



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA
COLEGIO DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**Proceso constructivo del mantenimiento al
puente vehicular San Marcos ubicado en el km
25+687 de la carretera interserrana**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

ALFONSO GUERRERO RAMÍREZ

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. JULIETA DOMÍNGUEZ LÓPEZ

MARZO 2026



BUAP

Oficio No. SAC/0414/2026

**C. Alfonso Guerrero Ramírez -920012805-
Pasante de la carrera de ingeniería Civil
Presente.**

En atención al Tema de Tesis que puso Usted a consideración de la Coordinación de Área y de esta Secretaría Académica en coordinación con la Dirección de ésta Facultad de Ingeniería, dentro del marco de Titulación por Examen Profesional, como medio de Titulación se dio revisión y se ha autorizado el tema denominado:

“PROCESO CONSTRUCTIVO DEL MANTENIMIENTO AL PUENTE VEHICULAR SAN MARCOS, UBICADO EN EL KM 25+687 DE LA CARRETERA INTERSERRANA”

Por lo anterior hacemos de su conocimiento que se asigna como director de tema a la Dra. Julieta Domínguez López.

Sin más por el momento, le envío la seguridad de mi consideración más distinguida.

Atentamente

“Pensar bien, para vivir mejor.”

H. Puebla de Z. a 13 de febrero de 2026

M. I. Angel Cecilio Guerrero Zamora
Director



M'ACGZ/M'VGL/barv
C.c.p. Interesado
C.c.p. Archivo

M.I. Angel Cecilio Guerrero Zamora
Director De La Facultad De Ingeniería
Benemérita Universidad Autónoma De Puebla
P r e s e n t e:

El que suscribe M.I. Juan Luis Castillo Pensado, Director de tesis del tema denominado:

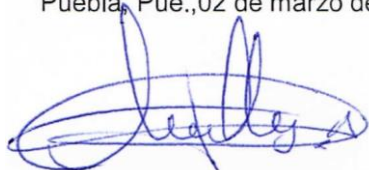
"Proceso constructivo del mantenimiento al puente vehicular San Marcos ubicado en el km 25+687 de la carretera interserrana "

Presentada por el C. Alfonso Guerrero Ramírez, -920012805 -, pasante del colegio de Ingeniería Civil y en atención al oficio No. SAC/ 0414 / 2026, con fecha de emisión 13 de febrero de 2026, me permito informar a usted que después de haber revisado cuidadosamente el contenido temático, metodología, redacción y ortografía de la tesis correspondiente, no tengo inconveniente en autorizar la impresión del mismo.

Sin otro particular, le reitero la seguridad de mi atenta y distinguida consideración.

Atentamente

Puebla, Pue., 02 de marzo de 2026



Dra. Julieta Domínguez López
Directora de tesis

INDICE

INTRODUCCION	1
JUSTIFICACIÓN	3
ANTECEDENTES	4
OBJETIVOS	5
CAPÍTULO I.....	9
CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SITIO	9
1.1 Descripción General de la Zona.....	9
1.2 Hidrografía	12
1.3 Geología.....	13
CAPÍTULO II.....	17
SUBESTRUCTURA	17
2.1 Muro Gavión	17
2.2 Encamisado de pila 2	25
CAPÍTULO III.....	27
SUPERESTRUCTURA	27
3.1 Demolición o desmantelamiento	27
3.2 Fabricación y habilitado de acero estructural	31
3.3 Sand blasteo o limpieza a chorro	44
3.4 Recubrimientos de superficies con pintura, para estructuras (primario)	52
3.5 Recubrimientos de superficies con pintura, para estructuras (intermedio)	58
3.6 Pintura de poliuretano de altos sólidos, especial elastómeros en color que fije la dependencia (sylpyl 2001 as o similar) de 2 componentes en color amarillo	66
3.7 Sustitución de apoyos de neopreno	73
3.8 Parapetos Mixtos.....	93
3.9 Reposición de juntas de dilatación	100

CAPÍTULO IV	119
OBRAS COMPLEMENTARIAS Y PAVIMENTOS	119
4.1 Lavaderos.....	119
4.2 Renivelación con carpeta asfáltica en caliente en accesos.	123
CAPÍTULO V	127
SEÑALAMIENTOS Y DISPOSITIVOS DIVERSOS	127
5.1 Marcas sobre el pavimento, raya separadora de carriles continua sencilla "m-1.1" con pintura convencional, retroreflejante de 15 cm de ancho (longitud efectiva).	127
5.2 Marcas sobre el pavimento, raya de la orilla derecha continua "m-3.1" con pintura convencional, retroreflejante de 10 cm de ancho (longitud efectiva).	129
5.3 Botones dh-1, color amarillo, plásticos a dos caras, por unidad de obra terminada.....	133
5.4 Botones dh-1, color blanco, plásticos a dos caras, por unidad de obra terminada.....	137
5.5 Señal de información general sig-8 nombre de obras, con un tablero de 40x178 cm, en dos postes, con película reflejante tipo b, por unidad de obra terminada	141
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	144
BIBLIOGRAFÍA	148

INTRODUCCIÓN

Esta tesis consisten en el proceso constructivo de cada etapa y conceptos a realizar para reparar y mejorar las condiciones actuales del puente, el cual tiene el siguiente nombre de obra asignado por la SCT “Proceso constructivo del mantenimiento al puente vehicular San Marcos ubicado en el km 25+ 687 de la carretera interserrana” con una sección de corona de siete metros sobre la estructura (7.00 m), conformada por dos carriles de tres metros (3.50 m) banquetas, guarniciones y parapetos en sus extremos.

El reforzamiento de la estructura existente sobre el camino fue en la superestructura, la cual está definida como un puente de 75.00 m de longitud, y está constituido por tres claros de aproximadamente 25.00 m y un ancho de 9.80 m, que aloja dos carriles de circulación. La estructuración básica, es a base de una superestructura a base de dos traveses metálicas de 1.45 m de peralte de acero estructural (A-36) trabajando en sección compuesta con una losa de rodapié de 0.26 m. de espesor. Se consideran guarniciones, banquetas y parapeto en el ancho del tablero.

La sub-estructura consiste en dos pilas intermedias a base de columnas circulares de concreto reforzado y dos estribos extremos a base de mampostería. Las traveses descansan sobre cabezales en las pilas y sobre coronas

de concreto reforzado en los estribos. Las pilas están cimentadas profundamente en un manto estable y el cuerpo del pilote se vuelve columna en la parte superior, la cual contiene un cabezal trapezoidal para el apoyo de las trabes.

Las actividades a realizar en el reforzamiento de la estructura en mención, consistió en la colocación de un muro gavión para proteger una de las pilas, el sand-blasteo de los elementos metálicos, el reforzamiento con acero estructural A-36 en las trabes metálicas, la aplicación de un primario (color gris), una capa intermedia de pintura (color blanco) y una pintura de acabado (color amarillo), se llevó a cabo la sustitución de los neoprenos, el desmantelamiento del barandal existente para posteriormente poder ligar la nueva estructura del parapeto mixto (metálico T-34. 6.1 y guarnición T- 33. 1.1), a su vez se realizó la reposición de las juntas de dilatación, también se realizó la limpieza de todos los elementos accesibles en la estructura y su debida colocación de una protección a base de un impermeabilizante con las características señaladas en el proyecto proporcionado por la SCT Federal; por otra parte se colocaron lavaderos y la re nivelación con carpeta en los accesos, para posteriormente colocar el señalamiento horizontal y vertical.

JUSTIFICACIÓN

Es importante realizar estos trabajos, debido a la situación actual en la que se encuentra el Puente San Marcos. La dependencia de conservación de carreteras de la SCT al realizar la inspección física observo en la subestructura que el cauce tenía una desviación no central, el cual daba directo a una de las pilas, por lo cual dictaminaron intervenir el cauce para redireccionarlo y para prevenir afectaciones a la subestructura se dictamino reforzar dicha columna aumentando el diámetro y colocando un muro gavión para protección de futuras avenida del cauce, con respecto a la super estructura se dictamino en la inspección física que las trabes metálicas se tienen que reforzar ya que las existentes presentan un grado de deformación (pandeo) así como un notable deterioro en la pintura con corrosión considerable , el parapeto existente (Barandal)se dictamino sustituirlo por un parapeto mixto debido a que se encuentra con alto grado de corrosión, los neoprenos existentes se encuentran fallados debido a su vida útil los cuales se van a sustituir así como las juntas de dilatación en los tres claros, sandblasteo a todos los elementos metálicos, aplicar primario, pintura e impermeabilizante a los elementos de concreto así como el señalamiento horizontal y vertical, por lo cual todo lo mencionado basado en un proyecto aplicando las normas y reglamentos vigentes de la SCT Federal se procedió a realizar la ejecución de la obra en mención.

ANTECEDENTES

El puente San Marcos se construyó hace 50 años con normas y reglamentos de construcción más flexibles que los actuales debido al bajo aforo vehicular de esa época, cabe mencionar que en la región existen minas de pizarra por donde circulan camiones full doble remolque por lo cual las exigencias de carga son mayores, es una vía de comunicación de vital importancia ya que atiende zonas vulnerables, es parte de la infraestructura carretera de la sierra norte del estado de Puebla, que tiene un aforo vehicular considerable, es la única vía de comunicación que conecta a múltiples municipios de la sierra norte del estado de Puebla, es el medio del desarrollo económico y la movilidad de la región.

OBJETIVOS

Realizar la modernización del puente con nombre de la obra; “Proceso constructivo del mantenimiento al puente vehicular San Marcos ubicado en el km 25+687 de la carretera interserrana”.

El objetivo es plasmar paso a paso de forma técnica y practica la ejecución de los trabajos basado en un proyecto ejecutivo proporcionado por la dependencia (SCT Federal), aplicar las normas vigentes de construcción, para lo cual es necesario el siguiente catálogo de conceptos a realizar, donde se identifica bajo que normas se tienen que aplicar en cada partida, que unidad de volumen se utiliza y la cantidad a ejecutad de cada concepto, mostrar para este tipo de estructuras los elementos necesarios a utilizar en la ejecución de la obra, por otro lado identificar la maquinaria, materiales y mano de obra que son necesarios para realizar cada concepto.

CAPÍTULO I

CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SITIO

1.1 Descripción General de la Zona

Localización del Sitio : Puente San Marcos ubicado en el km 25+687 de la Carretera Interserrana, Tramo: Zacatlán – Ahuacatlán. (Figura I)

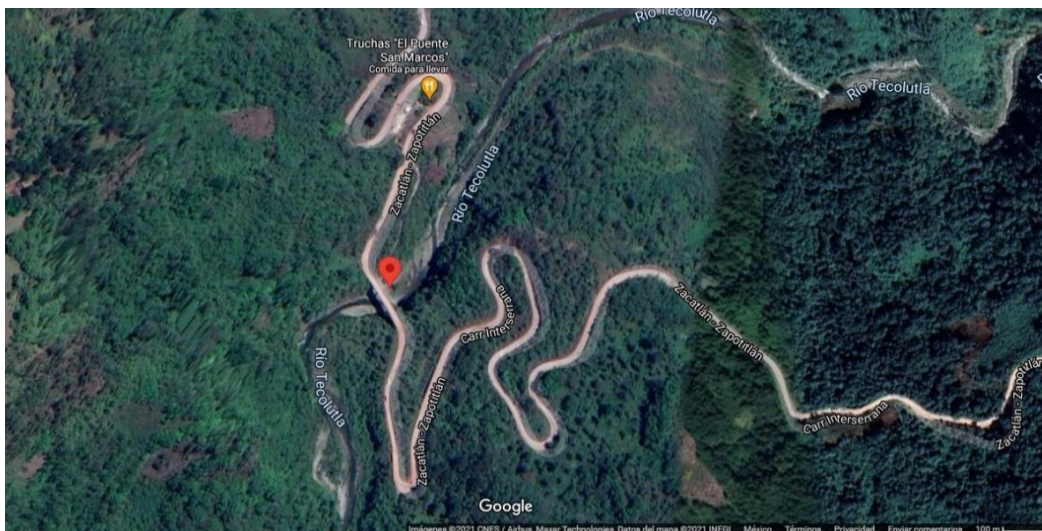


Figura I. Imagen tomada de INEGI.

Localización Geográfica: El municipio de Zacatlán localiza en la Sierra Norte del estado de Puebla (Figura II y III), ubicándose al occidente de esta, su altitud promedio es de 2,040.00 msnm.

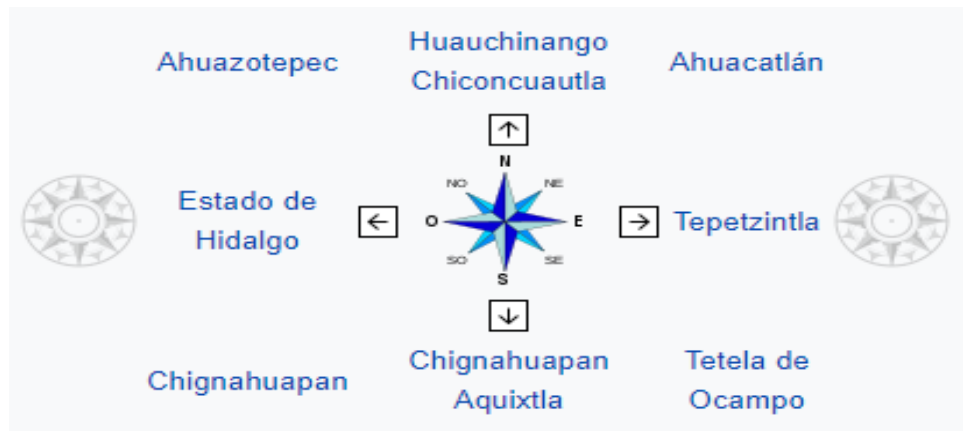


Figura II. Colindancias de Zacatlán internet

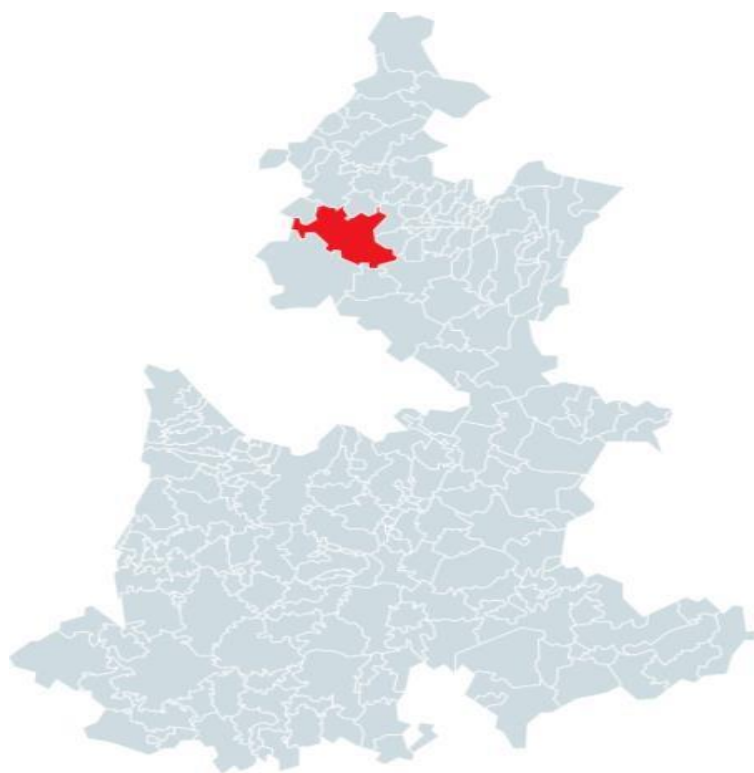


Figura III. Localización Geográfica

1.2 Hidrografía

Dentro de la cuenca hidrológica del golfo, se encuentra el municipio de Zacatlán, rodeado de los ríos Hueyapan, Cedazo, Maquixtla; Tepexco, la Ferrería, Tlayaquia y Atlixcala. (Figura IV y V).

REGIONES, CUENCAS Y SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS

CUADRO 1.7

REGIÓN		CUENCA		SUBCUENCA		% DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL
CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	
RH27	TUXPAN-NAUTLA	B	R. TECOLUTLA	b	R. NEXAPA	23.43
				c	R. LAXAXALPAN	62.67
				d	R. TECUANTEPEC	13.90

FUENTE: **CGSNEGI**. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales,
1:250 000.

Figura IV INEGI

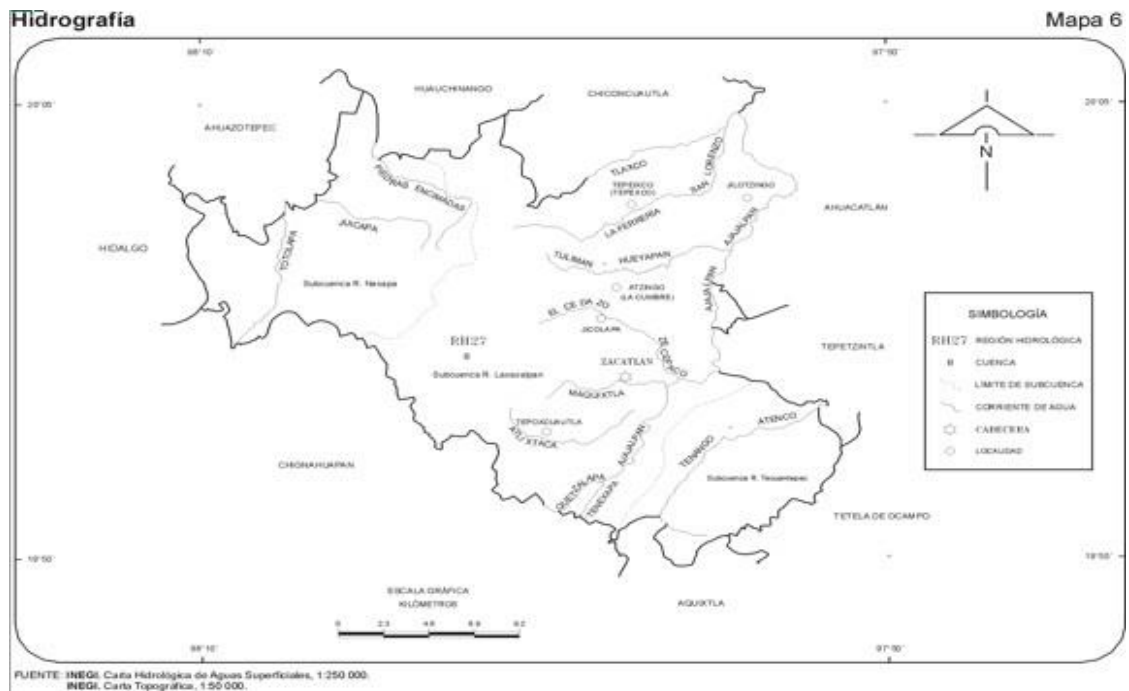


Figura V. INEGI Bosquejo Hidrográfico hidrografía de Puebla.

1.3 Geología

Los tipos de suelos que se encuentran en este municipio son Luvisol, Andosol, Vertisol, Cambisol y Rendzina. (Figura V y VI).

GEOLOGÍA

CUADRO 1.5

ERA		PERÍODO		ROCA O SUELO	UNIDAD LITOLÓGICA		% DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL
CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE		CLAVE	NOMBRE	
C	CENOZOICO	Q	CUATERNARIO	SUELO	(al)	ALUVIAL	0.95
		T	TERCIARIO	ÍGNEA EXTRUSIVA	(ta)	TOBA ÁCIDA	43.74
					(r)	RIOLITA	2.45
					(b)	BASALTO	25.61
					(rd)	RIODACITA	0.27
					(b-bvb)	BASALTO-BRECHA VOLCÁNICA BÁSICA	0.41
					(a)	ANDESITA	0.14
M	MESOZOICO	K	CRETÁCICO	SEDIMENTARIA	(cz)	CALIZA	22.89
		J	JURÁSICO	SEDIMENTARIA	(cz-lu)	CALIZA-LUTITA	3.54

FUENTE: **INEGI**. Carta Geológica 1:250 000. Digital. Inédito.

Figura VI. INEGI

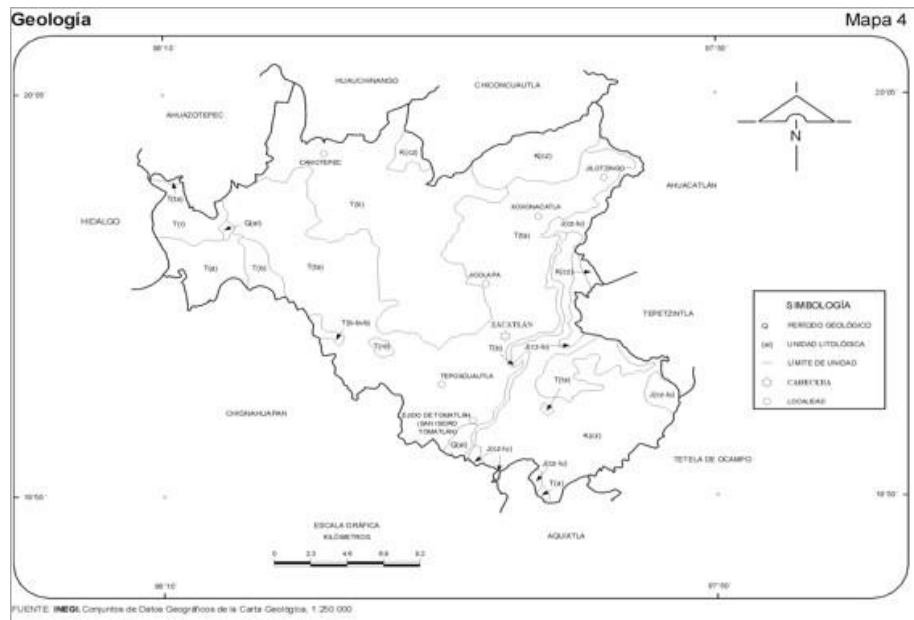


Figura VII. INEGI Bosquejo Geológico Regional

CAPÍTULO II

SUBESTRUCTURA

2.1 Muro Gavión

En el siguiente plano se distingue el muro gavión.

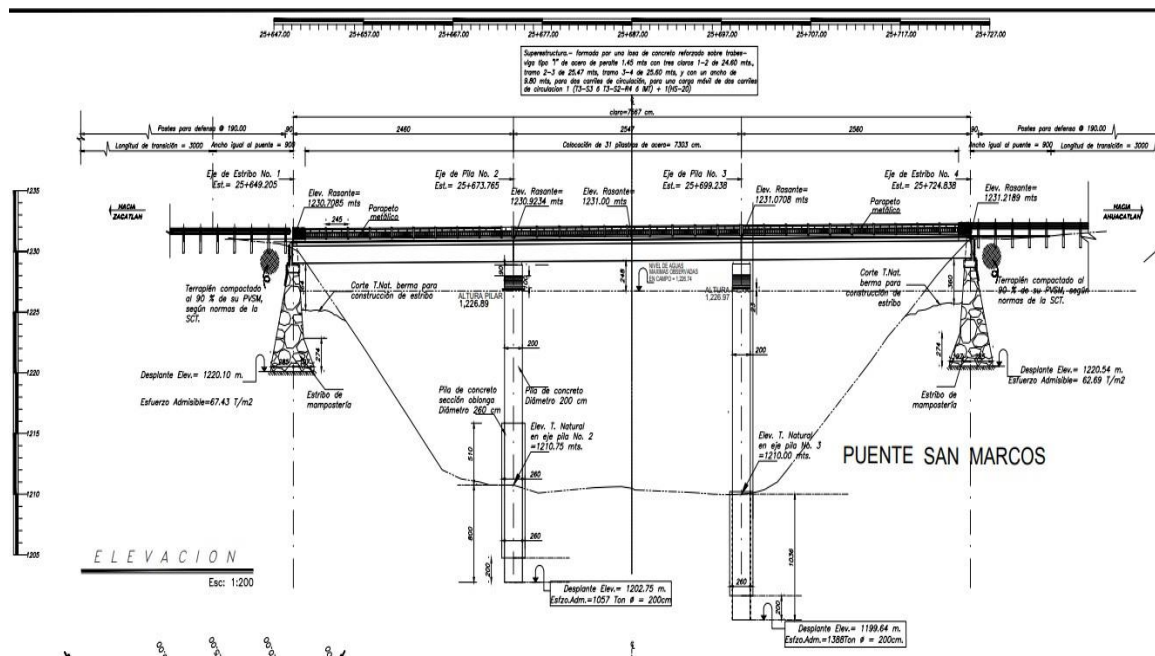


Figura VII. SCT Federal. Plano general del Puente San Marcos

El muro gavión se define como un contenedor prismático, realizado con malla de alambre hexagonal teniendo una abertura tipo 0.08 x 0.10m, con un diámetro de alambre de la malla 2.7 mm, reforzado en todas sus aristas con alambre de 3.4 mm, fuertemente galvanizado. Para amarre y tensores el alambre debe tener 2.2 mm de diámetro, con celdas internas repartidas uniformemente, se interconectan con otras unidades similares, las cuales se llenan con piedras en el lugar de la obra para formar así una estructura flexible, permeable y monolítica. (Figura VII).

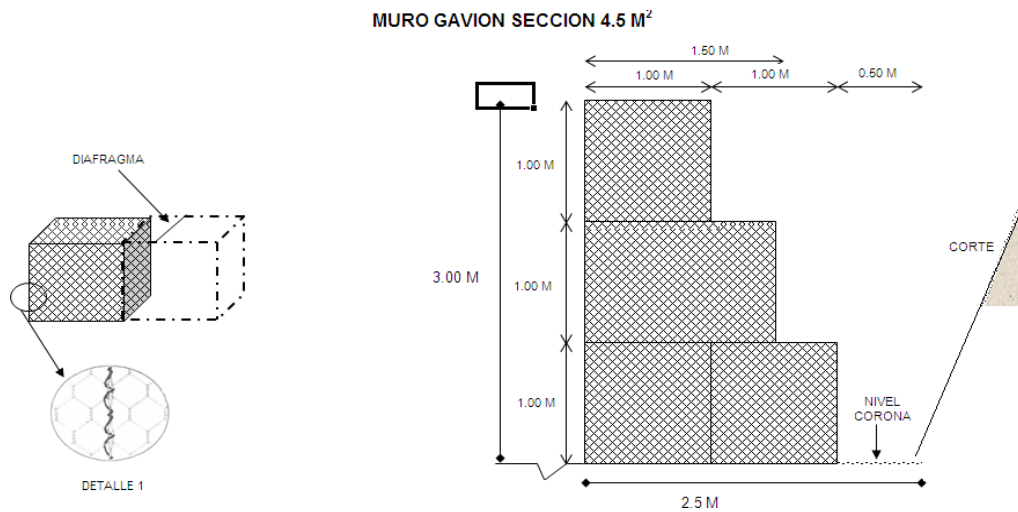


Figura VIII. Figura esquemática de muro Gavión del estudio de la SCT anexo.

Desarrollo de la Actividad

Previamente a la ejecución de este concepto de trabajo, se realizó el redireccionamiento del cauce existente (Figura VIII), con la finalidad de obtener una mejor trabajabilidad y evitar la saturación del nivel freático en el lugar .



Figura IX. Foto de autoría propia desvío del cauce para la construcción del muro gavión con excavadora 320 D CAT

Posteriormente a esta actividad se llevó a cabo la ubicación ya armada de los gaviones, se colocó la caja desdoblada y extendida sobre una superficie, levantando los lados colocándolos en la posición vertical doblándolos por sus aristas. Se amarraron las cuatro aristas verticales y los diafragmas a las paredes laterales con el alambre de amarre provisto a tal fin. Esto se efectuó mediante una costura continua que atraviesa todos los huecos de las mallas alternativamente con una vuelta doble y una simple.



Figura X. Autoría Propia, Vista panorámica del nivel freático tomada en el proceso de construcción.



Figura XI. Autoría propia. Proceso del armado y llenado del muro gavión.

Se amarraron cada muro gavión a los adyacentes a lo largo de las aristas en contacto, tanto de manera horizontal como de manera vertical, antes del llenado. La costura se efectuó de idéntico modo, con el alambre de amarre y vueltas alternativas simples y dobles por cada hexágono de la malla. (Figura IX).

Para el material de relleno se utilizó piedra sana no intemperizable y angulosa con cara para buscar un buen acomodo y con tamaño de 4" a 8" de diámetro y peso específico de 2.3 a 2.5 ton/m³.



Figura XII. Autoría propia. Proceso constructivo de armado del muro gavión.

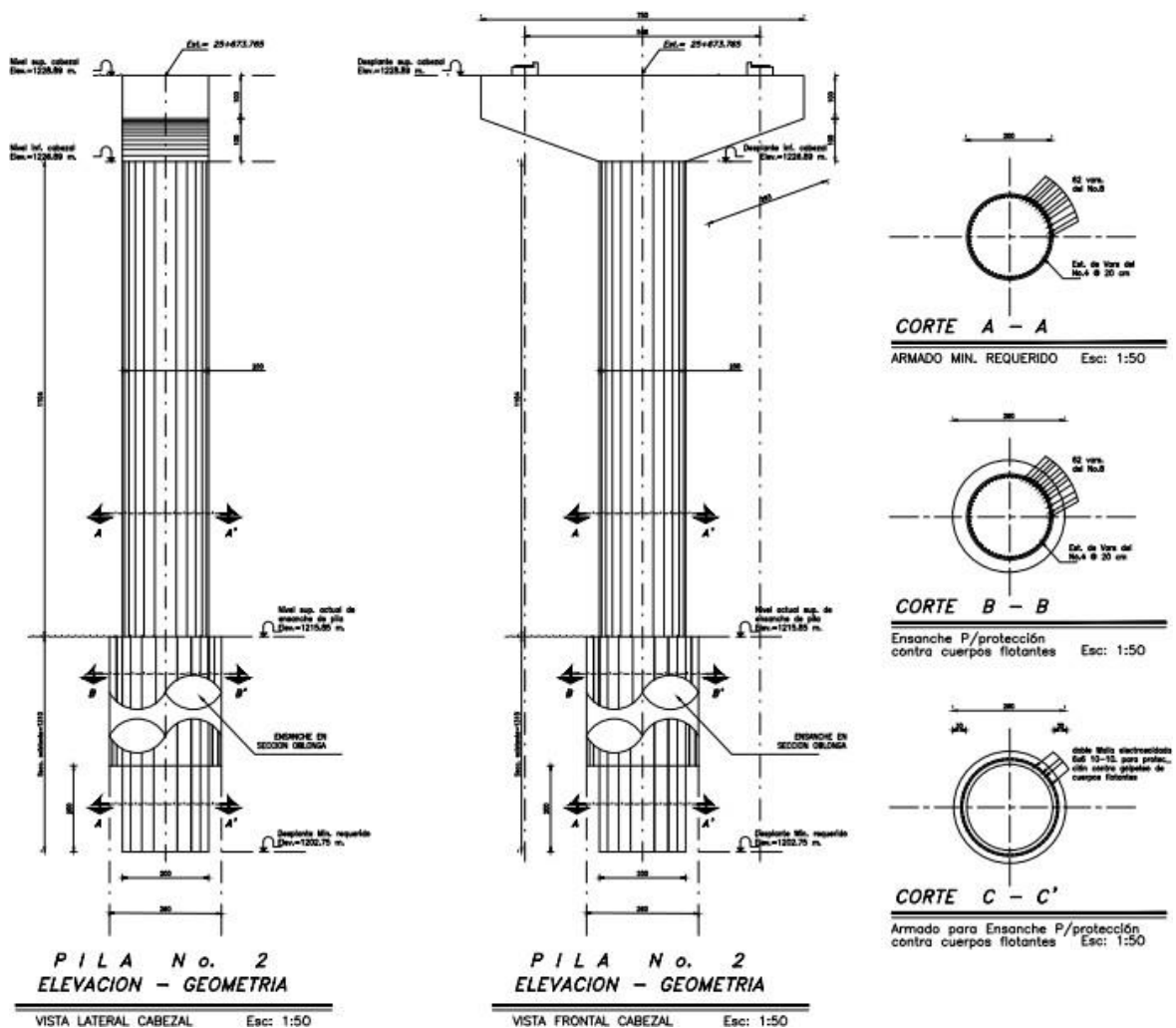


Figura XIII. Imagen tomada de planos “as- built” de la SCT federal

Detalle Geométrico de Pilas.

Durante el proceso de rellenado se utilizaron tirantes de alambre a un tercio de su altura (para gaviones de 1 m de alto); en ambos sentidos, alrededor de dos hexágonos de la malla se unen las caras opuestas con las extremidades atadas alrededor de ellos. Esta operación se repite cuando el gavión este lleno hasta los dos tercios (para altura de 1 m) separados horizontalmente a un tercio en longitudes de 1 m, a cada 33 cm en todos los sentidos.

La última capa del relleno se colocó sobrepasando la altura del gavión en aproximadamente 5 cm, de modo tal que cuando la piedra realice su acomodamiento, el gavión no quede vacío en su parte superior. (Figura XIV).



Figura XIV. Autoría propia. Proceso constructivo de armado del muro gavión.

2.2 Encamisado de pila 2.

De acuerdo con el estudio de proyecto se realizó el concepto del muro gavión sin contratiempos en base a lo establecido, determinado ampliar el diámetro de la pila 2 en la parte inferior para ensancharla (Encamisado) para protección contra golpeo de cuerpos flotantes con concreto armado, con doble malla 6- 6 10- 10 y concreto $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$. A continuación, se muestran las imágenes del proceso constructivo de dicho concepto.



Imagen XV. Autoría propia. Cimbrado y colado del ensanchamiento de pila 2.



Figura XVI. Autoría propia. Colado del ensanchamiento de pila 3.

CAPÍTULO III

SUPERESTRUCTURA

3.1 Demolición o desmantelamiento.

En este concepto se retiró el parapeto existente con equipo de oxicorte debido a que el existente tenía un alto grado de corrosión. El cual fue entregado a la dependencia.



Figura XVII. Autoría propia. Corte con cortadora a la profundidad indicada para no dañar el acero.



Figura XVIII. Autoría propia. Desmantelamiento del barandal existente.

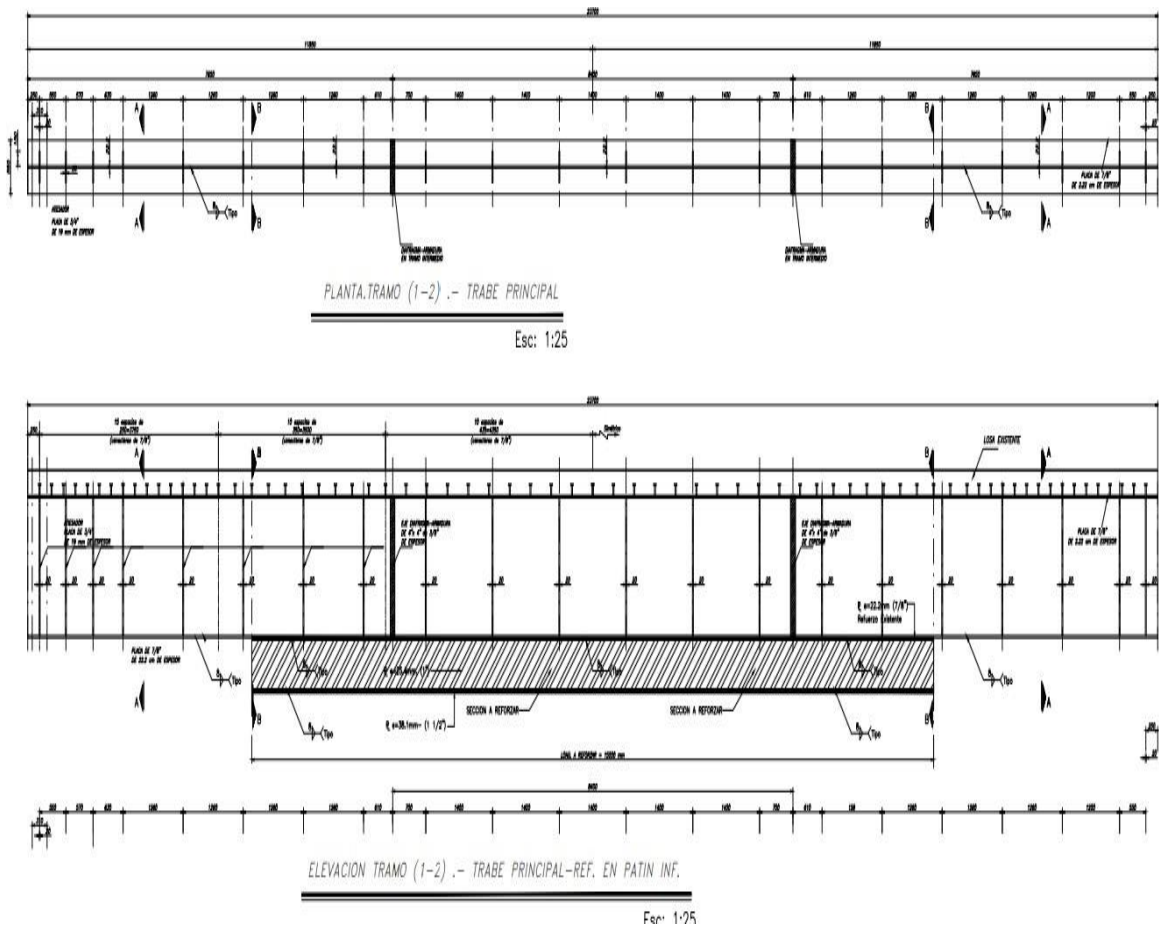
Corte con equipo de oxicorte de placas y pernos para el desmantelamiento.



**Figura XIX. Autoría propia. Demolición con equipo neumático para
alojar las juntas de dilatación.**

3.2 Fabricación y habilitado de acero estructural

El reforzamiento de la estructura existente sobre el camino será en la superestructura, la cual está definida como un puente de 75.00 m de longitud, y está constituido por tres claros de aproximadamente 25.00 m y un ancho de 9.8 m, que aloja dos carriles de circulación. La estructuración básica, es a base de una superestructura a base de dos traveses metálicas de 1.45 m de peralte de acero estructural (A-36) trabajando en sección compuesta con una losa de rodamiento de 26 cm. de espesor.



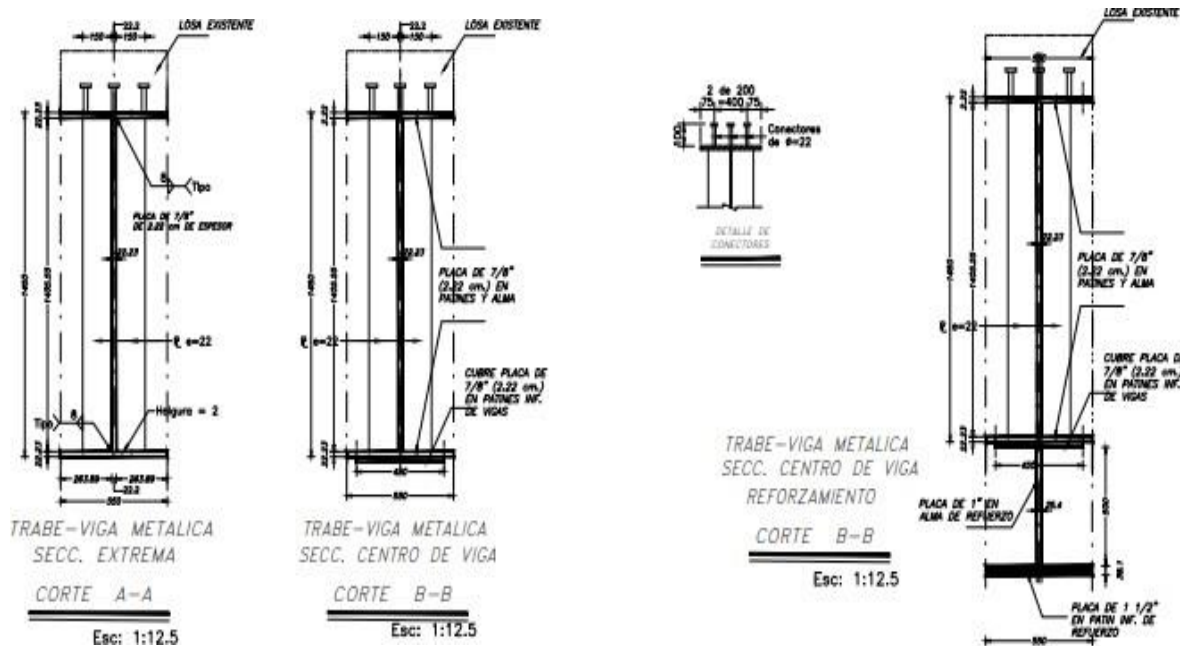


Figura XIX. Detalle de refuerzo en trabe 1-2 planos proporcionados por la SCT anexo

Antes de dar inicio con las operaciones de soldadura en uniones soldadas a tope, en miembros laminados o compuestos de sección transversal en forma de “H”, “I” o de cajón, o en cualquier miembro en el que se espere que se presenten grandes esfuerzos por contracción o distorsión, se formuló un procedimiento de soldadura donde se fijó la secuencia de las operaciones, así como el control de dichos esfuerzos; este procedimiento se presentó a la Dependencia para su aprobación correspondiente para su aprobación.

Fabricación y habilitación

Las características y dimensiones de los elementos y de sus partes, se apegaron conforme lo establecido en el proyecto o aprobado por la Dependencia.

Todo el material que se utilizó para la fabricación y habilitación de las piezas de acero estructural y elementos metálicos, se enderezaron previamente, excepto en los casos en que por las condiciones del proyecto tuvieran forma curva.

El enderezado se realizó en frío y por medios mecánicos. La temperatura de las zonas calentadas no debió exceder los seiscientos cincuenta (650) grados Celsius.

Los extremos de piezas que transmiten compresión por contacto directo, se prepararon por medio de cortes muy cuidadosos, cepillado que proporcionen un acabado tal, que dicho contacto sea uniforme.



Figura XXI. Autoría propia. Biselado de placas con equipo de oxicorte.



Figura XXII. Autoría propia Fabricación de traveses de refuerzo de acero A-36, transporte y soldadura en traveses existentes.

Soldadura

Las superficies soldadas se revisaron para que estuvieran libres de escamas sueltas, escoria, óxido, grasa, humedad o cualquier otro material extraño, para producir superficies tersas, uniformes, libres de rebabas, sin desgarraduras, grietas u otros defectos que pudieran disminuir la eficiencia de la junta.

La superficie comprendida dentro de una distancia mínima de cinco (5) centímetros alrededor de una junta por soldar, se cuidó de estar libre de cualquier recubrimiento que impida una soldadura apropiada o produzca gases perjudiciales durante la operación.

Para la soldadura de filete, las piezas se pusieron en su posición tan cerca como fuera posible y en ningún estuvieron separadas más de cinco (5) milímetros.

La separación entre las superficies en contacto de juntas traslapadas, así como las de placas de juntas a tope con la placa de retención, no excedió de uno coma seis (1,6) milímetros. El ajuste de las juntas que no estén selladas por soldadura en toda su longitud, se realizó de tal forma que una vez pintadas, no permitan el paso del agua.

Las partes por soldar se mantuvieron en su posición correcta hasta terminar el proceso de soldadura, lo que se logró mediante el uso de pernos, prensas, cuñas, tirantes, puntales, u otros dispositivos adecuados o también

mediante puntos provisionales de soldadura. En todos los casos se tomó en cuenta la tolerancia adecuada para el alabeo y la contracción.

Se tuvo cuidado que las partes por soldar se mantuvieran en su posición correcta hasta terminar el proceso de soldadura, se logró mediante el uso de pernos, prensas, cuñas, tirantes, puntales, u otros dispositivos adecuados o también mediante puntos provisionales de soldadura. En todos los casos se tuvo en cuenta la tolerancia adecuada para el alabeo y la contracción.

Los puntos de soldadura se limpiaron y fundieron completamente con la soldadura definitiva y las soldaduras provisionales se removieron con esmeril hasta emparejar la superficie original. Los cordones de soldadura que se consideren defectuosos se eliminaron antes de colocar el siguiente cordón.

El ensamblado, unión y soldadura de las partes de un elemento de acero estructural, evitaran deformaciones innecesarias y reducción al mínimo los esfuerzos por contracciones.



Figura XXIII. Autoría Propia. Proceso de fabricación de traveses en taller, alineación, punteado con soldadura 70 - 18 y colocación de pernos para asegurar el alineamiento longitudinal, vertical y transversalmente.



Figura XXIV. Autoría propia. Procedimiento de izaje de trabe de refuerzo en el 1er claro



Imagen XXV. Autoría propia. Armado de trabe donde se observa el patín con placa de 1 ½" y el alma con placa de 1" de Espesor.



Imagen XXVI. Autoría propia. Soldadura de trabe de refuerzo a trabe existente alineada con sistema de tensores tipo matracas de acero Tipo T con capacidad de carga de 3 Ton.



Imagen XXVIII. Autoría propia. Izaje de Trabe de refuerzo



Imagen XXIX. Autoría propia. Izaje de trabe de refuerzo con sistema de polipastos de cadena con capacidad de 5 ton c/u.



Imagen XXX. Autoría propia. Trabe de refuerzo ya soldada.

3.3 Sand blasteo o limpieza a chorro

En referencia al Catálogo de Conceptos contratado, esta actividad en particular, es complemento para el concepto de trabajo referente a la Fabricación y habilitación de acero estructural en donde se consideraron los aspectos en los trabajos de limpieza mediante el uso de Sand Blast en trabes, diafragmas y refuerzos a base acero estructural en puentes y estructuras similares.

El SAND BLAST se define como "chorro de arena" o "arenado" y consiste en un sistema de lanzamiento de materiales abrasivos con aire a presión sobre cualquier superficie rígida, para remover oxido, escama de laminación, pintura vieja, cualquier tipo de recubrimiento de las superficies preparándolas para la aplicación de un recubrimiento. Principales abrasivos, son: Arena sílica, Oxido de Aluminio, Carburo de silicio, Bicarbonato de Sodio, Perla de vidrio, entre otros.

Las variaciones aceptables en la apariencia que no afectan la limpieza de la superficie puede incluir variaciones causadas por el tipo de acero, estado original de la superficie, espesor del acero, metal de soldadura, molino o marcas de fabricación, tratamiento térmico, zonas afectadas por el calor, granallado abrasivos y diferencias debido a la técnica de voladura.

Cuando se especifica un tipo de revestimiento, la superficie debe ser rugoso a un grado adecuado para el recubrimiento especificado. Inmediatamente

antes de la aplicación del recubrimiento, toda la superficie debe cumplir con el grado de limpieza especificado.

El procedimiento a utilizar fue el establecido por la Society Protective Coatings (SSPC), de conformidad al manual de Preparación de superficies (Joint Surface Preparation Standard), en su apartado NACE No. 1/SSPC - SP 5 White Metal Blast Cleaning o similar.



Imagen XXXI. Autoría propia. Sandblasteo de trabes existentes.

Métodos y operación de limpieza con chorro de arena

Se utilizó aire comprimido limpio y seco para el sand blasteo con arena sílica. Separadores de humedad, separadores de aceite, trampas u otros.

Cualquiera de los siguientes métodos de preparación de superficies, puede usarse para lograr un chorro abrasivo de metal blanco y obtener una superficie limpia:

Granallado en seco con aire comprimido, boquillas de chorro y abrasivo.

Granallado abrasivo en seco utilizando un ciclo cerrado, sistema abrasivo de recirculación con aire comprimido, boquilla de granallado y abrasivo, con o sin vacío para recuperación de polvo y abrasivos.

Granallado abrasivo en seco utilizando un ciclo cerrado, sistema abrasivo de recirculación con ruedas centrífugas y abrasivo.

Para este contrato en específico se utilizó el método marcado en el inciso a) de este apartado.



Figura XXXII. Autoría propia. Vista de trabe existente ya sanblasteadada y parte sin intervenir.



Figura XXXIII. Autoría propia. Se observa el equipo de sandblasteo y compresor instalado sobre la margen izquierda de la vialidad.

Abrasivos para limpieza a chorro

La selección del tamaño y tipo de abrasivo se basará en el tipo, grado y condición de la superficie del acero a ser limpiado, el tipo de sistema de limpieza por chorro empleado, la superficie acabada a producir (limpieza y rugosidad) y si el abrasivo se reciclará.

La limpieza y el tamaño de los abrasivos reciclados deben mantenerse para asegurar el cumplimiento de esta especificación. El abrasivo de limpieza por chorro debe estar seco y libre de aceite, grasa y otros contaminantes según lo determinado por la prueba. (Figura XII)

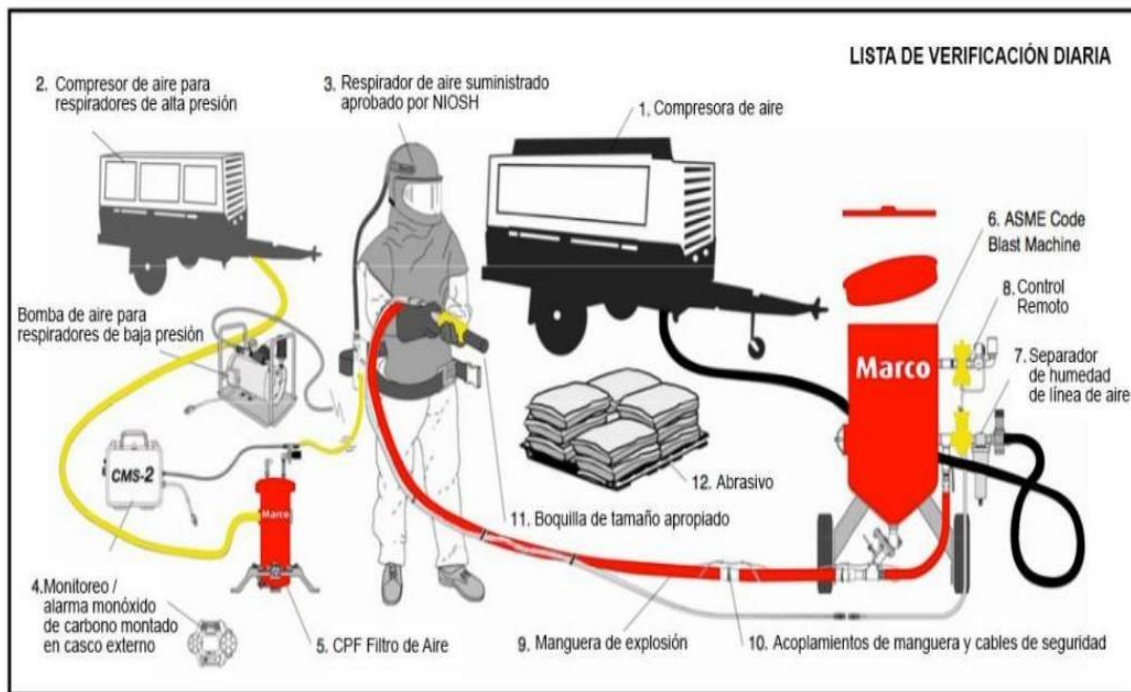


Imagen XXXIV. Imagen tomada de los planos de la SCT anexo

3.4 Recubrimientos de superficies con pintura, para estructuras (primario)

Con referencia al Catálogo de Conceptos, esta especificación particular, es complemento para el concepto de trabajo SAND BLASTEO O LIMPIEZA A CHORRO.



Imagen XXXV. Autoría Propia. Aplicación de primario inmediatamente después de sandlastear y limpieza de trabe.

B.1. Primaria

La pintura primaria se usa para protección de la estructura contra la corrosión u oxidación y se aplica directamente sobre la superficie base.

Aplicación de pintura (primario) inmediatamente después del sandblasteo.



Imagen XXXVI. Autoría propia. Aplicación de Pintura primario color Gris, inmediatamente después del Sandblasteo .



Imagen XXXVII. Autoría propia. Trabe 4 completa con pintura primario.

**Pintura de poliuretano de alta acción inhibidora de la corrosión para acero
(sypyl 20 o similar) de 2 componentes en color gris**

Aplicación del recubrimiento

Los tipos y clases de pinturas que se emplearon en los recubrimientos, fueron los indicados en el proyecto.

Se aplicó correctamente la pintura de acabado sobre superficies que muestren huellas de eflorescencia, humedad, manchas de grasa u otros defectos similares.

Límites de espesor

Algunas pinturas son especialmente sensibles a su mayor o menor espesor de película, por lo que en todos los casos se siguieron las recomendaciones del fabricante en lo que respecta al espesor máximo o mínimo por aplicarse.

3.5 Recubrimientos de superficies con pintura, para estructuras (intermedio)

Contiene los aspectos a considerar en los recubrimientos de superficies con pintura, para estructuras en carreteras de nueva construcción.

Intermedio

Esta capa protege la pintura primaria, se usa reforzar la protección de la estructura contra la corrosión u oxidación y se aplica directamente sobre el primario.

Pintura de elastomérico de poliuretano de muy alta duración en servicio (sylpyl 2600 c o similar) de 2 componentes y 100 % sólidos en color blanco como se muestra en la figura siguiente.



Imagen XXXVIII. Autoría propia. Aplicación de pintura blanca intermedio a trabe 2.

Ejecución

Condiciones generales

En la aplicación de recubrimiento con pintura se consideró lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N° LEG- 3 , Ejecución de Obra .

Aplicación del recubrimiento

Los tipos y clases de pinturas que se emplearon en los recubrimientos fueron los indicados en el proyecto.

Las pinturas tuvieron la consistencia necesaria para poder ser empleadas sin dilución previa; sin embargo, si lo indica el proyecto, la pintura será diluida. En cada caso se indicó el tipo de disolvente que se empleó y su dosificación.

Los trabajos de imprimación o sellado, emplastecido y fondo sobre las superficies, se efectuaron antes de aplicar la pintura final o de acabado, según el caso y de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

B1. Acabado

Además del uso como protección, la pintura de acabado se emplea con fines estéticos. Se aplica ya sea directamente sobre la superficie base o sobre la pintura primaria, en este caso, se aplicará posteriormente a la capa intermedia aplicada.



Imagen XXXIV. Autoría propia. Pintura blanca intermedio de trabe 4 en claro 2.

3.6 Pintura de poliuretano de altos sólidos, especial elastómeros en color que fije la dependencia (sylypyl 2001 as o similar) de 2 componentes en color amarillo

Ejecución

Condiciones generales

Para la aplicación de recubrimiento con pintura se consideró lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obra*.



Imagen XL. Autoría propia. Pintura Final en traves de poliuretano de altos solidos.



Imagen XLI. Autoría propia. Pintura final en diafragmas.



Imagen LXII. Autoría propia. Vista panorámica de pintura final en traveses existentes.



Imagen XLIII. Autoría propia. Vista panorámica de traveses existentes y traveses de refuerzo con pintura final.

3.7 Sustitución de apoyos de neopreno

Ejecución. Esta especificación se complementa con las siguientes normas:

Demoliciones y Desmantelamientos N•CTR•CAR•1• 02• 013

Antes de iniciar las maniobras de izaje se dispondrán de los dispositivos de apoyo de neopreno integral D2240 dureza Shore 60, así como placas de acero A-36.

Previo a efectuar el izaje de la superestructura se retiraron los cables de presfuerzo externo para liberar los tramos isostáticos; así como el de tener cuidado de no existir ningún obstáculo la junta de dilatación de la calzada y de las baquetas para levantar correctamente.

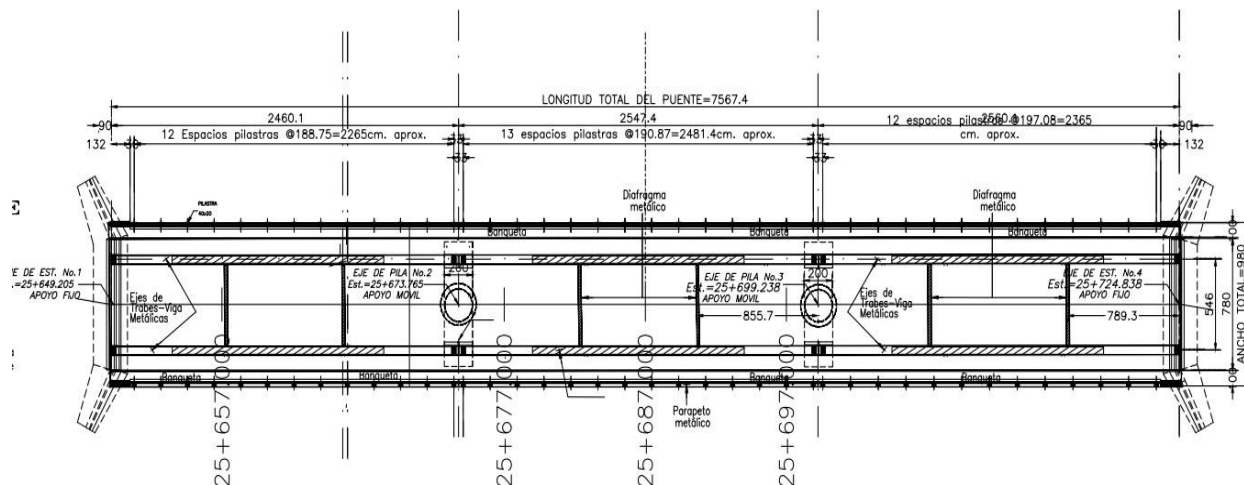
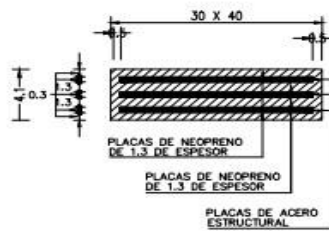


Imagen XLIV. Planos as built de la SCT. Planta general del puente.

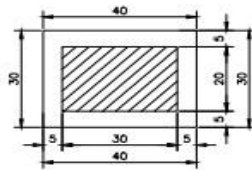
PLANTA GENERAL

Esc: 1:200



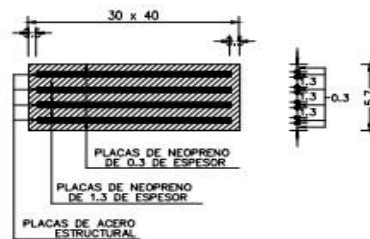
ESPESOR DE 4.1 cm.

Sin Esc.



PLANTA
APOYO DE NEOPRENO

Sin Esc.



ESPESOR DE 5.7 cm.

Sin Esc.

Imagen XLV. Planos as built de la SCT. Planta, sección y dimensiones de neoprenos.

Los apoyos de neopreno fueron diseñados para que su trabajo a la compresión sea de 100 kg/cm², admitiendo una deformación máxima del 15%.

Se retiró el sistema de apoyo existente, así como el concreto en mal estado en el paño inferior de la nervadura donde aplica, y se limpió con chorro de arena a grado metal blanco el acero de refuerzo expuesto. Finalmente, se restauró con el concreto con GROUT, para ello se colocó una cimbra perimetral al banco existente para poder vaciar el GROUT.

Cambio de apoyos en ejes de pilas

Para esta actividad el procedimiento que se siguió fue por eje de pila, es decir, se levantaron los dos extremos de superestructura que se encuentran sobre la pila en cuestión, con la finalidad de no dañar la pastilla o bloque que se localiza en la junta entre tramos de superestructura.

Para la colocación de los gatos hidráulicos se colocaron lo más cercano a la nervadura.

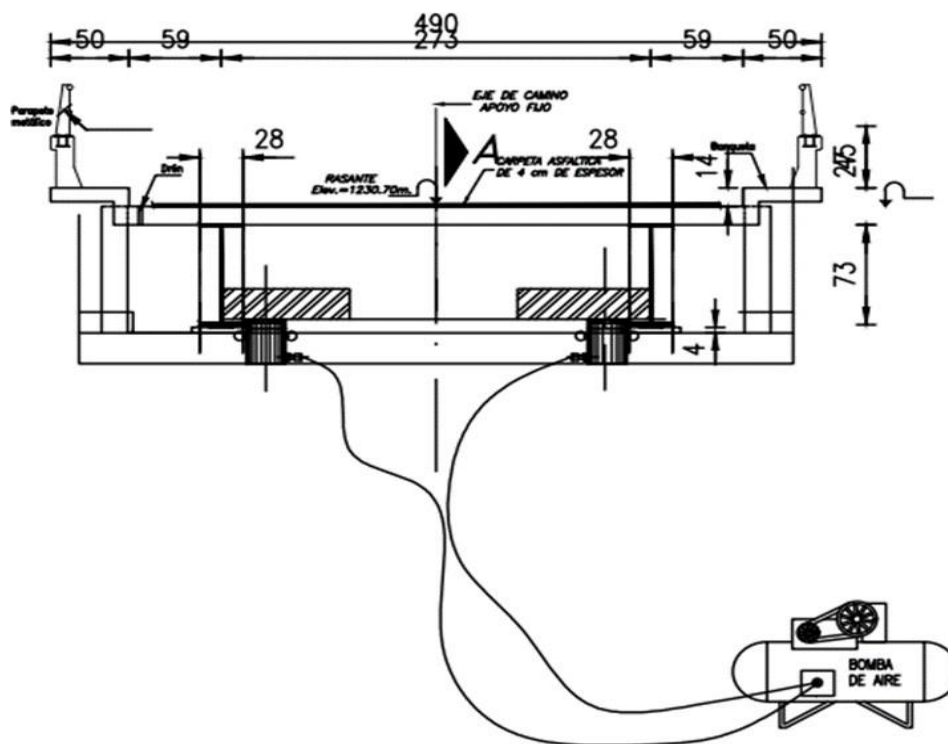


Imagen XLVI. Planos as built de la SCT. Diagrama en corte, ilustración de colocación de gatos hidráulicos apoyados sobre el caballete.

El trabajo de cambio de apoyo de neoprenos incluye la preparación de cabezales, mortero Grout para nivelar, izaje de la superestructura y el cambio de neoprenos.

Se verificó la nivelación de los bancos, el banco en su cara superior debió estar correctamente horizontal para poder colocar el apoyo, en caso contrario se debieron realizar los trabajos necesarios para que estuviera horizontalmente y en dado caso aplicar mortero Grout para su nivelación.

Se colocaron placas de acero de $\frac{1}{2}$ ", en la parte inferior y en la parte superior del diafragma para poder alojar los gatos de 120 ton, reforzando a cada 20 cm con

cartabones con placa de media para resistir las cargas concentradas y distribuirlas a la trabe, por lo anterior fue necesario cortar parte del diafragma, Como se muestra en la Figura XLVII:



Figura XLVII. Autoría propia. Corte de diafragma y reforzamiento para alojar gatos hidráulicos.



Figura XLVIII. Autoría Propia. Manómetro, mangueras hidráulicas, repartidor y conexiones rápidas para conectar en serie 4 gatos hidráulicos.

Los apoyos Integrales de Neopreno con Ace ro A-36, para puente. Estos apoyos cumplen con las especificaciones y requerimientos de la S. C. T. Generalmente son cuadrados o rectangulares. Son fabricados con Neopreno especialmente formulado para ofrecer una altísima durabilidad expuestos a la intemperie, así como la adecuada resistencia a la compresión; esto último se logra con el refuerzo de las láminas de Acero al Carbón tipo A -36 que se

integran en el apoyo durante su proceso de fabricación, vulcanizándolas al Neopreno con la ayuda de productos químicos especiales que aseguran una perfecta adhesión. Son indispensables en la construcción de puentes vehiculares.

Se realizó limpieza general de los cabezales y en particular en la zona de los apoyos, retirando el concreto entre los bancos de apoyo y las trabes, para poder hacer el izaje de la superestructura.

Se procedió a demoler y escarificar las zonas indicadas en planta del caballete o cabezal, de tal forma que nos permitiera alojar el gato (caja), en su respectiva posición como lo indica el proyecto.

Habiendo terminado estos trabajos de demolición y escarificado, se procederá a nivelar con mortero Grout las zonas de apoyo de los gatos y accesorios, ya teniendo niveladas estas zonas procedemos a colocar los gatos y accesorios en el caballete y pila del claro en cuestión. Como se muestra en la Figura XLIX:



Figura XLIX. Autoría propia. Colocación de bancos y gatos hidráulicos.



Figura L. Autoría propia. Colocación de bancos y gatos hidráulicos entre diafragma y columna.

Todas las superficies de concreto que están en contacto con el mortero Grout tuvieron que estar rugosas, limpias, sanas y libres de grasa, polvo, partes sueltas u otras materias extrañas que puedan impedir su adherencia. Antes de colocar el mortero Grout, la superficie se saturó con agua evitando encharcamiento. Las superficies metálicas estuvieron limpias, libres de grasa, oxidación, pinturas defectuosas u otras materias extrañas. Se checo la nivelación de los bancos en la cara superior comprobando que estuviese correctamente horizontal para poder colocar el apoyo, en caso contrario se aplicó mortero Grout para su nivelación.

Preparación del Producto Mortero

El mortero Grout viene listo para ser mezclado con agua, cuya cantidad varía de acuerdo a la consistencia requerida. En un recipiente de boca ancha se vierte primeramente las $\frac{2}{3}$ partes del agua de mezclado agregando en seguida el mortero Grout (vaciándolo gradualmente); efectuando un mezclado de 3 minutos como mínimo hasta obtener una consistencia homogénea y libre de grumos, posteriormente agregamos gradualmente el restante $\frac{1}{3}$ del agua requerida hasta lograr la consistencia deseada. La aplicación del Producto con la finalidad de permitir la expulsión del aire atrapado durante el mezclado es recomendable dejar el mortero en reposo 1 minuto por lo menos; se debe dar un remezclado ligero (5 a 10 segundos) antes de vaciarlo. El Grout se vacía en

el molde de manera continua de modo que el producto no pierda contacto con la superficie inferior de la placa a nivelar. El producto se debe aplicar desde un solo lado de la placa.

El uso de cables y cadenas ayudo a la colocación del producto debiendo realizarse de manera cuidadosa. El producto se colocó hasta alcanzar un nivel de 6 mm (1/4”) por arriba de la parte inferior de la placa para asegurar un complete contacto del producto con ésta.

Las áreas expuestas fuera del borde de la placa se cortan a plomo o a 45° después de aproximadamente tres horas de su colocación. Esta operación puede hacerse incluso con una llana metálica.

El curado de las áreas expuestas se realiza inmediatamente por medio de inmersión en agua o con Antisol Blanco, protegiéndolo con costales húmedos durante 7 días como mínimo.

La puesta en servicio deberá realizarse en cuanto el SikaGrout -202 alcance la resistencia requerida para ello. Para rellenos de más de 5 a 15cm de espesor se recomienda que se agregue gravilla de un tamaño máximo de 12mm hasta un máximo del 30% del peso del Grout y enfriar el agua de mezcla. El agregado debe ser sano, de alta consistencia aparente y libre de contaminaciones. El agregado debe saturarse antes de efectuar la mezcla. Rendimiento Aprox. 17,0 litros por saco de 30 kg con agua incluida. (Alta Fluidez)

En los sitios por donde se vierte el producto, la separación de la cimbra pudo ser entre 5 y 10cm. La temperatura mínima de aplicación de Grout será de 8°C. Su almacenaje es de seis (6) meses en su empaque original, en lugar fresco, bajo techo y protegido de la humedad.

Se colocó una placa de acero A-36 de ½” en el patín inferior de la trabe pegado con resina, para recibir el gato de izaje.

Para el izaje se habilitaron los medios necesarios (canastillas) bajo el tramo a levantar. Previamente se retirarán las juntas de dilatación sobre los caballetes o cabezales, así como en las Pilas. El levantamiento de la estructura se llevó a cabo por tramos, según designe el proyecto. Se levantó el tramo lo mínimo necesario, para permitir el cambio de apoyos, además de efectuar la nivelación de los bancos de apoyo con el fin de no modificar la rasante. Con dos gatos con capacidad mínima de 100 Ton. Se efectuará un solo gateo de 3 cm. en cada eje. Se asegurarán los gatos. Se cambiarán los apoyos. Se baja la estructura hasta que apoye en los nuevos dispositivos de apoyo. (Figura L)



Figura LI. Autoría propia. Retiro de neoprenos existentes .



Figura LII. Autoría propia. Limpieza en área donde van los neoprenos.

Se utilizaron los gatos mínimos necesarios, de acuerdo con proyecto, conectados a una misma fuente de presión, con la posibilidad de poder accionarlos tanto en forma sincronizada, como de manera independiente cada gato, los gatos cuentan con tornillos de seguridad y se apoyaron horizontalmente sobre la corona y sobre los diafragmas . (Figura LIII)



Figura VIII. Autoría propia. Checando Presiones y altura a la hora de levantar el claro 2.

Se gateo la superestructura en cada tramo completo para colocar los apoyos de neopreno. Se volvió a gatear la superestructura una vez terminados los bancos de nivelación y colocadas las nuevas placas de neopreno, para asentarla en su posición definitiva.

Los apoyos se fabricaron con neopreno de especificación ASTM -D 2240 , dureza SHORE 60 ($ft = 100 \text{ kg/cm}^2$) y placa de lámina corrugada estructural A-36 de acuerdo a las dimensiones especificadas.

Los neoprenos se fabrican con caucho sintético y placas de acero, su nombre técnico es dispositivos elastoméricos.

El perfil de neopreno cumple con las NORMAS A. S. T. M . dureza (d 2240); el esfuerzo a la ruptura en tensión (d412); alargamiento a la falla (d412); deformación permanente bajo compresión constante(d395); resistencia al envejecimiento (d573); resistencia a los aceites (d471); resistencia al ozono(d1149), resistencia a bajas temperaturas (d746). (Figura LIV y LV)



Figura LIV. Autoría propia, Presentación de neoprenos nuevos.



Figura LV. Autoría propia, Colocación de neoprenos nuevos.

Como actividad complementaria se renovó la pintura de los casquillos o protección de la nervadura para el goteo. En esta actividad de trabajo primeramente en el sand-blasteo de las placas metálicas, posteriormente se aplicó pintura primaria, acabado epóxico en dos capas.

Se sand-blastearon las placas metálicas que forman parte de los dispositivos de apoyo, posteriormente se aplicó una pintura primaria acabado en dos capas. (Figura LVI y LVII)



Figura LVI. Autoría propia. Placas de apoyo, neoprenos usados y neoprenos nuevos.



Figura LVII. Autoría propia. Sanblasteo y pintura final en área donde van los apoyos de neopreno.

3.8 Parapetos Mixtos.

Definición y clasificación

Los parapetos son dispositivos que se construyen o colocan longitudinalmente en una obra vial o sus inmediaciones, para una mejor conducción de los vehículos, logrando con esto dar tanto a los conductores como a las estructuras viales una mayor seguridad y protección. Los parapetos pueden ser metálicos, de concreto reforzado o mixtos.

Previo a la realización de esta actividad se retiraron los parapetos (metálicos) existentes, como se muestra en la Figura LVIII y LIX.



Imagen LVIII. Autoría propia. Desmantelamiento de barandal existente con equipo de oxicorte.



Figura LVIX. Autoría propia. Desmantelamiento de barandal existente con equipo de oxicorte.

Ejecución

Consideraciones generales

Para la construcción de parapetos se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*.

Parapetos metálicos

Los parapetos metálicos se apegaron a tener la resistencia y características establecidas en el proyecto y se construyeron considerando lo indicado en la Norma N·CTR·CAR·1·02·008, *Estructuras de Acero*.

Todos los elementos, piezas y herrajes se mantuvieron libres de oxidación perjudicial, exentos de tierra, grasa o aceites y cualquier otra sustancia extraña.

Todas las piezas por unir se ensamblaron previamente, se ajustaron y marcaron para su identificación en el sitio.

Las marcas de identificación de las piezas se efectuaron en zonas retiradas de cualquier borde por soldar.

Los parapetos metálicos se fijaron a las obras viales de acuerdo con lo establecido.

Cuando el proyecto o la Secretaría establezcan que se deba aplicar un recubrimiento con pintura, una vez colocado y aprobado por la Secretaría, el parapeto metálico se limpiará de óxido, escamas, escorias, grasas u otras

materias extrañas, antes de aplicar la capa de pintura. Tanto el tratamiento de la superficie por pintar como la aplicación de la pintura, se harán como se indica en la Norma N° CTR·CAR·1·02·012, *Recubrimiento con Pintura*. (Figura LX, LXI, LXII y LXIII)



Figura LX. Autoría propia. Armado de acero con varilla de ½” para guarnición de concreto armado.



Figura LXI. Autoría propia. Colado de guarnición, con concreto premezclado $F'_{\zeta}=250 \text{ kg/cm}^2$.



Figura LXII. Autoría propia. Habilitado, alineado y armado con soldadura de parapeto metálico con placa de $\frac{1}{2}$ ", tubo de 4" y 3" cedula 40.



Figura LXIII. Autoría propia. Pintura de parapeto mixto de acuerdo con la normativa de la SCT.

3.9 Reposición de juntas de dilatación.

Ejecución. Para la reposición de juntas de dilatación se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, Ejecución de Obras.

Preparación de los materiales. La preparación y manejo de los materiales que se empleen en la reposición de la junta de dilatación se hizo considerando lo siguiente:

En caso de utilizar mortero con cemento Pórtland, la dosificación debió cumplir con la calidad indicada en el proyecto. El mortero debió contener la cantidad mínima de agua para hacerlo manejable.

El procedimiento por utilizar para la preparación de la mezcla o producto se tuvieron los cuidados necesarios para el manejo de los materiales a lo largo de todo el proceso, para que la mezcla o producto cumpliera con los requerimientos de calidad establecidos en el proyecto.

Únicamente se preparó la cantidad de mezcla o producto que se podía colocar antes de que inicie su endurecimiento.

Condiciones climáticas

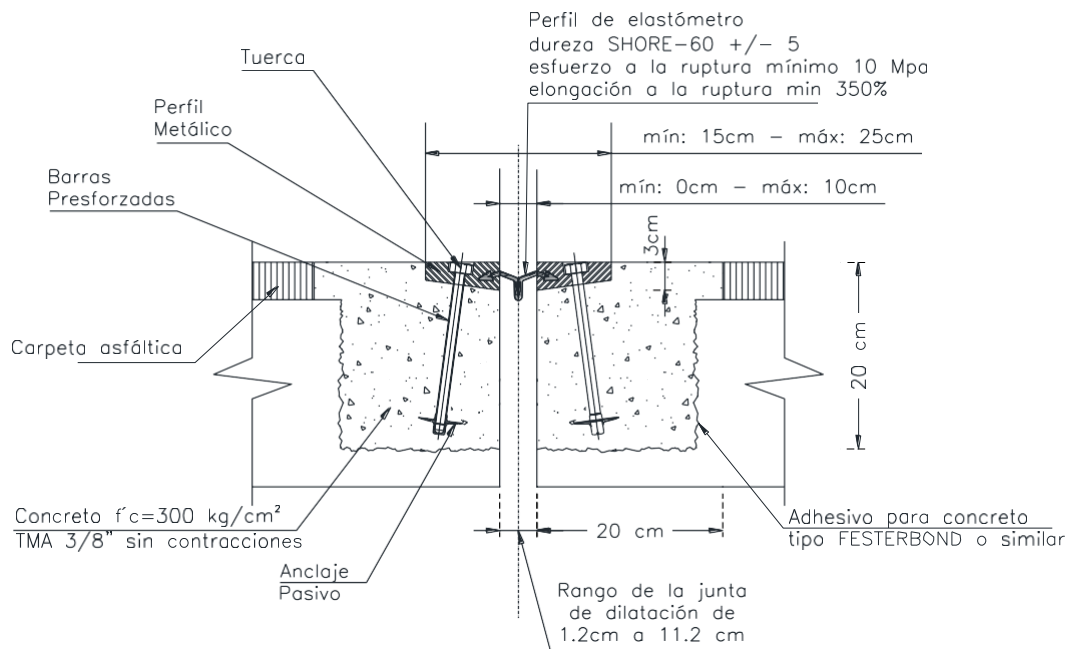
Previo a realizar colados con concreto hidráulico o mortero con cemento Pórtland, los trabajos se suspendieron en el momento en que se presentaron situaciones climáticas adversas y no se reanudaron mientras éstas no fuesen las

adecuadas, según se indica en la Fracción G.2. de la Norma N·CTR·CAR·1·02·003, Concreto Hidráulico.

El sellado en juntas de dilatación se suspendió en el momento en que se presentaron situaciones climáticas adversas y no se reanudaron mientras éstas no fueron las adecuadas, considerando que no se realizaron trabajos sobre superficies con agua libre o encharcada o cuando existiera amenaza de lluvia o estuviese lloviendo.

Delimitación de las juntas: Sobre la superficie de rodadura se delimitarán las juntas que señale el proyecto.

Preparación de la superficie: Cuando para la sujeción de la nueva junta de dilatación se vayan a utilizar elementos de acero que ya existan y estos queden expuestos después de la remoción de la junta dañada, éstos se limpiaron para eliminar los residuos de óxido que existiera, mediante chorro de arena a presión y lijado manual o mecánico, hasta tener el acero en metal blanco. Una vez limpios los elementos de acero, se les aplicaron productos inhibidores de corrosión, conforme a lo indicado en el proyecto.



NOTA.- La junta FREY WOSd-100 o similar, tendrá las características especificadas por el fabricante, debiendo suministrarse completa, incluyendo herrajes, refuerzo, neopreno y concreto para las cajas, colocandola conforme a las recomendaciones del fabricante.

DETALLE DE JUNTA FREY-WOSd-100

SIN Esc.

Figura LXIV. Del proyecto ejecutivo. Corte esquemático de la junta de dilatación WOSd -100.



Figura LXV. Autoría propia. Corte con cortadora para retirar y demoler en el área de las juntas de dilatación.



Figura LXVI. Autoría propia. Demolición con pistolas neumáticas en juntas de dilatación.



Figura LXVII. Autoría propia. Colocación de juntas de dilatación con cerchas para alinearlas perfectamente a la superficie de rodamiento.



Figura LXVIII. Autoría propia. Colado con concreto premezclado $F'c=300 \text{ kg/cm}^2$ en juntas de dilatación.



Figura LXIX. Autoría propia. Fuerza de torsión aplicada con torquímetro para asegurar que se alcance el valor de apriete especificado con precisión.



Figura LXIX. Autoría propia. Colocación de perfil elastómero de neopreno como indica la normativa SCT.

CAPÍTULO IV

OBRAS COMPLEMENTARIAS Y PAVIMENTOS

4.1 Lavaderos

Ejecución. Se construyeron de concreto hidráulico de $f'c=150$ kg/ cm², de tamaño máximo de agregado de $\frac{3}{4}$ ", reforzado con malla electrosoldada de 6-6 de 10 x 10 cm.; de conformidad con las dimensiones señaladas en el anexo "Geometría de Lavaderos" (Figura LXXIV), en los lugares y de las dimensiones y forma que indique el proyecto; atendiendo lo que corresponda de los lineamientos indicados en la Norma aplicable. (Figura LXXV y LXXVI).

LAVADEROS DE CONCRETO HIDRAULICO DE $F'_{C} = 150 \text{ KG/CM}^2$
 CON MALLA CON MALLA ELECTROSOLDADA No. 6 - 6 DE 10 X 10 CM.

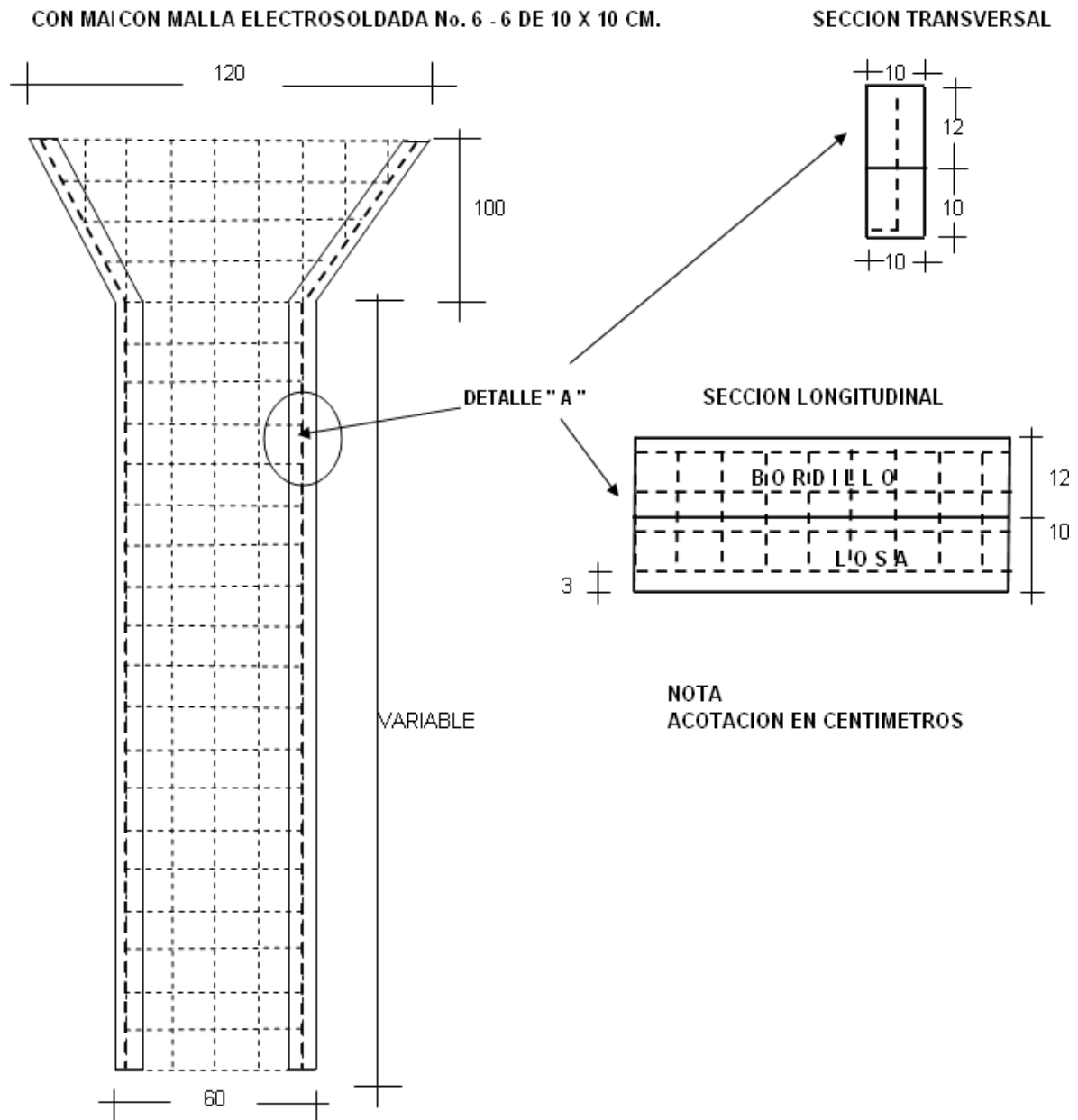


Imagen LXXIV. Anexo SCT. Sección longitudinal y transversal en base a la normativa SCT.



Figura LXXV. Autoría propia, Cimbrado de bordillo en lavadero .



Figura LXXVI. Autoría propia. Vista panorámica de lavadero terminado.

4.2 Renivelación con carpeta asfáltica en caliente en accesos.

Ejecución . Esta Especificación contiene los aspectos por considerar para la renivelación, con carpeta asfáltica.

Se efectúo conforme a lo establecido al respecto en la norma N•CTR•CAR•1•04•005/15

Se efectúo conforme a lo establecido al respecto en la norma N.CTR.CAR.1.04.006/20.

Se efectúo conforme a lo establecido al respecto en la norma N•CSV•CAR•3•02•001/15.

Para el fresado y la colocación de las carpetas asfálticas con mezcla en caliente se consideró lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N•LEG•3, Ejecución de Obras.

En tramos en operación, se efectuaron en los horarios dentro de los cuales la afectación al tránsito sea mínima. Los horarios de trabajo serán los establecidos en las bases de licitación o los aprobados por la Dependencia.



Figura LXXVII. Autoría propia. Riego de loga para renivelar hombro derecho.



Figura LXXVIII. Autoría propia. Tendido de carpeta asfáltica para renivelar hombro derecho.



Figura LXXIX. Autoría Propia. Compactación de la carpeta con rodillo liso PR-8.

[illegible]

5.1 Marcas sobre el pavimento, raya separadora de carriles continua sencilla “m-1.1” con pintura convencional, retroreflejante de 15 cm de ancho (longitud efectiva).

105

Los trabajos se suspenden en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas, considerando que no se aplicarán o colocarán marcas en el pavimento sobre superficies húmedas.

Inmediatamente antes de iniciar los trabajos, la superficie sobre la que se aplicarán o colocarán las marcas estará seca y exenta de materias extrañas, polvo o grasa. Para su limpieza se utilizó agua a presión o una barredora.

Sobre la película de pintura fresca se colocaron micro- esferas retro-reflejantes. Con equipo manual, éstas se incorporaron inmediatamente después de aplicada la pintura.

El tiempo de secado, tanto de la pintura de las marcas pintadas como de los adhesivos de las marcas preformadas, se determinó en obra, considerando las recomendaciones del fabricante y las condiciones ambientales en el sitio de los trabajos.

Calidad de la pintura

Las pinturas, convencionales o termoplásticas, utilizadas en la aplicación de las marcas, cumplan con las características establecidas como se indica en la Norma: Pintura para Señalamiento Horizontal N•CMT•5•01•001/05 vigente.

Retro reflexión

Que el coeficiente de retro- reflexión de las marcas, determinado en rayas, símbolos o leyendas seleccionados al azar, mediante un procedimiento objetivo basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M·CAL· 1·02, Criterios Estadísticos de Muestreo, sea el establecido en el proyecto o aprobado por SCT. El número de marcas por probar será del diez (10) por ciento de la longitud de las rayas o del número de leyendas o símbolos.

5.2 Marcas sobre el pavimento, raya de la orilla derecha continua "m-3.1" con pintura convencional, retroreflejante de 10 cm de ancho (longitud efectiva).

Ejecución. Para la aplicación o colocación de las marcas en el pavimento se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG· 3, Ejecución de Obras.

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se aplicarán o colocarán marcas en el pavimento sobre superficies húmedas, cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.

Inmediatamente antes de iniciar los trabajos, la superficie sobre la que se aplicarán o colocarán las marcas estará seca y exenta de materias extrañas, polvo o grasa. Para su limpieza se utilizará agua a presión o una barredora. No se permitirá la aplicación o colocación de marcas sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por SCT.

Cuando se trate de rayas, previo a su aplicación o colocación, se indicará su ubicación mediante un pre- marcado sobre el pavimento en los lugares señalados en el proyecto, marcando puntos de referencia, con la ayuda de equipo topográfico y un hilo guía.

Sobre la película de pintura fresca se colocaron micro - esferas retro-reflejantes. Con equipo manual, éstas se incorporaron inmediatamente después de aplicada la pintura.

El tiempo de secado, tanto de la pintura de las marcas pintadas como de los adhesivos de las marcas preformadas, se determinará en obra, considerando las recomendaciones del fabricante y las condiciones ambientales en el sitio de los trabajos.



Figura LXXXI. Autoría propia. Raya amarilla separadora de carriles con maquina pintarayas.



Figura LXXXII. Autoría propia. Aplicación de microesfera.

5.3 Botones dh-1, color amarillo, plásticos a dos caras, por unidad de obra terminada.

Descripción

Las vialetas son dispositivos que tienen elementos retrorreflejantes, dispuestos de tal forma que al incidir en ellos la luz proveniente de los faros de los vehículos se refleje hacia los ojos del conductor en forma de un haz luminoso. Se colocarán sobre la superficie de rodamiento, con el fin de incrementar la visibilidad de las marcas durante la noche y en condiciones climáticas adversas; esto durante los desvíos del tránsito vehicular durante los trabajos de construcción.

Referencias

Son referencia de esta especificación, las Normas aplicables del Libro CMT. Características de los Materiales.

Además, esta especificación se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras.....	N·LEG·3
Vialetas y Botones.....	N·CMT·5·04
Criterios Estadísticos de Muestreo.....	M·CAL·1·02

Ejecución. Para la instalación de vialetas se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, Ejecución de Obras.

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que, cuando se utilicen adhesivos, no se instalarán vialetas, sobre superficies húmedas o cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.

Inmediatamente antes de iniciar los trabajos, la superficie sobre la que se instalarán las vialetas estará seca y exenta de materias extrañas, polvo o grasa.

Para su limpieza se utilizará agua a presión o un cepillo de raíz. No se permitirá la instalación de vialetas sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por SCT.

Previo a la instalación de vialetas, se indicó su ubicación mediante un pre-marcado sobre el pavimento, en los lugares señalados en el proyecto.

Para la fijación de vialetas, se aplicaron resinas epóxicas de aplicación en frío y secado inmediato, los elementos que integran la resina se mezclaron en la cantidad suficiente de acuerdo con el volumen de obra por ejecutar, considerando el tiempo de manejabilidad de la mezcla elaborada y las recomendaciones del fabricante.

Se utilizó una resina epóxica como adhesivo, ésta se colocará en la parte inferior de la vialeta, ya sea en su superficie o en las ranuras, en la cantidad suficiente para cumplir con las características de adherencia establecidas en el proyecto.

Se fijó la vialeta presionando firmemente la pieza en su sitio sobre el punto pre- marcado. La superficie retroreflejante de la vialeta se orientará conforme a lo establecido en el proyecto.

Adhesión y retro reflexión

Que la adhesión y el coeficiente de retro reflexión, en su caso, determinados en vialetas seleccionados al azar, mediante un procedimiento objetivo basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M· CAL· 1· 02, Criterios Estadísticos de Muestreo, sean los establecidos en el proyecto o aprobados por SCT. El número de vialetas por probar será del diez (10) por ciento del total instalado.



Figura LXXXIII. Autoría propia. Vialitas amarillos con reflejante doble cara pegadas con epóxico.



Figura LXXXIV. Autoría propia. Colocación de vialetas blancas con epóxico.

5.4 Señal de información general sig-8 nombre de obras, con un tablero de 40x178 cm, en dos postes, con película reflejante tipo b, por unidad de obra terminada

Descripción

Informa a los usuarios el nombre de obras importantes por las que cruza la carretera o vialidad urbana tales como puentes, presas, vados, canales, túneles, etc., y se colocan al principio de la obra en ambos sentidos del tránsito.

Ejecución

Para el suministro e instalación de señal de información general "SIG -8" se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG· 3, Ejecución de Obras.

Previo a la instalación de las señales, se marcó la localización y disposición de las señales en los lugares establecidos en el proyecto.

Una vez ubicados los sitios donde se instalaron las señales, se realizó la excavación para la colocación de la estructura, conforme a las dimensiones establecidas en el proyecto.

La estructura de las señales bajas se instaló de tal manera que los postes de apoyo queden verticales.

Se instalaron los tableros de las señales Los tableros de las señales se instalarán en las estructuras de soporte de tal manera que queden perpendiculares a la dirección del tránsito, utilizando los dispositivos establecidos en el proyecto.

Por seguridad se rellenó con concreto hidráulico $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$, los postes de soporte de las señales.



Figura LXXXV. Autoría propia. Excavación para colocación de postes para señal informativa,



Figura LXXXVI. Autoría propia. Señal informativa SIG-8.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez que se han concluido los trabajos de modernización del puente podemos concluir lo siguiente:

1.- El puente pertenece al tramo carretero de la infraestructura de la sierra norte del estado de Puebla, el cual es de importancia esencial para la generación del desarrollo económico de la región y del Estado, por lo que fue imprescindible su modernización inmediata.

2.- El puente San Marcos se encuentra entre los Municipios de Zacatlán y Ahuacatlán en el norte del estado de Puebla, cuza en forma perpendicular al río de nombre Axaxalpan el cual cuenta con una corriente de carácter perenne, cuenta con una longitud de 75m en tres claros y 9.6m de ancho.

3.- El puente se compone de 3 claros de 25 m cada uno a ejes de la estructura, cuenta con una superestructura a base de trabes metálicas de 1.45m de peralte de acero al carbón A-36, trabajando en sección compuesta con una losa de concreto armado de rodamiento de 0.26 m. de espesor. Se

considera retirar el barandal existente y construir guarniciones, banquetas y parapeto mixtos en el ancho del tablero.

La sub-estructura consiste en dos pilas intermedias a base de columnas circulares de concreto reforzado y dos estribos extremos a base de mampostería. Las trabes descansan sobre cabezales en las pilas y sobre coronas de concreto reforzado en los estribos. Las pilas están cimentadas profundamente en un manto estable y el cuerpo del pilote se vuelve columna en la parte superior, la cual contiene un cabezal trapezoidal para el apoyo de las trabes.

4.- Para el proceso constructivo en los distintos conceptos a trabajar en la superestructura se fabricó una estructura metálica a base de perfiles AR calibre 14 de 2", con una área de 15m² tipo canastilla montada a un camión Torton chasis, adaptada de forma articulada para poder hacer los trabajos la cual quedo sobre el puente dicho camión y por debajo de las trabes existentes la canastilla, para poder desplazarse a lo largo del puente y poder pasar de clara a claro en las intersecciones de los dos caballetes intermedios entre pila 2 y pila 3, lo anterior fue necesario para poder realizar todos los conceptos como limpieza, sandblasteo, pintura, cambio de neoprenos, izaje de trabes de refuerzo metálicas y reforzamiento de trabes, de lo contrario se tendría que entubar el cauce y hacer una plataforma para poner andamios y colocar las grúas para el izaje de las trabes de refuerzo.

5.- Con respecto al reforzamiento de las trabes metálicas cabe mencionar que el peso de cada trabe a colocar por debajo de las existentes es de 5,600.00 kg y mencionando lo anterior de no entubar y hacer plataforma sobre el cauce, se realizó el izaje del acero de refuerzo desde la parte superior del puente sobre la losa con un sistema de trípodes metálicos reforzados con capacidad de carga de 5 toneladas y sistema de polipastos de cadena, con capacidad de carga de 10 toneladas. La altura del puente desde el cauce hasta la losa es en promedio de 27 m, por lo que se utilizaron 120 m de cadenas de ½” grado 80 en 4 apoyos en los extremos de la trabe.

6.- Para poder realizar el levantamiento de cada claro para el cambio de neoprenos fue necesario reforzar con placa de ¾” en forma de cartabones y por las dimensiones de los gatos fue necesario cortar los diafragmas los cuales fueron reparados posteriormente.

7.- En el proyecto no estaba considerado intervenir los diafragmas los cuales tenían un grado de corrosión muy avanzado por lo que la dependencia instruyó sustituir los tramos afectados con ángulo de 4” X 4” X 3/8” los cuales fueron soldados con soldadura 70-18.

8.- Es de suma importancia hacer mención del tema de seguridad, que desde el inicio de la obra se colocó el señalamiento preventivo de acuerdo como se indica en las normas, así como la seguridad del personal que intervinieron en cada concepto, en donde es necesario cubrir con un Supervisor capacitado para atender toda la seguridad desde inicio hasta el fin de la obra, donde diario se

dieron platicas de seguridad y supervisar que todo el personal contara con lo siguiente: líneas de vida, arneses, chalecos, gafas, cubrebocas, cascos, botas de seguridad, tapones auditivos y supervisar que todo el personal día a día estuvieran en estado conveniente para realizar sus actividades.

BIBLIOGRAFÍA

<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825000447>

https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21208.pdf

Para el reforzamiento de la estructura, se cumplió con la Normativa para la Infraestructura del Transporte (Normativa SCT).

<https://normas.imt.mx/libros/MMP>