y la precipitación media anual en la cuenca es de 900mm. El cauce presenta erosión marginal y algunas caídas, aproximadamente a 35 m aguas abajo del cruce existe una caída de 2 m de altura. La geología superficial en el fondo del cauce es arena y arcilla al igual que en ambos márgenes.

En el puente del cuerpo existente del cruce en estudio se ha colocado debajo de la estructura material producto de la construcción de terracerías, del lado aguas arriba el agua fluye por debajo del material colocado.

II.2.1 ESTUDIO HIDROLÓGICO.

Los métodos semiempíricos aplicados son: Hidrograma Triangular Unitario, Ven Te Chow y Racional, obteniendo resultados de cada método, mencionando que de acuerdo a sus hipótesis y rangos de aplicación se opta por utilizar como resultado final lo obtenido con el método del Hidrograma Unitario Triangular (HUT).

El estudio hidrológico se considera confiable, ya que la estación pluviométrica 150001 Acambay cuenta con 49 años de registro de precipitación pluvial de 1957 a 2006.

Tabla 2.2.1 Resumen de resultados estudio hidrológico

Tr=100 años Gasto (m ³ /s)	Tr=500 años Gasto (m ³ /s)	Tr=1000 años Gasto (m ³ /s)
68	95	107

II.2.2 ESTUDIO HIDRÁULICO.

Para el estudio fue ocupado el software de simulación hidráulica Hec Ras, utilizando la información recabada del levantamiento topográfico 200 m aguas arriba y 200 m aguas abajo, para la simulación del escurrimiento se utilizaron secciones a cada 20 m.

Los niveles de agua utilizados en los cálculos se consideran confiables, ya que fueron proporcionados por personas que habitan en las cercanías al cruce en estudio.

Tabla 2.2.2 Resumen de resultados estudio hidráulico

Namin, Nivel de aguas mínimas:	Cauce Seco
NAMOC, Nivel de aguas máximas observadas en campo:	2192.18 m
NADI, Nivel de aguas de diseño:	2592.83 m
Gasto obtenido:	18 m ³ /s
Velocidad máxima:	1.3 m/s
Duración de la creciente:	1 hora

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

II.2.3 INFORME FOTOGRÁFICO.



- a) Vista hacia aguas abajo, se aprecia la zona en donde se construirá el nuevo cuerpo



- b) Vista hacia aguas arriba, se aprecia la curva que tiene el arroyo Sin Nombre.

La información presentada fue tomada del Estudio Topohidraulico e Hidrológico del Proyecto Ejecutivo: Puente “Sin Nombre” Km: 140+620, elaborado por JAAICSA.

II.3 ESTUDIO GEOTÉCNICO.

Como parte de los estudios preliminares se realizó la ubicación de la estructura y la propuesta de los apoyos de la misma para así ubicar el sitio de los sondeos de exploración y poder efectuar el estudio geotécnico.

II.3.1 EXPLORACIÓN Y MUESTREO.

Se realizaron tres sondeos ubicados sobre el eje de trazo y localizados a lo largo del claro de la estructura, usando la técnica de penetración estándar con máquina perforadora, alternando con el uso de barril muestrador NQ cuando se detectó un estrato rocoso.

Tabla 2.3.1 Datos de los sondeos

SONDEO	UBICACIÓN (Km)	ELEVACIÓN (m)	PROFUNDIDAD (m)
S-1	140+620.00	2592.07	10.00
S-2	140+590.00	2591.88	10.00
S-3	140+565.00	2595.57	10.00

II.3.2 PRUEBAS DE LABORATORIO.

- Clasificación manual y visual del suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).
- Contenido de agua (w).
- Límites de consistencia (Limite liquido LL y Limite Plástico LP).
- Porcentaje de finos
- Granulometría
- Resistencia a la compresión simple

II.3.3 ESTRATIGRAFIA DEL SUELO.

De acuerdo a las columnas estratigráficas resultado de los sondeos realizados, se detectan dos estratos básicos que en forma descendente se describen a continuación:

Estrato-1: Detectado superficialmente con un espesor máximo de 7.5 m, se tiene relleno superficial heterogéneo localizado únicamente en el sondeo No.2.

Estrato-2: Subyaciendo el estrato anterior y hasta la máxima profundidad explorada de 10.00m, se tiene roca de origen ígneo (andesita), fracturada, gris claro, de calidad pobre a regular.

II.3.4. ANALISIS DE CIMENTACIÓN

De acuerdo con las características de los materiales detectados en los sondeos exploratorios, se recomienda una cimentación de tipo superficial a base de zapatas de concreto armado desplantadas sobre un a roca de origen ígneo (andesita).

Para el cálculo de la capacidad de carga de esta propuesta de cimentación se empleó el criterio propuesto en las normas AASHTO 17th Edition-2002 section 4.4.8.1.2. Considerando un factor de seguridad de 2.5 se obtuvo una capacidad de carga admisible de 50 ton/m² para todos los apoyos.

Para el cálculo de los asentamientos inmediatos se empleó el criterio propuesto en las normas AASHTO 17th Edition-2002 section 4.4.8.2.2. De donde se obtuvo un asentamiento inmediato de 0.01 m para los dos apoyos extremos del puente.

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

La elevación de desplante para cada uno de los apoyos de la estructura se indica a continuación:

Tabla 2.3.4 Desplante de los apoyos

APOYO	ELEVACIÓN DESPLANTE
Caballete No.1	2590.00
Pila No.2	2582.00
Pila No.3	2584.00
Caballete No.4	2587.00

Se recomienda que una vez efectuada las excavaciones para alojar las zapatas, se coloque en el fondo una plantilla de concreto simple con un $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$, de 5.00 cm de espesor.

Para fines de diseño estructural se deberá considerar la estructura dentro de la región sísmica B con un tipo de suelo I correspondiente a un terreno firme, basándose en el Manual de Diseño por Sismo del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, (1994).

II.3.5. REPORTE FOTOGRÁFICO



a) Vista general del equipo de perforación para los sondeos exploratorios.

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.



b) Detalle del barreno utilizado para el sondeo S-2

La información presentada fue tomada del Estudio de Cimentación del Proyecto Ejecutivo: Puente “Sin Nombre” Km: 140+620, elaborado por JAAICSA.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y DISEÑO

ESTRUCTURAL DE LA

SUPERESTRUCTURA.

De acuerdo con los estudios preliminares el puente se resolverá con una superestructura formada por 7 trabes AASHTO Tipo IV de concreto presforzado de 135 cm de peralte y 26 m de claro, trabajando conjuntamente con una losa continua de concreto de 20 cm de peralte y un ancho de sección transversal de 12.16 m. La superestructura estará apoyada sobre dos caballetes extremos a base de cabezales sobre columnas que estarán cimentadas con zapatas de concreto reforzado y dos pilas intermedias con la misma estructuración que los caballetes extremos.

A continuación se indica el cadenamiento de la ubicación de los apoyos del puente:

Tabla 3 Ubicación de apoyos

APOYO	ESTACIÓN
Caballote No.1	140+554.707
Pila No.2	140+581.030
Pila No.3	140+607.673
Caballote No.4	140+633.996

Del análisis geométrico del alineamiento horizontal y vertical se obtienen las elevaciones de rasante del puente, a continuación se presenta las elevaciones de rasante sobre el eje de trazo para cada uno de los apoyos.

Tabla 3.1 Datos geométricos

APOYO	ELEVACIÓN RASANTE (m)
Caballote No.1	2607.164
Pila No.2	2605.901
Pila No.3	2604.622
Caballote No.4	2603.364

III.1 ESPECIFICACIONES Y REGLAMENTOS DE DISEÑO.

Para el diseño estructural de los elementos que conforman la superestructura se consideraron las siguientes especificaciones:

- Standard Specifications for Highway Bridges of Association State Highway and Transportation Officials (AASHTO) 17th Edition 2002.
- Términos de Referencia de la SCT.
- Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, (1994).

En particular se consideraron de AASHTO las siguientes secciones:

- Section 3 LOADS
- Section 8 REINFORCED CONCRETE
8.16 STRENGTH DESIGN METHOD (LOAD FACTOR DESIGN)
- Section 9 PRESTRESSED CONCRETE
- Section 14 BEARINGS

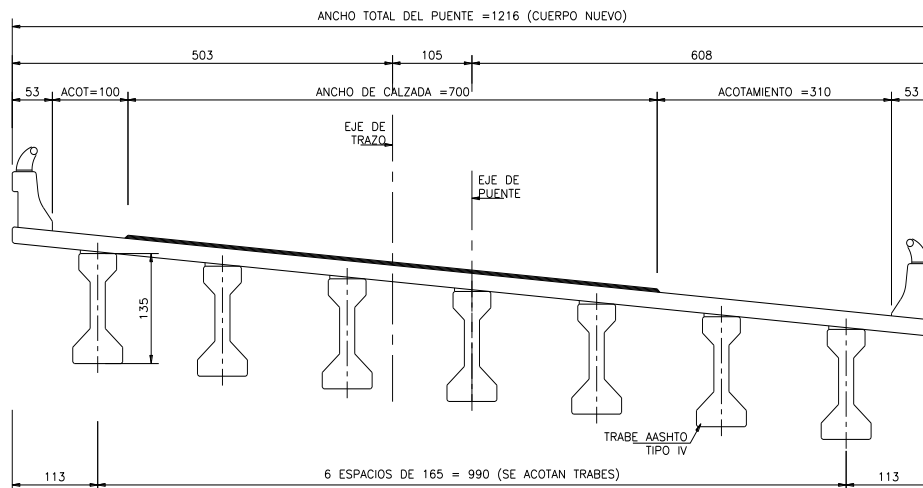
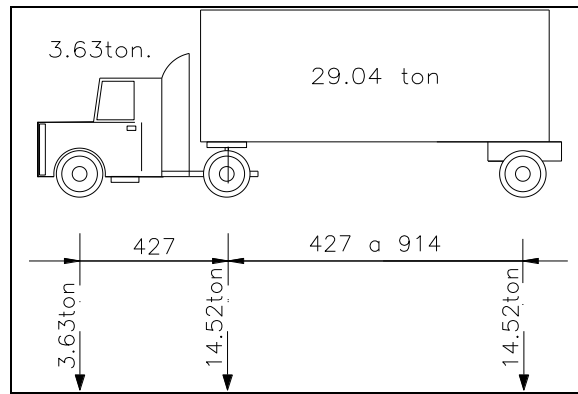


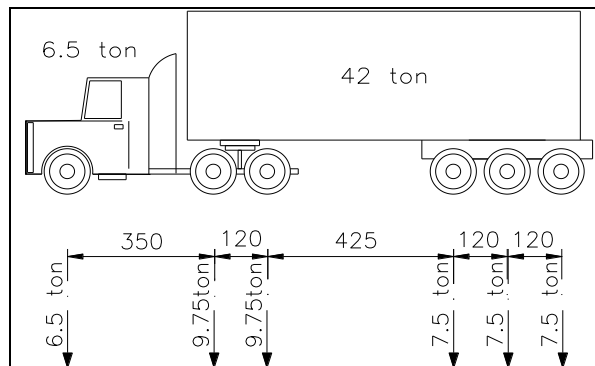
Figura 3.1 Sección transversal del puente

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

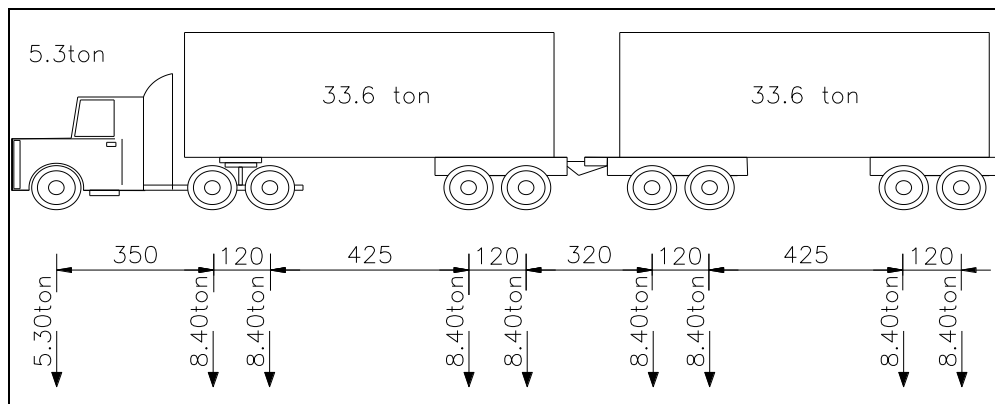
Para el análisis estructural de los elementos de la superestructura se considerara los siguientes camiones de carga viva:



CAMIÓN HS-20 PESO=32.67 TON



CAMIÓN T3-S3 PESO=48.5 TON



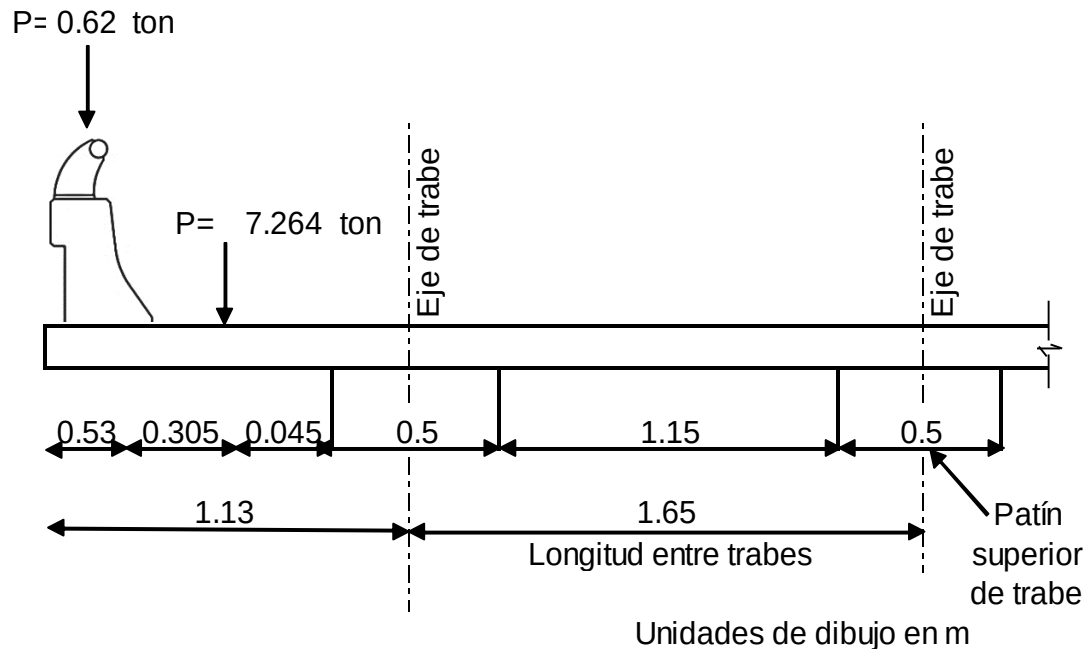
CAMIÓN T3-S2-R4 PESO=72.5 TON

Figura 3.1.1 Carga viva: Camión HS-20, T3-S3 y T3-S2-R4.

III.2 DISEÑO DE LOSA

DATOS:

(f'c) Concreto=	250	kg/cm ²
(fy) Acero=	4200	kg/cm ²
Peso volumétrico concreto=	2.4	ton/m ³
Peso volumétrico carpeta asfáltica=	2.2	ton/m ³
Factor continuidad >3 soportes=	0.8	
Ancho total (puente)=	12.16	m
No. De traves=	7	pzas
Separación entre traves=	1.65	m
Patín superior trabe=	0.50	m
Peso de guarnición y parapeto=	0.62	ton/ml
Espesor de carpeta=	0.12	m
Peralte de losa=	0.20	m
Carga viva=	7.264	ton
Longitud efectiva entre traves (S)=	1.40	m



Para claros comprendidos entre: 0.610 m a 7.315 m CUMPLE

Para el diseño de la losa se consideró para la carga viva el camión tipo HS-20 ya que representa la descarga por rueda más desfavorable que produce los mecánicos máximos a la losa. Considerando las especificaciones AASHTO Section 3.24.

IMPACTO:

$$I = \frac{15.24}{L + 38} = \frac{15.24}{1.40 + 38.1} = 0.3858 > 0.30 \text{ Por lo tanto } I = 1.30$$

REFUERZO PERPENDICULAR AL TRAFICO (EN VOLADO)

$$L_v = 0.148 \text{ ft}$$

$$E = 0.8 \times L_v + 3.75 = 3.869 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{MOMENTO CV+I} &= \frac{P \times L_v \times \text{Imp.}}{E} \\ &= \frac{7.264 \times 0.045 \times 1.30}{1.18} \\ &= 0.362 \text{ ton-m/ml} \end{aligned}$$

MOMENTO DE CM

Guarnición y parapeto:

$$M_{cm} = PL = 0.62 \times 0.615 = 0.381 \text{ ton-m/ml}$$

Losa:

$$M_{cm} = \frac{wL^2}{2} = \frac{0.48 \times 0.88^2}{2} = 0.186 \text{ ton-m/ml}$$

$$\text{Carpeta: } M_{cm} = \frac{wL^2}{2} = \frac{0.26 \times 0.35^2}{2} = 0.016 \text{ ton-m/ml}$$

$$\Sigma \text{ MOMENTO CM} = 0.583 \text{ ton-m/ml}$$

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

$$\mathbf{Mu = 1.3 (Mcm + 1.67 \cdot Mcv + i)}$$

$$\mathbf{Mu = 1.544 \text{ ton-m/ml}}$$

$$M_R = \Phi \left[A_s \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \right] \quad \text{Donde; } a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

Se proponen vars. Del No. = 4 y del No. 4
 En paquetes de = 1
 Separación de = 20 cm
 Recubrimiento = 5 cm
 Área de las barras = 2.54 cm²
 Área de acero (As) = 12.7 cm²
 Peralte total = 20 cm
 Peralte efectivo (d) = 15 cm
 b = 100 cm
 a = 2.51

$$\mathbf{MR = 6.60 \text{ ton-m/ml} > Mu = 1.54 \text{ ton-m/ml} \quad \text{Bien}}$$

REFORZAMIENTO PERPENDICULAR AL TRAFICO (ENTRE TRABES)

$$\begin{aligned} \mathbf{MOMENTO CV+I} &= \frac{(S + 0.61)}{9.74} \times P(\text{HS-20}) \times \text{Imp} \times F_{\text{Cont.}} = \\ &= \frac{(1.40 + 0.61)}{9.74} \times 7.264 \times 1.30 \times 0.8 = \\ &= \mathbf{1.559 \text{ ton-m/ml}} \end{aligned}$$

MOMENTO DE CM

Losa:

$$M_{cm} = \frac{wL^2}{8} = \frac{0.48 \times 1.40^2}{8} = 0.118 \text{ ton-m/ml}$$

Carpeta:
$$M_{cm} = \frac{wL^2}{8} = \frac{0.26 \times 1.40^2}{8} = 0.065 \text{ ton-m/ml}$$

$$\mathbf{\Sigma \text{ MOMENTO CM} = 0.182 \text{ ton-m/ml}}$$

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

$$\mu = 1.3 (M_{cm} + 1.67 M_{cv} + i)$$

$$\mu = 3.622 \text{ ton-m/ml}$$

$$M_R = \Phi \left[A_s \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \right] \quad \text{Donde; } a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

Se proponen vars. Del No. = 4
En paquetes de = 1
Separación de = 20 cm
Recubrimiento = 3.5 cm
Área de las barras = 1.27 cm²
Área de acero (A_s) = 6.35 cm²
Peralte total = 20 cm
Peralte efectivo (d) = 16.5 cm
b = 100 cm
a = 1.26

$$M_R = 3.810 \text{ ton-m/ml} > \mu = 3.62 \text{ ton-m/ml} \quad \text{Bien}$$

REFORZAMIENTO POR DISTRIBUCIÓN (ENTRE TRABES)

Como máximo será: 67 %

$$\frac{220}{\text{Raíz (S)}} = \frac{220}{\text{Raíz (4.593)}} = 103 \%$$

Acero principal = 6.35 cm²

$$0.67 \times 6.35 \text{ cm}^2 = 4.25 \text{ cm}^2$$

Se proponen vars. Del No. = 3
En paquetes de = 1
Separación de = 25 cm
Área de las barras = 0.71 cm²
Área de acero (A_s) = 2.84 cm²
b = 100 cm

El % es = 44.7 % Cumple con el acero por distribución

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

ACERO POR TEMPERATURA

De acuerdo AASHTO Section 8.20:

El área por temperatura esta dada por 1/8 de pulgada al cuadrado por pie

$$\text{Área por temperatura} = \frac{2.54^2}{8} \times \frac{100 \text{ cm}}{30.48 \text{ ft}} = 2.65 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

Se proponen vars. Del No. = 4
En paquetes de = 1
Separación de = 25 cm
Área de las barras = 1.27 cm²
Área de acero (As) = 5.08 cm²
b = 100 cm

Área propuesta = 5.08 cm² Cumple con el acero por Temperatura

III.2.1 DISEÑO DE LOSA EN LA ZONA SOBRE PILAS.

La estructura en estudio tendrá una superestructura de tipo semi-continuo, integrada por trabes AASHTO tipo IV presforzadas simplemente apoyadas trabajando conjuntamente con una losa continua en la longitud total del puente.

La semicontinuidad del puente se lograra desligando la losa de la trabe, colocando sobre los extremos de la trabe en la zona de las pilas intermedias una placa de neopreno simple de 0.5 cm de espesor y 200 cm a lo largo de la trabe, evitando que la trabe trabaje en sección compuesta en esta zona del puente. Debido a esto se producirán elementos metálicos, que no están considerados en el diseño de la trabe presforzada. Estas solicitaciones serán absorbidas por la losa.

Por lo que la losa en esta zona será diseñada a flexo compresión para garantizar el buen comportamiento estructural del tablero semi-continuo. Para el análisis estructural de la losa se elaboró un modelo matemático considerando las siguientes cargas:

1. Carga muerta por trabe producida por todos los elementos de la superestructura.
2. Carga viva producida por dos carriles de circulación del camión T3-S2-R4
3. Para el estudio de la respuesta sísmica de la estructura se realizó un análisis modal espectral, el espectro utilizado se definió basándose en el Manual de Diseño por Sismo del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, (1994), considerando la zonificación sísmica B y terreno tipo I.

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

MODELO DE ANALISIS

Considerando las cargas descritas anteriormente y la geometría de la superestructura, se elabora el modelo de análisis en el programa Midas Civil 2011 (v2.1)

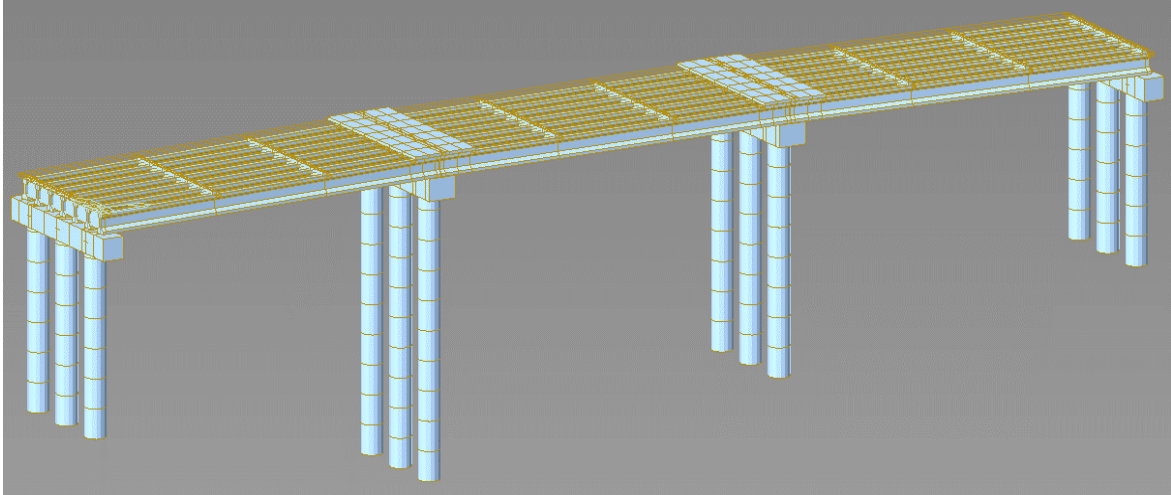


Figura 3.2.1 Vista extruida del modelo (losa sobre pilas)

ELEMENTOS MECANICOS OBTENIDOS DEL MODELO PARA LA LOSA

CONDICION	N(ton)	M _{long} (ton-m)	M _{tran} (ton-m)	V _{tran} (ton)
Carga Muerta	12.9	9.1	0.7	7.4
Carga Viva	8.9	3.8	12.8	2.7
Sismo Longitudinal	13.2	3.6	7.0	8.2
Sismo Transversal	14.5	4.6	7.8	8.3

1.- Revisión Grupo I :

1.3 (Carga muerta+(1.67 Carga viva)

N= 36.1 ton	N= 79.6 kips
M _{LONG} = 20.1 ton-m	M _{LONG} = 145.2 kip-ft
M _{TRAN} = 28.7 ton-m	M _{TRAN} = 207.6 kip-ft
V _{TRAN} = 15.5 ton	V _{TRAN} = 34.1 kips

2.- Revisión Grupo VII:

1.3 (Carga muerta + Sismo longitudinal)

N= 33.9 ton	N= 74.8 kips
M _{LONG} = 16.5 ton-m	M _{LONG} = 119.4 kip-ft
M _{TRAN} = 10.0 ton-m	M _{TRAN} = 72.4 kip-ft
V _{LONG} = 20.3 ton	V _{TRAN} = 44.7 kips

1.3 (Carga muerta + Sismo Transversal)

N= 35.6 ton	N= 78.5 kips
M _{LONG} = 17.8 ton-m	M _{LONG} = 128.8 kip-ft
M _{TRAN} = 11.1 ton-m	M _{TRAN} = 79.9 kip-ft
V _{LONG} = 20.4 ton	V _{TRAN} = 45.0 kips

Se hace la conversión de unidades para ingresar los valores de elementos mecánicos al programa pcaColumn-version3.63 para el diseño de la losa a **flexo compresión**.

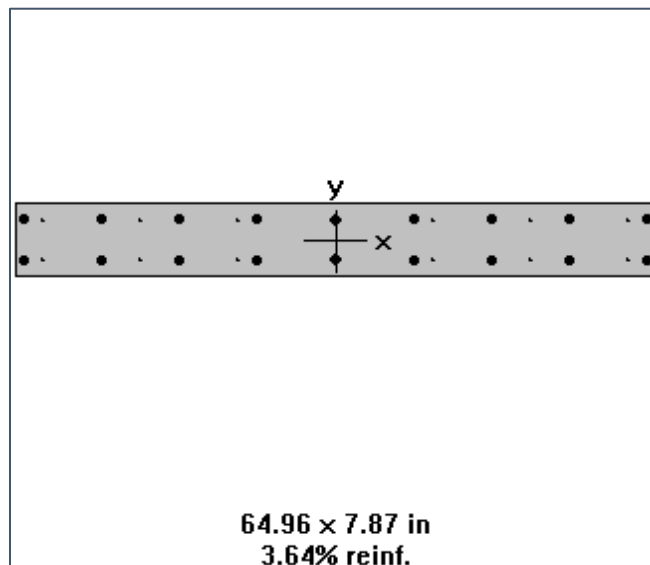


Figura 3.2.2 Sección de losa sobre pila para diseño

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

11/12/17 pcaColumn V3.63 - PORTLAND CEMENT ASSOCIATION -
00:52:33 Licensed to: Licensee name not yet specified.
sobre pilas

Page 1
losa

```
0000000 00000 00000 00000 00000 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 0000000 00 00 00 00
0000000 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00000 00 00 00000 00000 00000 (TM)
```

=====
Computer program for the Strength Design of Reinforced Concrete Sections
=====

Licensee stated above acknowledges that Portland Cement Association (PCA) is not and cannot be responsible for either the accuracy or adequacy of the material supplied as input for processing by the pcaColumn(tm) computer program. Furthermore, PCA neither makes any warranty expressed nor implied with respect to the correctness of the output prepared by the pcaColumn(tm) program. Although PCA has endeavored to produce pcaColumn(tm) error free, the program is not and can't be certified infallible. The final and only responsibility for analysis, design and engineering documents is the licensees. Accordingly, PCA disclaims all responsibility in contract, negligence or other tort for any analysis, design or engineering documents prepared in connection with the use of the pcaColumn(tm) program.

11/12/17 pcaColumn V3.63 - PORTLAND CEMENT ASSOCIATION -
00:52:33 Licensed to: Licensee name not yet specified.
sobre pilas

Page 2
losa

General Information:

=====
File Name: C:\Users\Admin\Documents\140+620\archivo fuente\PUENTE 140+620
MEMORIAS\losa sobre pilas.col
Project: PUENTE SIN NOMBRE 140+620
Column: LOSA SOBRE PILAS Engineer: GFR
Code: ACI 318-02 Units: English

Run Option: Investigation Slenderness: Not considered
Run Axis: Biaxial Column Type: Structural

Material Properties:

=====
f'c = 3.56 ksi fy = 60 ksi
Ec = 3400.95 ksi Es = 29000 ksi
Ultimate strain = 0.003 in/in
Beta1 = 0.85

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

Section:

=====

Rectangular: Width = 64.96 in Depth = 7.87 in

Gross section area, $A_g = 511.235 \text{ in}^2$

$I_x = 2638.69 \text{ in}^4$

$X_o = 0 \text{ in}$

$I_y = 179776 \text{ in}^4$

$Y_o = 0 \text{ in}$

Reinforcement:

=====

Rebar Database: ASTM A615

Size	Diam (in)	Area (in ²)	Size	Diam (in)	Area (in ²)	Size	Diam (in)	Area (in ²)
# 3	0.38	0.11	# 4	0.50	0.20	# 5	0.63	0.31
# 6	0.75	0.44	# 7	0.88	0.60	# 8	1.00	0.79
# 9	1.13	1.00	# 10	1.27	1.27	# 11	1.41	1.56
# 14	1.69	2.25	# 18	2.26	4.00			

Confinement: Tied; #3 ties with #10 bars, #4 with larger bars.

$\phi(a) = 0.8$, $\phi(b) = 0.9$, $\phi(c) = 0.65$

Pattern: Irregular

Total steel area, $A_s = 18.60 \text{ in}^2$ at 3.64%

Area in ²	X (in)	Y (in)	Area in ²	X (in)	Y (in)	Area in ²	X (in)	Y (in)
0.88	-31.5	2.1	0.20	-29.5	2.1	0.88	-23.6	2.1
0.20	-19.7	2.1	0.88	-15.8	2.1	0.20	-9.8	2.1
0.88	-7.9	2.1	1.08	0.0	2.1	0.88	7.9	2.1
0.20	9.8	2.1	0.88	15.8	2.1	0.20	19.7	2.1
0.88	23.6	2.1	0.20	29.5	2.1	0.88	31.5	2.1
0.88	-31.5	-2.1	0.20	-29.5	-2.1	0.88	-23.6	-2.1
0.20	-19.7	-2.1	0.88	-15.8	-2.1	0.20	-9.8	-2.1
0.88	-7.9	-2.1	1.08	0.0	-2.1	0.88	7.9	-2.1
0.20	9.8	-2.1	0.88	15.8	-2.1	0.20	19.7	-2.1
0.88	23.6	-2.1	0.20	29.5	-2.1	0.88	31.5	-2.1

Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)

=====

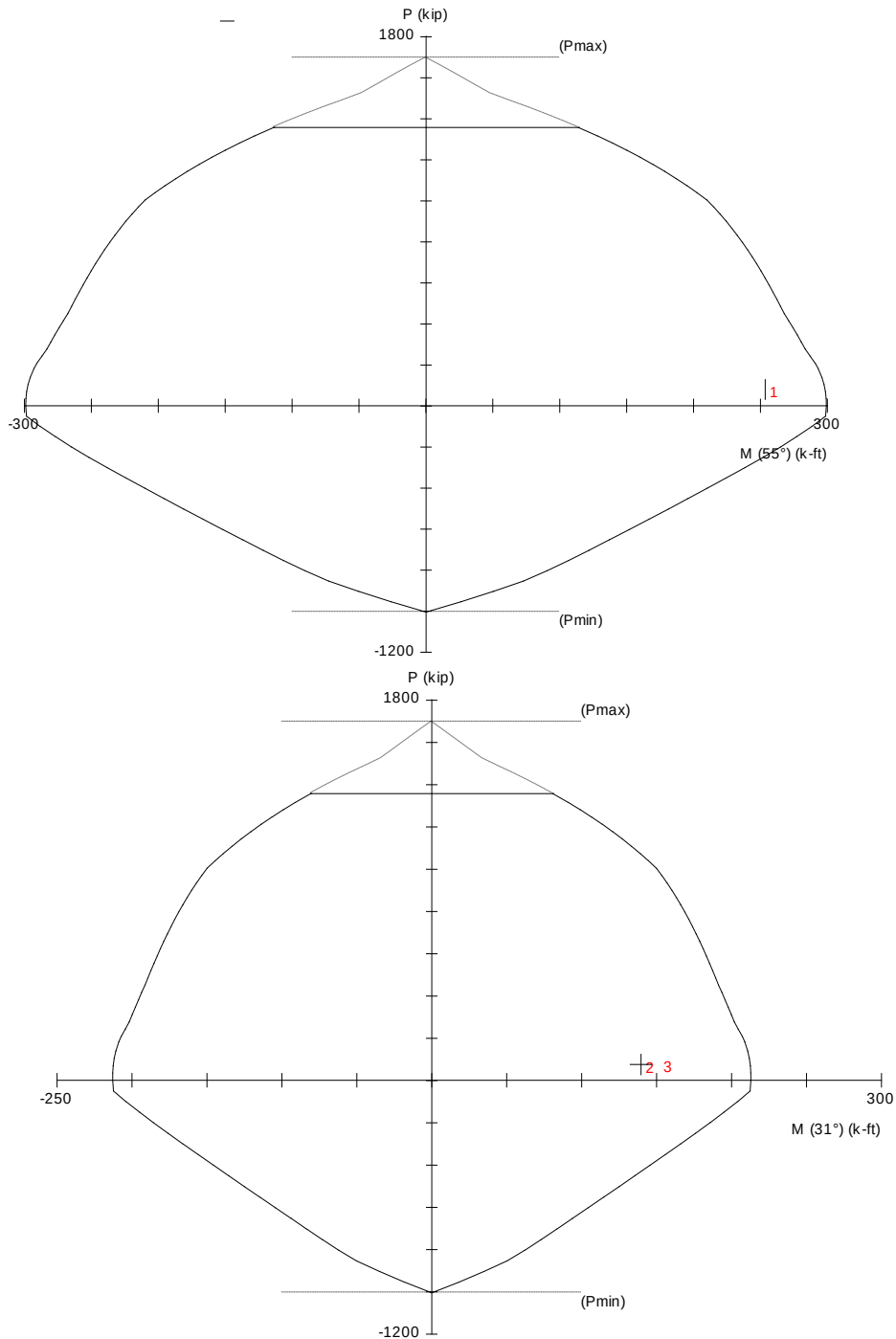
No.	P_u kip	M_{ux} k-ft	M_{uy} k-ft	f_{Mnx} k-ft	f_{Mny} k-ft	f_{Mn}/M_u
1	79.6	145.2	207.6	170.9	244.4	1.177
2	74.8	119.4	72.4	182.0	110.4	1.524
3	78.5	128.8	79.9	181.8	112.8	1.411

*** Program completed as requested! ***

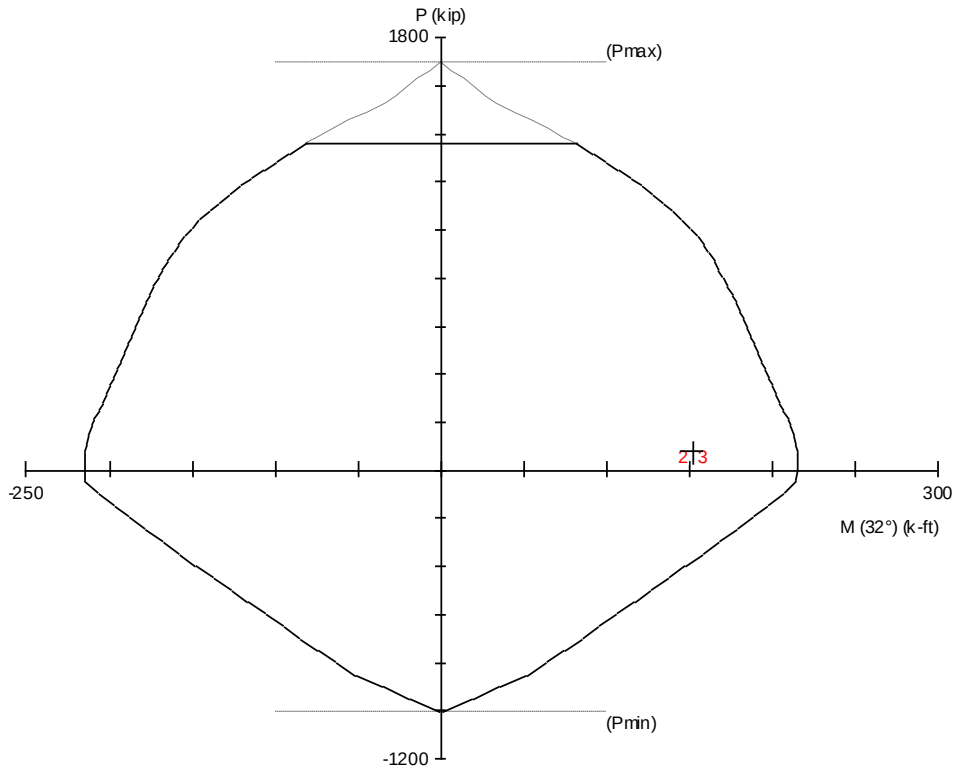
“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

Por lo tanto se opta por un refuerzo de 2 varillas del #6 @ 20 cm en ambas parrillas de la losa agregado al refuerzo general por temperatura y distribución de la losa.

A continuación se muestra el diagrama de interacción que presenta que las combinaciones de carga están dentro de la superficie de fluencia:



“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.



Diseño a Cortante de la losa

$$V_u = 20,410 \text{ kg}$$

Donde:

$$\phi = 0.850$$

$$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi V_c = 0.53 (\text{Raiz } f_c) b d = 17,630 \text{ kg}$$

No resiste por sección propia, Requiere Refuerzo transversal

$$V_c = 0.53 (\text{Raiz } f_c) b d = 20,741 \text{ kg}$$

$$V_s = (V_u / \phi) - V_c = 3,271 \text{ kg}$$

$$b = \text{Ancho en cm} = 165 \text{ cm}$$

$$H = \text{Peralte total en cm} = 20 \text{ cm}$$

$$r = \text{Recubrimiento en cm} = 5 \text{ cm}$$

$$d = \text{Peralte efectivo en cm} = 15 \text{ cm}$$

$$= \text{Número de ramas} = 8$$

$$= \text{Se proponen Vars del No.} = 3$$

$$A_v = \text{Área de acero en cm}^2 = 5.68 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación de estribos } S = (A_v * f_y * d) / (V_s) \text{ en cm} = 109 \text{ cm}$$

Se proponen estribos del 3 c en 8 Ramas.

Separación de estribos: @ 20 cm En la zona de losa sobre pilas

III.3 TRABE PRESFORZADA.

“Se puede definir al presfuerzo como un precargado del elemento estructural antes de que soporte las cargas propias de su función con el objeto de mejorar su comportamiento” (Orozco, 2005, p.1).

Para un elemento de concreto se producen esfuerzos de compresión previos a la aplicación de las cargas de servicio en las zonas donde se esperan tensiones, con el objetivo de que bajo las cargas de servicio los esfuerzos de tensión esperados se reduzcan o se anulen. Por tanto el elemento tiene un comportamiento estructural tal que soporta esfuerzos de tensiones.

Además un elemento estructural presforzado tipo viga presenta contraflechas, que compensa las deflexiones debidas a cargas de servicio mejorando el comportamiento de la estructura.

La trabe AASHTO tipo IV de éste proyecto se diseñara el presfuerzo de acuerdo a AASHTO section 9, considerando el diseño por esfuerzo permisibles:

- **Esfuerzos en transferencia:**
 - Compresión : $0.6 f'_{ci}$ (psi)
 - Tensión: $7.5 \text{ raíz } f'_{ci}$ (psi)
- **Esfuerzos en servicio:**
 - Compresión : $0.6 f'_c$ (psi)
 - Tensión: $6 \text{ raíz } f'_c$ (psi)

Para el cálculo del factor de concentración por trabe para el análisis de carga viva de la trabe se utilizó el método de courbon, que considera que el tablero es infinitamente rígido transversalmente, esta condición es lograda con la existencia de los diafragmas transversales, el método condiciona que: el tablero es simétrico, las trabes deben de ser del mismo material y propiedades geométricas.

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

III.4 DISEÑO DE TRABE AASHTO TIPO IV PRESFORZADA

DATOS=

Claro=	26.0 m
No. De Trabes=	7.0 pzas
Ancho total de la sección=	12.16 m
Ancho de carril de circulación=	3.50 m
Ancho de carril de carga =	3.05 m
Ancho de guarnición=	0.53 m
f'c (trabe)=	350 kg/cm ²
f'c (losa)=	250 kg/cm ²

ANALISIS DE CARGAS

	Espesor (m)	Ancho (m)	Área (m ²)	Ton/m ³		
w trabe =		1.65	0.4974	2.4	=	1.194 ton/m
w losa =	0.20	1.65	0.33	2.4	=	0.792 ton/m
w Diafragma=	0.30		1.534	2.4	=	0.073 ton/m
w carpeta =	0.12	1.586	0.190	2.2	=	0.419 ton/m
w guarnición=			0.24	2.4	=	0.165 ton/m
w parapeto =					=	0.006 ton/m

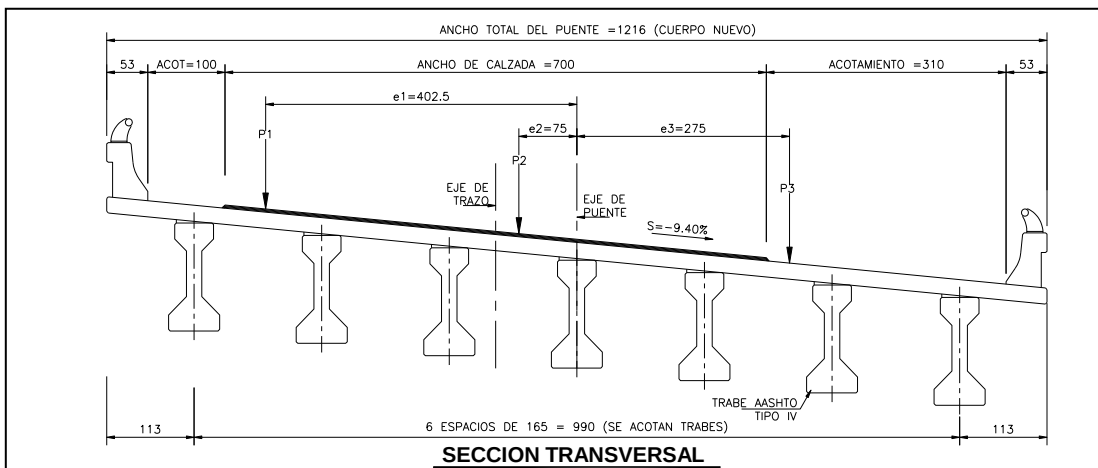
Calculo del factor de concentración para trabes por el "METODO DE COURBON".

$$F_c = w \left(\frac{1}{N} + \left(\frac{e}{\sum d^2} \right) (d_i) \right)$$

N = numero de trabes

d = distancia del eje del puente a cada trabe

e = excentricidad del camión



“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

e1=	4.025
e2=	0.75
e3=	-2.75

No. Trabe	Dist. Centro a trabe	Dist. ²	Fc para P1	Fc para P2	Fc para P3
T1	4.95	24.50	0.4042	0.1916	-0.0357
T2	3.30	10.89	0.3171	0.1753	0.0238
T3	1.65	2.72	0.2300	0.1591	0.0833
T4	0.00	0.00	0.1429	0.1429	0.1429
T5	-1.65	2.72	0.0557	0.1266	0.2024
T6	-3.30	10.89	-0.0314	0.1104	0.2619
T7	-4.95	24.50	-0.1185	0.0942	0.3214
Sumatoria=		76.23	1.0000	1.0000	1.0000

Factores de distribución para la trabe mas cargada T1

De acuerdo a AASHTO section 3.12.1

Para un carril de circulación(100%)= 0.4042

Para dos carriles de circulación(100%)= 0.5958 RIGE

Para tres carriles de circulación(90%)= 0.5041

Factor de impacto

$$\text{Impacto} = \frac{15.24}{L + 38.1} = 0.24 \% \leq 30\%$$

Momentos y cortantes máximos para las cargas vivas especificadas por S.C.T para una línea de circulación (datos obtenidos del programa MIDAS CIVIL 2011 (v 2.1))

Tipo de camión	Peso del camión	Momento máximo	Cortante máximo
HS-20	32.7	173.55	29.08
T3-S3	48.5	232.81	39.19
T3-S2-R4	72.5	278.87	47.1

Momento y cortante de diseño debido a carga viva

M_{cvi}= 205.646 ton-m

V_{cvi}= 34.733 ton

Sección compuesta (ancho equivalente de losa)

$$E_{\text{losa}} = 14000 \text{raiz}(f_c) = 221359.4 \text{ kg/cm}^2$$
$$E_{\text{trabe}} = 14000 \text{raiz}(f_c) = 261916.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Relación modular: } n = E_{\text{losa}}/E_{\text{trabe}} = 0.85$$

$$b_L = 1.65 \text{ m}$$

$$b_{\text{equivalente}} = b_L * n = 139.45 \text{ cm}$$

Propiedades geométricas de la trabe

Sección simple

$$\begin{aligned} \text{Área} &= 4,974.0 \text{ cm}^2 \\ I &= 10,261,070.0 \text{ cm}^4 \\ Y_s &= 73.5 \text{ cm} \\ Y_i &= 61.5 \text{ cm} \\ S_s &= 139,606.4 \text{ cm}^3 \\ S_i &= 166,846.7 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Propiedades de la sección compuesta

$$\begin{aligned} \text{Área} &= 7,763.0 \text{ cm}^2 \\ I &= 22,813,478.1 \text{ cm}^4 \\ Y_{s\text{losa}} &= 63.5 \text{ cm} \\ Y_{s\text{trabe}} &= 43.5 \text{ cm} \\ Y_{\text{inf}} &= 91.5 \text{ cm} \\ S_{s\text{losa}} &= 359,261.5 \text{ cm}^3 \\ S_{s\text{trabe}} &= 524,435.3 \text{ cm}^3 \\ S_{s\text{inf}} &= 249,330.4 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Elementos mecánicos y determinación de esfuerzos debidos a carga muerta

Esfuerzos al centro del claro

Momento y esfuerzos debido al Po.Po de la trabe:

$$\begin{aligned} M &= 100.9 \text{ ton-m} \\ \sigma_s &= 72.3 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_i &= -60.5 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Momento y esfuerzos debido al peso de la losa (Sección simple):

$$\begin{aligned} M &= 66.9 \text{ ton-m} \\ \sigma_s &= 47.9 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_i &= -40.1 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Momento y esfuerzos debido al peso del diafragma (Sección simple):

$$\begin{aligned}M &= 6.2 \text{ ton-m} \\ \sigma_s &= 4.4 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_i &= -3.7 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Momento y esfuerzos debido al peso de carga muerta adicional (S. compuesta):

$$\begin{aligned}M &= 49.8 \text{ ton-m} \\ \sigma_{s \text{ losa}} &= 13.9 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{s \text{ trabe}} &= 9.5 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{i \text{ trabe}} &= -20.0 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Determinación de esfuerzos debidos a carga viva

Momento y esfuerzos debido a carga viva (S. compuesta):

$$\begin{aligned}M &= 205.6 \text{ ton-m} \\ \sigma_{s \text{ losa}} &= 57.2 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{s \text{ trabe}} &= 39.2 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{i \text{ trabe}} &= -82.5 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Calculo de la fuerza de presfuerzo aproximada

$$\frac{P}{A} + \frac{P \cdot e}{Si} = \Sigma f_i$$

$$\begin{aligned}\Sigma \sigma_i &= -206.7 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Suponiendo } y &= 10.0 \text{ cm} \\ e &= 51.5 \text{ cm}\end{aligned}$$

Sustituyendo de la ecuación, la carga de presfuerzo

$$P = 405,533.8 \text{ kg}$$

Datos del presfuerzo

$$\begin{aligned}f_{pu} &= 19,000.0 \text{ kg/cm}^2 \\ \%f_{pu} &= 75 \% \\ \text{torón (13mm)} \quad A &= 0.9871 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Suponiendo 20 % de perdidas para obtener el numero de torones

$$\# \text{ torones} = 36.0$$

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

Torones propuestos

	Fuerza de tensado (ton)	No. Torones 13mm	Área torones cm ²	Ubicación (e) cm	A x e
Lecho No.1	169	12	11.845	6	71.1
Lecho No.2	169	12	11.845	11	130.3
Lecho No.3	169	12	11.845	16	189.5
Área total=			35.536	e=	11.0

Datos del presfuerzo

fpu= 19,000.0 kg/cm²

%fpu= 75 %

torón (13mm) A= 0.9871 cm²

Yis= 50.5 cm

Pi= 506,382.3 kg/cm²

CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE PRESFUERZO

La fuerza de presfuerzo aplicada a la trabe no es constante a lo largo de su vida útil, desde la etapa de transferencia, cuando se tensa el acero de presfuerzo el esfuerzo producido tiende a disminuir, es decir existen pérdidas. Estas pérdidas se pueden clasificar en instantáneas y dependientes del tiempo.

Las pérdidas instantáneas son producidas por acortamiento elástico y relajamiento del acero de presfuerzo, mientras que las pérdidas dependientes del tiempo se deben al flujo plástico y contracción del concreto.

Para el cálculo de estas pérdidas es necesario que la trabe ya éste diseñada es decir, se debe de conocer la fuerza de presfuerzo, por lo que se recomienda estimar un porcentaje de pérdidas de la fuerza total de presfuerzo (Orozco, 2005).

- **Acortamiento elástico en concreto:**

Al aplicar la fuerza de presfuerzo del acero al elemento de concreto, este se comprime acortando su longitud permitiendo que el cable recupere parcialmente su longitud inicial, produciendo con esto una pérdida de esfuerzo.

- **Relajación del acero de presfuerzo:**

Se produce una pérdida de esfuerzo con longitud constante dependiente del tiempo y aplicación del esfuerzo inicial que se aplica al acero de presfuerzo.

- **Flujo plástico del concreto :**

Acortamiento del elemento debido a la aplicación de un esfuerzo constante que se caracteriza por tener una variación respecto al tiempo máximo en los primeros instantes y tiende a cero a largo plazo.

- **Contracción del concreto:**

Acortamiento del elemento debido a la pérdida de humedad (Nilson, 1990).

Calculo de perdidas de presfuerzo

a) Perdidas por flujo plástico del concreto.

$$CRc=12 f_{cir} - 7 f_{cds}$$

CALCULO DE f_{cir}

f_{cir} = esfuerzo en el concreto en el centro de gravedad del presfuerzo después de la transferencia por peso propio de la trabe y el presfuerzo

Por lo que tenemos el esfuerzo de solo el presfuerzo en el centro de gravedad del mismo

$$\sigma = 209.4 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo debido al PoPo. de la trabe en el centro de gravedad del presfuerzo

$$\sigma = -49.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{cir} = 159.8 \text{ kg/cm}^2$$

CALCULO DE f_{cds}

Momento y esfuerzo debido al PoPo. de la losa y cma en el centro de gravedad del presfuerzo

$$M = 122.9 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{cds} = 60.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$CRc = 1,494.4 \text{ kg/cm}^2$$

b) Perdidas por acortamiento elástico.

$$ES = f_{cir} E_s / E_{ci}$$

donde:

E_s = es el módulo de elasticidad del acero de presfuerzo (28,000,000 psi)

$$E_s = 1,971,200.0 \text{ kg/cm}^2$$

E_{ci} = es el módulo de elasticidad del concreto en el tiempo de la transferencia

$$E_{ci} = 33w^{3/2} \sqrt{f'_{ci}} \dots (\text{psi})$$

$$f'_{ci} = 0.95 \text{ de } f'_c$$

$$E_{ci} = 308,101.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$ES = 1,022.4 \text{ kg/cm}^2$$

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

c) Perdidas por contracción del concreto debido al fraguado.

$$SH = 17000 - 150 RH$$

$$RH = 65 \%$$

$$SH = 510.4 \text{ kg/cm}^2$$

d) Perdidas por relajación del acero.

$$CRs = 5000 - 0.1 ES - 0.05 (SH + CRc)$$

$$CRs = 149.5 \text{ kg/cm}^2$$

Perdidas totales.

$$CRc = 1,494.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$ES = 1,022.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$SH = 510.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$CRs = 149.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$TOTAL = 3,176.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Porcentaje de perdidas} = 22.29\%$$

$$\text{Perdidas en fuerza} = 112,885.3 \text{ kg}$$

1) Esfuerzos en la transferencia (debidos al PoPo de la trabe y presfuerzo)

Esfuerzos al centro del claro

Momento y esfuerzos debido al Po.Po de la trabe:

$$M = 100.9 \text{ ton-m}$$

$$\sigma_s = 72.3 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = -60.5 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo debido al presfuerzo.

$$P = 464,737.3 \text{ kg} \quad \text{Fuerza total del presfuerzo incluyendo pérdidas por relajación del acero y acortamiento}$$

$$\sigma_s = -74.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = 234.1 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo en la transferencia (por peso de trabe más presfuerzo)

$$\sigma_s = -2.4 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Bien}$$

$$\sigma_i = 173.6 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Bien}$$

ESFUERZOS PERMISIBLES SEGÚN AASHTO 17th EDITION 2002 SECTION 9

$$\text{Esfuerzo permisible a compresión (AASHTO)} = 0.6 f'_{ci} = 199.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo permisible a tensión (AASHTO)} = 7.5 \text{ raíz } f'_{ci} = -36 \text{ kg/cm}^2$$

2) Esfuerzos en servicio con carga viva y perdidas de presfuerzo

Esfuerzos al centro del claro

Momento y esfuerzos debido al peso de la losa y diafragma (Sección simple):

$$\begin{aligned}M &= 73.1 \text{ ton-m} \\ \sigma_s &= 52.3 \text{ ton-m} \\ \sigma_i &= -43.8 \text{ ton-m}\end{aligned}$$

Momento y esfuerzos debido al peso de carga muerta adicional (S. compuesta):

$$\begin{aligned}M &= 49.8 \text{ ton-m} \\ \sigma_{s \text{ losa}} &= 13.9 \text{ ton-m} \\ \sigma_{s \text{ trabe}} &= 9.5 \text{ ton-m} \\ \sigma_{i \text{ trabe}} &= -20.0 \text{ ton-m}\end{aligned}$$

Momento y esfuerzos debido a carga viva (S. compuesta):

$$\begin{aligned}M &= 205.6 \text{ ton-m} \\ \sigma_{s \text{ losa}} &= 57.2 \text{ ton-m} \\ \sigma_{s \text{ trabe}} &= 39.2 \text{ ton-m} \\ \sigma_{i \text{ trabe}} &= -82.5 \text{ ton-m}\end{aligned}$$

Esfuerzo debido al presfuerzo incluyendo pérdidas totales

$$\begin{aligned}P &= 393,497.0 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_s &= -63.2 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_i &= 198.2 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Esfuerzos en servicio, carga muerta, presfuerzo, pérdidas y carga viva

$$\begin{aligned}\sigma_{s \text{ losa}} &= 71.1 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{s \text{ trabe}} &= 110.1 \text{ kg/cm}^2 & \text{Bien} \\ \sigma_{i \text{ trabe}} &= -8.5 \text{ kg/cm}^2 & \text{Bien}\end{aligned}$$

ESFUERZOS PERMISIBLES SEGÚN AASHTO 17th EDITION 2002 SECTION 9

$$\begin{aligned}\text{Esfuerzo permisible a compresión AASHTO} &= 0.6 f'c = 210.0 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Esfuerzo permisible a tensión AASHTO} &= 6 \text{ raíz } f'c = -30 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

3) Longitud de enductado de torones

$$\begin{aligned}w (\text{ popo + cms }) &= 2.6 \text{ ton/m} \\ w (\text{ cv equivalente }) &= 2.4 \text{ ton/m} \\ w \text{ total } &= 5.1 \text{ ton/m}\end{aligned}$$

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

x(distancia) long trabe/30	M(momento) (wlx/2-wx ² /2)	No. de tor. teórico	No. de tor. propuesto	Longitud de enductado	No de torones enductados
0	0	0	14	0.0	0
0.9	55	5	14	0.9	0
1.7	107	9	14	1.7	0
2.6	155	13	18	2.6	4
3.5	198	17	22	3.5	4
4.3	239	20	26	4.3	4
5.2	275	23	30	5.2	4
6.1	307	26	34	6.1	4
6.9	336	28	36	6.9	2
7.8	361	30	36	7.8	0
8.7	382	32	36	8.7	0
9.5	399	33	36	9.5	0
10.4	412	35	36	10.4	0
11.3	422	35	36	11.3	0
12.1	427	36	36	12.1	0
13	429	36	36	13.0	0
No. De torones enductados=					22
No. De torones al extremo=					14
No. De torones total=					36

4) Revisión de esfuerzos a lo largo de la trabe (TRANSFERENCIA)

x(m)	No. De torones	M(PoPo) ton-m	Esf. por PoPo		Fza. Presf. (kg)	Esf. Presfuerzo		Esf. Finales	
			$\sigma_s =$ kg/cm ²	$\sigma_i =$ kg/cm ²		$\sigma_s =$ kg/cm ²	$\sigma_i =$ kg/cm ²	$\sigma_s =$ kg/cm ²	$\sigma_i =$ kg/cm ²
0.0	14	0.0	0.0	0.0	180,731.2	-29.0	91.0	-29.0	91.0
0.9	14	13.0	9.3	-7.8	180,731.2	-29.0	91.0	-19.7	83.2
1.7	14	25.1	18.0	-15.0	180,731.2	-29.0	91.0	-11.1	76.0
2.6	18	36.3	26.0	-21.8	232,368.6	-37.3	117.0	-11.3	95.3
3.5	22	46.6	33.4	-27.9	284,006.1	-45.6	143.1	-12.2	115.1
4.3	26	56.0	40.1	-33.6	335,643.6	-53.9	169.1	-13.8	135.5
5.2	30	64.6	46.2	-38.7	387,281.1	-62.2	195.1	-16.0	156.4
6.1	34	72.2	51.7	-43.3	438,918.6	-70.5	221.1	-18.8	177.8
6.9	36	78.9	56.5	-47.3	464,737.3	-74.7	234.1	-18.2	186.8
7.8	36	84.7	60.7	-50.8	464,737.3	-74.7	234.1	-14.0	183.3
8.7	36	89.7	64.2	-53.7	464,737.3	-74.7	234.1	-10.4	180.4
9.5	36	93.7	67.1	-56.2	464,737.3	-74.7	234.1	-7.6	177.9
10.4	36	96.8	69.4	-58.0	464,737.3	-74.7	234.1	-5.3	176.1
11.3	36	99.1	71.0	-59.4	464,737.3	-74.7	234.1	-3.7	174.7
12.1	36	100.4	71.9	-60.2	464,737.3	-74.7	234.1	-2.7	173.9
13.0	36	100.9	72.3	-60.5	464,737.3	-74.7	234.1	-2.4	173.6

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

5) Revisión de esfuerzos a lo largo de la trabe (SERVICIO)

x(m)	No. De torones	M(PoPo) ton-m	M(cma+cv)ton-m	Esf. por cargas		Fza. Presf. (kg)	Esf. Presfuerzo		Esf. Finales	
				$\sigma_s =$ kg/cm ²	$\sigma_i =$ kg/cm ²		$\sigma_s =$ kg/cm ²	$\sigma_i =$ kg/cm ²	$\sigma_s =$ kg/cm ²	$\sigma_i =$ kg/cm ²
0	14	0	0.0	0	0.0	153,026.6	-24.6	77.1	-24.6	77.1
0.9	14	22.4	32.9	22.3	-26.6	153,026.6	-24.6	77.1	-2.3	50.4
1.7	14	43.3	63.6	43.1	-51.4	153,026.6	-24.6	77.1	18.5	25.6
2.6	18	62.6	92.0	62.4	-74.4	196,748.5	-31.6	99.1	30.8	24.7
3.5	22	80.4	118.1	80.1	-95.5	240,470.4	-38.6	121.1	41.5	25.6
4.3	26	96.6	141.9	96.3	-114.8	284,192.3	-45.7	143.2	50.6	28.3
5.2	30	111.3	163.5	110.9	-132.3	327,914.2	-52.7	165.2	58.2	32.9
6.1	34	124.5	182.8	124.0	-147.9	371,636.1	-59.7	187.2	64.3	39.3
6.9	36	136.1	199.8	135.6	-161.7	393,497.0	-63.2	198.2	72.3	36.5
7.8	36	146.1	214.6	145.6	-173.6	393,497.0	-63.2	198.2	82.3	24.6
8.7	36	154.6	227.1	154.1	-183.7	393,497.0	-63.2	198.2	90.8	14.5
9.5	36	161.6	237.3	161.0	-192.0	393,497.0	-63.2	198.2	97.8	6.2
10.4	36	167.0	245.2	166.4	-198.4	393,497.0	-63.2	198.2	103.1	-0.2
11.3	36	170.9	250.9	170.2	-203.0	393,497.0	-63.2	198.2	107.0	-4.8
12.1	36	173.2	254.3	172.5	-205.8	393,497.0	-63.2	198.2	109.3	-7.6
13.0	36	174.0	255.4	173.3	-206.7	393,497.0	-63.2	198.2	110.1	-8.5

6) Diseño al cortante

De acuerdo AASHTO section 9.20

Cortantes actuantes

Cortante por peso de trabe	= 15.5 ton
Cortante por peso de losa y diafragma	= 11.2 ton
Cortante por peso de cma	= 7.7 ton
Cortante por carga viva + i	= 34.7 ton

$$V_u = 1.3 (V_{cm} + 1.67 V_{cv+i})$$

$$V_u < 0.85 (V_c + V_s)$$

$$V_s = A_v f_y d / s$$

Donde:

V_u = cortante último

V_{cm} = cortante por carga muerta

V_{cv+i} = cortante por carga viva más impacto

V_c = cortante resistido por el concreto

V_s =cortante resistido por el acero

A_v = área del acero de refuerzo

d =peralte de la trabe

s =separación de los estribos

f_y =esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo

Calculando Vu:

$$Vu = 120.2 \text{ ton}$$

Vc el menor de = Vci o Vcw

Calculando Vci:

$$Vci = 0.6 (\text{raíz } f'c) b'd + Vd + Vi \text{ Mcr/Mmax}$$

Donde:

Vd= cortante de popo de trabe

Vi=cortante factor izado debido a cargas externas concomitante con Mmax

Mmax=momento factor izado máximo debido a cargas externas

$$\text{Mcr} = I (6 (\text{raíz } f'c) + f_{pe} - f_d) / Y_t$$

f_{pe}=esfuerzo en el concreto debido al presfuerzo únicamente después de perdidas en la fibra de tensión causada por cargas externas.

f_d=esfuerzo por popo en la fibra de tensión debido a popo de trabe

$$Y_t = \text{distancia del centroide a fibra inferior} = 61.5 \text{ cm}$$

$$= 24.2 \text{ in}$$

$$\text{No. de torones al extremo} = 14$$

$$I = 246,523.2 \text{ in}^4$$

$$\text{raíz de } f'c = 70.5 \text{ lb/in}^2$$

$$f_{za \text{ pres.}} = 153,027 \text{ kg}$$

$$e_{\text{pres}} = 55.5 \text{ cm}$$

$$f_{pe} = 1,160.1 \text{ lb/in}^2$$

$$M_{\text{popo}} = 10.2 \text{ ton}$$

$$f_d = 86.9 \text{ lb/in}^2$$

$$\text{Mcr} = 15,234,237.9 \text{ lb/in}$$

$$b' = 20.0 \text{ cm} = 7.9 \text{ in}$$

$$d = 124.0 \text{ cm} = 48.8 \text{ in}$$

$$h/2 = 67.5 \text{ cm} = 26.6 \text{ in}$$

$$Vi = 220,215.9 \text{ lb}$$

$$M_{\text{max}} = 5,852,193.4 \text{ lb-in}$$

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

Calculando Vcw:

$$V_{cw} = (3.5 (\text{raíz } f'c) + 0.3 f_{pc}) b' d + V_p$$

Donde:

V_p = componente vertical del presfuerzo = 0

f_{pc} = esfuerzo de compresión en el concreto (después de perdidas) en el centroide de la sección

$$f_{pc} = 437.0 \text{ lb/in}^2$$

$$V_{cw} = 145,259.5 \text{ lb}$$

Por lo tanto rige $V_{cw} = 145,259.5 \text{ lb} = 65.9 \text{ ton}$

Si despejamos $V_s = V_u / 0.85 - V_c$

$$V_s = 75.4 \text{ ton}$$

Si despejamos $s = A_v f_y d / V_s$

Proponemos varillas del 3c en dos ramas

$$\text{tenemos } A_v = 1.42 \text{ cm}^2$$

$$d = 130.0 \text{ cm}$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces tenemos una separación de estribos a cada = 11 cm

Revision de cortante a lo largo de la trabe

x(m)	No. De torones	V (cm total) (ton)	V (cv+i) (ton)	V _u (ton)	V _{cw} (ton)	V _s (ton)	A _v (cm ²)	S cm
0.0	14	34.4	34.7	120	65.9	75.4	1.42	11
0.9	14	32.1	32.4	112	65.9	66.0	1.42	12
1.7	14	29.8	30.1	104	65.9	56.6	1.42	14
2.6	14	27.5	27.8	96.1	65.9	47.1	1.42	16
3.5	18	25.2	25.5	88.1	72.5	31.2	1.42	25
4.3	22	22.9	23.2	80.1	79	15.2	1.42	51
5.2	26	20.7	20.8	72.1	85.6	-0.7	1.42	-1040
6.1	30	18.4	18.5	64.1	92.1	-16.7	1.42	-46
6.9	34	16.1	16.2	56.1	98.6	-32.7	1.42	-24
7.8	36	13.8	13.9	48.1	102	-45.4	1.42	-17
8.7	36	11.5	11.6	40.1	102	-54.8	1.42	-14
9.5	36	9.2	9.3	32	102	-64.2	1.42	-12
10.4	36	6.9	6.9	24	102	-73.6	1.42	-11
11.3	36	4.6	4.6	16	102	-83.1	1.42	-9
12.1	36	2.3	2.3	8.01	102	-92.5	1.42	-8
13.0	36	0.0	0.0	0.00	102	-102	1.42	-8

III.4.1 DISEÑO DE TRABE AASHTO TIPO IV PRESFORZADA (ANÁLISIS DE CARGA VIVA: IMT 66.5)

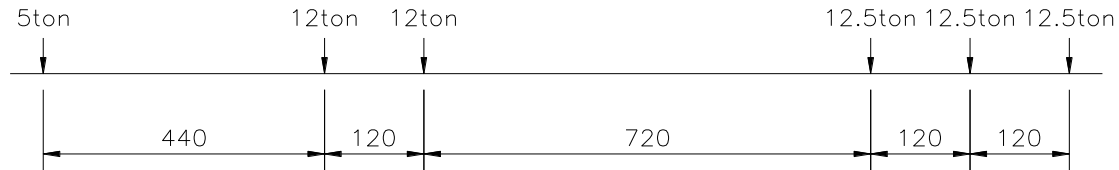


Figura 3.4.1 IMT 66.5 (para claros menores de 30 m)

Comparación de elementos mecánicos para las cargas vivas para una línea de circulación de un claro de 26 m (datos obtenidos del programa MIDAS CIVIL 2011 (v 2.1))

Tipo de camión	Peso del camión	Momento máximo	Cortante máximo
HS-20	32.7	173.55	29.08
T3-S3	48.5	232.81	39.19
T3-S2-R4	72.5	278.87	47.1
IMT 66.5	66.5	284.15	52.43

Haciendo uso de los datos presentados en el apartado III.4 Diseño de trabe AASHTO tipo IV presforzada, se presenta a continuación un resumen de resultados del diseño de la trabe utilizando para el análisis la carga viva IMT 66.5.

Torones propuestos

	Fuerza de tensado (ton)	No. Torones 13mm	Área torones cm ²	Ubicación (e) cm	A x e
Lecho No.1	169	12	11.845	6	71.1
Lecho No.2	169	12	11.845	11	130.3
Lecho No.3	169	12	11.845	16	189.5
Área total=			35.536	e=	11.0

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

Esfuerzo en la transferencia (por peso de trabe más presfuerzo)

$$\sigma_s = -2.4 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Bien}$$

$$\sigma_i = 173.6 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Bien}$$

ESFUERZOS PERMISIBLES SEGÚN AASHTO 17th EDITION 2002 SECTION 9

$$\text{Esfuerzo permisible a compresión (AASHTO)} = 0.6 f'_{ci} = 199.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo permisible a tensión (AASHTO)} = 7.5 \text{ raíz } f'_{ci} = -36 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzos en servicio, carga muerta, presfuerzo, pérdidas y carga viva

$$\sigma_{s \text{ losa}} = 72.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{s \text{ trabe}} = 110.8 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Bien}$$

$$\sigma_{i \text{ trabe}} = -10.1 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Bien}$$

ESFUERZOS PERMISIBLES SEGÚN AASHTO 17th EDITION 2002 SECTION 9

$$\text{Esfuerzo permisible a compresión AASHTO} = 0.6 f'_c = 210.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo permisible a tensión AASHTO} = 6 \text{ raíz } f'_c = -30 \text{ kg/cm}^2$$

Revision de cortante a lo largo de la trabe

x(m)	No. De torones	V (cm total) (ton)	V (cv+i) (ton)	Vu (ton)	Vcw (ton)	Vs (ton)	Av (cm ²)	S cm
0.0	14	34.4	38.7	129	65.9	85.4	1.42	10
0.9	14	32.1	36.1	120	65.9	75.4	1.42	10
1.7	14	29.8	33.5	112	65.9	65.3	1.42	12
2.6	14	27.5	30.9	103	65.9	55.2	1.42	14
3.5	18	25.2	28.4	94.4	72.5	38.5	1.42	20
4.3	22	22.9	25.8	85.8	79	21.9	1.42	35
5.2	26	20.7	23.2	77.2	85.6	5.3	1.42	147
6.1	30	18.4	20.6	68.6	92.1	-11.4	1.42	-68
6.9	34	16.1	18.0	60.1	98.6	-28.0	1.42	-28
7.8	36	13.8	15.5	51.5	102	-41.3	1.42	-19
8.7	36	11.5	12.9	42.9	102	-51.4	1.42	-15
9.5	36	9.2	10.3	34.3	102	-61.5	1.42	-13
10.4	36	6.9	7.7	25.7	102	-71.6	1.42	-11
11.3	36	4.6	5.2	17.2	102	-81.7	1.42	-9
12.1	36	2.3	2.6	8.58	102	-91.8	1.42	-8
13.0	36	0.0	0.0	0.00	102	-102	1.42	-8

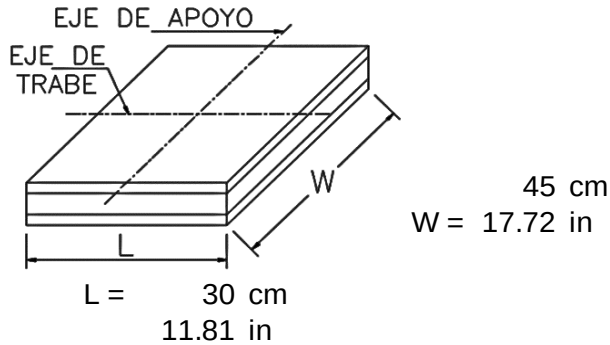
Se aprecia que el presfuerzo propuesto es suficiente, haciendo uso de la carga viva IMT 66.5 aunque los elementos mecánicos de esta resulten más desfavorables que los del camión T3-S2-R4.

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

III.5 DISEÑO DE APOYOS DE NEOPRENO INTEGRAL

De acuerdo a AASHTO Section 14

1) DATOS GENERALES



Con: $W \geq L$ Ok



Datos del neopreno:

$h_{ri} = 1.3 \text{ cm}$	Espesor de una placa de neopreno
$= 0.512 \text{ in}$	
$n_{10.5} = 6$	Número de placas de neopreno ($h=10.5$)
$h_{rt} = 8.4 \text{ cm}$	Espesor total de placas de neopreno
$= 3.31 \text{ in}$	para un espesor total de: 10.5 cm
	$= 4.134 \text{ in}$
$h_s = 0.3 \text{ cm}$	Espesor de una placa de acero
$= 0.118 \text{ in}$	
$f_y = 2,530 \text{ kg/cm}^2$	Esfuerzo de fluencia Acero A-36
$= 36 \text{ ksi}$	
$f_{sr} = 1,125 \text{ kg/cm}^2$	Esfuerzo permisible por fatiga Acero A-36
$= 16 \text{ ksi}$	

Datos de la trabe:

$L = 2,600 \text{ cm}$	Longitud del claro
$= 1,024 \text{ in}$	
$I_c = 24214438.9 \text{ cm}^4$	Momento de Inercia Secc. Compuesta
$= 581,754 \text{ in}^4$	
$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$	Resistencia a compresión de la trabe
$= 4.978 \text{ ksi}$	
$E_c = 261,916 \text{ kg/cm}^2$	Módulo de elasticidad del concreto
$= 3,725.32 \text{ ksi}$	

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

Datos de sismo:

$c = 0.14$ Coeficiente sísmico
 $Fact_{imp} = 1.50$ Factor de Importancia

De las características de la Estructura, tenemos que las descargas por apoyo son:

Descarga por Carga Muerta: (P_{popo}) = 38.97 ton = 85.91 klb
 Descarga por Carga Viva + Impacto: (P_{CV+I}) = 34.73 ton = 76.57 klb
 Momento por Carga Viva + Impacto: (M_{CV+I}) = 205.9 ton*m = 17874249.0 lb-in
 Carga Horizontal Máxima: (H_{sismo}) = 8.18 ton = 18.04 klb

De acuerdo a la Tabla 14.6.5.2-1 de AASHTO, el valor de "G" será:

Dureza (Shore "A")		50	60	70
Módulo de cortante a 73°F	(psi)	95 - 130	130 - 200	200 - 300
	(kg/cm ²)	6.7 - 9.1	9.1 - 14.1	14.1 - 21

Teniendo que el *Factor de Forma* "S" de una capa, en un apoyo rectangular sin perforaciones es:

$$S = \frac{L*W}{2h_{r\max}(L+W)} \quad \text{Entonces: } S = 6.92$$

2) ESFUERZO A COMPRESIÓN

Para apoyos sometidos a deformación por cortante:

$$\begin{aligned} \sigma_{TL} &\leq 1.6 \text{ ksi} = 112 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{TL} &\leq 1.66 \text{ GS} = 1.49 \text{ ksi} \\ \sigma_L &\leq 0.66 \text{ GS} = 0.59 \text{ ksi} \end{aligned}$$

Para apoyos restringidos a deformación por cortante:

$$\begin{aligned} \sigma_{TL} &\leq 1.75 \text{ ksi} = 123 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{TL} &\leq 2.00 \text{ GS} = 1.8 \text{ ksi} \\ \sigma_L &\leq 1.00 \text{ GS} = 0.9 \text{ ksi} \end{aligned}$$

donde:

σ_L = Esfuerzo de compresión promedio debido a la carga viva (ksi)

σ_{TL} = Esfuerzo de compresión promedio debido a la carga muerta más la carga viva (ksi)

G = Módulo de cortante del elastómero (ksi)

S = Factor de forma de la capa más gruesa del apoyo

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

Entonces:

Para apoyos sometidos a deformación por cortante:

$$\sigma_{TL} = 0.777 \text{ ksi} \quad \text{Bien} = 54.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{TL} = 0.777 \text{ ksi} \quad \text{Bien} = 54.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_L = 0.366 \text{ ksi} \quad \text{Bien} = 25.7 \text{ kg/cm}^2$$

Para apoyos restringidos a deformación por cortante:

$$\sigma_{TL} = 0.777 \text{ ksi} \quad \text{Bien} = 54.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{TL} = 0.777 \text{ ksi} \quad \text{Bien} = 54.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_L = 0.366 \text{ ksi} \quad \text{Bien} = 25.7 \text{ kg/cm}^2$$

3) DEFLEXIÓN POR COMPRESIÓN

Obtención de la deformación unitaria:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{6GS^2} = 2.08\%$$

$$\text{Deflexión de cada placa de neopreno: } \delta = \varepsilon(e_n) \quad \delta = 0.011 \text{ in} = 0.0270 \text{ cm}$$

$$\text{Deflexión total de placas de neopreno: } \delta_{tot} = \sum \varepsilon(e_n) \quad \delta_{tot} = 0.064 \text{ in} = 0.1620 \text{ cm}$$

La deflexión máxima no debe ser mayor a $\frac{1}{8}$ in

$$\delta \leq 0.125 \text{ in} = 0.318 \text{ cm} \quad \text{Bien}$$

4) REVISIÓN A CORTANTE

La deformación por cortante deberá estar limitada a no más de un medio del espesor total de las placas de neopreno

Entonces: $h \geq 2\Delta$

Fuerza horizontal máxima actuante:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Frenaje: } 0.05P_{tot} = 8.12 \text{ klb} \\ \text{Sismo: } H = 18.04 \text{ klb} \end{array} \right\} \text{Rige : } 18.04 \text{ klb}$$

Rigidez horizontal del neopreno " k_h "

$$k_h = \frac{GLW}{ne_n} = 8,858 \text{ lb/in}$$

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

Deformación horizontal máxima del neopreno " Δ "

$$\Delta = \frac{H}{k_h} = 2.04 \text{ in} = 5.17 \text{ cm}$$

Por lo que: $h = 4.134 \text{ in} = 10.5 \text{ cm}$
 $2\Delta = 4.07 \text{ in} = 10.3 \text{ cm}$ Bien

5) COMPRESIÓN Y ROTACIÓN COMBINADOS

Cálculo de la rotación media debida a las cargas actuantes en la trabe:

$$\begin{aligned} \omega_{cm} &= 167.86 \text{ lb/in} \\ \omega_{cv+imp} &= 136.47 \text{ lb/in} \\ \omega_{tot} &= 304.33 \text{ lb/in} \end{aligned} \quad \theta_m = \frac{\omega L^3}{24 EI_c} = 0.0062755 \text{ rad}$$

Los apoyos de sección rectangular deben cumplir con la siguiente relación:

$$\sigma_{TL} \geq 1.0 GS \left(\frac{\theta_m}{n} \right) \left(\frac{B}{h_{ri}} \right)^2$$

Donde: B = longitud (L) del apoyo si la rotación es alrededor de su eje transversal, o bien, el ancho (W) del apoyo si la rotación es alrededor de su eje longitudinal

θ_m = componente de rotación máxima en servicio en la dirección de interés (en radianes)

$$777 \text{ psi} \geq 501.3 \text{ psi} \quad \text{Bien}$$

El apoyo sujeto a deformación por cortante, deberá también satisfacer:

$$\sigma_{TL} \leq 1.875 GS \left(1 - 0.020 \left(\frac{\theta_m}{n} \right) \left(\frac{B}{h_{ri}} \right)^2 \right) \quad 777 \text{ psi} \leq 1,500 \text{ psi}$$

Bien

El apoyo restringido a deformación por cortante, deberá también satisfacer:

$$\sigma_{TL} \leq 2.250 GS \left(1 - 0.167 \left(\frac{\theta_m}{n} \right) \left(\frac{B}{h_{ri}} \right)^2 \right) \quad 777 \text{ psi} \leq 1,837 \text{ psi}$$

Bien

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

6) ESTABILIDAD

Se debe cumplir con la siguiente relación:

$$\left(\frac{3.84 \left(\frac{h_{rt}}{L} \right)}{s \sqrt{1 + 2 \frac{L}{W}}} \right) \leq \frac{2.67}{s(s+2) \left(1 + \frac{L}{4W} \right)}$$

0.12709 ≤ 0.03705 Requiere cumplir alguna de las siguientes revisiones:

Si el tablero del puente es libre para movimientos horizontales:

$$\sigma_{TL} \leq \frac{G}{\left(\frac{3.84 \left(\frac{h_{rt}}{L} \right)}{s \sqrt{1 + 2 \frac{L}{W}}} \right) - \frac{2.67}{s(s+2) \left(1 + \frac{L}{4W} \right)}}$$

777 psi ≤ 1,444 psi Bien

Si el tablero del puente está restringido a movimientos horizontales:

$$\sigma_{TL} \leq \frac{G}{\left(\frac{1.92 \left(\frac{h_{rt}}{L} \right)}{s \sqrt{1 + 2 \frac{L}{W}}} \right) - \frac{2.67}{s(s+2) \left(1 + \frac{L}{4W} \right)}}$$

777 psi ≤ 4,906 psi Bien

7) ESPESOR DE PLACA DE ACERO

El espesor de la placa de acero de refuerzo del neopreno, deberá satisfacer los siguientes requerimientos:

$$h_s > \frac{3.0 h_{r \max} \sigma_{TL}}{F_y} \quad h_s = \begin{matrix} 0.12 \text{ in} \\ 3.0 \text{ mm} \end{matrix} > \begin{matrix} 0.033 \text{ in} \\ 0.8 \text{ mm} \end{matrix} \quad \text{Bien}$$

$$h_s > \frac{2.0 h_{r \max} \sigma_L}{F_{sr}} \quad h_s = \begin{matrix} 0.12 \text{ in} \\ 3.0 \text{ mm} \end{matrix} > \begin{matrix} 0.023 \text{ in} \\ 0.6 \text{ mm} \end{matrix} \quad \text{Bien}$$

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISEÑO

ESTRUCTURAL DE LA

SUBESTRUCTURA.

De acuerdo a los estudios previos se definió que la subestructura del puente se resolverá con caballetes extremos y dos pilas intermedias, estructurada por cabezal sobre columnas de sección circular, cimentadas con zapatas de concreto reforzada.

La subestructura se diseñara para soportar la descarga de la superestructura de un ancho total de 12.16 m, considerando dos carriles de circulación del camión T3-S2-R4 72.5 ton. (Carga viva).

Para la obtención de los elementos mecánicos debido al empuje de tierras se consideró la Teoría de Rankine.

IV.1 ESPECIFICACIONES Y REGLAMENTOS DE DISEÑO.

Para el diseño estructural de los elementos que conforman la subestructura se consideraron las siguientes especificaciones:

- Standard Specifications for Highway Bridges of Association State Highway and Transportation Officials (AASHTO) 17th Edition 2002.
- Términos de Referencia de la SCT.
- Manual de Diseño por Sismo del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, (1994).
- Reglamento para construcciones de concreto reforzado, ACI-318-02

En particular se consideraron de AASHTO las siguientes secciones:

- Section 3 LOADS
 - Section 4 FOUNDATIONS
 - Section 5 RETAINING WALLS
 - Section 8 REINFORCED CONCRETE
- 8.16 STRENGTH DESIGN METHOD (LOAD FACTOR DESIGN)

Como lo indican los términos de referencia para proyecto constructivo de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, para determinar las condiciones de Sismo se utilizara los valores establecidos en El Manual de Diseño por Sismo del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, (1994).

Aplicando la regionalización sísmica correspondiente:

**Tabla 4.1 Espectros de diseño
para estructuras comunes**

ZONA SÍSMICA	TIPO DE SUELO	A _o	c	T _a (seg)	T _b (seg)	r
A	I	0.02	0.08	0.2	0.6	1/2
	II	0.04	0.16	0.3	1.5	2/3
	III	0.05	0.20	0.6	2.9	1
B	I	0.04	0.14	0.2	0.6	1/2
	II	0.08	0.30	0.3	1.5	2/3
	III	0.10	0.36	0.6	2.9	1
C	I	0.09	0.36	0.0	0.6	1/2
	II	0.13	0.50	0.0	1.4	2/3
	III	0.16	0.64	0.0	1.9	1
D	I	0.13	0.50	0.0	0.6	1/2
	II	0.17	0.68	0.0	1.2	2/3
	III	0.21	0.86	0.0	1.7	1
E (Zona metropolita na Ciudad de México)	I	0.04	0.16	0.2	0.6	1/2
	II	0.08	0.32	0.3	1.5	2/3
	III	0.10	0.40	0.6	3.9	1

Donde:

I	CORRESPONDE A TERRENO	FIRME
II	CORRESPONDE A TERRENO	INTERMEDIO
III	CORRESPONDE A TERRENO	BLANDO

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

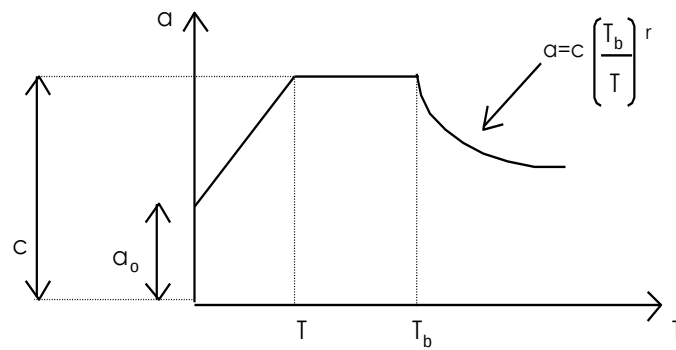


Figura 4 Espectro de diseño

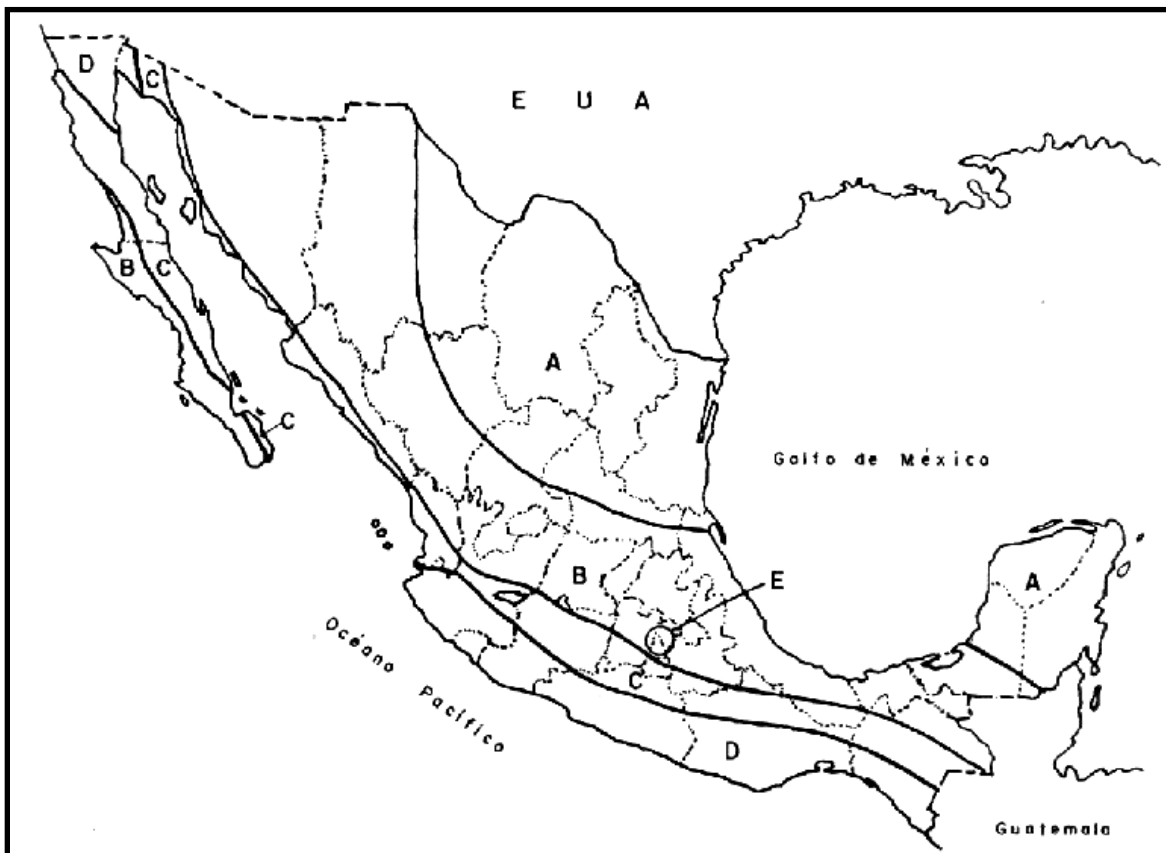
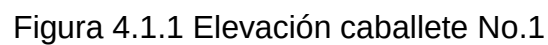


Figura 4.1 Regionalización sísmica de México

IV.1.1. DISEÑO DE CABALLETE No.1

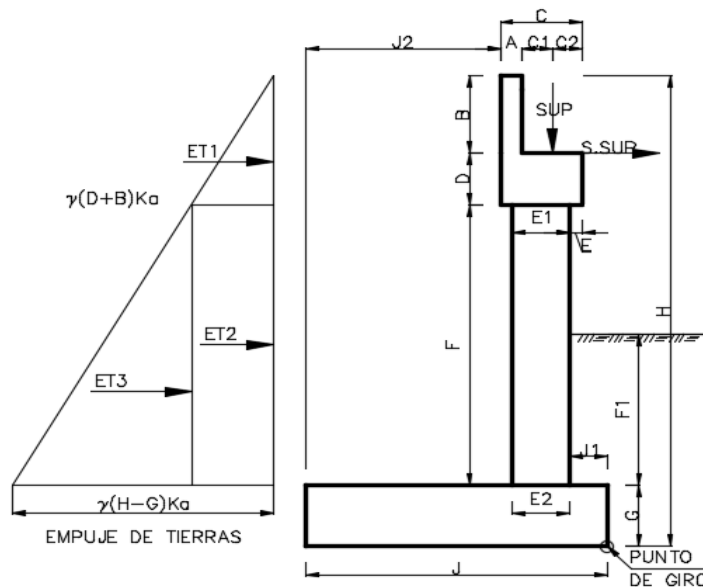


“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Estado donde se localiza la estructura:	Estado de México	Coefficiente activo para empuje de tierras (Ka):	0.29
Zona sísmica:	B	Esfuerzo permisible del terreno:	50 ton/m ²
Tipo de suelo:	I	Peso volumétrico del concreto:	2.4 ton/m ³
Aceleración del terreno:	0.06	Peso volumétrico del terraplén:	1.8 ton/m ³
Coefficiente sísmico:	0.21	Peso volumétrico del concreto ciclópeo:	2.2 ton/m ³
Factor de importancia:	1.5		
Ductilidad caballete:	2.00		
Ductilidad neopreno:	4.00		

REVISIÓN DE ESTABILIDAD DE LA ZAPATA



GEOMETRÍA DE CABALLETE

GEOMETRÍA DE SUBESTRUCTURA

Ancho de cabezal:	12.20 m	C1=	0.50 m
Ancho de columna:	1.50 m	C2=	0.75 m
Numero de columnas:	3.00 pzas.	D=	1.50 m
Largo de zapata:	10.50 m	E=	0.00 m
Coefficiente de fricción entre zapata y suelo μ :	0.50	E1=	1.50 m
Factor de ancho efectivo por geometría de columna 1.5 para circular y 2 para rectangular:	1.50	E2=	1.50 m
		(E1+E2)/2=	1.50 m
		F=	12.24 m
		G=	1.80 m
		H=	17.39 m
		J=	8.00 m
	A= 0.25 m	J1=	1.00 m
	B= 1.85 m	J2=	5.50 m
	C= 1.50 m	F1=	8.14 m
			5.00 m (concreto ciclópeo)

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

GEOMETRÍA DE SUPERESTRUCTURA

Longitud de claro: 26.60 m
Ancho del puente: 12.16 m
Numero de trabes: 7.00 pzas.
Área de una trabe: 0.497 m²
Ancho de calzada: 11.10 m
Peso de guarnición: 1.24 ton/m
Espesor de losa: 0.20 m

PESO DE SUPERESTRUCTURA (CARGA MUERTA)

Trabes: 222.3 ton
Losa: 155.3 ton
Carpeta: 77.9 ton
Guarnición: 33.0 ton
Diafragmas: 36.0 ton
Total: 524.5 ton

DESCARGA POR CARGA VIVA

Se considera el camión T3-S2-R4

Descarga máxima para
un carril de circulación= 47.1 ton

No de carriles de circulación= 2.0 (dato obtenido del apartado diseño de trabe
AASHTO tipo IV)

Descarga:

Para 2 camiones= 47.1 x 2.0 x 1 = 94.2 ton

Factor de Impacto= 0.24 (dato obtenido del apartado diseño de trabe
AASHTO tipo IV)

Descarga por carga viva mas impacto: 116.6 ton

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

FUERZAS VERTICALES			
CONCEPTO	FUERZA (ton)	BRAZO DE PALANCA (m)	MOMENTO (ton-m)
Peso de superestructura (Carga muerta):	262.3	1.75	459.0
Peso diafragma:	13.5	2.38	32.1
Peso cabezal:	65.9	1.75	115.3
Peso columnas:	155.7	1.75	272.5
Peso de zapata:	362.9	4.00	1451.5
Relleno obre talón frontal:	174.8	0.50	87.4
Relleno bajo cabezal:	251.1	1.75	439.5
Relleno detrás de cabezal:	1735.7	5.25	9112.2
Descarga por carga viva:	116.6	1.75	204.0
TOTAL =	3138.5		12173.6

FUERZAS HORIZONTALES			
CONCEPTO	FUERZA (ton)	BRAZO DE PALANCA (m)	MOMENTO (ton-m)
1.- Empuje de Tierras:			
ET1: Sobre diafragma y cabezal	35.6	15.16	540.0
ET2: Sobre columna (Presión uniforme) $\gamma(B+D)K_a = 1.746$	85.3	10.42	889.3
ET3: Sobre columna (Presión triangular) $\gamma(H-G)K_a = 5.526$	92.4	9.21	851.1
2.- Fuerzas sísmicas:			
Superestructura:	13.8	15.54	214.0
Diafragma:	0.4	16.46	6.7
Cabezal:	2.0	14.79	29.2
Columna:	4.7	7.92	37.0
TOTAL =	234.2		2567.3

1.- Revisión Grupo I (CM+CV+i+ET):

Factor de seguridad al volteo = $\frac{12173.6}{2280.4}$	=	5.3	> 2	Bien
Factor de seguridad al deslizamiento = $\frac{1569.2}{213.3}$	=	7.4	> 1.5	Bien
Ubicación de la resultante respecto al punto de giro = $\frac{9893.2}{3138.5}$	=	3.2 m		
Ubicación de la resultante respecto al centroide de la zapata = 0.8m	<	J/6= 1.3 m		Bien
Esfuerzo en el terreno = $\frac{3138.5}{66.2}$	=	47 ton/m ²	< 50 ton/m ²	Bien

2.- Revisión Grupo VII (CM+ET+S):

Factor de seguridad al volteo = $\frac{11969.5}{2567.3}$	=	4.7	> 2x0.75=1.5	Bien
Factor de seguridad al deslizamiento = $\frac{1511.0}{234.2}$	=	6.5	> 1.5x0.75=1.13	Bien
Ubicación de la resultante respecto al punto de giro = $\frac{9402.2}{3021.9}$	=	3.1 m		
Ubicación de la resultante respecto al centroide de la zapata = 0.89 m	<	J/3= 2.7 m		Bien
Esfuerzo en el terreno = $\frac{3021.9}{65.3}$	=	46 ton/m ²	< 67 ton/m ²	Bien

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

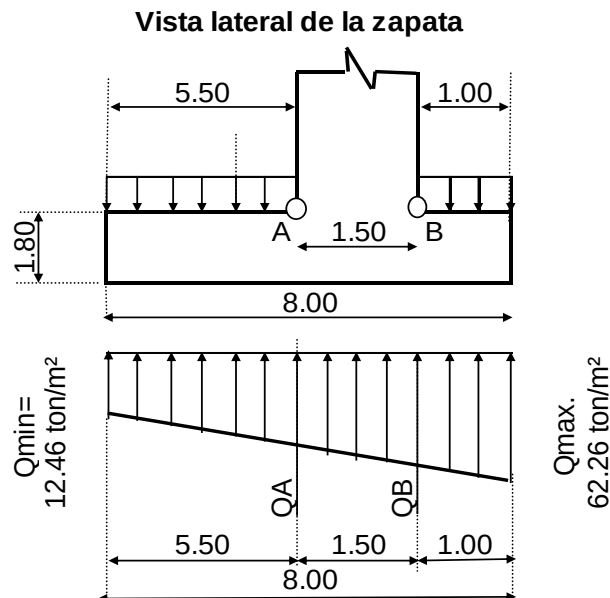
IV.1.2. DISEÑO DE ZAPATA

El factor de carga por sismo será de 1.0 según AASHTO solo cuando la aceleración del terreno es mayor a 0.09 y de 1.3 cuando sea menor de 0.09

Factor de Carga por Sismo = 1.3
Factor de Carga por Popo = 1.3

Para el diseño de la zapata se usara el criterio (AASHTO SECTION 4.4.7.1.1.1.) Por lo que los esfuerzos en la base se calcula a continuación, siempre y cuando se cumpla la siguiente condición:

$J/6 > e$ Donde J = (ancho de la zapata) = 8.0 m
tenemos $J/6 = 1.3 \text{ m} > e = 0.89 \text{ m}$ Cumple



Q = Sumatoria de las fuerzas verticales = 3,138.5 ton
Excentricidad (e) = 0.89 m
 W = Peso del Relleno = 30.05 ton/m²
 W = Peso de la zapata = 4.32 ton/m²
Ancho de la zapata (J) = 8.00 m
Largo de la zapata (Z) = 10.50 m

Calculo de esfuerzos:

$$Q_{\max} = Q (1 + (6 \cdot e / J)) / J \cdot Z = 62.26 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{\min} = Q (1 - (6 \cdot e / J)) / J \cdot Z = 12.46 \text{ ton/m}^2$$

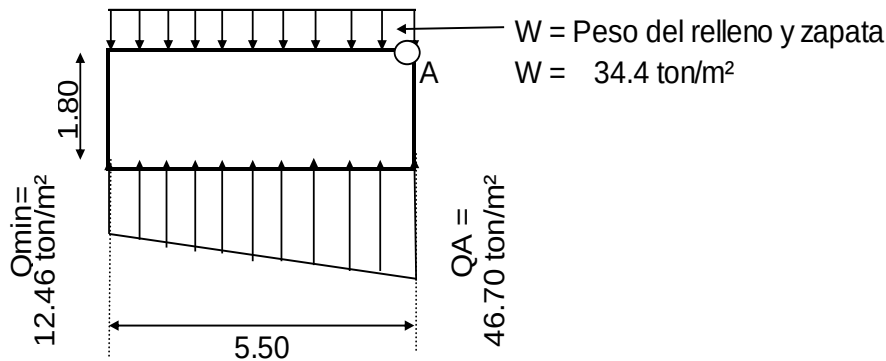
$$Q_A = \text{Presión en el terreno en el punto A} = X_A = 5.50 \text{ m} = 46.70 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_B = \text{Presión en el terreno en el punto B} = X_B = 7.00 \text{ m} = 56.04 \text{ ton/m}^2$$

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

1) DISEÑO DE LA ZAPATA EN SU PARTE TRASERA

Momento con respecto al punto A



$$M_u = 1.3 (361.1 - 519.9) = -206.46 \text{ ton-m}$$

Por lo tanto el acero principal ira en la parte superior de la zapata

Se proponen Vars del No. 8

En paquetes de = 1.0

Separación de = 15 cm

Área de las barras = 5.07 cm²

Área de acero (As) = 33.80 cm²

Peralte total = 180 cm

Peralte efectivo (d) = 170 cm

Concreto (f'c) = 250 kg/cm²

Acero (fy) = 4,200 kg/cm²

Recubrimiento = 10 cm

b = 100 cm

a = 6.7

$$M_R = \Phi \left[A_s \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \right] \text{ donde; } a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

Por lo tanto $M_R = 212.9 \text{ ton-m} > M_u = 206.5 \text{ ton-m}$ Bien

Revisión a cortante

$$V_u = 1.3 (189.1 - 162.7) = 34.27 \text{ ton}$$

$$V_r = \phi V_c$$

Donde: $\phi = 0.85$

$$V_c = 0.53 (\text{Raíz } f'_c) b d = 142460.61 \text{ kg}$$

b = Ancho en cm = 100 cm

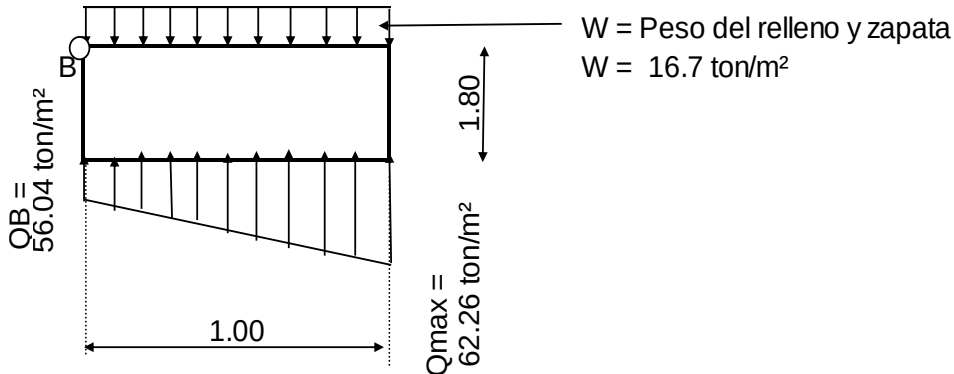
d = Peralte efectivo cm = 170 cm

$V_r = 0.9 \times 142.5 \text{ ton} = 121.1 \text{ ton} > V_u = 34.3 \text{ ton}$ Bien

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

2) DISEÑO DE LA ZAPATA EN SU PARTE FRONTAL.

Momento con respecto al punto B



$$M_u = 1.3 (8.3 - 30.09) = -28.30 \text{ ton-m}$$

Por lo tanto el acero principal ira en la parte inferior de la zapata

Se proponen Vars del No. 8

En paquetes de = 1.0

Separación de = 20 cm

Área de las barras = 5.07 cm²

Área de acero (As) = 25.35 cm²

Peralte total = 180 cm

Peralte efectivo (d) = 170 cm

Concreto (f'c) = 250 kg/cm²

Acero (fy) = 4,200 kg/cm²

Recubrimiento = 10 cm

b = 100 cm

a = 5

$$M_R = \Phi \left[A_s * f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \right] \text{ donde; } a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

Por lo tanto $M_R = 160.5 \text{ ton-m} > M_u = 28.3 \text{ ton-m}$ Bien

Revisión a cortante.

$$V_u = 1.3 (59.2 - 16.7) = 55.25 \text{ ton}$$

$$V_r = \phi V_c$$

Donde: $\phi = 0.85$

$$V_c = 0.53 (\text{Raíz } f'_c) b d = 142460.61 \text{ kg}$$

b = Ancho en cm = 100 cm

d = Peralte efectivo cm = 170 cm

$V_r = 0.9 \times 142.5 \text{ ton} = 121.1 \text{ ton} > V_u = 55.2 \text{ ton}$ Bien

IV.1.3. DISEÑO DE COLUMNAS

Para el diseño de las columnas y cabezal se elaboro un modelo matemático considerando las siguientes cargas:

1. Carga muerta por trabe producida por todos los elementos de la superestructura
2. Carga viva producida por dos carriles de circulación del camión T3-S2-R4
3. Empuje de tierras

DETERMINACION DE LA CARGA MUERTA POR TRABE.

DATOS :

Número de trabes	=	7.0	Pzas	Pesos Volumétricos de :
Separación entre trabes	=	1.65	m	
Ancho de tablero	=	12.16	m	Concreto = 2.4 t/m ³
Ancho de guarnición	=	0.53	m	Carpeta asfáltica = 2.2 t/m ³
Longitud de tablero	=	26.6	m	
Ancho de carril de carga	=	3.05	m	

Para la trabe extrema:

Concepto	Espesor (m)	Ancho (m)	Área (m ²)	P. Volumétrico (ton/m ³)	Peso (ton/m)	Claro (m)	Peso (ton)
Trabe	---	x ---	0.497	2.4	= 1.19	x 26.60	= 31.75
Losa	0.20	x 1.955	= 0.391	2.4	= 0.94	x 26.60	= 24.96
Carpeta	0.12	x 1.586	= 0.190	2.2	= 0.42	x 26.60	= 11.14
Guarnición					0.62	x 26.60	= 4.72
Diafragmas							= 3.00
Peso Total = 75.57 ton							
Descarga por trabe = 37.79 ton							

Para las trabes intermedias

Concepto	Espesor (m)	Ancho (m)	Área (m ²)	P. Volumétrico (ton/m ³)	Peso (ton/m)	Claro. (m)	Peso (ton)
Trabe	---	x ---	0.497	2.4	= 1.19	x 26.60	= 31.75
Losa	0.2	x 1.65	= 0.33	2.4	= 0.79	x 26.60	= 21.07
Carpeta	0.12	x 1.586	= 0.190	2.2	= 0.42	x 26.60	= 11.14
Guarnición					0.62	26.60	= 4.72
Diafragmas							= 6.00
Peso Total = 74.68 ton							
Descarga por trabe = 37.34 ton							

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

DETERMINACIÓN DE LA CARGA VIVA POR TRABE

Del apartado descarga por carga viva (IV.1.1 Diseño de caballete no.1) tenemos:

Descarga por carga viva mas impacto= 116.6 ton

Descarga por trabe = 16.7 ton

DETERMINACIÓN DEL EMPUJE DE TIERRAS

Del apartado fuerzas horizontales (IV.1.1 Diseño de caballete no.1) tenemos:

Empuje de tierras:

ET1: Sobre diafragma y cabezal = 11.9 ton /columna

ET2: Sobre columna (Presión uniforme) = 28.4 ton /columna

ET3: Sobre columna (Presión triangular) = 30.8 ton /columna

MODELO DE ANALISIS

Considerando las cargas descritas anteriormente y la geometría de la subestructura, se elabora el modelo de análisis en el programa Midas Civil 2011 (v2.1)

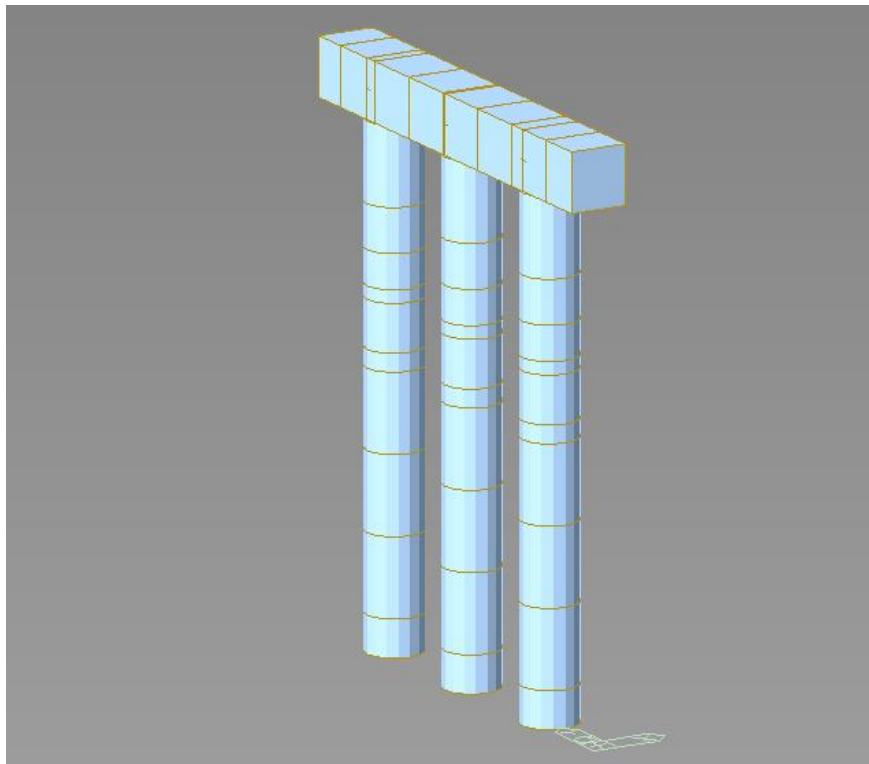


Figura 4.1.3 Vista extruida del modelo caballete No.1.

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

Para el diseño se consideraron los siguientes factores de comportamiento sísmico:

Q= 4 Para el cálculo de cargas transmitidas por la superestructura a la subestructura

Q= 2 Para momentos longitudinales

Q= 3 Para momentos transversales

ELEMENTOS MECANICOS OBTENIDOS DEL MODELO PARA LAS COLUMNAS

CONDICION	N(ton)	M _{long} (ton-m)	M _{tran} (ton-m)	V _{long} (V)	V _{tran} (ton)
Carga Muerta	183.3	0	8.5	0	0.9
Carga Viva	42.1	0	2.5	0	0.3
Sismo Longitudinal	16.8	101.8	18.6	16.5	5.7
Sismo Transversal	43.4	20.4	41.0	5	18.7
Empuje de Tierras	0	636.6	0	71.7	0

1.- Revisión Grupo I :

1.3 (Carga muerta+(1.67 Carga viva)+ Empuje de tierras)

N= 329.7 ton	N= 726.8 kips
M _{LONG} = 827.6 ton-m	M _{LONG} = 5,985.8 kip-ft
M _{TRAN} = 16.5 ton-m	M _{TRAN} = 119.2 kip-ft
V _{LONG} = 93.2 ton	V _{LONG} = 205.5 kips
V _{TRAN} = 1.8 ton	V _{TRAN} = 4.0 kips

2.- Revisión Grupo VII:

1.3 (Carga muerta+Empuje de tierras + Sismo longitudinal)

N= 260.1 ton	N= 573.5 kips
M _{LONG} = 959.9 ton-m	M _{LONG} = 6,943.0 kip-ft
M _{TRAN} = 35.2 ton-m	M _{TRAN} = 254.8 kip-ft
V _{LONG} = 114.7 ton	V _{LONG} = 252.8 kips
V _{TRAN} = 8.6 ton	V _{TRAN} = 18.9 kips

1.3 (Carga muerta+Empuje de tierras + Sismo transversal)

N= 294.7 ton	N= 649.7 kips
M _{LONG} = 854.1 ton-m	M _{LONG} = 6,177.3 kip-ft
M _{TRAN} = 64.3 ton-m	M _{TRAN} = 465.1 kip-ft
V _{LONG} = 99.7 ton	V _{LONG} = 219.8 kips
V _{TRAN} = 25.5 ton	V _{TRAN} = 56.2 kips

Se hace la conversión de unidades para ingresar los valores de elementos mecánicos al programa pcaColumn-version3.63 para el diseño de las **columnas a flexo compresión**

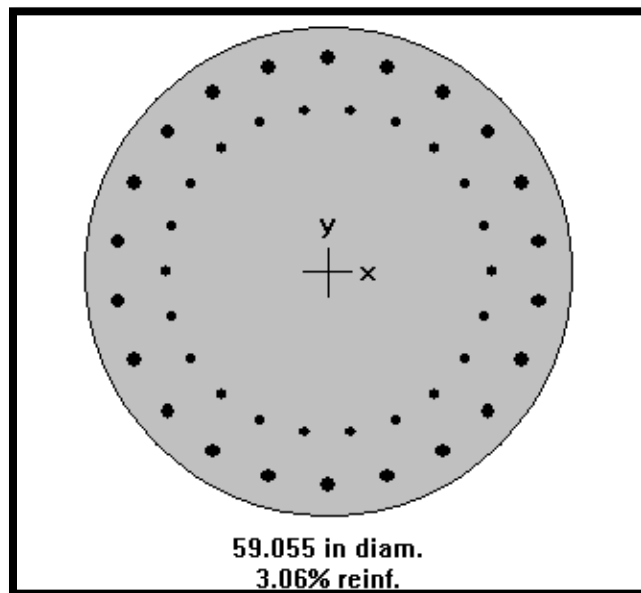


Figura 4.1.3.1 Sección de columna para diseño caballete No.1

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

10/16/17 pcaColumn V3.63 - PORTLAND CEMENT ASSOCIATION -
23:33:42 Licensed to: Licensee name not yet specified.
CABALLETE NO.1

Page 1
COLUMNA

```
0000000 00000 00000 00000 00000 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 0000000 00 00 00 00 00
0000000 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00000 00 00 00000 00000 00000 (TM)
```

=====
Computer program for the Strength Design of Reinforced Concrete Sections
=====

Licensee stated above acknowledges that Portland Cement Association (PCA) is not and cannot be responsible for either the accuracy or Adequacy of the material supplied as input for processing by the PcaColumn (atm) computer program. Furthermore, PCA neither makes any warranty expressed nor implied with respect to the correctness of the output prepared by the pcaColumn(tm) program. Although PCA has endeavored to produce pcaColumn(tm) error free, the program is not and can't be certified infallible. The final and only responsibility for analysis, design and engineering documents is the licensees. Accordingly, PCA disclaims all responsibility in contract, negligence or other tort for any analysis, design or engineering documents prepared in connection with the use of the pcaColumn(tm) program.

10/16/17 pcaColumn V3.63 - PORTLAND CEMENT ASSOCIATION -
23:33:42 Licensed to: Licensee name not yet specified.
CABALLETE NO.1

Page 2
COLUMNA

General Information:
=====

File Name: C:\Users\Admin\Documents\140+620\archivo fuente\PUENTE 140+620
MEMORIAS\COLUMNA CABALLETE NO.1.col
Project: PUENTE SIN NOMBRE 140+620
Column: CABALLETE Engineer: GFR
Code: ACI 318-02 Units: English

Run Option: Investigation Slenderness: Not considered
Run Axis: Biaxial Column Type: Structural

Material Properties:
=====

f'c = 3.56 ksi fy = 60 ksi
Ec = 3400.95 ksi Es = 29000 ksi
Ultimate strain = 0.003 in/in
Beta1 = 0.85

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

Section:

=====

Circular: Diameter = 59.055 in

Gross section area, Ag = 2739.07 in²

Ix = 597031 in⁴

Iy = 597031 in⁴

Xo = 0 in

Yo = 0 in

Reinforcement:

=====

Rebar Database: ASTM A615

Size	Diam (in)	Area (in ²)	Size	Diam (in)	Area (in ²)	Size	Diam (in)	Area (in ²)
# 3	0.38	0.11	# 4	0.50	0.20	# 5	0.63	0.31
# 6	0.75	0.44	# 7	0.88	0.60	# 8	1.00	0.79
# 9	1.13	1.00	# 10	1.27	1.27	# 11	1.41	1.56
# 14	1.69	2.25	# 18	2.26	4.00			

Confinement: Tied; #4 ties with #10 bars, #4 with larger bars.

phi(a) = 0.8, phi(b) = 0.9, phi(c) = 0.65

Pattern: Irregular

Total steel area, As = 83.82 in² at 3.06%

Area in ²	X (in)	Y (in)	Area in ²	X (in)	Y (in)	Area in ²	X (in)	Y (in)
2.54	0.0	25.7	1.27	18.9	-5.5	2.54	7.2	24.7
1.27	19.9	0.0	2.54	13.9	21.6	1.27	16.6	-10.6
2.54	19.4	16.8	1.27	8.2	-17.9	2.54	23.4	10.7
1.27	12.9	-14.9	2.54	25.4	3.7	1.27	18.9	5.5
2.54	25.4	-3.7	1.27	2.8	19.5	2.54	23.4	-10.7
1.27	-2.8	19.5	2.54	19.4	-16.8	1.27	8.2	17.9
2.54	13.9	-21.6	1.27	16.6	10.6	2.54	7.2	-24.7
1.27	12.9	14.9	2.54	0.0	-25.7	1.27	-18.9	5.5
2.54	-7.2	-24.7	1.27	-19.7	0.0	2.54	-13.9	-21.6
1.27	-16.6	10.6	2.54	-19.4	-16.8	1.27	-8.2	17.9
2.54	-23.4	-10.7	1.27	-12.9	14.9	2.54	-25.4	-3.7
1.27	-18.9	-5.5	2.54	-25.4	3.7	1.27	-2.8	-19.5
2.54	-23.4	10.7	1.27	2.8	-19.5	2.54	-19.4	16.8
1.27	-8.2	-17.9	2.54	-13.9	21.6	1.27	-16.6	-10.6
2.54	-7.2	24.7	1.27	-12.9	-14.9			

10/16/17 pcaColumn V3.63 - PORTLAND CEMENT ASSOCIATION -
23:33:42 Licensed to: Licensee name not yet specified.
CABALLETE NO.1

Page 3
COLUMNNA

Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)

=====

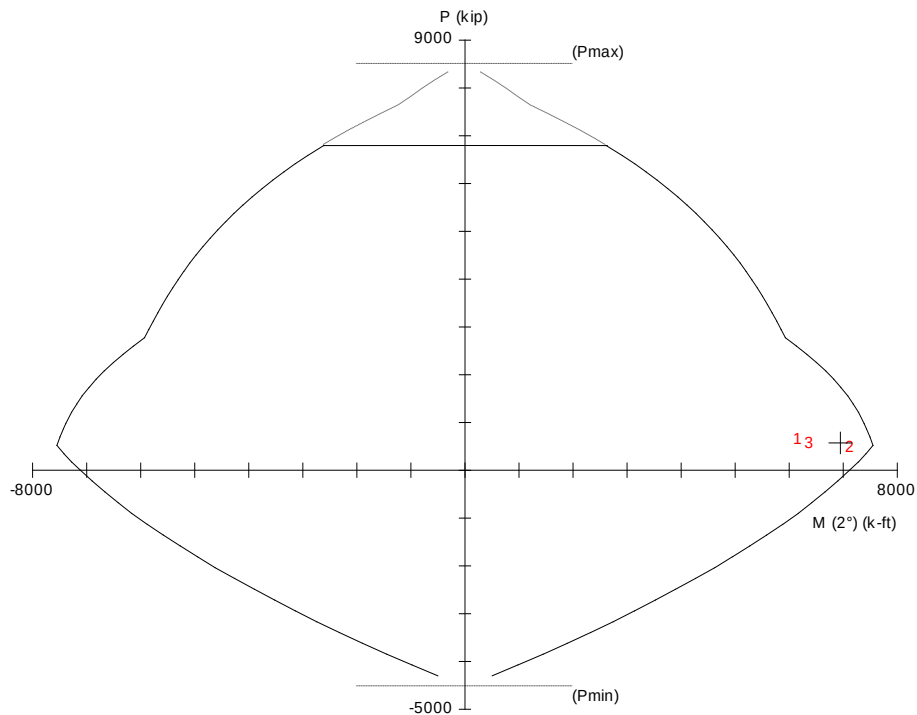
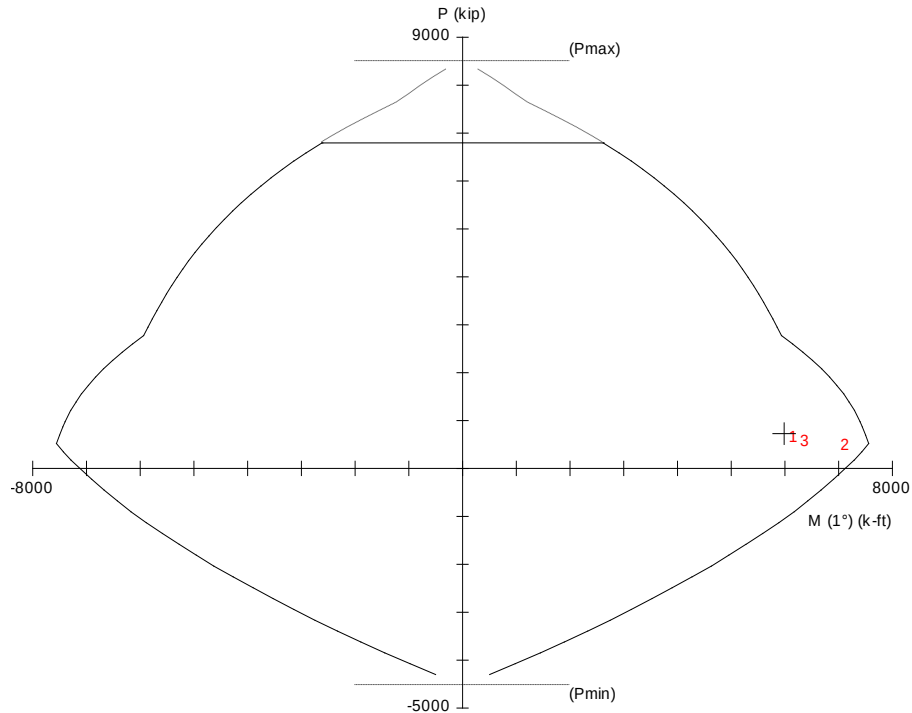
No.	Pu kip	Mux k-ft	Muy k-ft	fMnx k-ft	fMny k-ft	fMn/Mu
1	726.8	5985.8	119.2	7488.1	149.1	1.251
2	573.5	6943.0	254.8	7528.7	276.3	1.084
3	649.7	6177.3	465.1	7479.8	563.2	1.211

*** Program completed as requested! **

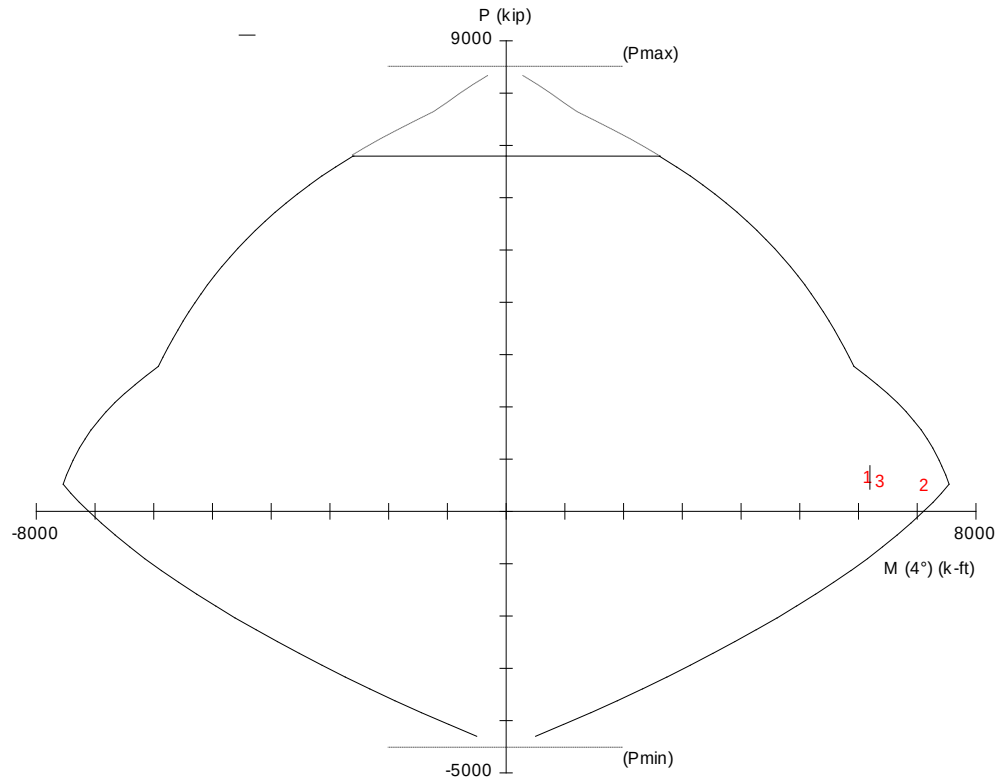
“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

Por lo tanto se opta por un refuerzo de 22 paquetes de 2 varillas del #10 con un recubrimiento de 10 cm y 22 varillas del #10 con un recubrimiento de 25 cm, resultando una cuantía de 3.06 %

A continuación se muestra el diagrama de interacción que presenta que las combinaciones de carga están dentro de la superficie de fluencia:



“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.



Diseño a Cortante de columnas

$$V_r = \Phi(V_c + V_s) \quad Vu = 114,660 \text{ kg}$$

Donde:

$$\phi = 0.850$$

$$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi V_c = 0.53 (\text{Raíz } f_c) b d = 109,651 \text{ kg}$$

No resiste por seccion propia, requiere refuerzo transversal

$$V_c = 0.53 (\text{Raíz } f_c) b d = 175,981 \text{ kg}$$

$$V_s = (Vu / \phi) - V_c = -41,087 \text{ kg}$$

$$b = \text{Ancho en cm} = 150 \text{ cm}$$

$$H = \text{Peralte total en cm} = 150 \text{ cm}$$

$$r = \text{Recubrimiento en cm} = 10 \text{ cm}$$

$$d = \text{Peralte efectivo en cm} = 140 \text{ cm.}$$

$$= \text{Número de ramas} = 4$$

$$= \text{Se proponen Vars del No.} = 4$$

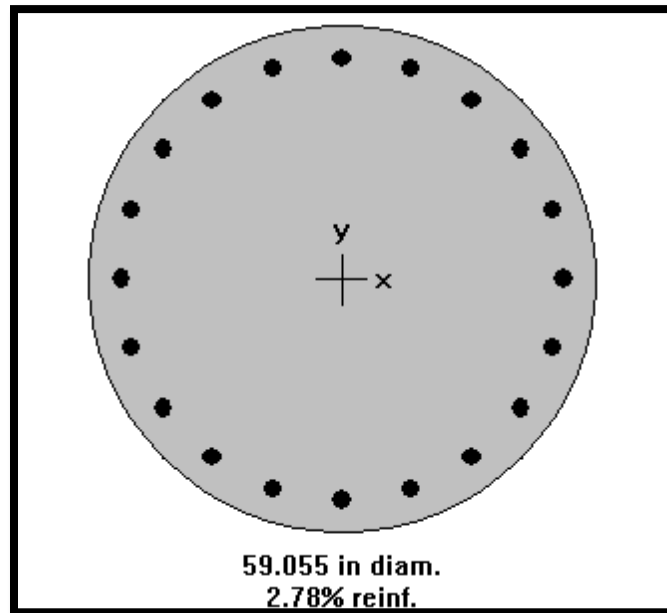
$$A_v = \text{Área de acero en cm}^2 = 5.08 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación de estribos } S = (A_v * f_y * d) / (V_s) \text{ en cm} = -73 \text{ cm}$$

Se proponen estribos del 4 c en 4 Ramas.

Separación de estribos: @ 10 cm En las zonas de conexión de la columna con la zapata y el cabezal y en el resto la separación ser a@30cm

Recomendación de cambio de acero de refuerzo para columnas



**Figura 4.1.3.2 Sección de columna para diseño caballete No.1
(recomendación)**

Se recomienda un refuerzo de 22 paquetes de 3 varillas del #10 con un recubrimiento de 10 cm resultando una cuantía de 2.78 %

Haciendo uso de las combinaciones de carga del apartado IV.1.3. Diseño de columnas, se hace la revisión de la columna con el refuerzo propuesto, a continuación se muestran los resultados del programa pcaColumn-version3.63 para el diseño de las columnas a flexo compresión:

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

11/30/17 pcaColumn V3.63 - PORTLAND CEMENT ASSOCIATION -
01:02:09 Licensed to: Licensee name not yet specified.
CABALLETE NO.1 simple

Page 1
COLUMNA

```
0000000  00000  00000  00000  00000  00
00  00  00  00  00  00  00  00  00  00  00
00  00  00  00  00  00  00  00  00  00  00
00  00  00  00  00  00  00  00  00  00  00
00  00  00  00  0000000  00  00  00  00
0000000  00  00  00  00  00  00  00  00  00
00  00  00  00  00  00  00  00  00  00
00  00000  00  00  00000  00000  00000  (TM)
```

=====

Computer program for the Strength Design of Reinforced Concrete Sections

=====

Licensee stated above acknowledges that Portland Cement Association (PCA) is not and cannot be responsible for either the accuracy or adequacy of the material supplied as input for processing by the pcaColumn(tm) computer program. Furthermore, PCA neither makes any warranty expressed nor implied with respect to the correctness of the output prepared by the pcaColumn(tm) program. Although PCA has endeavored to produce pcaColumn(tm) error free, the program is not and can't be certified infallible. The final and only responsibility for analysis, design and engineering documents is the licensees. Accordingly, PCA disclaims all responsibility in contract, negligence or other tort for any analysis, design or engineering documents prepared in connection with the use of the pcaColumn(tm) program.

11/30/17 pcaColumn V3.63 - PORTLAND CEMENT ASSOCIATION -
01:02:09 Licensed to: Licensee name not yet specified.
CABALLETE NO.1 simple

Page 2
COLUMNA

General Information:

=====

File Name: C:\Users\Admin\Documents\140+620\archivo fuente\PUENTE 140+620
MEMORIAS\COLUMNA CABALLETE NO.1 simple.col
Project: PUENTE SIN NOMBRE 140+620
Column: CABALLETE Engineer: GFR
Code: ACI 318-02 Units: English

Run Option: Investigation Slenderness: Not considered
Run Axis: Biaxial Column Type: Structural

Material Properties:

=====

f'c = 3.56 ksi fy = 60 ksi
Ec = 3400.95 ksi Es = 29000 ksi
Ultimate strain = 0.003 in/in
Beta1 = 0.85

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

Section:

=====

Circular: Diameter = 59.055 in

Gross section area, $A_g = 2739.07 \text{ in}^2$

$I_x = 597031 \text{ in}^4$

$X_o = 0 \text{ in}$

$I_y = 597031 \text{ in}^4$

$Y_o = 0 \text{ in}$

Reinforcement:

=====

Rebar Database: ASTM A615

Size	Diam (in)	Area (in ²)	Size	Diam (in)	Area (in ²)	Size	Diam (in)	Area (in ²)
# 3	0.38	0.11	# 4	0.50	0.20	# 5	0.63	0.31
# 6	0.75	0.44	# 7	0.88	0.60	# 8	1.00	0.79
# 9	1.13	1.00	# 10	1.27	1.27	# 11	1.41	1.56
# 14	1.69	2.25	# 18	2.26	4.00			

Confinement: Tied; #3 ties with #10 bars, #4 with larger bars.

$\phi(a) = 0.8$, $\phi(b) = 0.9$, $\phi(c) = 0.65$

Pattern: Irregular

Total steel area, $A_s = 76.20 \text{ in}^2$ at 2.78%

Area in ²	X (in)	Y (in)	Area in ²	X (in)	Y (in)	Area in ²	X (in)	Y (in)
3.81	0.0	25.7	3.81	7.9	24.4	3.81	15.1	20.8
3.81	20.8	15.1	3.81	24.4	7.9	3.81	25.7	0.0
3.81	24.4	-7.9	3.81	20.8	-15.1	3.81	15.1	-20.8
3.81	7.9	-24.4	3.81	0.0	-25.7	3.81	-7.9	-24.4
3.81	-15.1	-20.8	3.81	-20.8	-15.1	3.81	-24.4	-7.9
3.81	-25.7	0.0	3.81	-24.4	7.9	3.81	-20.8	15.1
3.81	-15.1	20.8	3.81	-7.9	24.4			

Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)

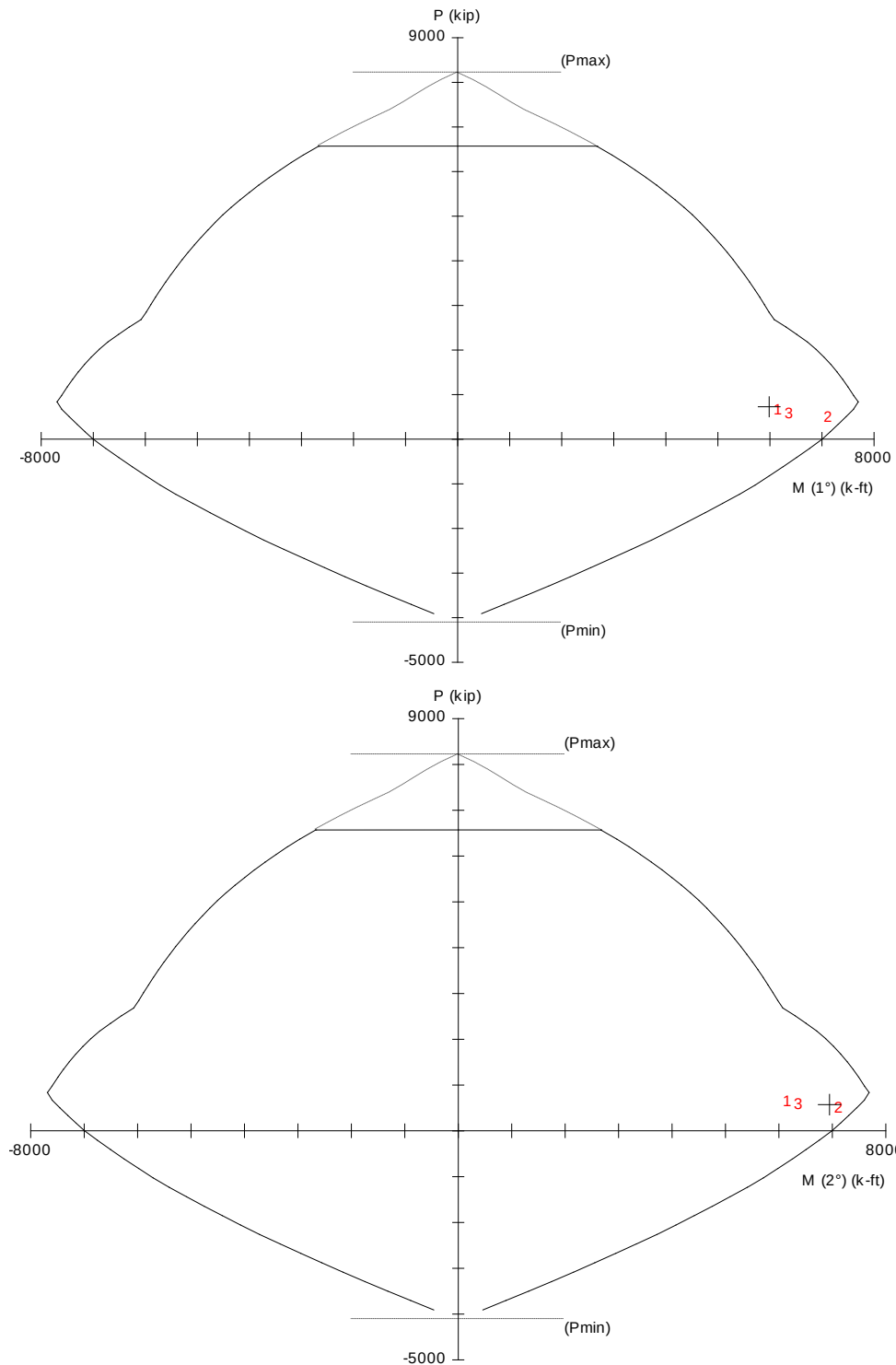
=====

No.	P_u kip	M_{ux} k-ft	M_{uy} k-ft	f_{Mnx} k-ft	f_{Mny} k-ft	f_{Mn}/μ
1	726.8	5985.8	119.2	7649.7	152.3	1.278
2	573.5	6943.0	254.8	7512.9	275.7	1.082
3	649.7	6177.3	465.1	7559.3	569.2	1.224

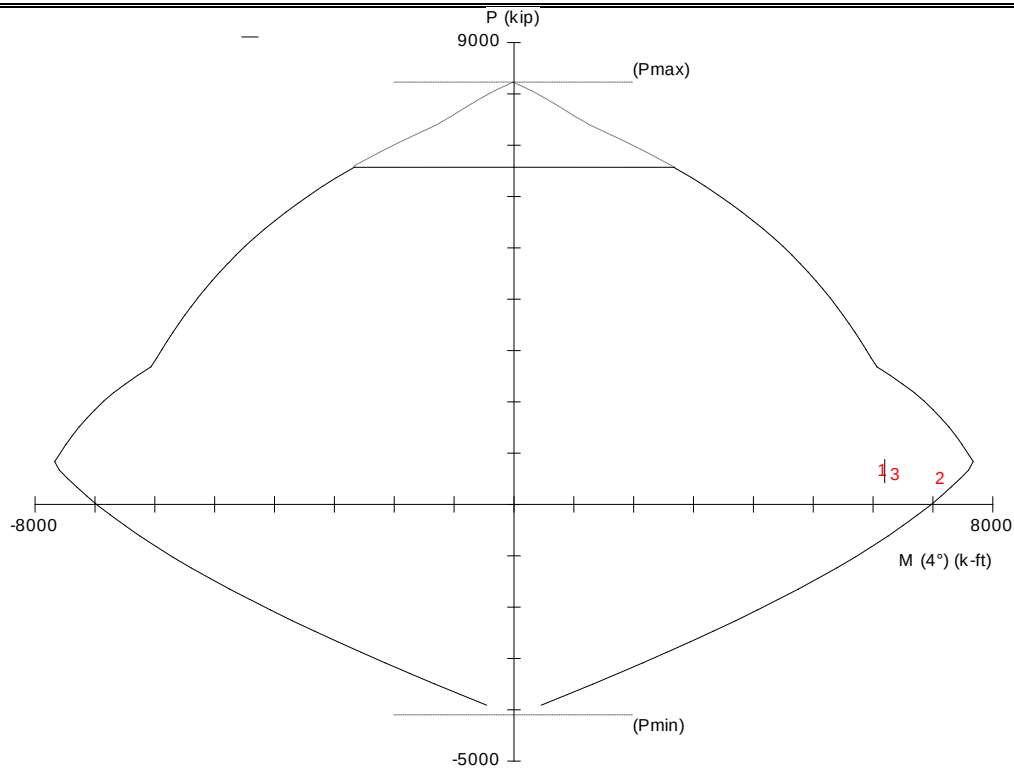
*** Program completed as requested! ***

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

A continuación se muestra el diagrama de interacción que presenta que las combinaciones de carga están dentro de la superficie de fluencia:



“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.



Diseño a Cortante de columnas

$$V_r = \Phi(V_c + V_s) \quad Vu = 114,660 \text{ kg}$$

Donde:

$$\phi = 0.850$$

$$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi V_c = 0.53 (\text{Raíz } f_c) b d = 109,651 \text{ kg}$$

No resiste por sección propia, requiere refuerzo transversal

$$V_c = 0.53 (\text{Raíz } f_c) b d = 175,981 \text{ kg}$$

$$V_s = (Vu / \phi) - V_c = -41,087 \text{ kg}$$

$$b = \text{Ancho en cm} = 150 \text{ cm}$$

$$H = \text{Peralte total en cm} = 150 \text{ cm}$$

$$r = \text{Recubrimiento en cm} = 10 \text{ cm}$$

$$d = \text{Peralte efectivo en cm} = 140 \text{ cm}$$

$$= \text{Número de ramas} = 2$$

$$= \text{Se proponen Vars del No} = 4$$

$$A_v = \text{Área de acero en cm}^2 = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación de estribos } S = (A_v * f_y * d) / (V_s) \text{ en cms.} = -36 \text{ cm}$$

Se proponen estribos del 4 c en 2 Ramas

Separación de estribos: @ 10 cm En las zonas de conexión de la columna con la zapata y el cabezal y en el resto la separación ser a@30cm

Se aprecia que el refuerzo recomendado es suficiente.

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

IV.1.4. DISEÑO DE CABEZAL

ELEMENTOS MECANICOS OBTENIDOS DEL MODELO PARA EL CABEZAL

CONDICIÓN	V(ton)	M(+) (ton-m)	M(-) (ton-m)
Carga Muerta	70.5	10.9	66.4
Carga Viva	44.5	4.2	45.4
Sismo Longitudinal	12.4	14.1	0.0
Sismo Transversal	38.6	45.5	0.0

1.- Revisión Grupo I :

1.3 (Carga muerta+(1.67 Carga viva))

Vu= 188.3 ton
Mu(+)= 23.3 ton-m
Mu(-)= 184.9 ton-m

2.- Revisión Grupo VII:

1.3 (Carga muerta+ Sismo longitudinal)

Vu= 107.8 ton
Mu(+)= 32.5 ton-m
Mu(-)= 86.3 ton-m

1.3 (Carga muerta+ Sismo transversal)

Vu= 141.8 ton
Mu(+)= 73.3 ton-m
Mu(-)= 86.3 ton-m

Diseño a momento negativo

Mu = 184.88 ton-m

Se proponen Vars del No. 8 y No 8

En paquetes de = 1.0

Separación de = 20 cm

Área de las barras = 10.14 cm²

Área de acero (As) = 76.05 cm²

Peralte total = 150 cm

Peralte efectivo (d) = 140 cm

Concreto (f'c) = 250 kg/cm²

Acero (fy) = 4,200 kg/cm²

Recubrimiento = 10 cm

b = 150 cm

a = 10

$$M_R = \Phi \left[A_s * f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \right] \text{ Donde; } a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

Por lo tanto $M_R = 388.1 \text{ ton-m} > Mu = 184.9 \text{ ton-m}$ Bien

Diseño a momento positivo

Mu = 73.26 ton-m

Se proponen Vars del No. 8

En paquetes de	= 1.0	$M_R = \Phi \left[A_s * f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \right]$ Donde; $a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$
Separación de	= 20 cm	
Área de las barras	= 5.07 cm ²	
Área de acero (As)	= 38.03 cm ²	
Peralte total	= 150 cm	
Peralte efectivo (d)	= 140 cm	
Concreto (f'c)	= 250 kg/cm ²	
Acero (fy)	= 4,200 kg/cm ²	
Recubrimiento	= 10 cm	
	b = 150 cm	
	a = 5	

Por lo tanto $M_R = 197.6 \text{ ton-m} > Mu = 73.3 \text{ ton-m}$ Bien

Diseño a cortante del cabezal

$$V_r = \Phi(V_c + V_s) \quad Vu = 188,260 \text{ kg}$$

Donde:

$$\phi = 0.850$$

$$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi V_c = 0.53 (\text{Raíz } f'_c) b d = 149,584 \text{ kg}$$

No resiste por seccion propia, requiere refuerzo transversal

$$V_c = 0.53 (\text{Raíz } f'_c) b d = 175,981 \text{ kg}$$

$$V_s = (Vu / \phi) - V_c = 45,501 \text{ kg}$$

$$b = \text{Ancho en cm} = 150 \text{ cm}$$

$$H = \text{Peralte total en cm} = 150 \text{ cm}$$

$$r = \text{Recubrimiento en cm} = 10 \text{ cm}$$

$$d = \text{Peralte efectivo en cm} = 140 \text{ cm}$$

$$= \text{Número de ramas.} = 4$$

$$= \text{Se proponen Vars del No.} = 4$$

$$A_v = \text{Área de acero en cm}^2 = 5.08 \text{ cm}^2$$

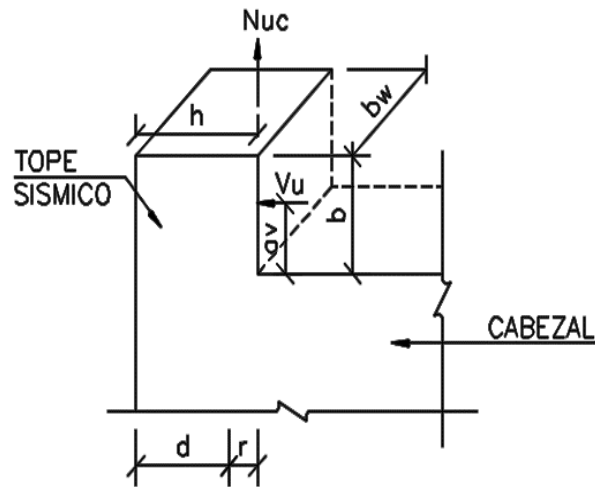
$$\text{Separación de estribos } S = (A_v * f_y * d) / (V_s) \text{ en cm} = 66 \text{ cm}$$

Se proponen estribos del 4 c en 4 Ramas

Separación de estribos: @ 20 cm

IV.1.5. DISEÑO DE TOPE SÍSMICO EN CABALLETES

Diseño del tope sísmico transversal como ménsula de acuerdo a AASHTO section 8.16.6.8



VISTA TOPE SISMICO

GEOMETRÍA:

$h = 72.2 \text{ cm}$
 $d = 67.2 \text{ cm}$
 $r = 5 \text{ cm}$
 $b = 60 \text{ cm}$
 $av = 37 \text{ cm}$
 $bw = 125 \text{ cm}$

1) Criterios de revisión como Ménsula.

- 1.- $av/d < 1$ $= av / d = 37 / 67 = 0.55 < 1$ Cumple como ménsula
 - 2.- $h > 0.5d$ $= h = 72.2 > 0.5 \times 67.2 = 34$ Cumple como ménsula
 - 3.- Que la fuerza Nu no sea mayor que la fuerza Vu. Cumple como ménsula
- Número de topes = 2

Calculo de cortante de diseño:

$$Vu = \frac{\text{Peso de la súper} \times C. \text{ sísmico} \times F.C.}{\text{Ductilidad}} = \frac{270 \times 0.21 \times 1.3}{1}$$

$$Vu = 73.7 \text{ ton}$$

$$Nuc = 0.2 \times Vu = 0.20 \times 73.75 \text{ ton} = 14.7 \text{ ton}$$

2) Acero por fricción (Avf).

$$Avf = (Vu / (\phi * fy * \mu)) =$$

$$(73.7 / (0.9 \times 4.2 \times 1.4)) = 14.8 \text{ cm}^2$$

3)Acero Para resistir Nuc (An).

$$A_n = N_{uc} / (\phi * f_y) = 14,749 \text{ kg} / (0.9 \times 4200 \text{ kg/cm}^2) = 4.1 \text{ cm}^2$$

$$\text{si } V_u \leq \phi V_r, \text{ Por lo tanto } V_n = V_u / \phi \text{ Por lo tanto } V_n = 73.7 / 0.9 = 86.8 \text{ ton}$$

$$\text{Donde: } \phi = 0.9$$

$$V_n = A_v f_y \mu = 86.8 \text{ ton}$$

$$\mu = 1.4$$

$$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2 = 3,556 \text{ lb/in}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_n \text{ no debe ser mayor a los dos siguientes valores: } V_n = 191,272 \text{ lb}$$

$$1.- 0.2 f_c b_w d =$$

$$0.2 \times 3,556 \text{ lb/in}^2 \times 49.2 \text{ in} \times 26.5 \text{ in} = 925,945 \text{ lb}$$

Bien

$$2.- 800 b_w d =$$

$$800 \times 49.2 \text{ in} \times 26.5 \text{ in} = 1,041,602 \text{ lb}$$

Bien

$$\text{Por lo tanto el } V_n \text{ será igual a } = 86.8 \text{ ton}$$

4)Acero para resistir el momento (Af).

$$M_u = ((V_u a_v) + (N_{uc} (h - d))) = ((73.7 \times 0.4) + (14.7 \times (0.72 - 0.67)))$$

$$M_u = 28.0 \text{ ton-m}$$

$$M_R = \phi \left(A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \right)$$

$$\text{Se proponen Var No. } 5$$

$$\text{En paquetes de } = 1.0$$

$$\text{Separación de } = 15 \text{ cm}$$

$$\text{Área de las barras } = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de acero (A}_f) = 17 \text{ cm}^2$$

$$\text{Peralte total } = 72 \text{ cm}$$

$$\text{Peralte efectivo (d) } = 67 \text{ cm}$$

$$\text{Concreto (f}_c) = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Acero (f}_y) = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Recubrimiento } = 5 \text{ cm}$$

$$b_w = 125 \text{ cm}$$

$$a = 2.6 \text{ cm}$$

$$\text{donde; } a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

$$\text{Por lo tanto } M_R = 41.1 \text{ ton-m} > M_u = 28.0 \text{ ton-m}$$

Bien

El área principal A_s debe ser igual al mayor de los valores siguientes:

$$\begin{aligned} 1.- (A_f + A_n) &= 17 \text{ cm}^2 + 4.1 \text{ cm}^2 &= 20.6 \text{ cm}^2 \\ 2.- ((2 \cdot A_v f) / 3) + A_n &= ((2 \times 14.8) / 3) + 4.1 &= 14.0 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Por lo tanto se adopta como $A_s = 20.6 \text{ cm}^2$

En ambos casos el área restante A_h debe ser igual a:

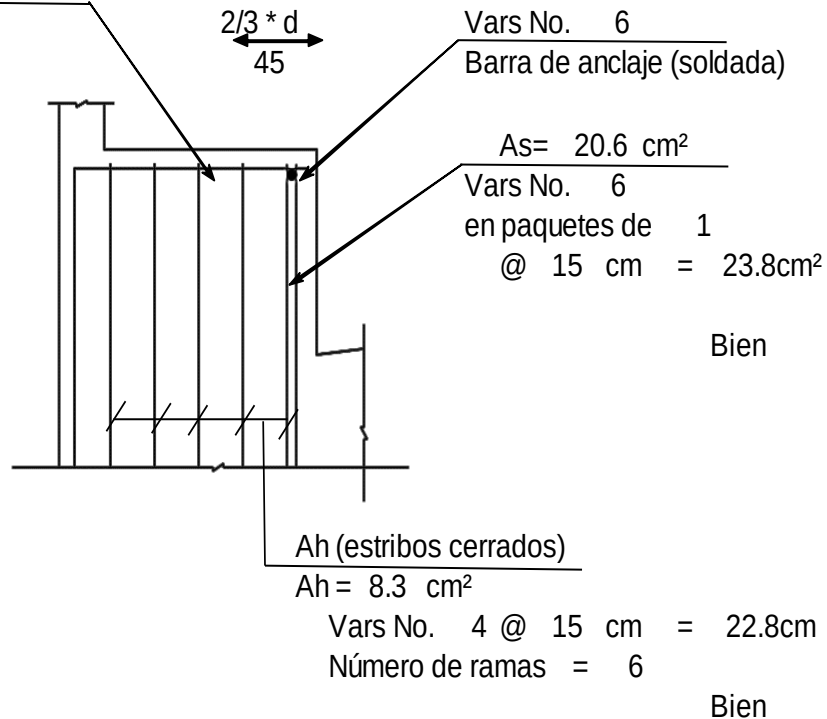
$$A_h = 0.5 \cdot (A_s - A_n) = 0.5 \cdot (20.6 - 4.1) = 8.3 \text{ cm}^2$$

La relación de refuerzo $\rho = A_s / b \cdot d$ No debe ser menor de $0.04 (f_c / f_y)$

$$\rho = \frac{20.6}{60 \times 67} = 0.0051$$

$$0.04 (f_c / f_y) = 0.04 (250 / 4200) = 0.0024 \quad \text{Bien}$$

Barra para sostener los estribos.
6c @ 15cm



“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

IV.2.1 DISEÑO DE PILA No.2

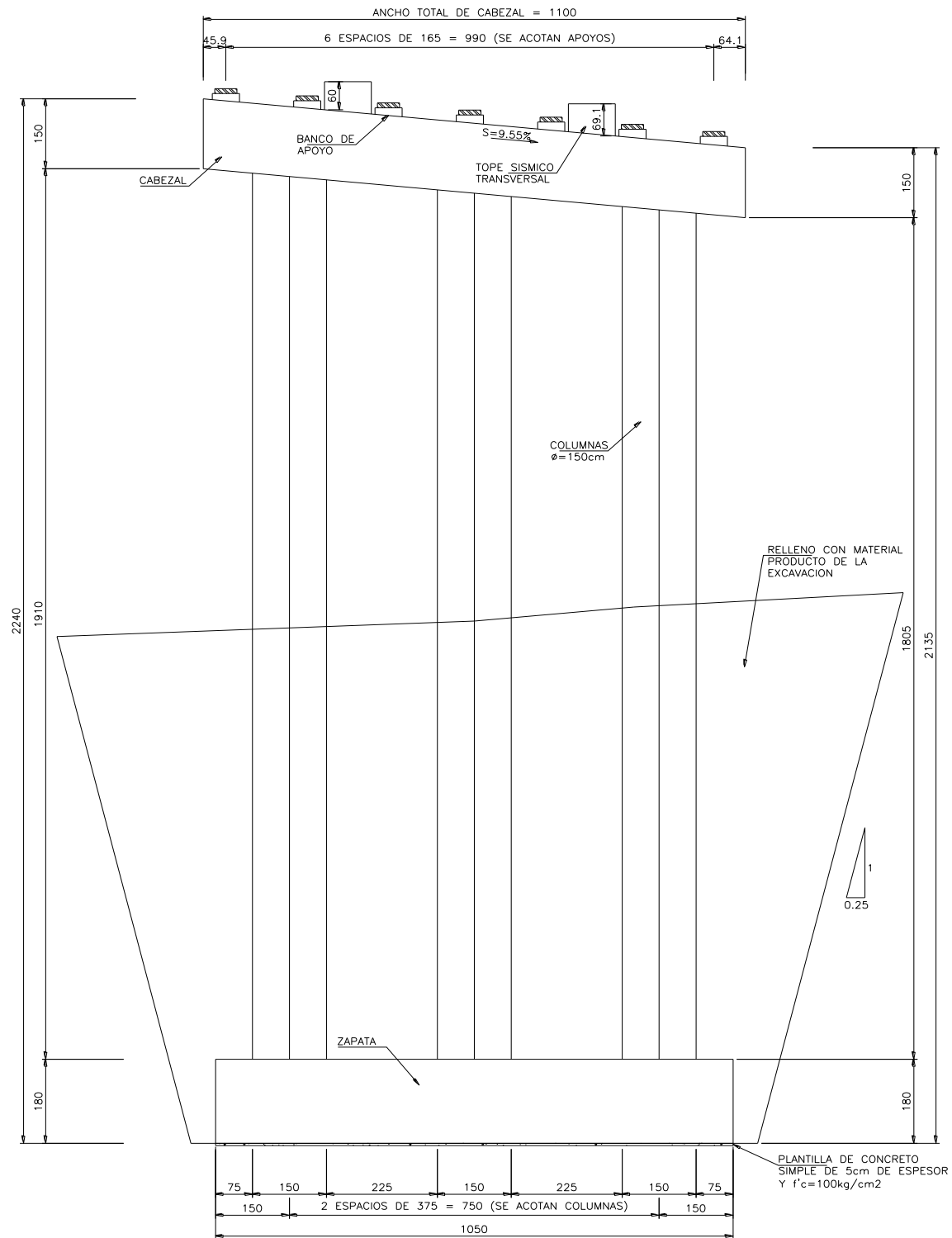


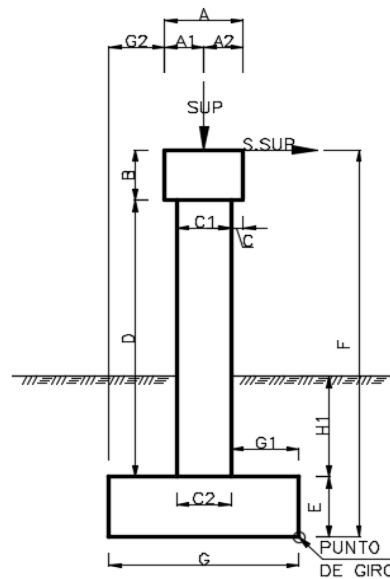
Figura 4.2.1 Elevación pila no.2

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Estado donde se localiza la estructura:	Estado de México	Coefficiente activo para empuje de tierras (Ka):	0.29
Zona sísmica:	B	Esfuerzo permisible del terreno:	50 ton/m ²
Tipo de suelo:	I	Peso volumétrico del concreto:	2.4 ton/m ³
Aceleración del terreno:	0.06	Peso volumétrico del terraplén:	1.8 ton/m ³
Coefficiente sísmico:	0.21		
Factor de importancia:	1.5		
Ductilidad caballete:	2.00		
Ductilidad neopreno:	4.00		

REVISIÓN DE ESTABILIDAD DE LA ZAPATA



GEOMETRÍA DE PILA

GEOMETRÍA DE SUBESTRUCTURA

Ancho de cabezal:	11.00 m	A=	2.00 m
Ancho de columna:	1.50 m	A1=	1.00 m
Numero de columnas:	3.00 pzas.	A2=	1.00 m
Largo de zapata:	10.50 m	B=	1.50 m
Coefficiente de fricción entre zapata y suelo μ :	0.50	C=	0.25 m
Factor de ancho efectivo por geometría de columna 1.5 para circular y 2 para rectangular:	1.50	C1=	1.50 m
		C2=	1.50 m
		(C1+C2)/2=	1.50 m
		D=	18.93 m
		E=	1.80 m
		F=	22.23 m
		G=	6.50 m
		G1=	2.50 m
		G2=	2.25 m
		H1=	9.25 m

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

GEOMETRÍA DE SUPERESTRUCTURA

Longitud de claro: 26.60 m
 Ancho del puente: 12.16 m
 Numero de trabes: 7.00 pzas.
 Área de una trabe: 0.497 m²
 Ancho de calzada: 11.10 m
 Peso de guarnición: 1.24 ton/m
 Espesor de losa: 0.20 m

PESO DE SUPERESTRUCTURA (CARGA MUERTA)

Trabes: 222.3 ton
 Losa: 155.3 ton
 Carpeta: 77.9 ton
 Guarnición: 33.0 ton
 Diafragmas: 36.0 ton
 Total: 524.5 ton

DESCARGA POR CARGA VIVA

Se considera el camión T3-S2-R4

Descarga máxima para un carril de circulación= 47.1 ton

No de carriles de circulación= 2.0 (dato obtenido del apartado diseño de trabe AASHTO tipo IV)

Descarga:

Para 2 camiones= 47.1 x 2.0 x 1 = 94.2 ton

Factor de Impacto= 0.24 (dato obtenido del apartado diseño de trabe AASHTO tipo IV)

Descarga por carga viva mas impacto 116.6 ton

FUERZAS VERTICALES			
CONCEPTO	FUERZA (ton)	BRAZO DE PALANCA (m)	MOMENTO (ton-m)
Peso de superestructura (Carga muerta):	524.5	3.25	1704.7
Peso cabezal:	79.2	3.25	257.4
Peso columnas:	240.9	3.25	782.8
Peso de zapata:	294.8	3.25	958.2
Relleno sobre talón frontal:	393.4	1.13	442.5
Relleno bajo cabezal:	261.4	3.25	849.5
Relleno detrás de cabezal:	393.4	5.38	2114.3
Descarga por carga viva:	233.2	3.25	757.9
TOTAL =	2420.7		7867.4

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

FUERZAS HORIZONTALES			
CONCEPTO	FUERZA (ton)	BRAZO DE PALANCA (m)	MOMENTO (ton-m)
1.- Fuerzas sísmicas:			
Superestructura:	27.5	22.23	612.2
Cabezal:	2.4	21.48	51.0
Columna:	7.2	11.27	81.4
TOTAL =	37.1		744.7

1.- Revisión Grupo I (CM+CV+i):

$$\text{Ubicación de la resultante respecto al punto de giro} = \frac{7867.4}{2420.7} = 3.3 \text{ m}$$

$$\text{Ubicación de la resultante respecto al centroide de la zapata} = 0.0\text{m} < J/6 = 1 \text{ m} \quad \text{Bien}$$

$$\text{Esfuerzo en el terreno} = \frac{2420.7}{68.3} = 35 \text{ ton/m}^2 < 50 \text{ ton/m}^2 \quad \text{Bien}$$

2.- Revisión Grupo VII (CM+S):

$$\text{Factor de seguridad al volteo} = \frac{7109.5}{744.7} = 9.5 > 2 \times 0.75 = 1.5 \quad \text{Bien}$$

$$\text{Factor de seguridad al deslizamiento} = \frac{1093.8}{37.1} = 29.5 > 1.5 \times 0.75 = 1.13 \quad \text{Bien}$$

$$\text{Ubicación de la resultante respecto al punto de giro} = \frac{6364.8}{2187.5} = 2.9 \text{ m}$$

$$\text{Ubicación de la resultante respecto al centroide de la zapata} = 0.34 \text{ m} < J/3 = 2.2 \text{ m} \quad \text{Bien}$$

$$\text{Esfuerzo en el terreno} = \frac{2187.5}{61.1} = 36 \text{ ton/m}^2 < 66.5 \text{ ton/m}^2 \quad \text{Bien}$$

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

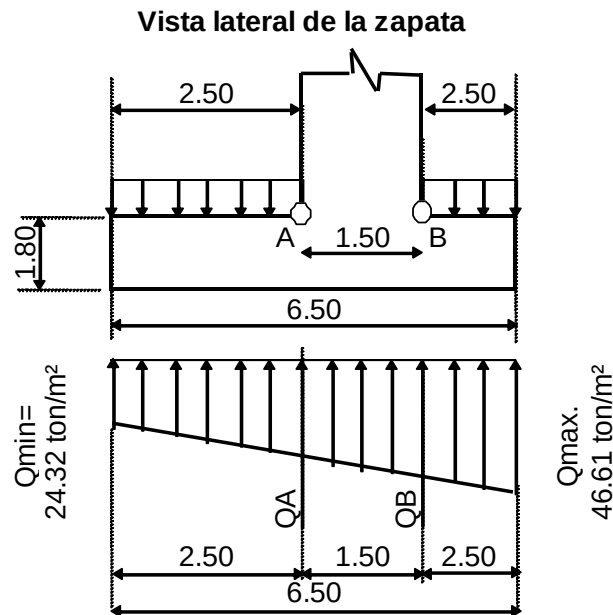
IV.2.2. DISEÑO DE ZAPATA

El factor de carga por sismo será de 1.0 según AASHTO solo cuando la aceleración del terreno es mayor a 0.09 y de 1.3 cuando sea menor de 0.09

Factor de Carga por Sismo = 1.3
Factor de Carga por Popo = 1.3

Para el diseño de la zapata se usara el criterio (AASHTO SECTION 4.4.7.1.1.1.) Por lo que los esfuerzos en la base se calcula a continuación, siempre y cuando se se cumpla la siguiente condición:

$J/6 > e$ Donde J = (ancho de la zapata) = 6.5 m
tenemos $J/6 = 1.1 \text{ m} > e = 0.34 \text{ m}$ Cumple



Q = Sumatoria de las fuerzas verticales = 2,420.7 ton
Excentricidad (e) = 0.34 m
W = Peso del Relleno = 36.78 ton/m²
W = Peso de la zapata = 4.32 ton/m²
Ancho de la zapata (J) = 6.50 m
Largo de la zapata (Z) = 10.50 m

Calculo de esfuerzos:

$$Q_{\max} = Q (1 + (6 \cdot e / J)) / J \cdot Z = 46.61 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{\min} = Q (1 - (6 \cdot e / J)) / J \cdot Z = 24.32 \text{ ton/m}^2$$

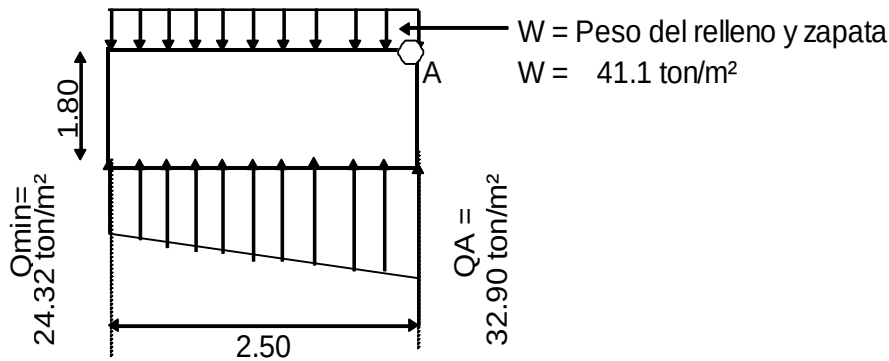
$$QA = \text{Presión en el terreno en el punto A} = XA = 2.50 \text{ m} = 32.90 \text{ ton/m}^2$$

$$QB = \text{Presión en el terreno en el punto B} = XB = 4.00 \text{ m} = 38.04 \text{ ton/m}^2$$

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

1) DISEÑO DE LA ZAPATA EN SU PARTE TRASERA

Momento con respecto al punto A



$$M_u = 1.3 (84.9 - 128.4) = -56.54 \text{ ton-m}$$

Por lo tanto el acero principal ira en la parte superior de la zapata

Se proponen Vars del No. 8

En paquetes de = 1.0

Separación de = 20 cm

Área de las barras = 5.07 cm²

Área de acero (As) = 25.35 cm²

Peralte total = 180 cm

Peralte efectivo (d) = 170 cm

Concreto (f'c) = 250 kg/cm²

Acero (fy) = 4,200 kg/cm²

Recubrimiento = 10 cm

b = 100 cm

a = 5

$$M_R = \Phi \left[A_s \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \right] \text{ donde; } a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

Por lo tanto $M_R = 160.5 \text{ ton-m} > M_u = 56.5 \text{ ton-m}$ Bien

Revisión a cortante

$$V_u = 1.3 (102.7 - 71.5) = 40.59 \text{ ton}$$

$$V_r = \phi V_c$$

Donde: $\phi = 0.85$

$$V_c = 0.53 (\text{Raíz } f'_c) b d = 142460.61 \text{ kg}$$

b = Ancho en cm = 100 cm

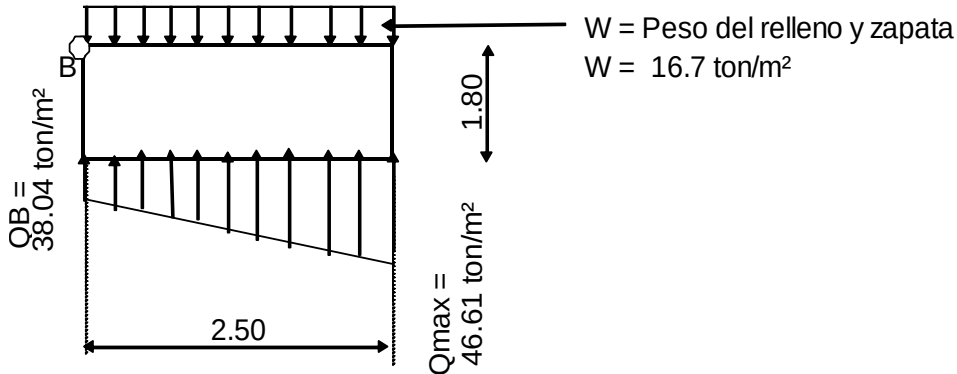
d = Peralte efectivo cm = 170 cm

$V_r = 0.9 \times 142.5 \text{ ton} = 121.1 \text{ ton} > V_u = 40.6 \text{ ton}$ Bien

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

2) DISEÑO DE LA ZAPATA EN SU PARTE FRONTAL.

Momento con respecto al punto B



$$M_u = 1.3 (52.0 - 136.74) = -110.12 \text{ ton-m}$$

Por lo tanto el acero principal ira en la parte inferior de la zapata

Se proponen Vars del No. 8

En paquetes de = 1.0

Separación de = 20 cm

Área de las barras = 5.07 cm²

Área de acero (A_s) = 25.35 cm²

Peralte total = 180 cm

Peralte efectivo (d) = 170 cm

Concreto (f'_c) = 250 kg/cm²

Acero (f_y) = 4,200 kg/cm²

Recubrimiento = 10 cm

b = 100 cm

a = 5

$$M_R = \Phi \left[A_s \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \right] \text{ donde; } a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$\text{Por lo tanto } M_R = 160.5 \text{ ton-m} > M_u = 110.1 \text{ ton-m} \text{ Bien}$$

Revisión a cortante.

$$V_u = 1.3 (106 - 41.6) = 83.45 \text{ ton}$$

$$V_r = \phi V_c$$

$$\text{Donde: } \phi = 0.85$$

$$V_c = 0.53 (\text{Raíz } f'_c) b d = 142460.61 \text{ kg}$$

$$b = \text{Ancho en cm} = 100 \text{ cm}$$

$$d = \text{Peralte efectivo cm} = 170 \text{ cm}$$

$$V_r = 0.9 \times 142.5 \text{ ton} = 121.1 \text{ ton} > V_u = 83.5 \text{ ton} \text{ Bien}$$

IV.2.3. DISEÑO DE COLUMNAS

Para el diseño de las columnas y cabezal se elaboro un modelo matemático considerando las descargas por trabe de carga muerta y carga viva calculadas en el apartado:
IV.1.3. Diseño de columnas.

MODELO DE ANALISIS

Considerando las cargas descritas anteriormente y la geometría de la subestructura, se elabora el modelo de análisis en el programa Midas Civil 2011 (v2.1)

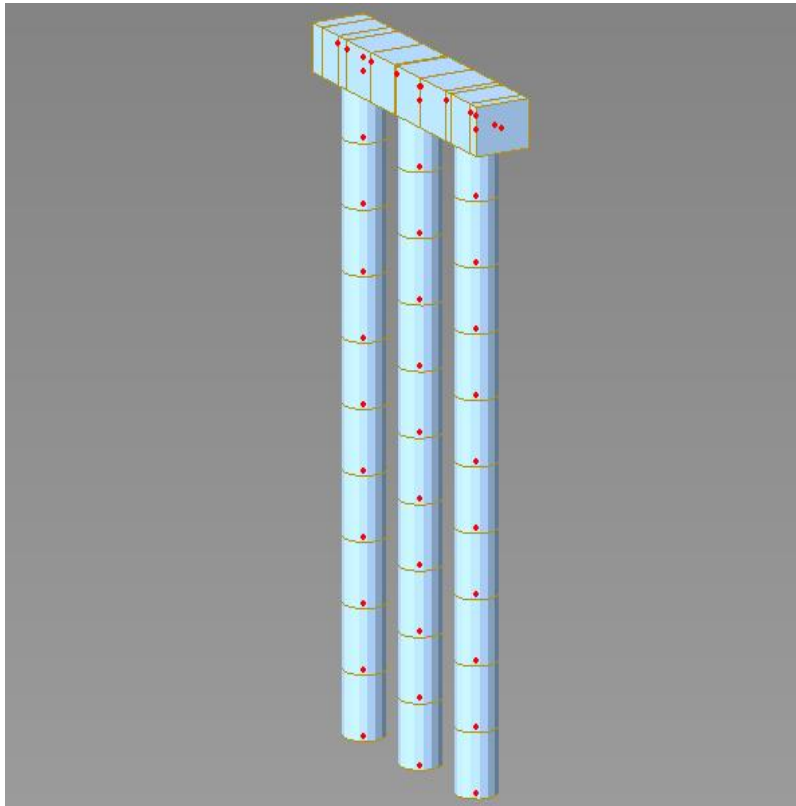


Figura 4.2.3 Vista extruida del modelo pila No.2.

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

Para el diseño se consideraron los siguientes factores de comportamiento sísmico:

Q= 4 Para el cálculo de cargas transmitidas por la superestructura a la subestructura

Q= 2 Para momentos longitudinales

Q= 3 Para momentos transversales

ELEMENTOS MECANICOS OBTENIDOS DEL MODELO PARA LAS COLUMNAS

CONDICION	N(ton)	M _{long} (ton-m)	M _{tran} (ton-m)	V _{long} (V)	V _{tran} (ton)
Carga Muerta	311.1	0	8.3	0	0.6
Carga Viva	149.6	0	5.9	0	0.2
Sismo Longitudinal	25.6	157.45	37.2	17.4	7.7
Sismo Transversal	81.4	31.5	82.4	5.2	25.3

1.- Revisión Grupo I :

1.3 (Carga muerta+(1.67 Carga viva))

N= 729.2 ton	N= 1,607.6 kips
M _{LONG} = 0.0 ton-m	M _{LONG} = 0.0 kip-ft
M _{TRAN} = 23.6 ton-m	M _{TRAN} = 170.7 kip-ft
V _{LONG} = 0.0 ton	V _{LONG} = 0.0 kips
V _{TRAN} = 1.2 ton	V _{TRAN} = 2.7 kips

2.- Revisión Grupo VII:

1.3 (Carga muerta + Sismo longitudinal)

N= 437.7 ton	N= 965.0 kips
M _{LONG} = 204.7 ton-m	M _{LONG} = 1,480.5 kip-ft
M _{TRAN} = 59.2 ton-m	M _{TRAN} = 427.8 kip-ft
V _{LONG} = 22.6 ton	V _{LONG} = 49.9 kips
V _{TRAN} = 10.8 ton	V _{TRAN} = 23.8 kips

1.3 (Carga muerta+Empuje de Tierras + Sismo transversal)

N= 510.3 ton	N= 1,124.9 kips
M _{LONG} = 41.0 ton-m	M _{LONG} = 296.2 kip-ft
M _{TRAN} = 117.9 ton-m	M _{TRAN} = 852.8 kip-ft
V _{LONG} = 6.8 ton	V _{LONG} = 14.9 kips
V _{TRAN} = 33.7 ton	V _{TRAN} = 74.2 kips

Se hace la conversión de unidades para ingresar los valores de elementos mecánicos al programa pcaColumn-version3.63 para el diseño de las **columnas a flexo compresión**

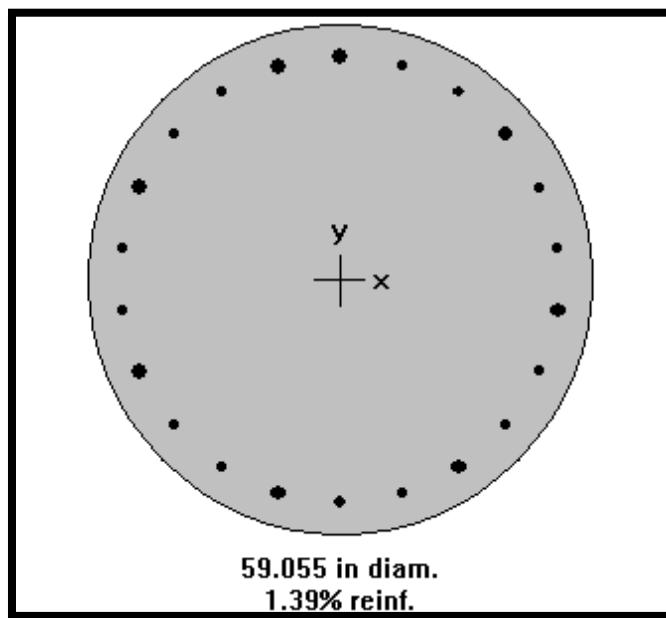


Figura 4.2.3.1 Sección de columna para diseño pila No.2

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

10/22/17 pcaColumn V3.63 - PORTLAND CEMENT ASSOCIATION -
19:21:30 Licensed to: Licensee name not yet specified.
PILA NO.2

Page 1
COLUMNA

```
0000000 00000 00000 00000 00000 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 0000000 00 00 00 00
0000000 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00000 00 00 00000 00000 00000 (TM)
```

=====
Computer program for the Strength Design of Reinforced Concrete Sections
=====

Licensee stated above acknowledges that Portland Cement Association (PCA) is not and cannot be responsible for either the accuracy or adequacy of the material supplied as input for processing by the pcaColumn(tm) computer program. Furthermore, PCA neither makes any warranty expressed nor implied with respect to the correctness of the output prepared by the pcaColumn(tm) program. Although PCA has endeavored to produce pcaColumn(tm) error free, the program is not and can't be certified infallible. The final and only responsibility for analysis, design and engineering documents is the licensees. Accordingly, PCA disclaims all responsibility in contract, negligence or other tort for any analysis, design or engineering documents prepared in connection with the use of the pcaColumn(tm) program.

10/22/17 pcaColumn V3.63 - PORTLAND CEMENT ASSOCIATION -
19:21:30 Licensed to: Licensee name not yet specified.
PILA NO.2

Page 2
COLUMNA

General Information:
=====

File Name: C:\Users\Admin\Documents\140+620\archivo fuente\PUENTE 140+620
MEMORIAS\COLUMNA PILA NO.2.col
Project: PUENTE SIN NOMBRE 140+620
Column: PILA Engineer: GFR
Code: ACI 318-02 Units: English

Run Option: Investigation Slenderness: Not considered
Run Axis: Biaxial Column Type: Structural

Material Properties:
=====

f'c = 3.56 ksi fy = 60 ksi
Ec = 3400.95 ksi Es = 29000 ksi
Ultimate strain = 0.003 in/in
Beta1 = 0.85

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

Section:

=====

Circular: Diameter = 59.055 in

Gross section area, Ag = 2739.07 in²

Ix = 597031 in⁴

Xo = 0 in

Iy = 597031 in⁴

Yo = 0 in

Reinforcement:

=====

Rebar Database: ASTM A615

Size	Diam (in)	Area (in ²)	Size	Diam (in)	Area (in ²)	Size	Diam (in)	Area (in ²)
# 3	0.38	0.11	# 4	0.50	0.20	# 5	0.63	0.31
# 6	0.75	0.44	# 7	0.88	0.60	# 8	1.00	0.79
# 9	1.13	1.00	# 10	1.27	1.27	# 11	1.41	1.56
# 14	1.69	2.25	# 18	2.26	4.00			

Confinement: Tied; #4 ties with #10 bars, #4 with larger bars.

phi(a) = 0.8, phi(b) = 0.9, phi(c) = 0.65

Pattern: Irregular

Total steel area, As = 38.10 in² at 1.39%

Area in ²	X (in)	Y (in)	Area in ²	X (in)	Y (in)	Area in ²	X (in)	Y (in)
2.54	0.0	25.7	1.27	7.2	24.7	1.27	13.9	21.6
2.54	19.4	16.8	1.27	23.4	10.7	1.27	25.4	3.7
2.54	25.4	-3.7	1.27	23.4	-10.7	1.27	19.4	-16.8
2.54	13.9	-21.6	1.27	7.2	-24.7	1.27	0.0	-25.7
2.54	-7.2	-24.7	1.27	-13.9	-21.6	1.27	-19.4	-16.8
2.54	-23.4	-10.7	1.27	-25.4	-3.7	1.27	-25.4	3.7
2.54	-23.4	10.7	1.27	-19.4	16.8	1.27	-13.9	21.6
2.54	-7.2	24.7						

Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)

=====

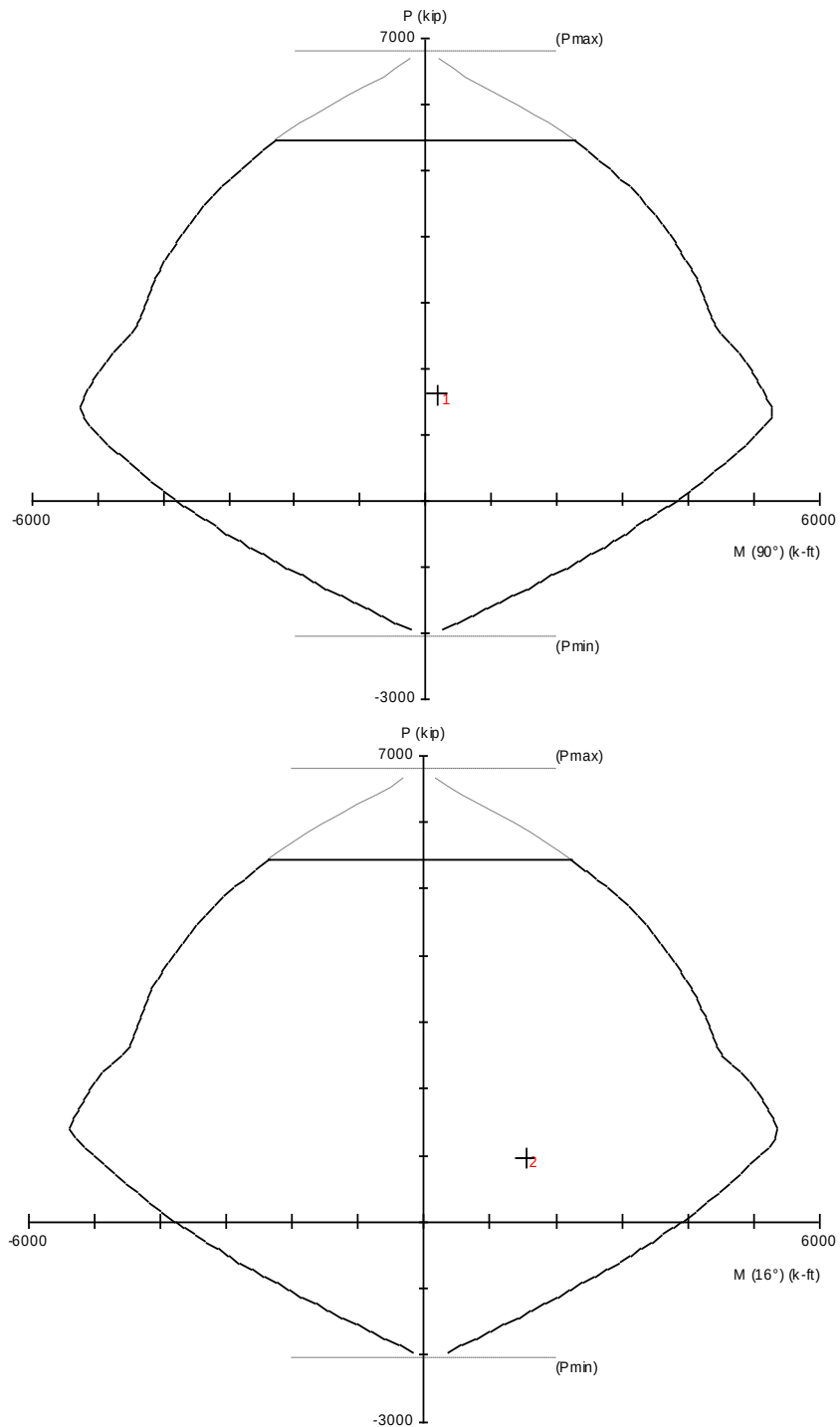
No.	Pu kip	Mux k-ft	Muy k-ft	fMnx k-ft	fMny k-ft	fMn/Mu
1	1607.6	0.0	170.7	-0.0	5160.0	30.229
2	965.0	1480.5	427.8	4871.4	1407.6	3.290
3	1124.9	296.2	852.8	1699.6	4893.4	5.738

*** Program completed as requested! ***

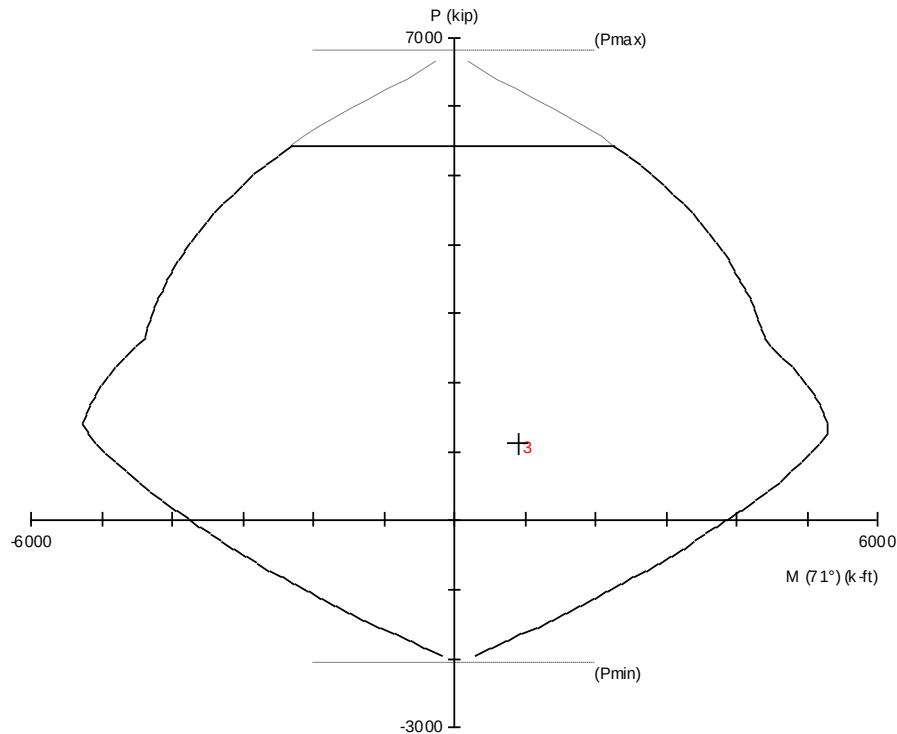
“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

Por lo tanto se opta por un refuerzo de 22 varillas del #10 y 8 varillas del #10 con un recubrimiento de 10 cm, resultando una cuantía de 1.39 %

A continuación se muestra el diagrama de interacción que presenta que las combinaciones de carga están dentro de la superficie de fluencia:



“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.



Diseño a Cortante de columnas

$$V_u = 33,670 \text{ kg}$$

Donde:

$$\phi = 0.850$$

$$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi V_c = 0.53 (\text{Raíz } f_c) b d = 109,651 \text{ kg}$$

Satisface la sección por cortante, se recomienda colocar acero por cortante

$$V_c = 0.53 (\text{Raíz } f_c) b d = 175,981 \text{ kg}$$

$$V_s = (V_u / \phi) - V_c = -136,369 \text{ kg}$$

$$b = \text{Ancho en cm} = 150 \text{ cm}$$

$$H = \text{Peralte total en cm} = 150 \text{ cm}$$

$$r = \text{Recubrimiento en cm} = 10 \text{ cm}$$

$$d = \text{Peralte efectivo en cm} = 140 \text{ cm}$$

$$= \text{Número de ramas} = 2$$

$$= \text{Se proponen Vars del No.} = 4$$

$$A_v = \text{Área de acero en cm}^2 = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación de estribos } S = (A_v * f_y * d) / (V_s) \text{ en cm} = -11 \text{ cm}$$

Se proponen estribos del 4 c en 2 Ramas

Separación de estribos: @ 10 cm En las zonas de conexión de la columna con la zapata y el cabezal y en el resto la separación ser a@30cm

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

IV.2.4. DISEÑO DE CABEZAL

ELEMENTOS MECANICOS OBTENIDOS DEL MODELO PARA EL CABEZAL

CONDICIÓN	V(ton)	M(+) (ton-m)	M(-) (ton-m)
Carga Muerta	129.8	20.3	112.1
Carga Viva	80.2	10.9	77
Sismo Longitudinal	24.3	58.2	0.0
Sismo Transversal	79.8	193.9	0.0

1.- Revisión Grupo I :

1.3 (Carga muerta+(1.67 Carga viva))

Vu= 342.9 ton
Mu(+)= 50.1 ton-m
Mu(-)= 312.9 ton-m

2.- Revisión Grupo VII:

1.3 (Carga muerta+ Sismo longitudinal)

Vu= 200.3 ton
Mu(+)= 102.1 ton-m
Mu(-)= 145.7 ton-m

1.3 (Carga muerta+ Sismo transversal)

Vu= 272.5 ton
Mu(+)= 278.5 ton-m
Mu(-)= 145.7 ton-m

Diseño a momento negativo

Mu = 312.90 ton-m

Se proponen Vars del No. 10 y No. 10

En paquetes de = 1.0

Separación de = 20 cm

Área de las barras = 15.84 cm²

Área de acero (As) = 158.40 cm²

Peralte total = 150 cm

Peralte efectivo (d) = 140 cm

Concreto (f'c) = 250 kg/cm²

Acero (fy) = 4,200 kg/cm²

Recubrimiento = 10 cm

b = 200 cm

a = 16

$$M_R = \Phi \left[A_s * f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \right] \text{ Donde; } a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b}$$

Por lo tanto $M_R = 791.4 \text{ ton-m} > Mu = 312.9 \text{ ton-m}$ Bien

Diseño a momento positivo

Mu = 278.46 ton-m

Se proponen Vars del No. 10

En paquetes de = 1.0

Separación de = 20 cm

Área de las barras = 7.92 cm²

Área de acero (As) = 79.20 cm²

Peralte total = 150 cm

Peralte efectivo (d) = 140 cm

Concreto (f'c) = 250 kg/cm²

Acero (fy) = 4,200 kg/cm²

Recubrimiento = 10 cm

b = 200 cm

a = 7.8

$$M_R = \Phi \left[A_s * f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \right] \text{ Donde; } a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b}$$

Por lo tanto $M_R = 407.4 \text{ ton-m} > Mu = 278.5 \text{ ton-m}$ Bien

Diseño a cortante del cabezal

$$V_r = \Phi (V_c + V_s) \quad V_u = 342,854 \text{ kg}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \phi &= 0.850 \\ f'c &= 250 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 4,200 \text{ kg/cm}^2 \\ \phi V_c &= 0.53 (\text{Raíz } f'c) b d = 199,445 \text{ kg} \end{aligned}$$

No resiste por seccion propia, requiere refuerzo transversal

$$\begin{aligned} V_c &= 0.53 (\text{Raíz } f'c) b d = 234,641 \text{ kg} \\ V_s &= (V_u / \phi) - V_c = 168,717 \text{ kg} \\ b &= \text{Ancho en cm} = 200 \text{ cm} \\ H &= \text{Peralte total en cm} = 150 \text{ cm} \\ r &= \text{Recubrimiento en cm} = 10 \text{ cm} \\ d &= \text{Peralte efectivo en cm} = 140 \text{ cm.} \\ &= \text{Número de ramas.} = 4 \\ &= \text{Se proponen Vars del No.} = 4 \\ A_v &= \text{Área de acero en cm}^2 = 5.08 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

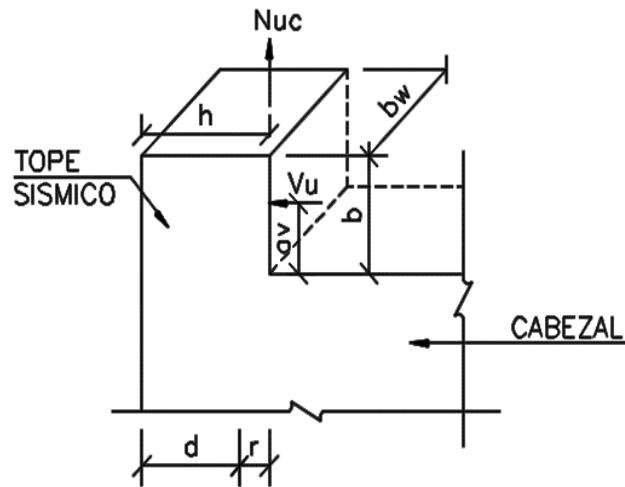
$$\text{Separación de estribos } S = (A_v * f_y * d) / (V_s) \text{ en cm} = 20 \text{ cm}$$

Se proponen estribos del 4 c en 4 Ramas.

Separación de estribos: @ 20 cm

IV.2.5 DISEÑO DE TOPE SÍSMICO EN PILAS

Diseño del tope sísmico transversal como ménsula de acuerdo a AASHTO section 8.16.6.8 .



VISTA TOPE SISMICO

GEOMETRÍA:

h=	95 cm
d=	90 cm
r=	5 cm
b=	51 cm
av=	37 cm
bw =	51 cm

1) Criterios de revisión como Ménsula.

- 1.- $av/d < 1$ = $av / d = 37.0 / 90 = 0.41 < 1$ Cumple como ménsula
 - 2.- $h > 0.5d$ = $h = 95 > 0.5 \times 90 = 45$ Cumple como ménsula
 - 3.- Que la fuerza Nu no sea mayor que la fuerza Vu . Cumple como ménsula
- Número de topes = 2

Calculo de cortante de diseño:

$$Vu = \frac{\text{Peso de la súper} \times C. \text{ sísmico} \times F.C.}{\text{Ductilidad}} = \frac{135 \times 0.21 \times 1.3}{1}$$

$$Vu = 36.9 \text{ ton}$$

$$Nuc = 0.2 \times Vu = 0.20 \times 36.94 \text{ ton} = 7.4 \text{ ton}$$

2) Acero por fricción (Avf).

$$Avf = (Vu / (\phi * fy * \mu)) =$$

$$(36.9 / (0.9 \times 4.2 \times 1.4)) = 7.4 \text{ cm}^2$$

3)Acero Para resistir Nuc (An).

$$A_n = N_{uc} / (\phi * f_y) = 7,387 \text{ kg} / (0.9 \times 4200 \text{ kg/cm}^2) = 2.1 \text{ cm}^2$$

$$\text{si } V_u \leq \phi V_r, \text{ Por lo tanto } V_n = V_u / \phi \text{ Por lo tanto } V_n = 36.9 / 0.9 = 43.5 \text{ ton}$$

$$\text{Donde: } \phi = 0.9$$

$$V_n = A_v f_y \mu = 43.5 \text{ ton}$$

$$\mu = 1.4$$

$$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2 = 3,556 \text{ lb/in}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_n \text{ no debe ser mayor a los dos siguientes valores: } V_n = 95,802 \text{ lb}$$

$$1.- 0.2 f_c b_w d =$$

$$0.2 \times 3,556 \text{ lb/in}^2 \times 20.1 \text{ in} \times 35.4 \text{ in} = 505,963 \text{ lb}$$

Bien

$$2.- 800 b_w d =$$

$$800 \times 20.1 \text{ in} \times 35.4 \text{ in} = 569,161 \text{ lb}$$

Bien

$$\text{Por lo tanto el } V_n \text{ será igual a } = 43.5 \text{ ton}$$

4)Acero para resistir el momento (Af).

$$M_u = ((V_u * a_v) + (N_{uc} * (h - d))) = ((36.9 \times 0.4) + (7.4 \times (0.95 - 0.90)))$$

$$M_u = 14.0 \text{ ton-m}$$

$$M_R = \phi \left(A_s * f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \right)$$

$$\text{Se proponen Var No. } 6$$

$$\text{En paquetes de } = 1.0$$

$$\text{Separación de } = 15 \text{ cm}$$

$$\text{Área de las barras } = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de acero (Af)} = 10 \text{ cm}^2$$

$$\text{Peralte total } = 95 \text{ cm}$$

$$\text{Peralte efectivo (d)} = 90 \text{ cm}$$

$$\text{Concreto (f'c)} = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Acero (f_y)} = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Recubrimiento } = 5 \text{ cm}$$

$$b_w = 51 \text{ cm}$$

$$a = 3.8 \text{ cm}$$

$$\text{donde; } a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$\text{Por lo tanto } M_R = 32.3 \text{ ton-m} > M_u = 14.0 \text{ ton-m}$$

Bien

El área principal A_s debe ser igual al mayor de los valores siguientes:

$$\begin{aligned} 1.- (A_f + A_n) &= 10 \text{ cm}^2 + 2.1 \text{ cm}^2 &= 11.8 \text{ cm}^2 \\ 2.- ((2 \cdot A_v f) / 3) + A_n &= ((2 \times 7.4) / 3) + 2.1 &= 7.0 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Por lo tanto se adopta como $A_s = 11.8 \text{ cm}^2$

En ambos casos el área restante A_h debe ser igual a:

$$A_h = 0.5 \cdot (A_s - A_n) = 0.5 \cdot (11.8 - 2.1) = 4.8 \text{ cm}^2$$

La relación de refuerzo $\rho = A_s / b \cdot d$ No debe ser menor de 0.04 (f_c / f_y)

$$\rho = \frac{11.8}{51 \times 90} = 0.0026$$

$$0.04(f_c / f_y) = 0.04 \left(\frac{250}{4200} \right) = 0.0024 \quad \text{Bien}$$

Barra para sostener los estribos.

8c @ 12cm

$\frac{2}{3} \cdot d$
60

Vars No. 8

Barra de anclaje (soldada)

$A_s = 11.8 \text{ cm}^2$

Vars No. 8

en paquetes de 1

@ 12 cm = 21.5 cm²

Bien

A_h (estribos cerrados)

$A_h = 4.8 \text{ cm}^2$

Vars No. 4 @ 15 cm = 30.5 cm

Número de ramas = 6

Bien

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Como se observa en el presente trabajo para poder realizar la etapa del proyecto del análisis y diseño estructural del puente, es necesario la elaboración de estudios preliminares que involucran diversas áreas de conocimiento de la ingeniería civil, dichos estudios resultan de gran importancia ya que son la base para la elaboración de las propuestas de estructuración del puente y de estos depende que el proyecto estructural se realice de forma correcta. Además de los estudios preliminares, para la elección definitiva del puente se deberá considerar el aspecto económico de la construcción del puente.

De las trabes presforzadas:

Para el caso en estudio del puente “sin nombre” se optó por utilizar una superestructura a base de trabes presforzadas, teniendo con este tipo de solución ventajas tales como: el uso del concreto presforzado permite librar grandes claros, debido al uso de concreto y acero de presfuerzo de alta resistencia. Al hacer uso del sistema de presfuerzo es necesario que la trabe sea un elemento prefabricado lo que trae consigo un buen control de calidad de los materiales utilizados que podrán garantizar que la trabe tenga el comportamiento estructural al cual fue diseño, además con esto se reduce considerablemente los tiempos de ejecución de obra.

En el análisis y diseño de la trabe se consideró la carga viva del camión T3-S2-R4 como la que produce los elementos mecánicos más desfavorables. Aunque la Normativa N-PRY-CAR-6-01-003/01 indica el uso de la carga viva IMT 66.5, haciendo uso de esta carga viva los elementos mecánicos resultan más desfavorables, pero para este caso en particular el presfuerzo propuesto continúa cumpliendo con los esfuerzos permisibles. Por lo que se recomienda que en la totalidad de proyectos de puentes se haga uso de los modelos de carga viva IMT, ya que con esto los diseños de las trabes tendrán una seguridad estructural mayor.

De la semi-continuidad del puente:

Como ya se mencionó en el desarrollo de este trabajo la estructuración de la superestructura será de tipo semi-continuo, la solución de puente semi-continuo es utilizada con el propósito de aumentar la vida útil del puente eliminando las juntas de calzada entre tableros, con esto se logra disminuir los trabajos de mantenimiento de estas del puente, evitando con esto la necesidad de interrumpir el tráfico y que además el usuario ya no percibe esta irregularidad en la superficie de rodamiento. Las dimensiones y el método de análisis utilizado presentan una solución, estando claro que en la ingeniería civil no se pueden considerar soluciones únicas.

En cuanto al desarrollo del análisis y diseño estructural del puente, los resultados obtenidos son satisfactorios, es decir, cumplen con los requerimientos de seguridad correspondientes de acuerdo a la normatividad aplicable para cada elemento estructural.

Cabe mencionar la existencia en la zona de accesos del puente de un muro mecánicamente estabilizado que como lo indica la Guía de procedimientos y lineamientos para la construcción de muros mecánicamente estabilizados de la SCT, estos deben de diseñarse considerando el efecto del empuje de tierras. Empujes considerados en el análisis del caballete con el propósito de no depender del buen comportamiento estructural del muro mecánicamente estabilizado.

Además se recomienda un posible cambio en el refuerzo de las columnas de los caballetes de 22 paquetes de 2 varillas del #10 con un recubrimiento de 10 cm y 22 varillas del #10 con un recubrimiento de 25cm, a un refuerzo de 22 paquetes de 3 varillas del #10 con un recubrimiento de 10 cm que cumple con el diseño, permitiendo dejar para resistir el cortante un estribo, logrando con esto una disminución en el costo y facilidad en el aspecto constructivo del refuerzo de la columna.

REFERENCIAS

1. Jaaicsa, (2014), *Estudio Topohidraulico e Hidrológico del Proyecto Ejecutivo: Puente “Sin Nombre” Km: 140+620*, México.
2. Jaaicsa, (2014), *Estudio de Cimentación del Proyecto Ejecutivo: Puente “Sin Nombre” Km: 140+620*, México.
3. Nilson, A., (1990), *Diseño de estructuras de concreto presforzado*, (1ª edición), México: Limusa.
4. Orozco, F., (2005), *Temas fundamentales del concreto presforzado*, (1ª edición), México: Instituto Mexicano del Concreto y del Cemento.

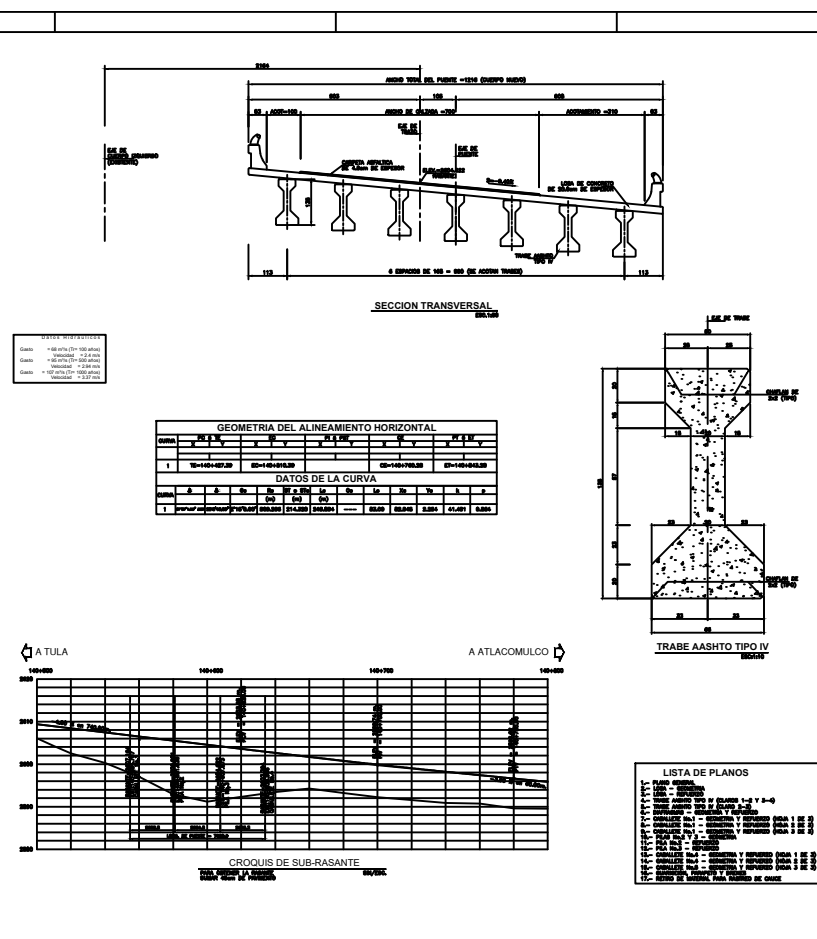
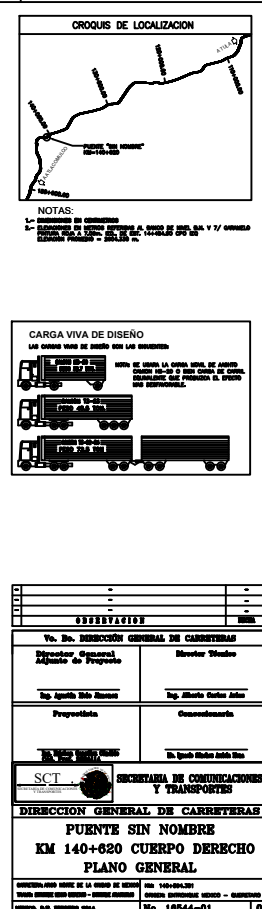
BIBLIOGRAFIA

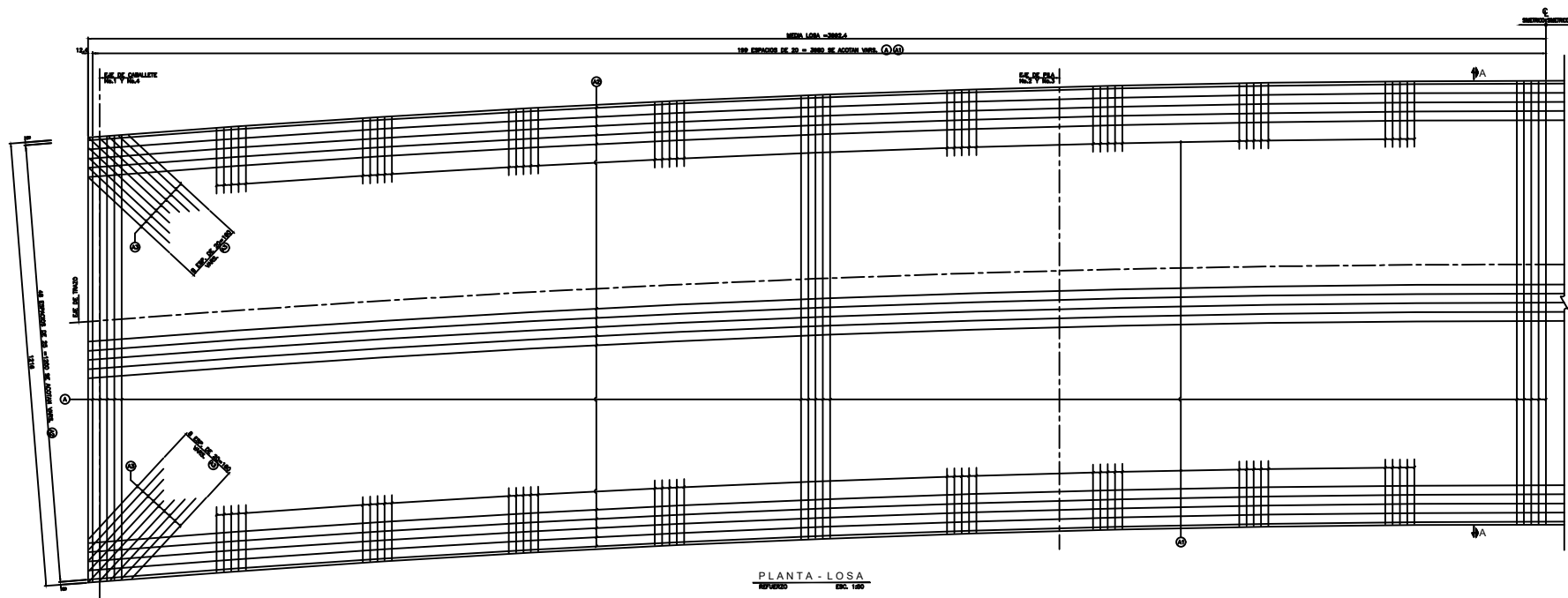
- Ivan, C., *Construcción de puentes en tabasco*. México: SCT.
- Juárez E., et all, (2004), *Mecánica de suelos: Tomo II*, México: Limusa.
- LIN, T.Y., (1984), *Diseño de estructuras de concreto presforzado*, México: Continental
- Nawy E., (1988), *Concreto reforzado Enfoque básico*, México: Prentice Hall.
- Nilson, A., (1990), *Diseño de estructuras de concreto presforzado*, (1ª edición), México: Limusa.
- Orozco, F., (2005), *Temas fundamentales del concreto presforzado*, (1ª edición), México: Instituto Mexicano del Concreto y del Cemento.
- Samartin, A., (1983), *Cálculo de estructuras de puentes de hormigón*, España: Rueda.
- SCT., (1984), *Normas técnicas para el proyecto de puentes carreteros: Tomo I*. México.

“Proyecto estructural de puente “sin nombre” cuerpo derecho, localizado en el km: 140+620, del arco norte de la ciudad de México, tramo entronque México –Querétaro – Atlacomulco, Estado de México”.

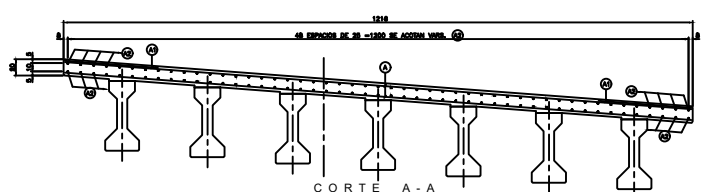
ANEXO PLANOS ESTRUCTURALES



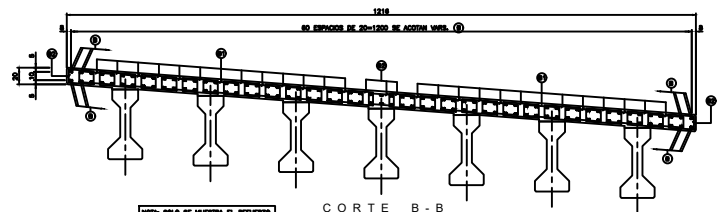
[illegible]



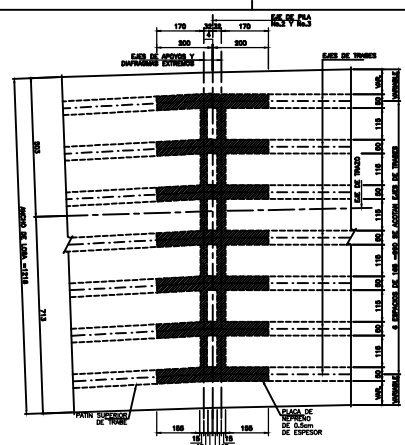
PLANTA - LOSA
REFERENCIO
ESC. 1:50



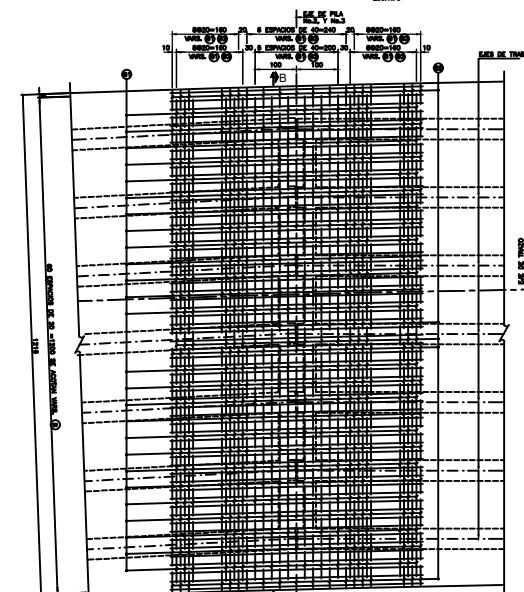
CORTE A-A
ESC. 1:50



CORTE B-B
ESC. 1:50



PLANTA - GEOMETRIA SOBRE PILAS
ESC. 1:50



PLANTA - REFUERZO SOBRE PILAS
ESC. 1:50

LISTA DE VARILLAS (SOBRE UNA PILA)									
VAR.	DIAM.	LONGITUD	NO. DE VARILLAS	DIAM.	LONGITUD	NO. DE VARILLAS	DIAM.	LONGITUD	NO. DE VARILLAS
1	12	122	810	12	122	810	12	122	810
2	12	122	810	12	122	810	12	122	810
3	12	122	810	12	122	810	12	122	810
4	12	122	810	12	122	810	12	122	810
5	12	122	810	12	122	810	12	122	810
6	12	122	810	12	122	810	12	122	810
7	12	122	810	12	122	810	12	122	810
8	12	122	810	12	122	810	12	122	810
9	12	122	810	12	122	810	12	122	810
10	12	122	810	12	122	810	12	122	810

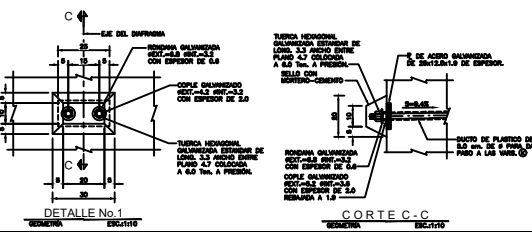
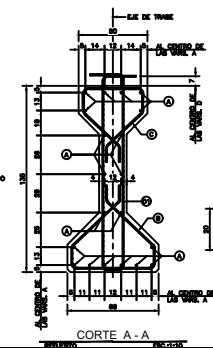
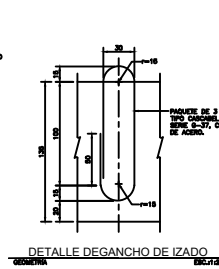
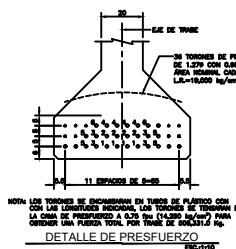
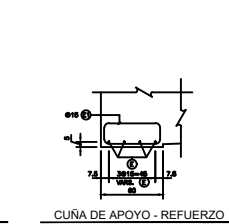
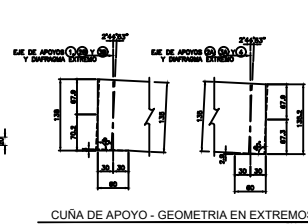
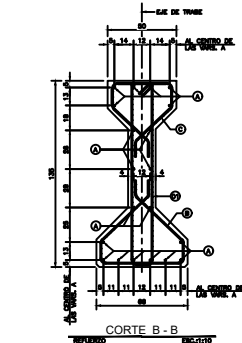
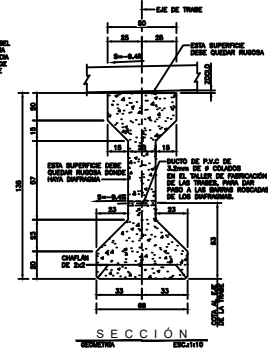
LISTA DE VARILLAS									
VAR.	DIAM.	LONGITUD	NO. DE VARILLAS	DIAM.	LONGITUD	NO. DE VARILLAS	DIAM.	LONGITUD	NO. DE VARILLAS
1	12	122	810	12	122	810	12	122	810
2	12	122	810	12	122	810	12	122	810
3	12	122	810	12	122	810	12	122	810
4	12	122	810	12	122	810	12	122	810
5	12	122	810	12	122	810	12	122	810
6	12	122	810	12	122	810	12	122	810
7	12	122	810	12	122	810	12	122	810
8	12	122	810	12	122	810	12	122	810
9	12	122	810	12	122	810	12	122	810
10	12	122	810	12	122	810	12	122	810

RESUMEN DE MATERIALES
ACERO DE REFUERZO DE $\phi=20$ kg/m²
CONCRETO Fc=250 kg/m²
LATA

DETALLE DE REFUERZO									
VAR.	DIAM.	LONGITUD	NO. DE VARILLAS	DIAM.	LONGITUD	NO. DE VARILLAS	DIAM.	LONGITUD	NO. DE VARILLAS
1	12	122	810	12	122	810	12	122	810
2	12	122	810	12	122	810	12	122	810
3	12	122	810	12	122	810	12	122	810
4	12	122	810	12	122	810	12	122	810
5	12	122	810	12	122	810	12	122	810
6	12	122	810	12	122	810	12	122	810
7	12	122	810	12	122	810	12	122	810
8	12	122	810	12	122	810	12	122	810
9	12	122	810	12	122	810	12	122	810
10	12	122	810	12	122	810	12	122	810

OBSERVACION		FECHA
Vo. Bo. DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
Director General		Director General
Ing. Agustín Llanos		Ing. Agustín Llanos
Proyectista		Proyectista
Ing. Agustín Llanos		Ing. Agustín Llanos
SCT		SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
LOSA - REFUERZO		
CARRERA PASEO NORTE DE LA CIUDAD DE MEXICO		NO. 140+620-201
TRAMO CUERPO DERECHO - CUERPO IZQUIERDO		ORDEN, ENFERMERIA, MEDICO - QUERETARO
MEXICO, D.F. FEBRERO 1984		No. 16544-03
		0





DETALLE DE REFUERZO

	DIAM.	n	b	a	e
3	7	18	7	40	
4	9	23	0	60	
5	8	29	11	68	
6	14	34	12,5	88	
8	18	48	16	140	
10	20	60	20	160	
12	40	88	36	200	

EN MENUDO CASO SE PERMITIRÁ
EMPLAZAR EN UNA ÚNICA SECCIÓN
LOS CILINDROS DE LAS VÁRILLAS
DE BEARR DONDE EMPALME CONSIDERAR
POR LO QUE SE AGENTE ALTERNATIVE
DE ANTE, SINCEPTADO

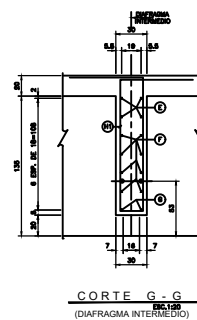
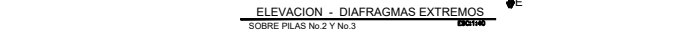
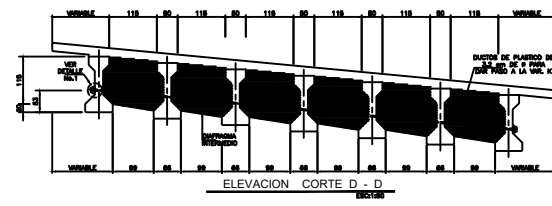
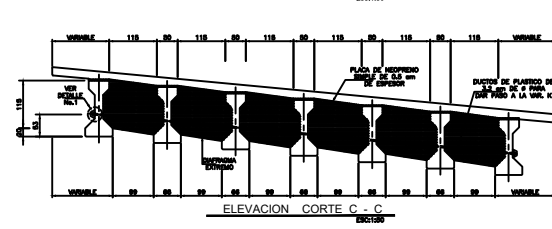
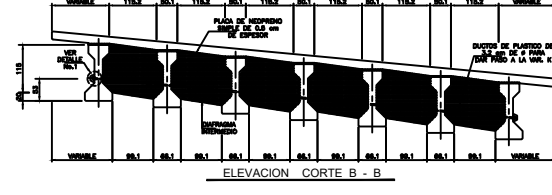
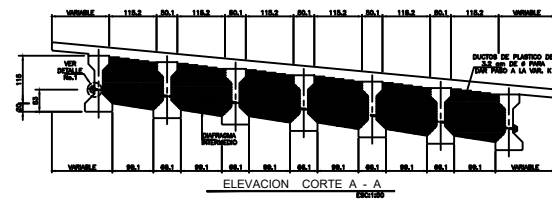
SECCION A-A

SE USARÁ CONCRETO $f'_{cm}=350 \text{ kg/cm}^2$, CUYA COMPACTACIÓN NO SERÁ MENOR QUE CON REVENIDORES DE 8 A 10 cm. TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE 1.9 cm. SE VERIFICARÁ AL COLARLO Y EN CASO QUE EL CONTRATISTA REQUIERA USAR ALGÚN TIPO DE ADITIVO PARA EL CONCRETO, DEBE JUSTIFICAR OPORTUNAMENTE LA CALIDAD Y DOSIFICACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS PRESENTANDO A LA S.C.T. PRUEBAS SATISFACTORIAS DE SU COMPORTAMIENTO CON LOS AGREGADOS Y CEMENTO A UTILIZAR Y OBTENIENDO LA AUTORIZACIÓN OFICIAL CORRESPONDIENTE.

JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

RESUMEN DE MATERIALES (7 TRABES)	
CONCRETO DE $f'_{cm}=380$ kg/cm ² .	91,7 M3.
ACERO DE REFUERZO DE $f_y=4800$ kg/cm ² .	7,089,0 KG.
CARGABEL GALVANIZADO SERIE 9-37, CON ALMA DE ACERO DE 2.23x	322,0 KG.
ACERO DE PREFUEZADO $q_{pm}=19000$, 1.3 CM DE DIAMETRO, BAJA RELAJACION	6,194,7 KG.
DUCTO DE PLASTICO DE $d=1.9$ cm. PARA ENCAJADO DE TORNORES	488,4 ML.
DUCTO DE PLASTICO DE $d=3.2$ cm. PARA DAR PASO A VAR. ϕ	7,0 ML.
PLACA DE HIERRO SIMPLE DE 0.8x50x80 cm	70,8 CM3.

____	____	____	____
____	____	____	____
____	____	____	____
OBSERVACION			FECHA
Vo. Bo. DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS Director General Adjunto de Proyecto Director Técnico _____ Ing. Agustín Melá Riquelme _____ Ing. Alberto Cortés Ariza			
Proyectista _____ Ing. Rafael Rodríguez Llanusa Ing. Rafael Rodríguez Llanusa		Concesionaria _____ In. Quetz Santes Strada S.A.	
		SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS PUENTE SIN NOMBRE KM 140+620 CUERPO DERECHO TRABE AASHTO IV CLARO 2-3 (GEOMETRIA Y REFUEZO)			
GERENCIA AREA MONIT. DE LA CALIDAD DE SERVICIO MA 140-094-301 TRABAJO CANTO DE OBRAS - OBRAS ALCANTARILLAS ORDEN ENTREGA DE MEDIC - GUATEMALA RECIBIÓ, D.F. FEBRERO 2004 No. 16544-05 0			



DETALLE DE REFUERZO

3.- LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE L. S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LOS SIGUIENTES CAPÍTULOS:
CEMENTO S. C. T. 4.01.02.004, TIPO I

CONCRETO

5.- LA FUNCION DEL AGERO DE REFUEJO SE HARA EN TAL FORMA QUE EL ARMADO NO SE DESPLAZA Y SE DESARROLLE DURANTE EL OCLADO Y VIBRADO, EL RESIDENTE TOMARA LAS MEDIDAS AL RESPECTO.

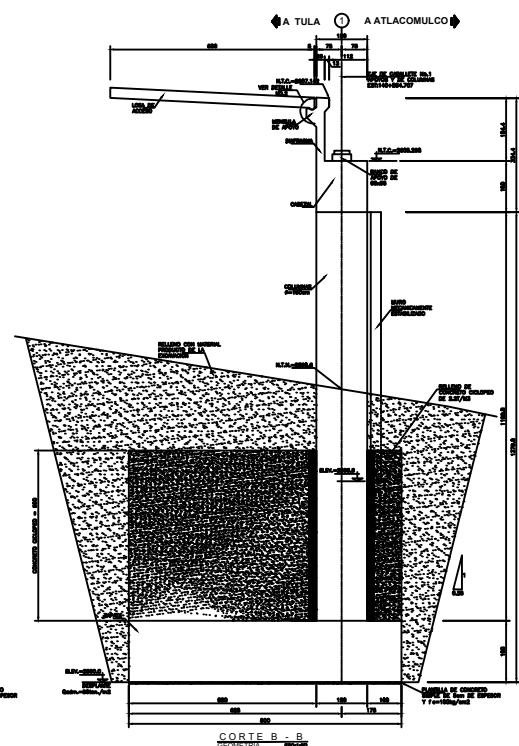
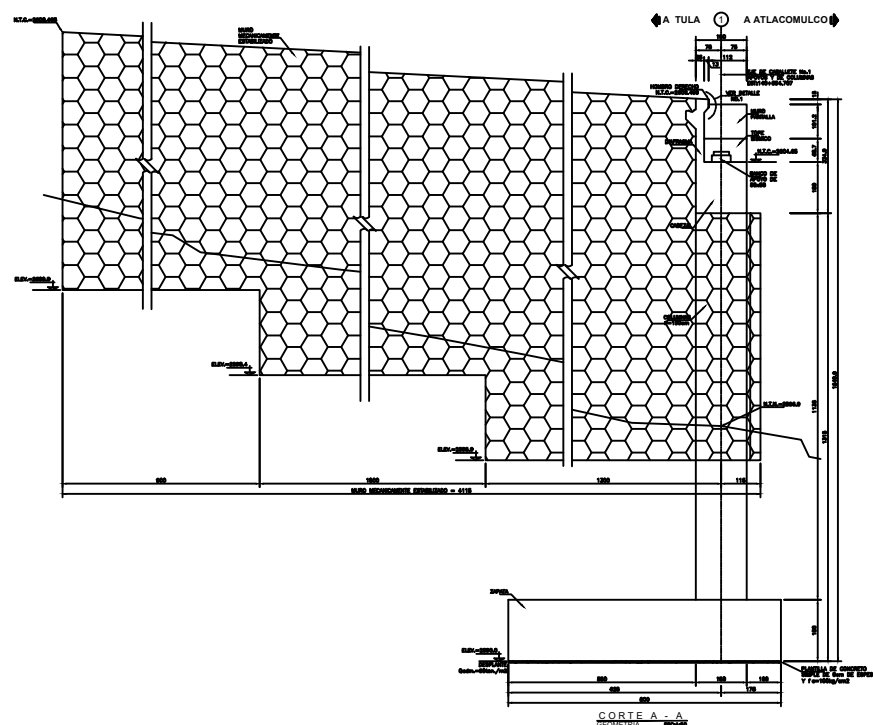
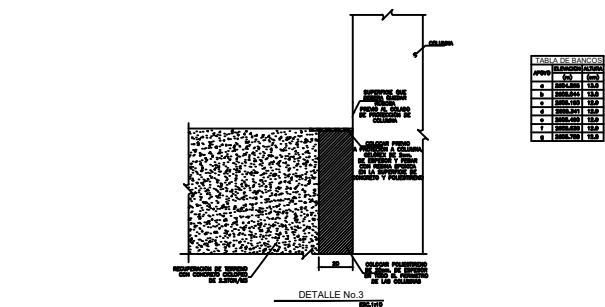
7.- EL COLADO ENTRE JUNTAS DE CONSTRUCCION DEBERA HACERSE EN UNA SOLA OPERACION DESPUES DE PREPARARSE DICHAS JUNTAS ANTES DEL ENDERRE COLADO COMO SE INDICA EN EL INCISO 3.01.02.38-F DE LAS ESPECIFICACIONES DE LA CONSTRUCCION DE LA S.C.T.

2.- EL AFORO PARA LA RESERVA PARA LA JUNTA DE OLIZADA DEBERA SER COLOCADO DE ACORDA A LAS INDICACIONES DEL FABRICANTE DE LA MISMA, DESPUES HACER UN PLANO DE DICHAS ZONAS

Vo. Bo. DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS	
Director General	Director Técnico

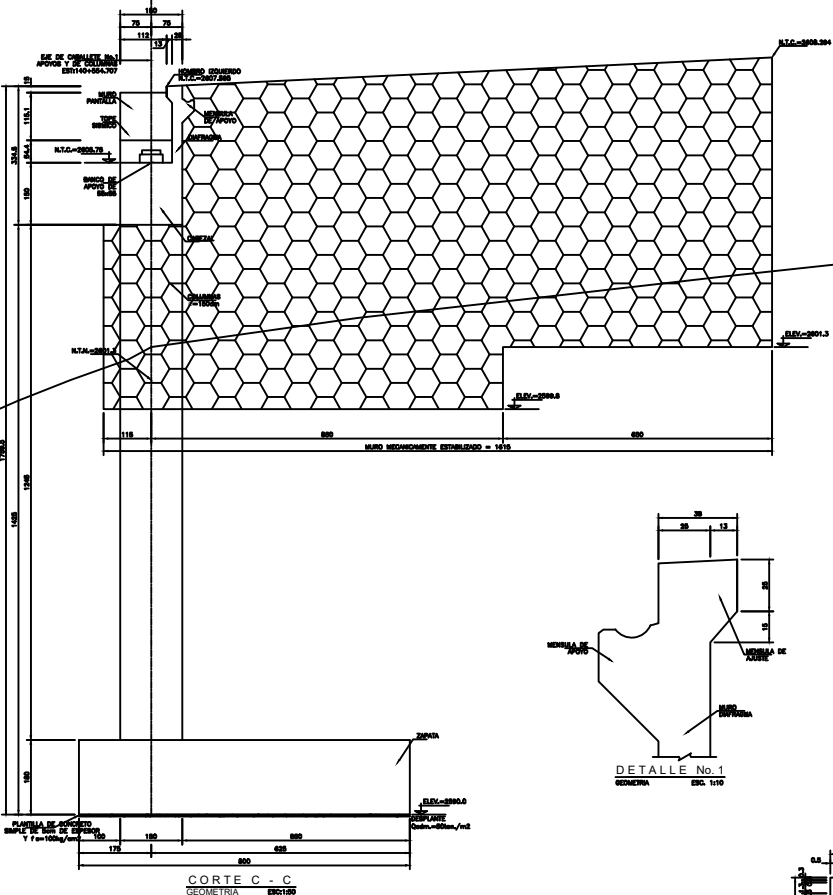
Proyectista	Concesionaria
Dr. Jorge Andrés Arango	Dr. Jorge Andrés Arango

PUENTE SIN NOMBRE
KM 140+620 CUERPO DERECH
DIAFRAGMAS - GEOMETRIA Y

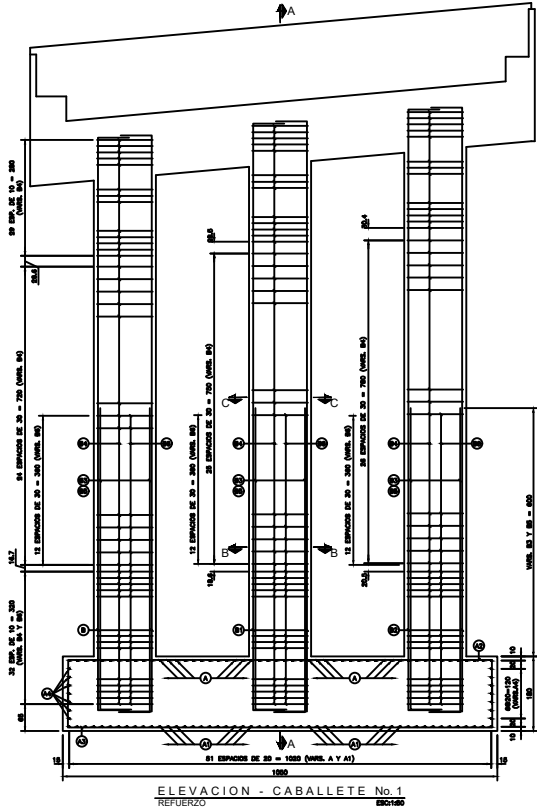


	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
SECRETARIA			
NO			
Va. No. DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS			
Director General Adjunto de Proposito		Director General	
Ing. Juan Luis Rivas		Ing. Alberto Salas Jara	
Proposito		Comunicacion	
Ing. Juan Luis Rivas		Ing. Alberto Salas Jara	
SCT		SCT	
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	
PUNTE SU NOMBRE			
KM 140+620 CUERPO DERECHO			
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y			
REFUERZO (HOJA 1 DE 3)			
SECRETARIA DE OBRAS DE LA CIUDAD DE GUAYMA SECRETARIA DE OBRAS DE GUAYMA - GUAYMA		NO 140-140-31 SECRETARIA DE OBRAS DE GUAYMA - GUAYMA	
SECRET. OBR. GUAYMA 001		NO. 10544-07	

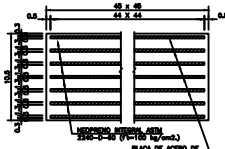
A ATLACOMULCO A TULA



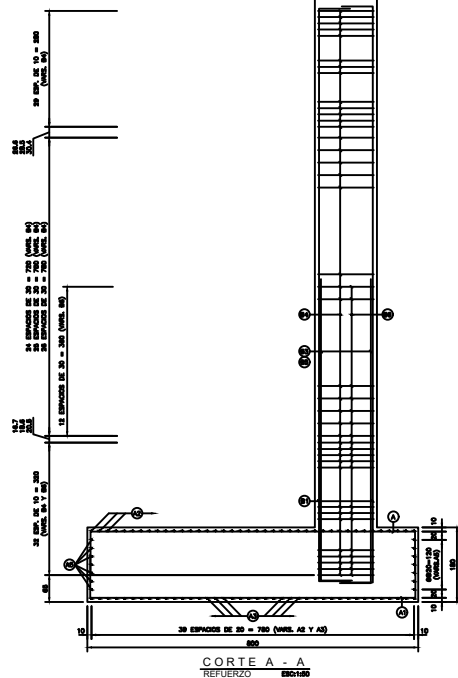
DETALLE No.1
GEOMETRIA
ESC. 1/10



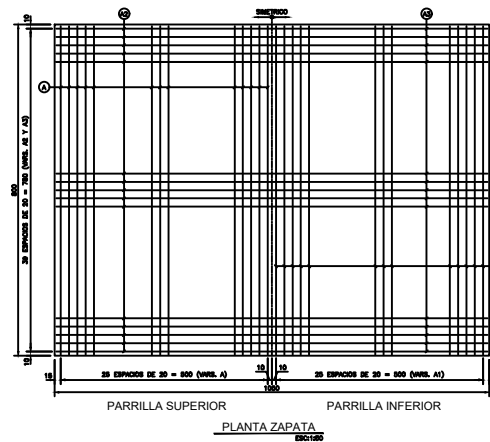
ELEVACION - CABALLETE No.1
REFUERZO
ESC. 1/50



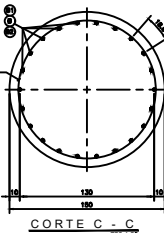
ELEVACION - APOYO
7/50



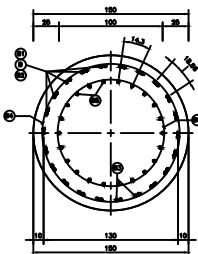
CORTE A - A
REFUERZO
ESC. 1/50



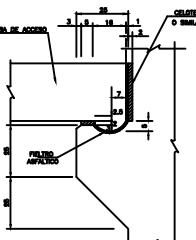
PLANTA ZAPATA
ESC. 1/50



CORTE C - C
ESC. 1/50



CORTE B - B
ESC. 1/50



DETALLE No.2
GEOMETRIA
ESC. 1/10



JUNTA DE CALZADA
A 100 mm



carso
INFRAESTRUCTURA Y CONSTRUCCION

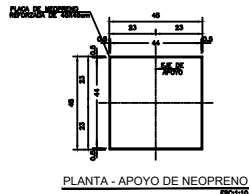
NOTAS.
1.- ADOPTAR EN CONSTRUCCION EXCEPTO INDICAR EN OTRA MANERA.
2.- ELEVACIONES EN METROS.
ESPECIFICACIONES.
3.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS SIGUIENTES OPORTUNIDADES:
CONCRETO S. C. T. 4.01.01.01
ACERO S. C. T. 4.01.01.02
ACERO PARA CONCRETO S. C. T. 4.01.01.03
ACERO DE REFUERZO S. C. T. 4.01.01.04
SOLUCION RECOMENDADA S. C. T. 4.01.01.05
ACI 308.1-88

CONCRETO.
4.- SE USARA CONCRETO F' = 250 kg/cm² CUYA COMPRESION NO SERA MENOR DE 0.8 CON RESERVA DE 0.4 A 10 cm. TIENDE MENOS DE ARMADO MENOS DE 0.8 cm. SE USARA AL CEMENTO Y EN CASO DE QUE EL CONCRETO REQUIERA USAR ALGUN AGREGADO PARA EL CONCRETO, DEBERA ATENDER OPORTUNAMENTE LA CALIDAD Y DISTRIBUCION DE ESTOS PRODUCTOS RECOMENDANDO A LA S. C. T. 4.01.01.05. PRUEBAS SUBSECUENTES DE SU USO CON LOS AGREGADOS Y CEMENTO A VELAR Y ENTENDER SU AUTENTICIDAD OFICIAL, CORRESPONDIENTE.
ACERO DE REFUERZO.
5.- EL ACERO DE REFUERZO DE COLOCAR EN SU POSICION CORRECTA, SE TENDRA ESPECIAL CUIDADO EN LA LAMPRETA DE LAS VIGAS PARA DENTRO QUE TENGAN CUIDO SUELO ANTES DE COLOCAR EL CONCRETO.
6.- LOS REFUERZOS NO INDICADOS EN ESTE PLANO DE HAN DE SER CORRESPONDIENTES Y EN MENOR CASO DE FALTAR EN LA MANERA SECCION DE UNO DE LOS REFUERZOS.
7.- LA MANERA DEL ACERO DE REFUERZO DE HAN DE SER TAL FORMA QUE EL ARMADO NO SE DESPLACE O SE DESPLAZA DENTRO DEL CEMENTO Y VIGAS, EL REEMPLAZO DEBERA LAS MEDIDAS AL RESPECTO.

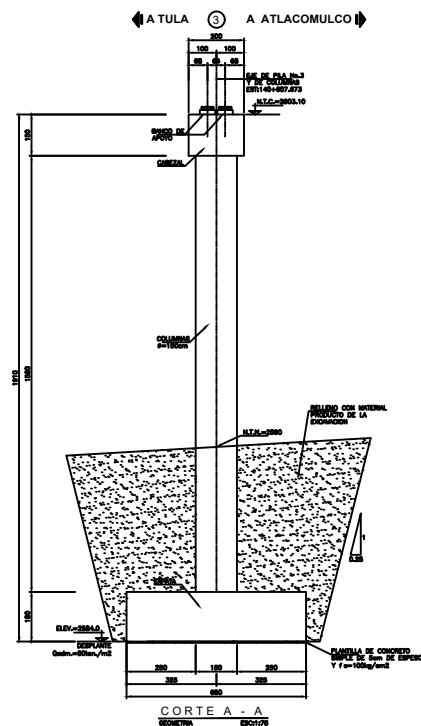
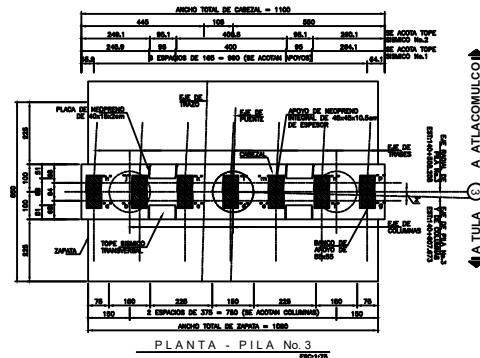
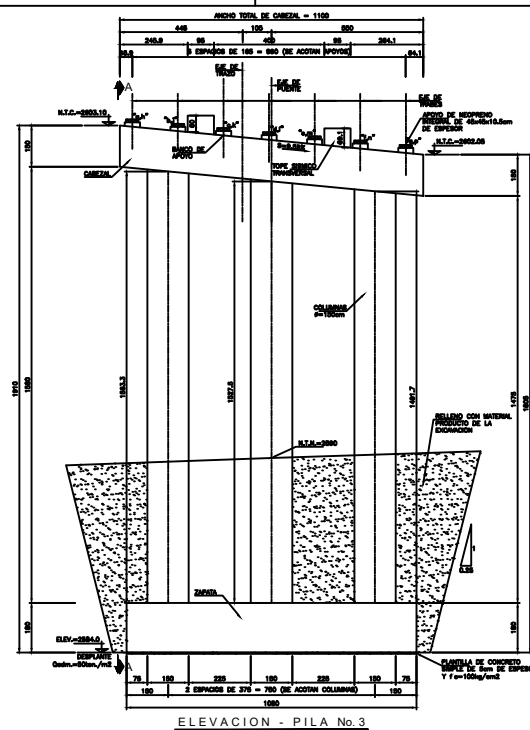
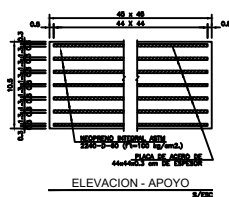
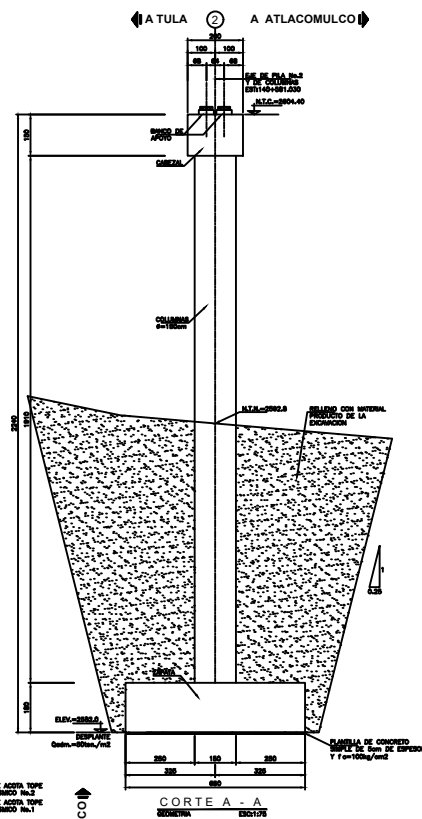
DETALLE DE REFUERZO			
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100

	-	-
	-	-
	-	-
	-	-
OBSERVACION		FECHA
Vo. Bo. DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
Dirección General Adjunto de Proyecto	Director Técnico	
Ing. Agustín Lázaro Amador	Ing. Alberto Cortés Arce	
Proyectista	Consejero/a	
Ing. Juan Carlos Arce	Ing. Juan Carlos Arce	
SCT		SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUERZO (HOJA 2 DE 3)		
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS		
PUENTE SIN NOMBRE		
KM 140+620 CUERPO DERECHO		
CABALLETE No.1 - GEOMETRIA Y		
REFUER		





APOYO	ELEVACION (m)	ALTURA (cm)	APOYO	ELEVACION (m)	ALTURA (cm)
a	2804,580	19.4	h	2804,518	16.2
b	2804,596	19.9	j	2804,584	16.6
c	2804,544	20.3	k	2804,521	17.0
d	2804,091	20.7	l	2804,058	17.5
e	2803,937	21.1	m	2803,905	17.9
f	2803,784	21.6	n	2803,762	18.3
g	2803,631	22.0	p	2803,588	18.9



NOTAS

1.- ADICIONES EN CENTIMETROS DIECITO CINCO EN OTRA LÍNEA.
2.- ELECCIONES EN METROS

ESPECIFICACIONES

2.- LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LOS SIGUIENTES CAPÍTULOS:

CIMENTOS
S. C. T. 4.01.02.04. TIPO I
S. C. T. 4.01.02.04.

ARMAZONES
S. C. T. 4.01.02.04.
S. C. T. 4.01.02.04.

ASIS PARA CONCRETO
S. C. T. 4.01.02.08 TIPO A, B, C Y CONJUNTO
DE UNIDOS DADO CON 1.5" X 4000 MM. CON
ARMAZONADO MEDIDO EN 20 cm de B S COMO MINIMO.
S. C. T. 4.01.02.08.
A.L.I. CAPÍTULO 4.0

SOLUCIONES
DE REFORZADO

ACERO DE REFUERZO

6.- EL ACERO DE REFUERZO SE COLOCARA EN SU POSICION CORRECTA, SE TENDRA ESPECIAL CUIDADO EN LA LIMPIEZA DE LAS VARRILLAS PARA ENTEN QUE TENDAN OIDO SUELTO ANTES DE DEPOSITAR EL CONCRETO.

6.- LOS EMPALMES NO HECHADOS EN ESTE PLANO SE HARA GUERRAPASADOS Y EN MENOS OCHO SE PERMITIRA EMPALME EN LA MISMA SECCION MAS DEL 30% DEL RESISTENCIA.

7.- LA FUNCION DEL ACERO DE REFUERZO SE HARA EN LA FORMA QUE EL ARMADO NO SE DESPLACE O SE DESLIZANE DURANTE EL COLADO Y VIBRADO, EL RESIDENTE DICTARA LAS MEDIDAS AL RESPECTO.

APoyo	ELEVACION (m)	ALTURA	APoyo	ELEVACION (m)	ALTURA
a	2603.379	22.2	h	2603.348	18.1
b	2603.122	22.3	j	2603.000	18.1
c	2602.946	22.4	k	2602.953	18.2
d	2602.808	22.4	l	2602.776	18.2
e	2602.681	22.5	m	2602.618	18.3
f	2602.493	22.5	n	2602.481	18.3
g	2602.336	22.6	p	2602.303	18.3

	-	-
	-	-
	-	-
	-	-
OBSERVACION		FECHA

Vo. Bo. DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS	
Director General Adjunto de Proyecto	Director Técnico
<u>Ing. Agustín Iñigo Ramos</u>	<u>Ing. Alberto Carlos Arce</u>
Proyectista	Comesionalista
<u>Ing. Víctor Manuel Arce</u>	<u>Ing. Agustín Ramos Iñigo</u>

	SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
---	---

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS	
PUENTE SIN NOMBRE	
KM 140+620 CUERPO DERECHO	
PILAS No.2 Y 3 - GEOMETRIA	

OFICINA DEL NORTE DE LA CARRERA DE MONTE FRANC (CARRETE DEL NORTE - CARRETE AMARILLO) MONTE, QZ., PRIMERO ABRIL	NO. 140+620+01 CARRERA MONTEFRANC MEXICO - QUERETARO No. 10544-10
--	--

	0
--	----------



carso
INFRAESTRUCTURA Y CONSTRUCCION



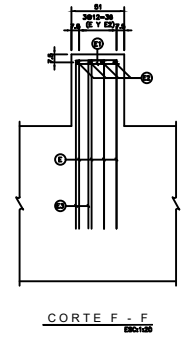
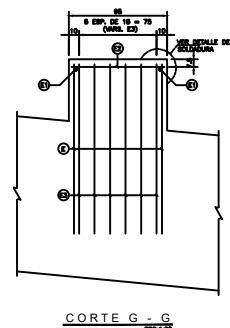
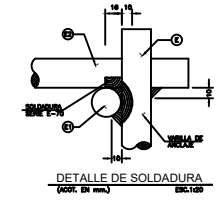
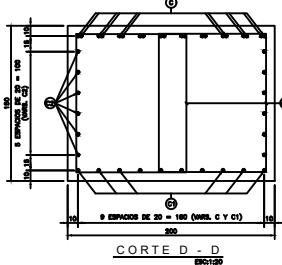
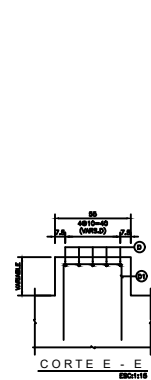
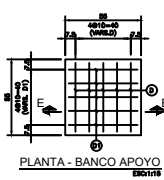
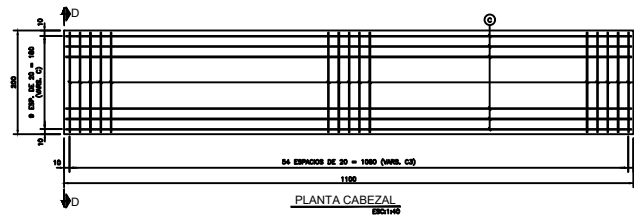
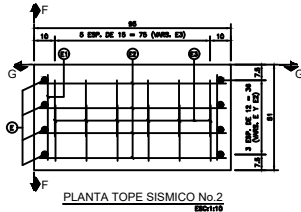
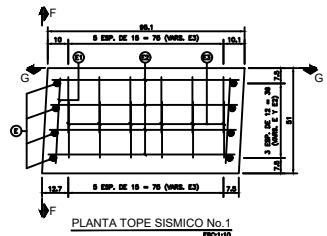
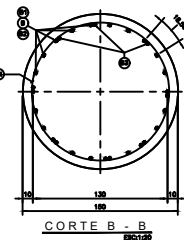
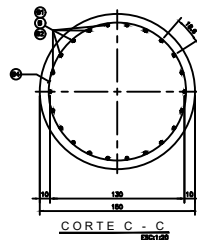
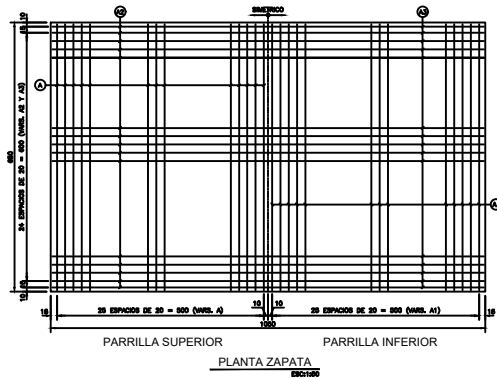
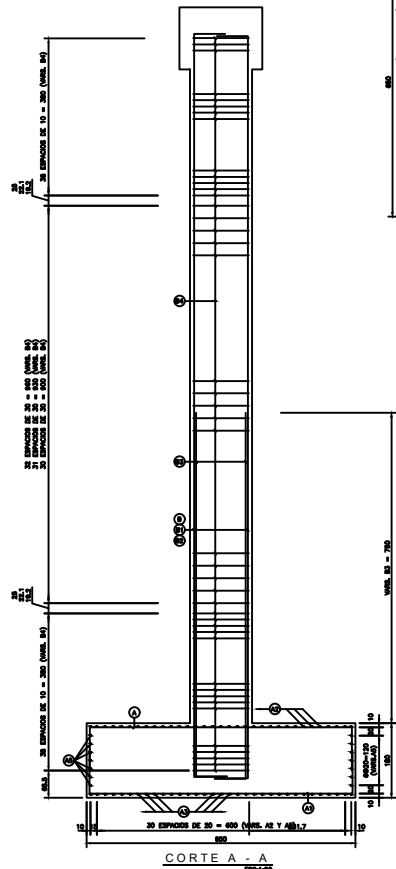
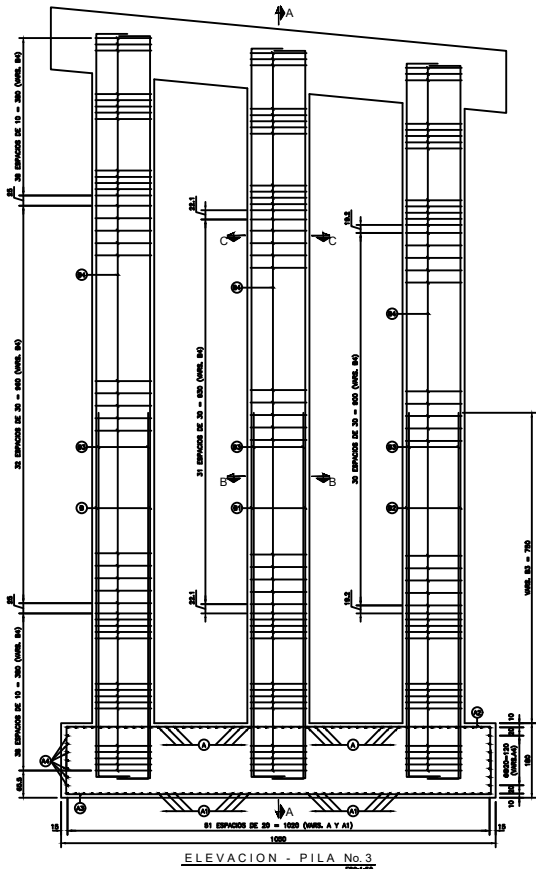
6	SE		2012-2014
7	SE		2015-2016
8	OBSERVACION		FECHA

Vo. Bo. DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS	
<u>Director General</u> <u>Adjunto de Proposito</u>	<u>Director Titular</u>
<u>Ing. Agustin Aldo Roman</u>	<u>Ing. Alberto Carlos Arlen</u>
<u>Proyectista</u>	<u>Contenostaria</u>
<u>Ing. Juan Carlos Ramirez</u>	<u>Ing. Eusebio Andres Jorda Diaz</u>

	SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
--	---

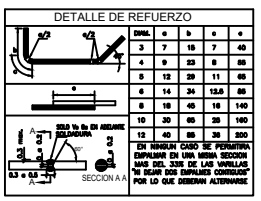
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS	
PUENTE SIN NOMBRE KM 140+620 CUERPO DERECHO PILA NO. 2 - REFUEZO	
COORDENADA PUENTE POR LA GRADA DE MEDIO TITULAR: GERARDO GONZALEZ - GERENTE GENERAL GERENTE, S.A. DE INGENIERIA CIVIL	MAR 14-09A.351 OFICINA: ENTROPICO MEDIO - QUINCUENAO No. 16544-11

	B
--	----------

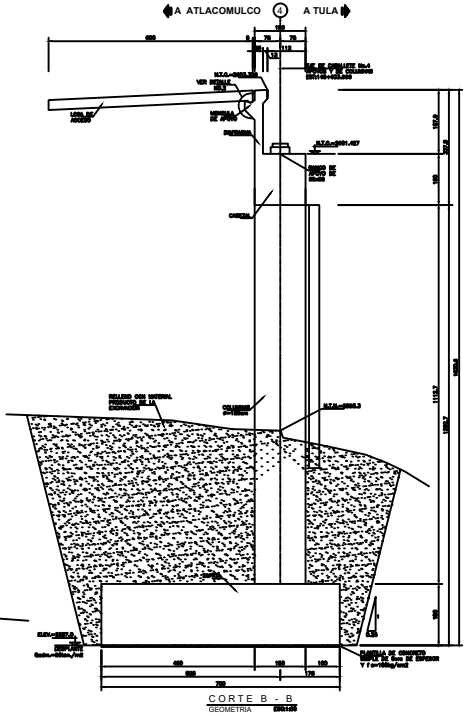
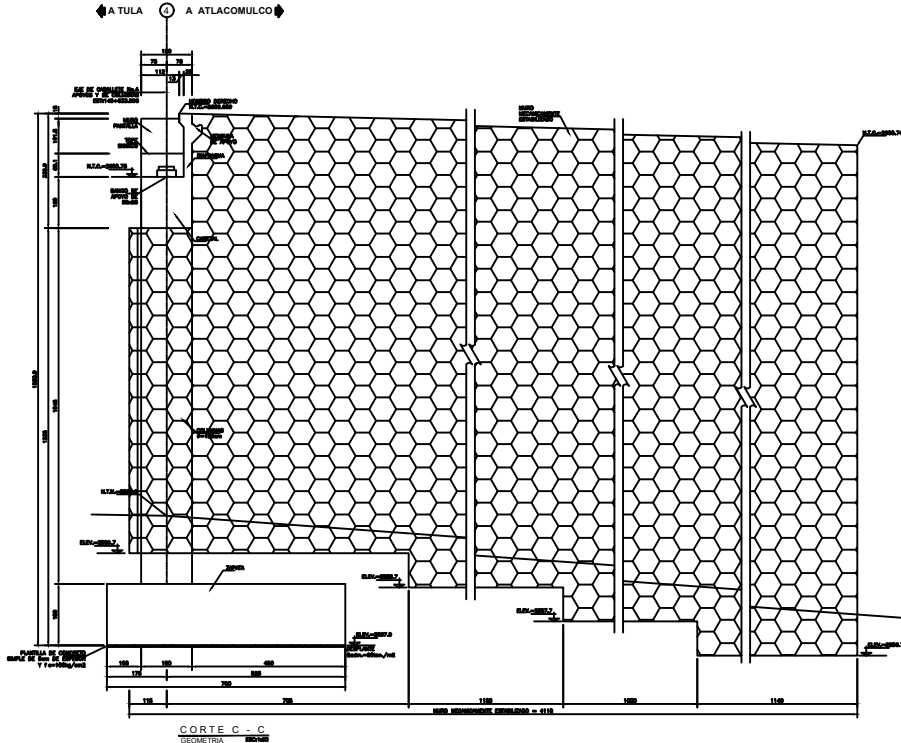
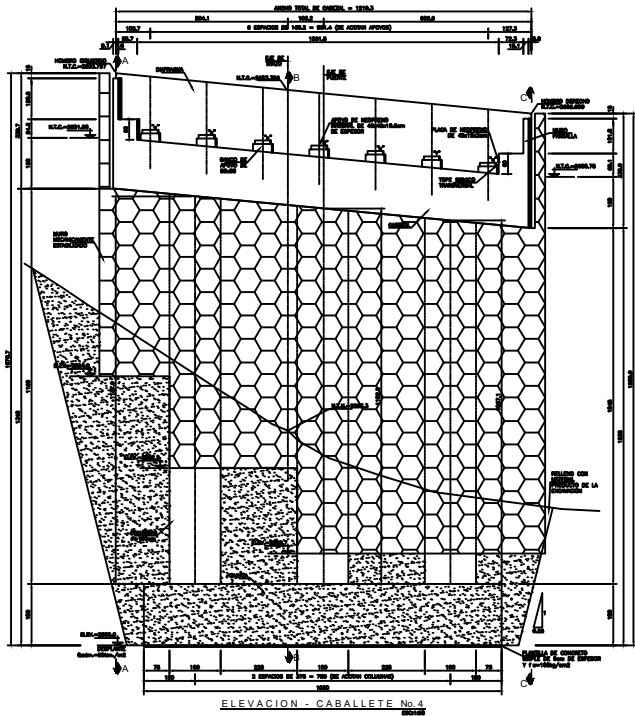
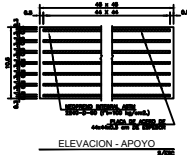
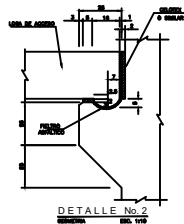
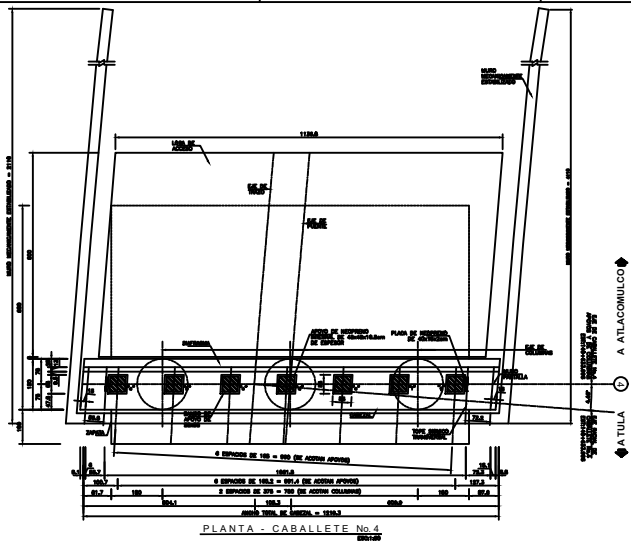


LISTA DE VARILLAS									
VAR.	DIAM.	Ø	CANTIDAD	RESERVA	Ø	b	Ø	RESERVA	Ø
ZAPATA									
A	20	20	84	84	20	100	10	1740	1740
A1	20	20	84	84	20	100	10	1740	1740
A2	20	20	1247	1247	20	100	10	1740	1740
A3	20	20	1247	1247	20	100	10	1740	1740
A4	20	20	14	14	20	100	10	1740	1740
A5	20	20	14	14	20	100	10	1740	1740
B	100	100	22	22	100	60	20	2000	2000
B1	100	100	22	22	100	60	20	2000	2000
B2	100	100	22	22	100	60	20	2000	2000
COLUMANAS									
B3	100	100	24	24	100	60	20	1407	1407
B4	40	40	330	330	40	60	22	1740	1740
CABEZAL									
C	100	20	20	1200	100	100	20	1400	1400
C1	100	20	10	1200	100	100	20	912	912
C2	40	20	12	1000	100	100	20	291	291
C3	40	20	10	910	100	100	20	910	910
CORTE SISMICO									
D	30	10	70	210	30	60	10	80	80
D1	30	10	70	210	30	60	10	80	80
E	20	12	32	160	20	60	10	910	910
E1	20	12	32	160	20	60	10	910	910
E2	20	12	32	160	20	60	10	910	910
E3	40	10	40	200	40	100	10	170	170
RESUMEN DE MATERIALES									
CONCRETO DE Fc = 200 kg/cm²									
COLUMANAS									
CABEZAL, TOPOS Y BANCOS									
ACERO DE REFUERZO CON Fy=4200 kg/cm²									
COLUMANAS									
CABEZAL, TOPOS Y BANCOS									
PLACA DE REFUERZO PARA DISEÑO DE TOPO									
PLACA DE ACERO CORRUGADO, Fc=200 kg/cm²									
PLACA DE REFUERZO PARA DISEÑO DE TOPO									
ACEROS									
CONCRETO DE Fc = 100 kg/cm² EN PLANTILLAS									

NOTAS:
1.- ADOPTAR EN CONCRETOS DISEÑO REINFORCADO EN OTRO MATERIAL.
2.- ELABORAR EN METROS.
ESPECIFICACIONES:
A.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
B.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
C.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
D.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
E.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
F.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
G.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
H.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
I.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
J.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
K.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
L.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
M.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
N.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
O.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
P.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
Q.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
R.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
S.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
T.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
U.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
V.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
W.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
X.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
Y.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.
Z.- LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS REQUISITOS COTIZADOS.



OBSERVACION		FECHA	
Vo. Bo. DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS			
Director General Adjunto de Proyecto		Director Técnico	
Ing. Agustín Lillo Arce		Ing. Alberto Cortés Arce	
Proyectista		Concesionaria	
Ing. Víctor Manuel Arce		Ing. Víctor Manuel Arce	
SCT SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES			
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS			
PUENTE SIN NOMBRE			
KM 140+620 CUERPO DERECHO			
PILA No.3 - REFUERZO			
CANTIDAD DE ACERO DE LA OBRA DE REFUERZO		NO. 140+620-301	
TRABAJO REALIZADO POR: INGENIERO AGUSTIN LILLO ARCE		OFICINA: ENGENIERO AGUSTIN LILLO ARCE	
BOGOTÁ, D.C. FEBRERO 2004		No. 10544-12	
		0	



NOTAS:
1.- Dimensiones de elementos de concreto en metros.
2.- Dimensiones de acero en milímetros.

ESPECIFICACIONES:
A.- La estructura de las superestructuras de concreto de la obra se construya de acuerdo a las especificaciones de la Norma Mexicana de Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (NOM-045-SCT-2000) y a las especificaciones de la Norma Mexicana de Diseño y Construcción de Estructuras de Acero (NOM-046-SCT-2000).
B.- El concreto a utilizar en la obra debe ser de tipo Portland de resistencia mínima de 3000 kg/cm².
C.- El acero a utilizar en la obra debe ser de tipo laminado en caliente de resistencia mínima de 4200 kg/cm².
D.- La estructura de las superestructuras de concreto de la obra se construya de acuerdo a las especificaciones de la Norma Mexicana de Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (NOM-045-SCT-2000) y a las especificaciones de la Norma Mexicana de Diseño y Construcción de Estructuras de Acero (NOM-046-SCT-2000).
E.- La estructura de las superestructuras de acero de la obra se construya de acuerdo a las especificaciones de la Norma Mexicana de Diseño y Construcción de Estructuras de Acero (NOM-046-SCT-2000).

ACERO DE REFUERZO:
A.- El acero de refuerzo de concreto se utilizará de tipo laminado en caliente de resistencia mínima de 4200 kg/cm².
B.- El acero de refuerzo de acero se utilizará de tipo laminado en caliente de resistencia mínima de 4200 kg/cm².
C.- La estructura de las superestructuras de concreto de la obra se construya de acuerdo a las especificaciones de la Norma Mexicana de Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (NOM-045-SCT-2000) y a las especificaciones de la Norma Mexicana de Diseño y Construcción de Estructuras de Acero (NOM-046-SCT-2000).
D.- La estructura de las superestructuras de acero de la obra se construya de acuerdo a las especificaciones de la Norma Mexicana de Diseño y Construcción de Estructuras de Acero (NOM-046-SCT-2000).

TABLA DE BARRAS:

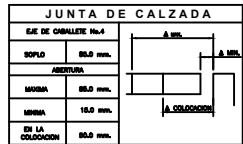
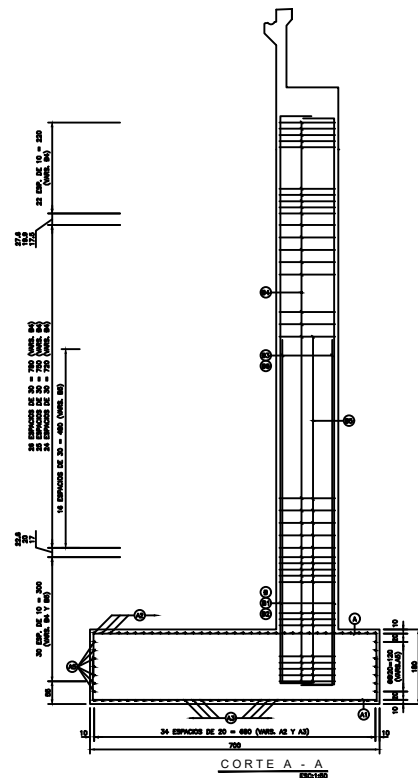
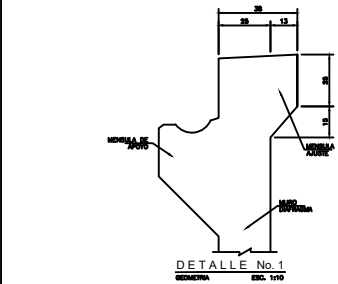
Barra	Longitud (m)	Diámetro (mm)
1	1.00	12
2	1.00	12
3	1.00	12
4	1.00	12
5	1.00	12
6	1.00	12
7	1.00	12
8	1.00	12
9	1.00	12
10	1.00	12

PLANTA - APOYO DE NEOPRENO:

ESTADÍSTICO:

No. de Estructura	Nombre	Material	Unidad	Cantidad
1	Superestructura de Concreto	Concreto	m³	1.00
2	Superestructura de Acero	Acero	kg	1.00
3	Superestructura de Concreto	Concreto	m³	1.00
4	Superestructura de Acero	Acero	kg	1.00

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
PUNTE SIN NOMBRE
KM 140+620 CUERPO DERECHO
CABALLETE No.4 - GEOMETRÍA Y REFUERZO (HOJA 1 DE 3)
PROYECTO DE LA OBRA DE RECONSTRUCCIÓN DEL PUNTE SIN NOMBRE EN EL KM 140+620 CUERPO DERECHO, CABALLETE No.4 - GEOMETRÍA Y REFUERZO (HOJA 1 DE 3)
FECHA: 15/05/2012



ACERO DE REFUERZO

- 6.- EL ACERO DE REFUERZO SE COLOCARA EN SU POSICION CORRECTA, SE TENDRA ESPECIAL CUIDADO EN LA LIMPIEZA DE LAS VARELLAS PARA EVITAR QUE TENGAN OCHO BUELTO ANTES DE DEPOSITAR EL CONCRETO.
- 6.- LOS EMPALMES NO PERMITIDOS EN ESTE PLANO SE HARA CUAATROVENCIDOS Y EN VARELLAS OCHO SE PERMITIRA EMPALMES EN LA MISMA SECCION MAS DEL 33% DEL PLANO.
- 7.- LA REJUNCIÓN DEL ACERO DE REFUERZO SE HARA EN TAL FORMA QUE EL ARMADO NO SE DESPLACE O SE DESHILLE DURANTE EL COLADO Y VIBRADO, EL REJUNEDOR DICHTA LA MEDIDA AL RESPECTO.

DETALLE DE REFUERZO					
	DIM.	a	b	c	d
	3	7	18	7	40
	4	9	23	6	35
	6	12	29	11	40
	6	14	34	12,5	35
	8	18	46	16	140
	10	20	58	20	180
	12	40	88	36	200

EN NINGUN CASO SE PERMITA EMPALME EN UNA MISMA SECCION MÁS DEL 25% DE LAS VARILLAS "SE DEBE DON EMPALMES CONTIGUOS" P.O. LO QUE DESARROLLO ADECUADO

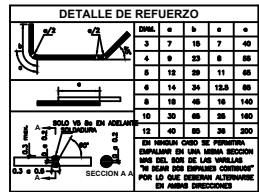
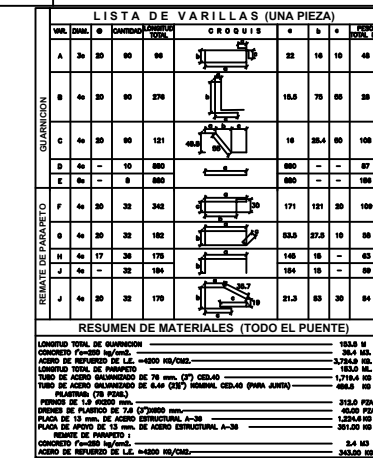
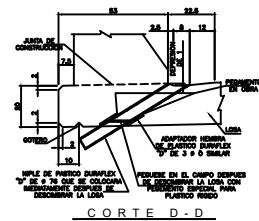
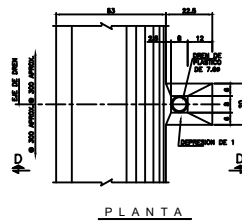
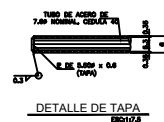
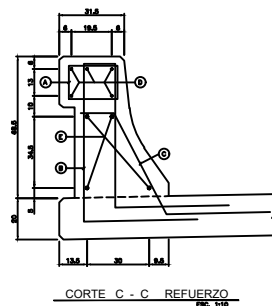
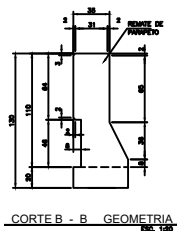
	..	..
	..	..
	..	..
OBSERVACION		FECHA

Vo. Bo. DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS	
Director General Adjunto de Propiedad	Director Troncos
Ing. Agustín Melo Amador	Ing. Alberto Corwin Arles
Proyectista	Comensacionista
Ing. Juan Carlos	Ing. Ignacio Andrés Alvarado Díaz

	SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
---	---

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS	
PUENTE SIN NOMBRE	
KM 140+620 CUERPO DERECHO	
CABALFUTÉ No.4 - GEOMETRIA Y	
REFUEZOS (HOJA 2 DE 3)	

CREDITO: 400 MONEDAS DE LA UNIDAD DE MONEDA TRABAJO: 100 MONEDAS DE LA UNIDAD DE MONEDA MATERIAL: 100 MONEDAS DE LA UNIDAD DE MONEDA	No. 140-09-04-31 ORIGIN: ENTORQUE: MEDIO - CUERPO: 20 No. 1654-4-14
TITULO: D.N. 1. FEBRERO 1984	0



NOTAS

1. ACCIONES EN CONCRETOS EXCEPTO INDICADAS EN OTRO LUGAR.

2. RECLUTAMIENTO A PISO EXTERIOR DE VUELTA TRANSVERSAL = 3.0 cm. (LECHO INF.)

3. RECLUTAMIENTO A PISO EXTERIOR DE VUELTA TRANSVERSAL = 3.0 cm. (LECHO SUP.)

4. LA ANCHA DE SOLUCION UTILIZADA DEBE TENER 100 mm de ANCHURA

ESPECIFICACIONES

LA ULTIMA EDICION DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LAS SIGUIENTES CATEGORIAS:

ARMADURAS	R. C. T. 4.01.02.00.00.
ASOS PARA CONCRETO	R. C. T. 4.01.02.03.00.
ACIDOS DE FUNDICION	R. C. T. 4.01.02.04.00.
	R. C. T. 4.01.02.05.00 A 4.01.02.05.09

DEBE SER EL LE - 4000 Y MAYOR, CON ARMAMIENTO MINIMO DE 20 mm de C O 20 mm de C O 20 mm de C.

R. C. T. 4.01.02.05.00.

SOLADURA

CONCRETO

SE USA CONCRETO $f'_{cm}=2800 \text{ kg/cm}^2$ CUBA COMPACTADA NO SERA MENOR DE 0.8 CON REFORZAMIENTO DE A A 10mm. TIEMPO MAXIMO DEL ARMADO GRUESO DE 2.0 m. SERA DE 1.5 m. EL TIEMPO DE CURADO QUE EL CONTRATO REQUIERA USAR AGUA TIPO AFINO PARA EL CONCRETO, SERA EVITIVA OCUPANDO LA CALIDAD Y DISPOSICION DE ESTOS PRODUCTOS PRESENTADOS A LA S. C. T. PRUEBAS INTERFERENTES DE SU USO CON LOS AGENDADOS Y GEMETO A UTILIZAR Y CONTENDIDO LA AUTORIZACION COPIAR.

LA FLACION DEL ACERO DE REFUERZO SE HARA EN TAL FORMA QUE EL ARMADO NO SE DEPLAZARÁ O SE DESALINE DURANTE EL COCADO Y ENDURECIMIENTO, EL RESIDENTE CUBA MEDIDOS AL RESPECTO.

LOS UNIDADES DEL ACERO DE REFUERZO DEBEN INCLUIR BULLETES, BARRAS PAPA AFINADO, ALAMANE, THRAPLES, ETC. DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES RESPECTIVAS.

RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION

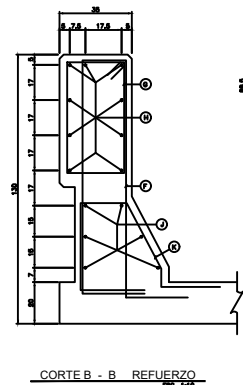
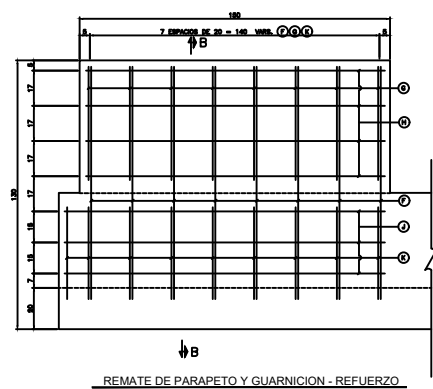
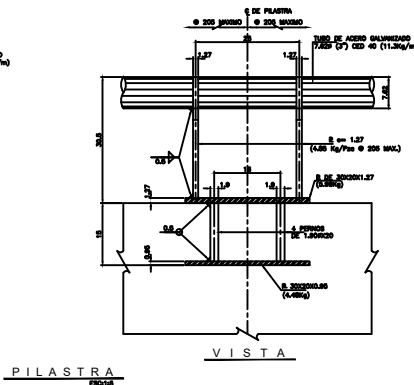
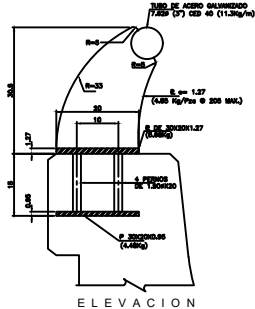
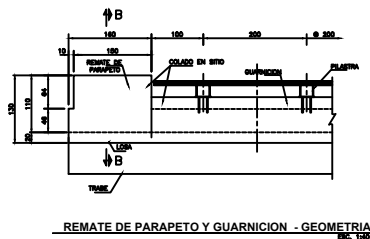
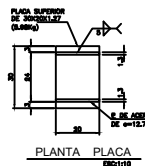
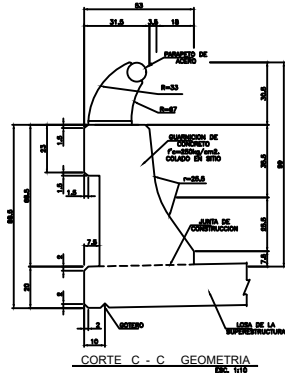
SE TIENEN ESPECIAL CUIDADO AL EFECTUAR LOS COLADOS DE QUE EL CONCRETO HA SIDO DEBIDAMENTE PASTA ENTERO QUE EL AGREGADO GRUESO SE DISTRIBUYE Y SE DEPOSITA EN EL FONDO DEL AREA POR COLAR.

DEBE EVITARSE LA VIBRACION EN LA SUPERFICIE DE LA PASTA DEBIDAMENTE APLICADA POR EL COLADO DE LA GUARDIARRON SIEMPRE DE MADERA DE TRUPEO DE UNA SOLA PIEDRA, LA COLOCACION DE CHIMBA DE HIERRO EN FORMA QUE SE ABIGARNE UNA LAMINA DE 10 CM. DE ANCHO CON EL COLADO.

ANTES DEL COLADO DE LA GUARDIARRON DEBE ASEGURARSE ARIADO EL REPUZADO DEL CONCRETO DE LA GUARDIARRON CON EL COLADO DE LA GUARDIARRON.

LA AMADA DE COLADO DEBEN SER DE ESTRUCTURA Y LA GUARDIARRON DE PARRAMA DE ACORDO A LO INDICADO EN EL CAPITULO 3.01.02.02.02-0.30.

DEBE EVITARSE LA VIBRACION EN LA SUPERFICIE DE LA PASTA DEBIDAMENTE APLICADA EN LAS UNIDADES DE VIGANAS DE LA PARRAMA POSTERIOREMENTE ARIADO EN EL CAMPO LAS PLACAS METALICAS LAS PARRAS METALICAS DEL PARRAMA SIEMPRE CUBIERTAS CON PLACAS DE ALUMINIO DE 10 CM. DE ANCHO Y DE 10 CM. DE ALTO PARA EVITAR LAS NORMAS PARA CONSTRUCCION E INSTALACIONES DE LA S.C.T.





-	-	-
-	-	-
-	-	-
OBSERVACION		FECHA
Vc. DE. DEDICACION GENERAL DE CARRETERAS		
Director General Adjunto de Proyecto		Director Técnico
<u>Ing. Agustín Hdez. Arreola</u>		<u>Ing. Alberto Carlos Arden</u>
Proyectista		Comisionaria
<u>Ing. Juan Carlos Arreola</u>		<u>Dr. Ignacio Muñoz Arce</u>
 SCT SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS PUENTE SIN NOMBRE KM 140+620 CUERPO DERECHO RETIRO DE MATERIAL PARA RASTRO DE CAUCE		
OFICINA JEFE DE LA DE LA DE RECTOR TERCERA SECCION DE RECTOR - SECCION ALIQUINA SECCION DE RECTOR - SECCION ALIQUINA NO. 140-04-201 OFICINA SECCION DE RECTOR - CUERPO DERECHO NO. 16544-17		
		0