



UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE
MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

**Función del enlace técnico dentro de la obra del tren
Interurbano México - Toluca**

Memoria

Para obtener el título de

Ingeniero Civil

Autor:

Jesús Antonio Jiménez García

Director de memoria:

Dr. David Joaquín Delgado Hernández.

Toluca, Estado de México, 2017.

CONTENIDO

Introducción	2
I. Antecedentes	2
II. Descripción del problema	9
III. Justificación	12
IV. Objetivo y alcance.	14
V. Resumen.....	15
Capítulo 1. El proyecto de construcción.....	16
1.1 Descripción del proyecto.....	16
1.2 Descripción Viaducto 1-C	21
1.2.1 Pilas	25
1.2.2 Zapatas	29
1.2.3 Columnas.....	31
1.2.4 Capiteles.....	34
Capítulo 2. Proceso Constructivo.	38
2.1 Pilas	38
2.2 Zapatas	42
2.3 Columnas.....	46
2.4 Capiteles.....	49
Capítulo 3. Rol profesional.	52
3.1 Introducción.	52
3.2 Avances	54
3.3 Entrega de obra ejecutada y costos	63
3.4 Planeación de los trabajos	79
3.5 Requisiciones.....	85
3.6 Actualizaciones de proyecto	90
3.7 Estimaciones.....	94
3.8 Logística.....	96
Capítulo 4. Conclusiones	100
Bibliografía	103
Listado de figuras y tablas	104

Introducción

I. Antecedentes

Trenes en México.

La real academia de la lengua española define como tren a “un medio de transporte que se caracteriza por estar formado por una combinación variable de vagones, una locomotora que los dirige y por ir sobre rieles de distinto tipo.” (Española, 2006)

Se considera que la historia del tren en México comenzó el 22 de agosto de 1837 cuando el gobierno del general Anastasio Bustamante otorgó la primera concesión para construir un ferrocarril que uniera la ciudad de México con el puerto de Veracruz.

Al comenzar la presidencia de Porfirio Díaz existían un total de 416 millas (669.50 Kilómetros) de ferrovía en servicio en México. Al final de su segundo mandato en 1910, México contaba con más de 15,360 millas (24,719 kilómetros) de ferrovía en servicio, en su mayoría construidas por inversionistas estadounidenses, británicos y franceses. El nacionalismo creciente en México llevó a la administración de Díaz a poner la mayor parte de los ferrocarriles de la nación bajo control nacional a través de un plan elaborado por su secretario de Hacienda, José Yves Limantour. El plan, ejecutado en 1909, creó una nueva corporación paraestatal, Ferrocarriles Nacionales de México (FNM), para ejercer control sobre las líneas de ferrocarril principales a través de mayorías accionistas en las empresas.

Lamentablemente el sistema ferroviario sufrió gran deterioro a causa de su abandono durante el período de la Revolución mexicana. Después de la Revolución, la totalidad del sistema ferroviario mexicano fue nacionalizado entre 1929 y 1937.

Actualmente los ferrocarriles privados, especialmente Ferromex y KCSM han logrado aumentar la participación a casi el 27% de las toneladas de carga en el país. Los sectores más beneficiados han sido: automotriz, agrícola (granos) (López Pardo, 1997).

Al día de hoy el único tren de pasajeros en México es el ferrocarril Chihuahua – Pacífico, mejor conocido como “El Chepe” el cual tiene su

lugar de origen en la ciudad de Los Mochis, Sinaloa, cabe destacar que esté, tiene un fin turístico más no de movilidad entre dos zonas urbanas.

Generalidades de Toluca

Toluca de Lerdo (en náhuatl: Tollohcan), es una ciudad mexicana, cabecera del municipio homónimo y capital del Estado de México. Toluca de Lerdo contaba en 2010 con 1,535,707 habitantes, y una zona metropolitana de 2,172,035 habitantes, siendo así la quinta zona de mayor población en México (INEGI, 2010). Está situada a 2600 msnm, siendo la ciudad capital más alta de México y de Norteamérica, lo cual la hace templada durante todo el año con temperaturas que oscilan en promedio de 6 a 25 °C durante la primavera y el verano, y de -5 a 20 °C en invierno. Su clima es templado subhúmedo con lluvias en verano. Su altitud favorece la práctica del deporte de alto rendimiento.

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), distribuye a sus más de dos millones de habitantes en un total de 22 municipios, siendo los de mayor población: Toluca con 819,561 habitantes (37.73%), Metepec 214,162 (9.86%), San Miguel Zinacantepec 167,759 (7.72%), Villa de Almoloya de Juárez 147,653 (6.80%), Lerma de Villada 134,799 (6.21%) y Temoaya 90,010 (4.14%).

Sus atractivos turísticos son varios debido a la gran herencia cultural y artística que ha sabido mantener viva la unión de la cultura española e indígena. Se destacan sus tradicionales portales, el jardín botánico Cosmovitral, el pintoresco municipio de Metepec y múltiples parques, museos y eventos culturales entre los que destaca la Feria del Alfeñique con motivo de la festividad anual del Día de Muertos, y el Festival Internacional de Cine de Toluca.

Es principalmente un centro industrial, con el que conurba Metepec, uno de los municipios más ricos del país. El valle de Toluca cuenta con una base infraestructural de buen nivel. Su aeropuerto es considerado como la primera opción para desahogar al de la ciudad de México.

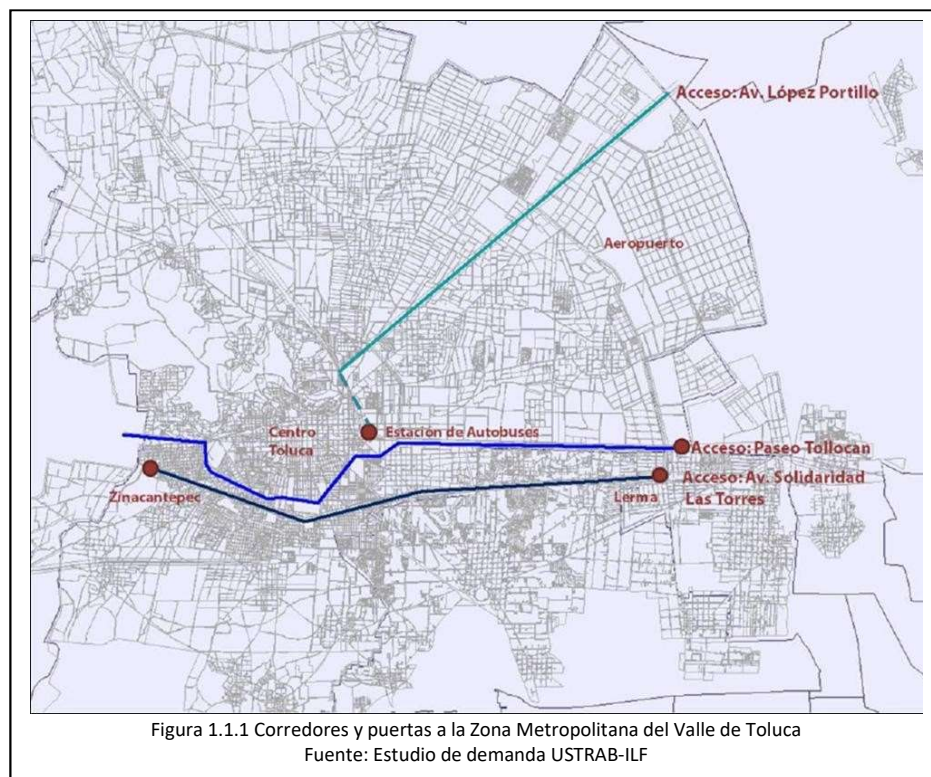
Vialidades de la ciudad de Toluca

Paseo Tollocan durante mucho tiempo ha sido la vialidad que recibe los flujos vehiculares más importantes de la Ciudad de Toluca, el Paseo Tollocan, que es la continuación natural de la Carretera México -Toluca presenta una sección transversal muy amplia (120 m, promedio) con tres carriles laterales y tres centrales, así como un derecho de vía utilizado por el transporte de carga ferroviario y un amplio y bello parque lineal. El uso

de suelo en el corredor es inminentemente industrial con industrias consolidadas de gran calado desde los años 60s y 70s, pero que ha logrado mantener una imagen urbana positiva y se ha consolidado este parque lineal como un hito local difícil de afectar.

Otro corredor importante de la ZMVT es la Av. Solidaridad - Las Torres que sirve actualmente como opción de traslado oriente – poniente por su porción sur, la cual comunica en toda su extensión a los municipios de Zinacantepec, Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Lerma, ya que cuenta con 25 km de longitud y 2 cuerpos de cuatro carriles cada uno, una capacidad para 45 mil vehículos diarios, la vialidad Las Torres forma parte de la red vial básica de la Zona Metropolitana de Toluca, como parte de uno de sus circuitos concéntricos y como uno de sus principales ejes alimentadores radiales canalizados de transporte pesado principalmente.

La Ciudad de Toluca presenta tres conexiones principales con la Ciudad de México: La Autopista México-Toluca (Tollocan), la Av de las Torres por el oriente y por el noreste la Carretera Naucalpan-Toluca. Los corredores y puertas a la ZMVT se presentan en la siguiente figura:



El Municipio de Toluca cuenta con los siguientes datos viales:

- Existen aproximadamente 135 rutas en la zona metropolitana de Toluca.
- Los horarios de servicio autorizados son de 6:00 a 23:00 horas.
- Existen 29 empresas de transporte de pasajeros urbano y suburbano y 33 agrupaciones de taxis locales.
- La ubicación de las paradas es por lo general discrecional, quedando al operador de la unidad y al usuario su definición.
- Las rutas de transporte se concentran en la zona de la terminal-Mercado Juárez saturando las vialidades de Tollocan, Felipe Berriozábal, Isidro Fabela y Prolongación 5 de mayo; y zona centro de la Ciudad de Toluca, principalmente por las calles de Morelos, Benito Juárez, Ignacio López Rayón y Sebastián Lerdo de Tejada.
- En la zona de la terminal existen 14 bases foráneas de taxis colectivos.

Generalidades de la Ciudad de México

La Ciudad de México, anteriormente conocida como Distrito Federal, es una entidad federativa mexicana, considerada la capital del país. Se encuentra en el valle de México a una altitud media de 2,240 metros. Tiene una superficie de 1,495 kilómetros cuadrados y se divide administrativamente en dieciséis demarcaciones territoriales. Su población es de alrededor de 8.9 millones de habitantes, sin embargo, cuando se considera que la Zona Metropolitana del Valle de México suma una población de más de 21 millones de habitantes, posicionándola como una de las mayores aglomeraciones urbanas del mundo y la más grande del continente americano y del mundo hispanoparlante. Además, es el principal centro político, académico, económico, de moda, financiero, empresarial y cultural. (OECD, 2015)

El Distrito Federal cuenta con una población de 8,851,080 habitantes siendo las delegaciones más pobladas Iztapalapa con 1,815,786 habitantes (20.51%), Gustavo A. Madero con 1,185,772 (13.40%) y Álvaro Obregón 727,034 (8.21%). Cabe de destacar que una de las zonas de interés más importantes del presente estudio corresponde al área de Santa Fe y Observatorio, las cuales se sitúan en las delegaciones Cuajimalpa y Álvaro Obregón.

La Ciudad de México tuvo un PIB (Producto Interno Bruto) en 2011, de 470,000 millones de dólares, mientras que en 2012 tuvo un crecimiento medio de 3,5 %, con lo cual incrementó su PIB a 486,450 millones de dólares. Catalogada como ciudad global, es uno de los centros financieros y culturales más importantes del mundo. Su crecimiento es uno de los más veloces a nivel global y se espera que su economía se triplique para el año 2020.

Principales Vialidades del Poniente de la Ciudad de México

Las principales vialidades del poniente de la ciudad de México se pueden generalizar en cuatro: la Av. Constituyentes (1), la Av. Reforma (2), la Av. Vasco de Quiroga/Santa Fe (3) y la recientemente abierta Autopista del Poniente (4), la cual implicó una inversión de \$9,000 millones de pesos para una longitud de 10 km y una capacidad máxima de viajes estimada en 68,000 viajes persona/día (45,000 veh/día), existen en promedio 60,000 mil viajes persona/día que solamente se generan entre la zona de Santa Fe y Observatorio.

Características interurbanas México - Toluca

A lo largo de los últimos 20 años estas áreas, la ciudad de México y la ciudad de Toluca han crecido notablemente en población con niveles poco sostenibles. Así, las demandas de transporte entre Toluca y la Ciudad de México se ubicaban en el orden de los 80 mil viajes persona/día para 1984 y sus límites urbanos se presentaban a la altura de El Yaqui en la Ciudad de México y de la Estación de Ferrocarril en la zona correspondiente a Toluca.

En la actualidad, cada día cientos de miles de personas realizan viajes interurbanos entre la Ciudad de Toluca y la Ciudad de México, casi la totalidad de los viajes se realizan en transporte público y automóvil. Se registra en promedio diario más de 105 mil automóviles particulares en la Carretera México-Toluca, con una ocupación promedio de 1.8 personas por vehículo. Las condiciones que encuentran los viajeros interurbanos en general son competitivas.

Las Zonas Metropolitanas de Toluca (ZMVT) y del Valle de México (ZMVM) han crecido considerablemente desde 1980 hasta el presente. La expansión territorial la ZMVT se ha dado a un paso mucho más rápido que el de la ZMVM, donde la zona urbana ha crecido 26.3 veces con respecto a 1980 (pasando de 129.5 km² a 3,402.4 km²) mientras que el crecimiento territorial en el mismo periodo de la ZMVM se ubica en 3.6 veces (pasando de 5,190.8 km² a 18,529.1 km²). Esta expansión territorial

no concuerda con el crecimiento de la población, la cual ha limitado su crecimiento en la ZMVT en 3.25 veces y la ZMVM en 1.42 veces. (SENER, Senemex Ingeniería y sistemas, 2013)

De manera general, se observa que el patrón de crecimiento urbano en el Valle de Toluca ha sido disperso y baja densidad, ubicándose en promedio en los 47.6 hab/ha para 2010. Por su parte, en la ZMVM el patrón ha sido mixto dado el desarrollo de zonas de alta densidad tales como Santa Fe o Interlomas, las cuales se han desarrollado como centros nodales con conjuntos habitacionales, comerciales y de oficinas de gran magnitud e importancia, sin contar con las previsiones necesarias para ofrecer la capacidad de transporte requerida. (SENER, Senemex Ingeniería y sistemas, 2013)

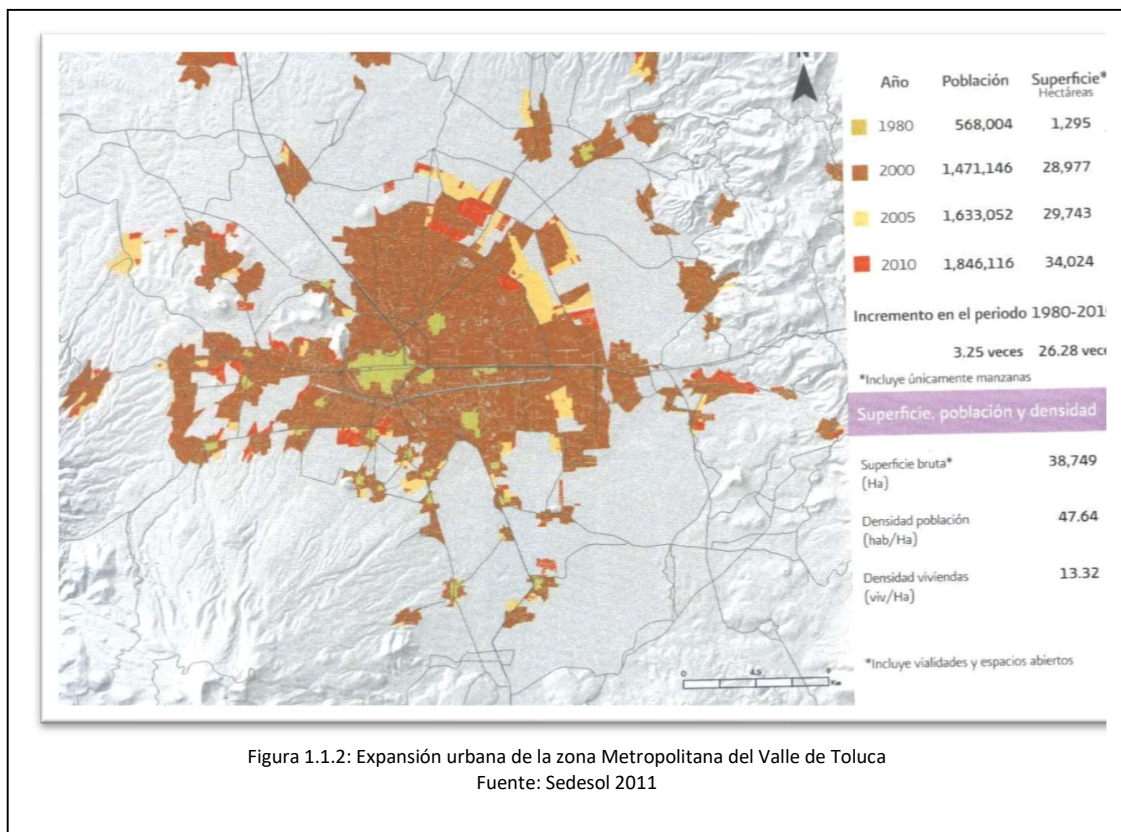


Figura 1.1.2: Expansión urbana de la zona Metropolitana del Valle de Toluca
Fuente: Sedesol 2011

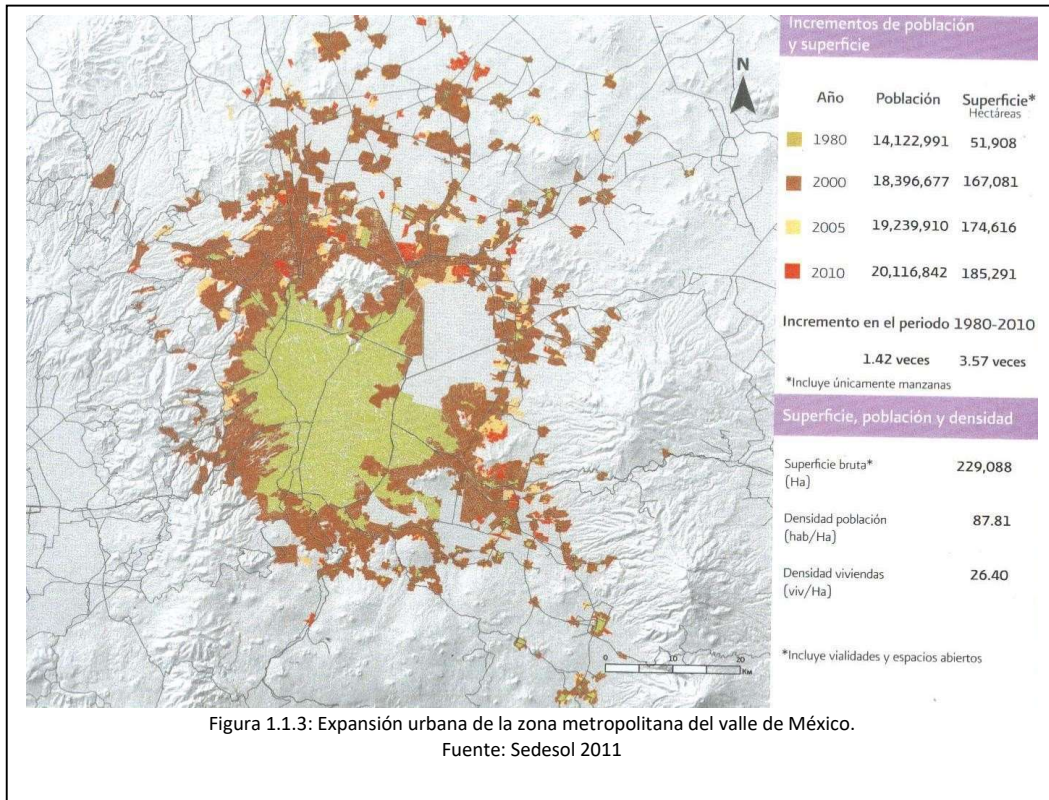


Figura 1.1.3: Expansión urbana de la zona metropolitana del valle de México.
Fuente: Sedesol 2011

II. Descripción del problema

Las áreas de mayor relevancia identificadas en la problemática de transporte son; la Zona de Toluca, la Zona Interurbana y la Zona Urbana de la Ciudad de México. Según el estudio realizado por la empresa proyectista Sener, en menor grado de problemática resultó el Aeropuerto de la Ciudad de Toluca y la vinculación con Naucalpan. (SENER, Senemex Ingeniería y sistemas, 2013)

Zona Urbana de Toluca

La Zona Metropolitana de Toluca presenta un problema de expansión urbana con una baja densidad poblacional (47.6 hab/ha), lo cual en parte se debe a un desarrollo urbano con baja regulación. (SENER, Senemex Ingeniería y sistemas, 2013)

Analizando la Zona Urbana de Toluca, se puede mencionar que el despliegue de actividades industriales en la Ciudad de Toluca condujo a una estructura vial orientada a darles servicio a esta, formando ejes y arcos regionales desintegrados. Adicionalmente, el incremento de población con mayor poder adquisitivo llevó al aumento del número de automóviles, el incremento de la población con menor poder adquisitivo provocó aumento de la demanda e incremento del número de vehículos de transporte público, mientras que el crecimiento de la actividad productiva aumentó la presencia de tracto camiones en la zona. En Toluca, la operación de la Vialidad Paseo Tollocan, ubicada al oriente de la ciudad resulta de gran relevancia ya que absorbe los flujos de todo tipo de transporte y juega un papel importante en la dirección del crecimiento urbano regional. Sin embargo, esta vialidad presenta condiciones de ineficiencia como consecuencia de la multifuncionalidad que desarrolla, derivada de los problemas de estructura vial de la ciudad, actualmente su nivel de servicio en hora pico es "E" situación que representa altas demoras y velocidades bajas en algunos tramos. Además, es poco probable que se permita una ampliación en la sección vial dadas las características particulares de dicho paseo en el tema ambiental y de imagen de la ciudad.

Además de la multifuncionalidad de Paseo Tollocan, el incremento en los aforos en ambos sentidos del eje vial y la presencia de puntos conflictivos documentados y observados en los estudios de nivel de servicio y movimientos direccionales presentado por la UAEM1 en 2010, derivan en un tránsito con desplazamientos lentos, niveles de servicio deficientes y alta congestión en ciertos horarios. Situación que acarrea consecuencias

negativas al desarrollo urbano, la economía urbana y al ambiente. (SENER, Senemex Ingeniería y sistemas, 2013)

Se han realizado obras para mejorar el transporte público, sin embargo, la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) carece de un sistema adecuado de transporte público que mejore las condiciones de comunicación con la Ciudad de México (Zona de Observatorio). Las condiciones actuales del transporte público urbano, suburbano y foráneo en esta zona metropolitana, presenta elevados tiempos de viaje, altos costos de operación vehicular y bajas condiciones de seguridad y confort.

Zona Urbana de Santa Fe y Observatorio

Por las condiciones de crecimiento del polígono denominado Santa Fe y Observatorio, la estructura vial se ha transformado continuamente desde que se comenzó a consolidar la zona comercial y de negocios en 1989. La problemática vial en esta zona es diversa, se puede mencionar principalmente que la infraestructura vial es insuficiente y que se encuentra saturada por el alto nivel del aforo vehicular; cruces conflictivos y falta de alternativas viales que generan nodos muy conflictivos y elevados tiempos de recorrido. De estos, destacan dos nodos principalmente: uno localizado en el túnel que cruza la autopista México-Toluca con la Av. Paseo de los Tamarindos y otro identificado en la autopista México-Toluca y la Av. Carlos Lazo.

En promedio, los trabajadores de estas zonas ocupan alrededor de dos horas diarias para ir y venir del trabajo. Esto equivale a una semana laboral perdida cada mes en el tráfico. Adicionalmente, no existen alternativas a la movilidad urbana no motorizada dentro de la zona, como pudieran ser ciclovías o senderos peatonales seguros.

Problemática Interurbana

Hoy en día ambas ciudades se han expandido y han ido invadiendo los bosques de la Sierra de las Cruces. Así, por el lado de Toluca, se ha consolidado su zona metropolitana absorbiendo al pueblo de Lerma y en la porción correspondiente a la Zona Metropolitana del Valle de México ésta se ha extendido a las inmediaciones de La Venta (Acopilco, Cola de Pato) e iniciado una penetración paulatina pero constante sobre los terrenos del Parque Nacional Miguel Hidalgo (Desierto de los Leones).

Así, las zonas ubicadas al poniente de la Ciudad de México han presentado un crecimiento importante, invadiendo las barrancas y centrando su desarrollo sobre las llamadas "costillas" y terrenos de relleno sanitario del poniente de la ciudad. absorbiendo espacios de conservación y cuyas consecuencias se preveían desde los 80s, ejerciéndose una fuerte presión en el cambio de densidades y usos de suelo.

A su vez, no se han implementado soluciones de transporte público en la zona y no se garantiza un movimiento ágil de los más de 60,000 mil viajes persona/día que solamente se generan entre la zona de Santa Fe y Observatorio.

La problemática se puede sintetizar en que cada día cientos de miles de personas realizan traslados entre Toluca y la Ciudad de México, pero la congestión tanto en la salida de Toluca como en la zona de Santa Fe y Observatorio en la Ciudad de México, provocan que un recorrido de aproximadamente 60 kilómetros (km) no se realice en condiciones competitivas ni en costo ni en tiempo. Actualmente, en Horas de Máxima Demanda (HMD), un viaje que inicia en el Municipio de Zinacantepec al poniente de Toluca y que tiene como destino final el Anillo Periférico en la Ciudad de México entrando por Av. de los Constituyentes, se realiza en no menos de 130 minutos.

III. Justificación.

Este documento presenta la experiencia que el autor tuvo durante su colaboración en la construcción del Tren Inter-Urbano México Toluca, en el cual se describe la participación y el rol como enlace técnico en el desarrollo de esta obra. Con el propósito de contextualizar se realiza una descripción general del proyecto, que incluye la descripción de la geometría y estructuración de cada elemento de la subestructura. Por otra parte, se explica el proceso constructivo que se utilizó. Se describen las dificultades, contratiempos y conflictos que se presentaron durante el desarrollo de la obra y como se le dio solución a cada uno de ellos.

Esta memoria está principalmente dirigida a todos aquellos recién egresados, así como a ingenieros civiles y profesionistas relacionados con el tema, que se interesen y deseen conocer más a detalle la labor de un enlace técnico como intermediario entre la oficina y el campo durante la ejecución de la obra; los problemas a los que se enfrenta y las soluciones brindadas en un proyecto tan importante y de tanta trascendencia a nivel local y nacional.

A su vez lo que el autor pretende con este trabajo es que sirva de guía a jóvenes que posean el ánimo de realizar proyectos similares a este, y así cumplir correctamente el puesto de enlace técnico en construcciones de este alcance.

Justificación de la construcción del tren interurbano

La importancia del proyecto del tren México – Toluca busca solucionar un problema de desplazamientos entre dos grandes ciudades, además, se debe entender como un proyecto que busca dar solución a problemas del pasado en diversas áreas del desarrollo de un país, de una región, de una ciudad y que por diversas razones no se ha podido concretar.

El proyecto que se presenta tiene dos finalidades principales: por una parte, mejorar y sobre todo mantener dentro de niveles óptimos de servicio la movilización diaria de al menos 700 mil pasajeros/día registrados dentro del corredor bajo estudio durante 2012 y, por otra parte, servir como columna vertebral al transporte regional y urbano, de tal forma que permita ordenar y optimizar la operación de los espacios urbanos y rurales ahí contenidos.

El proyecto en sí conecta dos áreas urbanas con un grado diferente de desarrollo y densidad urbana, a través de un tramo o corredor netamente rural con características de parque nacional.

Esta revisión global del corredor regional apunta a una imagen objetivo que considere:

- La necesidad de conectar con un sistema de transporte confiable, rápido y seguro la zona de Toluca con el poniente de la Ciudad de México y, que permita integrar las modalidades urbana y regional en los planteamientos de solución (capacidad y velocidad).
- La necesidad de lograr velocidades comerciales que puedan competir al menos con los modos tradicionales de transporte público existentes, tanto en las zonas urbanas como en los tramos regionales, permitiendo reducir los tiempos de viaje del usuario del corredor regional.
- La necesidad de un sistema troncal de transporte capaz de mantener su velocidad comercial, su calidad de servicio e incrementar su capacidad conforme a los requerimientos de la demanda durante una vida proyectada en un horizonte de tiempo considerable.
- La necesidad de contar con un sistema que pueda absorber crecimientos en su oferta sin mayores inversiones en su infraestructura.
- La necesidad de priorizar el transporte público sobre el transporte privado con el fin de reducir los impactos que el mismo conlleva en el medio ambiente, la expansión de las ciudades y en la atención a la ciudadanía que requiere infraestructura de calidad.
- La necesidad de promover un cambio en el reparto modal del automóvil al transporte público de tal suerte que se logren reducir las presiones por las ampliaciones viales, sobre todo en las zonas con orografía complicada.
- La necesidad de mantener los costos de transporte regional dentro de los rangos actuales a fin de no afectar la economía familiar.
- La necesidad de no afectar el medio ambiente y en particular los llamados “santuarios del agua” así como las zonas boscosas de la Sierra de las Cruces y no ser un factor de promoción del crecimiento entre las dos urbes.

IV. Objetivo y alcance.

El objetivo de esta memoria es exponer la participación y el rol que desempeñó el autor, quien tenía el puesto de enlace técnico en el Viaducto 1-C dentro de la obra de la construcción del Tren Inter-Urbano México - Toluca. Mostrar las funciones que un enlace técnico desarrolla y las áreas en las que se desenvuelve, así como recopilar las experiencias que el autor obtuvo durante su colaboración en esta obra. Además, hacer una descripción general del proyecto y de las etapas del proceso constructivo en donde el autor contribuyó.

El alcance de este documento se limita a la exposición de la participación de autor en el llamado "Viaducto 1-C" que corresponde a la empresa "La Peninsular", esto es dentro del proyecto, del kilómetro 09+715.395 al 13+126.252, y de apoyos del 1C-111 al 1C-219

V. Resumen

Esta memoria está integrada por cinco capítulos, los cuales contendrán lo siguiente:

En el primer capítulo, se describirá de manera general el proyecto de la construcción de tren, inicialmente se expondrá el contexto y las generalidades del Tren Inter-urbano México - Toluca, su ruta geográfica, el costo del proyecto, y las secciones en que está distribuido y organizada la obra, después se abordará la descripción de la obra que será la subestructura que incluye los elementos de pilas, zapatas, columnas y capiteles, en cada uno se describirá sus elementos desde su concepto y su diseño geométrico.

En el segundo capítulo se presentará el proceso constructivo, se detallará como es que se construyó esta obra, los pasos que generalmente se siguieron e igual que en el primer capítulo se abordarán los elementos de la subestructura.

El tercer capítulo incluirá el rol profesional que tuvo el autor durante su estancia en la construcción del Tren Inter-urbano México-Toluca, se describirán todos los papeles en los cuales se colaboró y la importancia que estos roles tuvieron y para que se necesitan en la construcción de una obra de tal magnitud.

En el cuarto capítulo se podrá leer las conclusiones que el autor tuvo al escribir esta memoria y al trabajar en el proyecto, las enseñanzas tanto profesionalmente como personalmente obtuvo, por otra parte, contendrá recomendaciones que el autor hace desde su punto de vista para las construcciones de otras obras similares a esta, que sin lugar a dudas será la pionera en trenes de pasajeros que conecten zonas urbanas de gran importancia en la república mexicana.

Finalmente, se anexarán algunos documentos que fueron utilizados por el autor para su colaboración en la obra.

Capítulo 1. El proyecto de construcción.

1.1 Descripción del proyecto.

El proyecto “Construcción y Operación del Tren Interurbano Toluca-Valle de México” consiste en la implementación y construcción de la infraestructura necesaria para el funcionamiento de un corredor regional entre la ZMVT y el Distrito Federal.

El proyecto contará con una longitud total de 57,7 km, 6 estaciones y un taller. De las 6 estaciones, 2 son terminales y 4 intermedias. La longitud de las estaciones será de 200 metros.

1. Estación terminal - Zinacantepec;
2. Estación intermedia – Terminal Toluca;
3. Estación intermedia - Metepec;
4. Estación intermedia - Lerma;
5. Estación intermedia - Santa Fe; y
6. Estación terminal - Observatorio.

La velocidad máxima posible será de 160 km/h, la velocidad comercial entre estaciones terminales será de 90 km/h. El tiempo comercial de recorrido de un tren entre las estaciones terminales será inferior a 39 minutos, la vuelta completa será inferior a 90 minutos. El intervalo considerado en los primeros años será de aproximadamente 4 - 6 minutos pudiéndose prever un ajuste del intervalo como respuesta al comportamiento que se vaya registrando de la demanda. Se prevé que al inicio de la operación del proyecto existan 20 convoyes en operación en la hora punta.

Se considera que a partir del año 2022 se habrá alcanzando la máxima capacidad con el material rodante adquirido en el inicio de la operación, por lo que debe disponerse de 2 nuevos trenes en operación en la hora de máxima demanda.

Del mismo modo, para el año 2025 se prevé la incorporación de otros 3 trenes adicionales con el fin satisfacer la demanda prevista para ese año y 6 para el 2036.

El proyecto se ubicará en los límites de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) con la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

El avance de los estudios técnicos de anteproyecto ha permitido calcular los montos de inversión a un nivel de Pre-factibilidad, el costo total del proyecto es de 33,471.83 millones de pesos de 2013 sin incluir IVA.

La capacidad máxima del tren en hora de máxima demanda será 15,660 pasajeros en una frecuencia de 4-6 minutos y una capacidad por tren de 1,044 pasajeros (560 sentados y 484 de pie).

El proyecto atenderá a un total de 20,373 pasajeros en hora de máxima demanda, y permitirá reducir los tiempos de viaje de manera considerable.

El periodo de evaluación del proyecto considera 4 años de construcción (2014 - 2018) y 30 años de operación (inicia operaciones en 2018); sin embargo, la vida útil del proyecto puede prolongarse por varios años más en función de la aplicación del mantenimiento adecuado a la infraestructura y el material rodante.

El proyecto se dividió en tres licitaciones: la primera es el tramo comprendido del kilómetro 0+000 al 36+150 que pertenece al municipio de Zinacantepec hasta los límites del estado de México la Ciudad de México, el segundo un túnel y el tercero la se sitúa en la Ciudad de México, la primera sección es la que se analizará.

La construcción del tramo ferroviario "Zinacantepec – kilómetro 36+150" de 36.150 kilómetros de longitud, con inicio en el kilómetro 0+000 y terminación en el kilómetro 36+150, en el estado de México es una obra que se licito y gano por medio de un consorcio de dos empresas conformado por "Constructora de Proyectos Viales de México, S.A. de C.V." filial de la empresa española "OHL" y por la empresa "La Peninsular Compañía Constructora S.A. de C.V." filial de la empresa mexicana "Grupo Hermes", es un viaducto que se secciono en cinco partes, y además el primer tramo llamado viaducto 1 se subdividió en cinco partes, en general queda el tramo dividido de la siguiente manera:

- Viaducto 1: Comprende del Kilómetro 0+000 al kilómetro 25+340.
 - a. Viaducto 1-A: El Viaducto 1-A es anterior a la terminal de Zinacantepec y va del kilómetro 0+000 al 0+204.
 - b. Viaducto 1-B: Este viaducto inicio en la terminal de Zinacantepec y termina en la estación de Terminal de Toluca, va del kilómetro 0+404 al 5+763.695.

- c. Viaducto 1-C: El Viaducto 1-C, el cual será el tema de esta memoria, comienza en la terminal de Toluca y termina en la estación de Metepec, va del kilómetro 6+300.945 al 13+126.25.
- d. Viaducto 1-D: El viaducto 1-D, empieza después de la terminal de Metepec y concluye donde empieza la estación de Lerma. Va del kilómetro 13+388.77 al 18+125.05.
- e. Viaducto 1-E: Este viaducto empieza después de la terminal de Lerma y finaliza en una zona de terracería en la carretera federal México Toluca, inicia en el kilómetro 19+680.76 y concluye en el kilómetro 25+340.355
- Viaducto 2: A partir de este viaducto se cambia el sistema constructivo de la superestructura, ya que será por medio de cimbra auto deslizante para las trabes. Cabe mencionar que entre el Viaducto 1-E y este existe una línea de superficie de 1,389 metros así que este viaducto inicio con estribo denominado "Estribo 1" y culmina de igual manera después de una línea de superficie de una longitud de 353 metros con el llamado "Estribo 2"
- Viaducto 3: De este viaducto su kilometraje va del 31+918.40 al 32+526.840, y tiene similar sistema constructivo que el viaducto 1.
- Viaducto 4: Su kilometraje dentro del proyecto es inicia en el 34+211.661 y finaliza en el 35+569.661.
- Viaducto 5: Es un pequeño viaducto y con este finaliza el tramo 1 de la construcción del tren interurbano México – Toluca. Inicia en el kilómetro 36+018.140 y termina en el kilómetro 36+099.140.

A continuación, se muestra una imagen de cómo están distribuidos los viaductos y estaciones a lo largo del tramo 1.

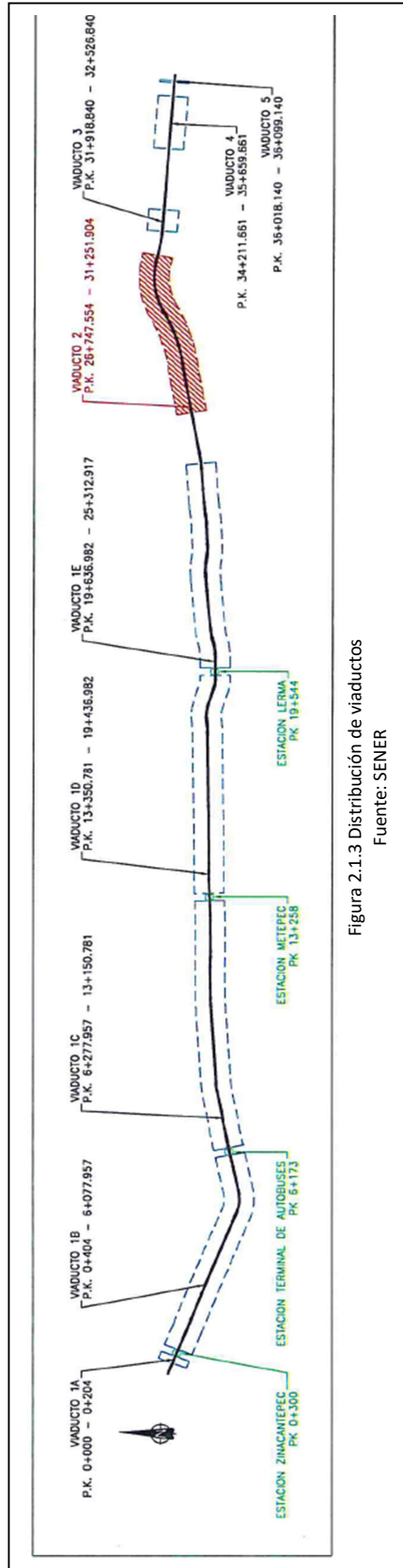


Figura 2.1.3 Distribución de viaductos
Fuente: SENER

1.2 Descripción Viaducto 1-C

Dado que la primera función del autor en este proyecto fue como enlace técnico del Viaducto 1-C, este documento se enfocará en este viaducto y dentro este, específicamente del apoyo 1C-111 hasta el apoyo 1C-219 que es el final del Viaducto, ya que estos apoyos son correspondientes a la empresa "La Peninsular Compañía Constructora".

El Viaducto 1-C como se mencionó anteriormente está dentro del kilometraje de la obra que va del kilómetro 6+300.945 al 13+126.25. Este está dentro de la ciudad de Toluca, empieza en la estación de Terminal de Toluca y concluye en la estación de Metepec, si nos ubicamos dentro de calles de la zona metropolitana de Toluca, sobre la Avenida Solidaridad Las Torres, empieza en la calle José María Pino Suarez y termina en la Avenida Tecnológico. El apoyo 1C-111 empieza pocos metros antes de llegar a la Avenida Comonfort en dirección a la Ciudad de México.

En términos generales el proyecto de este Viaducto está definido por apoyos conformados por pilas, zapatas, columnas y cabezales, de claros en su mayoría de 32 metros de longitud conectados por travesaños prefabricados que para el funcionamiento de la obra llevan tablas también prefabricadas, losas, faldones a las orillas de la losa, y por último banquetas coladas en sitio, de este procedimiento constituye en términos generales la obra. En casos especiales donde el proyecto lo requería, se ejecutaron claros de 44 y 46 metros que fueron llamados "claros continuos".

El proyecto de esta obra lo realizó la empresa española "Sener", que abarca desde el proyecto geométrico y arquitectónico hasta la parte estructural. Esta empresa proyectista se encargó de elaborar en primer lugar los estudios previos a la obra, socioeconómicos, de impacto ambiental, etc., además de estudios preliminares de geotecnia, sondeos a una distancia de aproximadamente 500 metros, esto fue para conocer la mecánica de suelos de la zona y así poder obtener las longitudes de pilas, este proyecto fue avalado y autorizado por la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes) en el año 2014. Como se ha mencionado antes, la parte constructiva la ejecutó el consorcio de "Constructora de Proyectos Viales de México, S.A. de C.V." y "La Peninsular Compañía Constructora S.A. de C.V."

Se muestra una gráfica del Viaducto 1-C del apoyo 1C-111 al apoyo 1C-219, además de una tabla de descripción general por apoyo de

topografía, longitud de pila, altura de columna, tipo de apoyo, tipo de acero, en términos generales en esto consiste dicho viaducto:

Tabla: " Información general Viaducto 1-C"

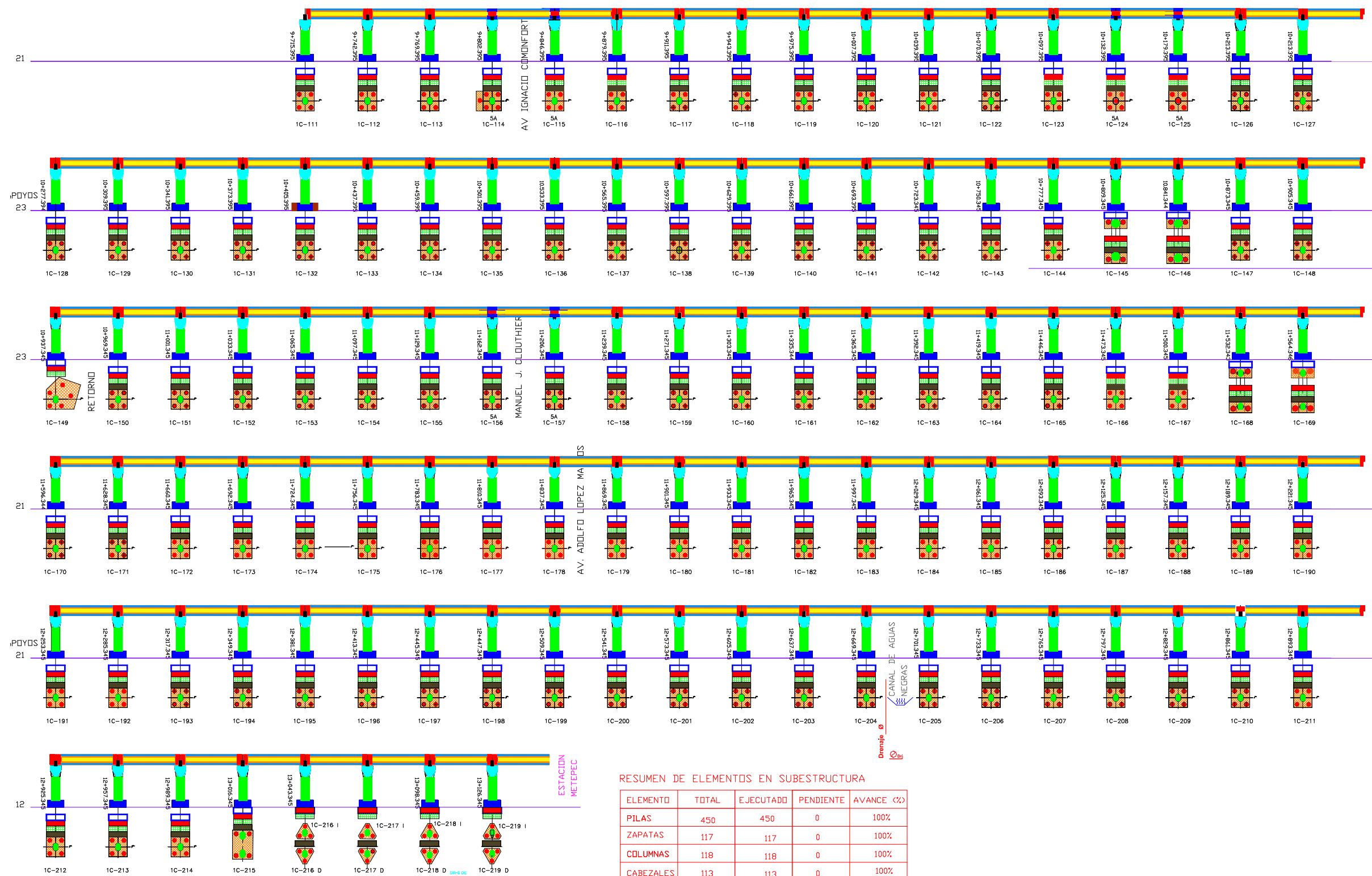
Apoyo	P.K.	Altura Columna	Tipo de Apoyo	Apoyo	P.K.	Altura Columna	Tipo de Apoyo
1C-111	09+715	5.557 m	Normal	1C-175	11+756	5.249 m	Normal
1C-112	09+742	5.605 m	Normal	1C-176	11+783	5.696 m	Normal
1C-113	09+769	5.852 m	Normal	1C-177	11+810	5.444 m	Normal
1C-114	09+802	5.743 m	Continuo	1C-178	11+837	5.191 m	Normal
1C-115	09+846	5.431 m	Continuo	1C-179	11+869	4.991 m	Normal
1C-116	09+879	6.322 m	Normal	1C-180	11+901	5.592 m	Normal
1C-117	09+911	5.552 m	Normal	1C-181	11+933	5.590 m	Normal
1C-118	09+943	5.623 m	Normal	1C-182	11+965	5.290 m	Normal
1C-119	09+975	5.723 m	Normal	1C-183	11+997	5.293 m	Normal
1C-120	10+007	6.024 m	Normal	1C-184	12+029	5.215 m	Normal
1C-121	10+039	6.024 m	Normal	1C-185	12+061	5.260 m	Normal
1C-122	10+070	5.532 m	Normal	1C-186	12+093	5.226 m	Normal
1C-123	10+097	5.280 m	Normal	1C-187	12+125	5.197 m	Normal
1C-124	10+132	5.552 m	Continuo	1C-188	12+157	5.266 m	Normal
1C-125	10+178	5.521 m	Continuo	1C-189	12+189	5.039 m	Normal
1C-126	10+213	6.195 m	Normal	1C-190	12+221	4.910 m	Normal
1C-127	10+245	6.196 m	Normal	1C-191	12+253	5.081 m	Normal
1C-128	10+277	6.096 m	Normal	1C-192	12+285	5.352 m	Normal
1C-129	10+309	5.796 m	Normal	1C-193	12+317	5.123 m	Normal
1C-130	10+341	5.997 m	Normal	1C-194	12+349	4.894 m	Normal
1C-131	10+373	6.197 m	Normal	1C-195	12+381	4.765 m	Normal
1C-132	10+405	6.397 m	Normal	1C-196	12+413	5.236 m	Normal
1C-133	10+437	6.298 m	Normal	1C-197	12+445	5.107 m	Normal
1C-134	10+469	6.198 m	Normal	1C-198	12+477	4.078 m	Normal
1C-135	10+501	6.299 m	Normal	1C-199	12+509	5.349 m	Normal
1C-136	10+533	5.699 m	Normal	1C-185	12+061	5.260 m	Normal
1C-137	10+565	6.099 m	Normal	1C-186	12+093	5.226 m	Normal
1C-138	10+597	5.800 m	Normal	1C-187	12+125	5.197 m	Normal
1C-139	10+629	5.800 m	Normal	1C-188	12+157	5.266 m	Normal
1C-140	10+661	6.001 m	Normal	1C-189	12+189	5.039 m	Normal
1C-141	10+693	5.701 m	Normal	1C-190	12+221	4.910 m	Normal
1C-142	10+723	5.921 m	Normal	1C-191	12+253	5.081 m	Normal
1C-143	10+750	6.168 m	Normal	1C-192	12+285	5.352 m	Normal
1C-144	10+777	6.415 m	Normal	1C-193	12+317	5.123 m	Normal
1C-145	10+809	8.465 m	Pórtico	1C-194	12+349	4.894 m	Normal
1C-146	10+841	7.665 m	Pórtico	1C-195	12+381	4.765 m	Normal
1C-147	10+873	5.516 m	Normal	1C-196	12+413	5.236 m	Normal
1C-148	10+905	5.417 m	Normal	1C-197	12+445	5.107 m	Normal
1C-149	10+937	6.617 m	Normal	1C-198	12+477	4.078 m	Normal
1C-150	10+969	6.617 m	Normal	1C-199	12+509	5.349 m	Normal
1C-151	11+001	5.318 m	Normal	1C-200	12+541	5.319 m	Normal
1C-152	11+033	5.618 m	Normal	1C-201	12+573	5.190 m	Normal
1C-153	11+065	5.519 m	Normal	1C-202	12+605	5.461 m	Normal
1C-154	11+097	5.419 m	Normal	1C-203	12+637	5.332 m	Normal
1C-155	11+129	5.119 m	Normal	1C-204	12+669	4.103 m	Normal
1C-156	11+162	4.711 m	Continuo	1C-205	12+701	3.874 m	Normal
1C-157	11+206	4.099 m	Continuo	1C-206	12+733	4.645 m	Normal
1C-158	11+239	4.790 m	Normal	1C-207	12+765	5.516 m	Normal

El proyecto de construcción

1C-159	11+271	5.090 m	Normal	1C-208	12+797	4.587 m	Normal
1C-160	11+303	5.490 m	Normal	1C-209	12+829	4.558 m	Normal
1C-161	11+335	5.991 m	Normal	1C-210	12+861	4.329 m	Continuo
1C-162	11+365	6.110 m	Normal	1C-211	12+893	4.700 m	Normal
1C-163	11+392	6.057 m	Normal	1C-212	12+925	4.571 m	Continuo
1C-164	11+419	5.904 m	Normal	1C-213	12+957	4.342 m	Normal
1C-165	11+446	5.952 m	Normal	1C-214	12+989	4.013 m	Normal
1C-166	11+473	5.899 m	Normal	1C-215	13+016	3.819 m	Especial
1C-167	11+500	5.548 m	Normal	1C-216 A	13+043	3.826 m	Vía única
1C-168	11+532	7.495 m	Pórtico	1C-216 B	13+043	3.426 m	Vía única
1C-169	11+564	7.496 m	Pórtico	1C-217 A	13+070	3.748 m	Vía única
1C-170	11+596	5.547 m	Normal	1C-217 B	13+070	3.248 m	Vía única
1C-171	11+628	5.348 m	Normal	1C-218 A	13+098	3.816 m	Vía única
1C-172	11+660	5.948 m	Normal	1C-218 B	13+098	4.116 m	Vía única
1C-173	11+692	5.448 m	Normal	1C-219 A	13+126	3.941 m	Vía única
1C-174	11+724	5.149 m	Normal	1C-219 B	13+126	4.041 m	Vía única

Tabla 2.2.1 Información general. Viaducto 1-C

Fuente: Sener



RESUMEN DE ELEMENTOS EN SUBESTRUCTURA

ELEMENTO	TOTAL	EJECUTADO	PENDIENTE	AVANCE (%)
PILAS	450	450	0	100%
ZAPATAS	117	117	0	100%
COLUMNAS	118	118	0	100%
CABEZALES	113	113	0	100%

Figura 2.2.1 Avance Grafico, Viaducto 1-C
Fuente: Elaboración propia

Los apoyos se clasificaron en cinco tipos:

- Tipo 2: Considerados los normales, con claros de 32 metros.
- Tipo 5: Aquellos llamados continuos, son apoyos con claros entre de 44 y 46 metros.
- Tipo 1: Los que van en las vías únicas, con una sola trabe, estos son los que están antes de llegar a la estación de Metepec, cuando se divide en dos losas.
- Pórticos: Son los que, por parte del entorno, no se pudo colocar el apoyo en el centro del eje, por lo cual se realizó un marco, con dos zapatas y dos columnas conectadas por un cabezal.
- Especial de dos fustes: Este apoyo es único y es el 1C-215 que es donde se empieza a dividir el claro de vía doble a dos claros de vía única.

La descripción de la construcción se dividió de acuerdo a los elementos estructurales que a continuación se muestran.

1.2.1 Pilas

Pila se define como el elemento constructivo de cimentación profunda de tipo puntual utilizado en obras, que permite transmitir las cargas de la superestructura e infraestructura a través de estratos flojos e inconsistentes, hasta estratos más profundos con la capacidad de carga suficiente para soportarlas; o bien, para repartir estas en un suelo relativamente blando de tal manera que atravesase lo suficiente para que permita soportar la estructura con seguridad. Las pilas transmiten al terreno las cargas que reciben de la estructura por fuste y resistencia a la penetración o resistencia por punta.

Las pilas se pueden clasificar según el sistema constructivo en:

- Pilas prefabricadas.
- Pilas de desplazamiento.
- Pilas con extracción de tierra
- Pilas vaciados in situ.

La empresa proyectista "Sener", encargada del diseño de las pilas, optó por utilizar pilas vaciados in situ, entendido esto como el método

constructivo que consiste en realizar una perforación en el suelo a la cual se le coloca un armado de acero en el interior y posteriormente se rellena de concreto.

El diseño de las pilas se enfocó en dos aspectos: en primer lugar, se analizaba la mecánica de suelos y el tipo de carga que llevaría para determinar la longitud de pila y su empotre en roca, el segundo se consideraba el tipo de armado de acero de refuerzo que llevaría.

La mecánica de suelo preliminar lo elaboró la empresa proyectista por medio de empresas geotecnistas subcontratadas para realizar sondeos aproximadamente cada 500 metros de distancia y con base en estos se realizaron los estudios correspondientes y se calculó las diferentes longitudes de pilas, así como los diferentes tipos de armado.

Todas las pilas de esta obra tuvieron un diámetro de 1.50 metros.

En los apoyos de este tramo variaban la cantidad de pilas dependiendo el tipo de apoyo.

- Tipo 2: tienen cuatro pilas.
- Tipo 5: tienen cinco pilas.
- Tipo 1: tienen tres pilas.
- Pórticos: cada zapata dos pilas.
- Especial dos fustes: cuatro pilas.

Cabe destacar que después de los sondeos que se hicieron para realizar el proyecto, se elaboraron a petición de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) más sondeos complementarios a menor distancia, es decir hacer un sondeo por cada apoyo y realizar los estudios correspondientes para así poder definir la longitud de pila necesaria por apoyo, así que las longitudes quedaron de la siguiente manera:

Tabla "Longitudes reales de pilas, Viaducto 1-C"

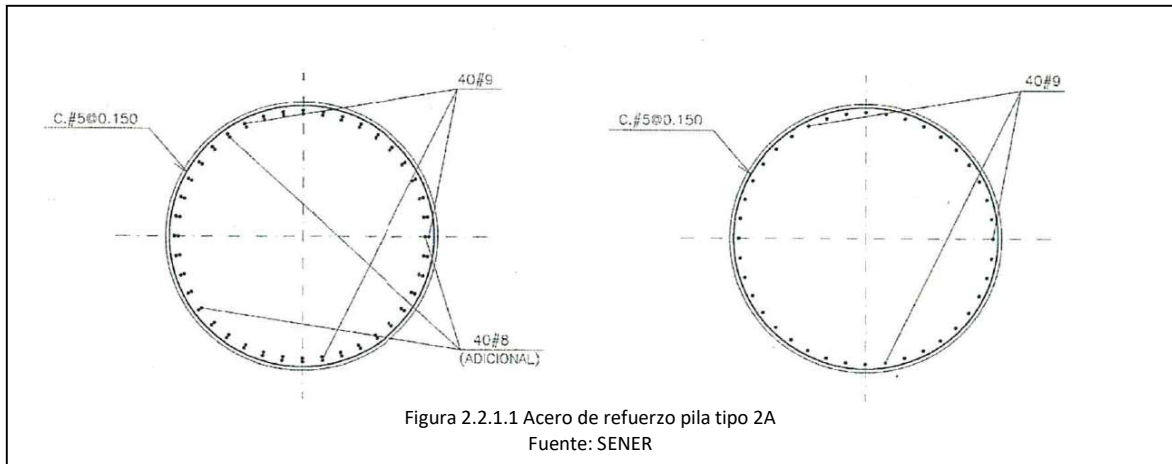
Apoyo	Longitud Real	Apoyo	Longitud Real	Apoyo	Longitud Real
1C-111	28.00 m	1C-149	35.00 m	1C-185	35.00 m
1C-112	28.00 m	1C-150	35.00 m	1C-186	35.00 m
1C-113	37.50 m	1C-151	35.00 m	1C-187	35.00 m
1C-114	42.00 m	1C-152	35.00 m	1C-188	31.50 m
1C-115	40.00 m	1C-153	35.00 m	1C-189	31.50 m

1C-116	35.50 m	1C-154	35.00 m	1C-190	31.50 m
1C-117	28.00 m	1C-155	45.00 m	1C-191	32.00 m
1C-118	28.00 m	1C-156	45.00 m	1C-192	32.00 m
1C-119	28.00 m	1C-157	48.50 m	1C-193	32.00 m
1C-120	28.00 m	1C-158	44.00 m	1C-194	32.00 m
1C-121	28.50 m	1C-159	38.50 m	1C-195	32.00 m
1C-122	28.50 m	1C-160	38.50 m	1C-196	32.00 m
1C-123	38.00 m	1C-161	38.50 m	1C-197	31.50 m
1C-124	48.50 m	1C-162	38.50 m	1C-198	31.50 m
1C-125	48.50 m	1C-163	38.50 m	1C-199	31.50 m
1C-126	44.00 m	1C-164	38.50 m	1C-200	31.50 m
1C-127	35.00 m	1C-165	38.50 m	1C-201	31.00 m
1C-128	35.00 m	1C-166	39.50 m	1C-202	35.00 m
1C-129	35.00 m	1C-167	39.50 m	1C-203	35.00 m
1C-130	35.00 m	1C-168	38.50 m	1C-204	35.00 m
1C-131	35.00 m	1C-169	38.50 m	1C-205	35.00 m
1C-132	35.00 m	1C-170	38.50 m	1C-206	35.00 m
1C-134	35.00 m	1C-171	38.50 m	1C-207	35.00 m
1C-135	35.00 m	1C-172	38.50 m	1C-208	35.00 m
1C-136	35.00 m	1C-173	38.50 m	1C-209	35.00 m
1C-137	35.00 m	1C-174	38.50 m	1C-210	37.00 m
1C-138	35.00 m	1C-175	38.50 m	1C-211	37.00 m
1C-139	35.00 m	1C-176	38.50 m	1C-212	37.00 m
1C-140	35.00 m	1C-177	38.50 m	1C-213	35.00 m
1C-141	35.00 m	1C-178	38.50 m	1C-214	35.00 m
1C-142	35.00 m	1C-179	35.00 m	1C-215	35.00 m
1C-143	35.00 m	1C-180	35.00 m	1C-216	35.00 m
1C-144	35.00 m	1C-181	35.00 m	1C-217	35.00 m
1C-145	35.00 m	1C-182	35.00 m	1C-218	35.00 m
1C-146	35.00 m	1C-183	35.00 m	1C-219	35.00 m
1C-147	35.00 m	1C-184	35.00 m		
1C-148	35.00 m				

Tabla 2.2.1.1 Longitudes de pilas reales, Viaducto 1-C
Fuente: Sener

En este proyecto existieron distintos tipos de armados como se muestra en la tabla general del Viaducto 1-C dependiendo de las características del suelo y la carga que debía soportar cada apoyo. Se muestra como ejemplo el armado de la pila tipo 2A.

- Tipo 2A



Entérminos generales, con respecto al armado de las pilas se tenían varillas longitudinales finalizadas en la parte inferior en escuadra que variaban del diámetro de No. 8 al No. 12 rodeadas de zuncho del No. 5 y en la parte superior una serie de bastones que variaban en el mismo margen que las varillas longitudinales, cuando la profundidad de la pila era mayor que la longitud de la varilla como fue en la mayoría de los apoyos, las puntas de las varillas se les hacia un roscado para que de este modo se utilizaran conectores mecánicos generalmente al 33% de traslape.

Las características del concreto que se utilizó para todas las pilas del Viaducto 1-C fueron las siguientes:

- Concreto estructural de resistencia a la compresión $f'c=300$ kg/cm² a 28 días.
- Tamaño máximo de agregado de 20 mm.
- Revenimiento 18 +/- 3.5 cm.
- Permanencia de fraguado inicial a 2 horas.
- Impermeabilizante integral al 1% del peso del cemento.

1.2.2 Zapatas

De acuerdo a definiciones de ingeniería civil una zapata es un tipo de cimentación superficial (normalmente aislada), que puede ser empleada en terrenos razonablemente homogéneos y de resistencias a compresión medias o altas. Consisten en un ancho prisma de hormigón (concreto) situado bajo los pilares de la estructura.

Su función es transmitir al terreno las tensiones a que está sometida el resto de la estructura y anclarla.

Existen varios tipos de zapatas en función de si servirán de apoyo o soporte a uno o varios pilares o columnas, o bien a muros.

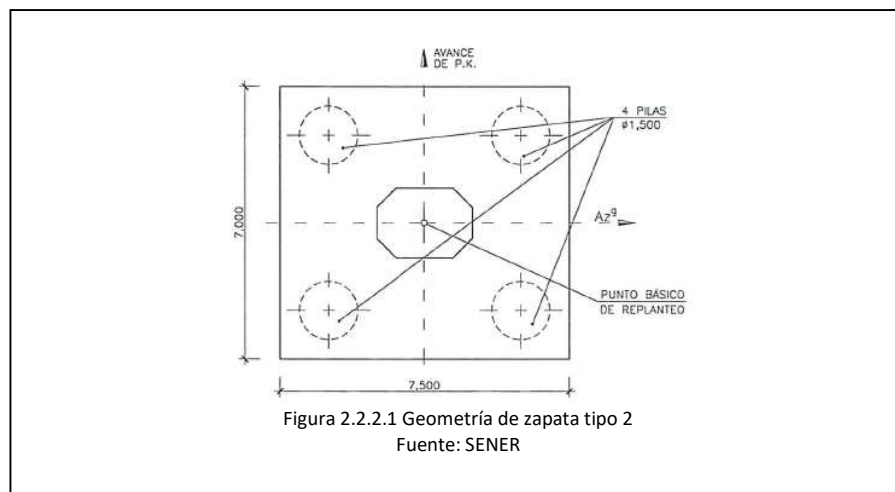
En el caso del tren Inter-urbano México Toluca se utilizaron zapatas aisladas, las cuales variaban sus dimensiones y armados de acuerdo a las características de los apoyos.

De acuerdo a sus dimensiones varían de la siguiente manera:

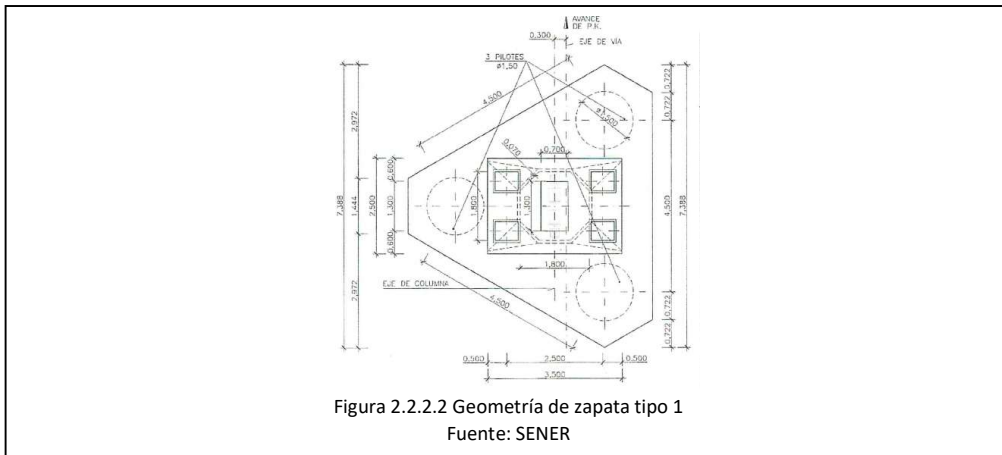
Tipo	Forma del Área	Medida de Área	Profundidad
Tipo 2 (incluye 2A, 2B, etc.)	Rectangular	7.00m x 7.50m	2.30m
Tipo 5	Rectangular	7.00m x 7.50m	2.30m
Tipo 1	Triangular	4.50m x 4.50m x 4.50m	2.30m
Pórticos (por apoyo dos zapatas)	Rectangular	2.20m x 7.00m	2.30m
Especial dos fustes	Rectangular	7.00m x 10.00m	2.30m

Tabla 2.2.2.1 Geometría de zapatas
Fuente: Sener

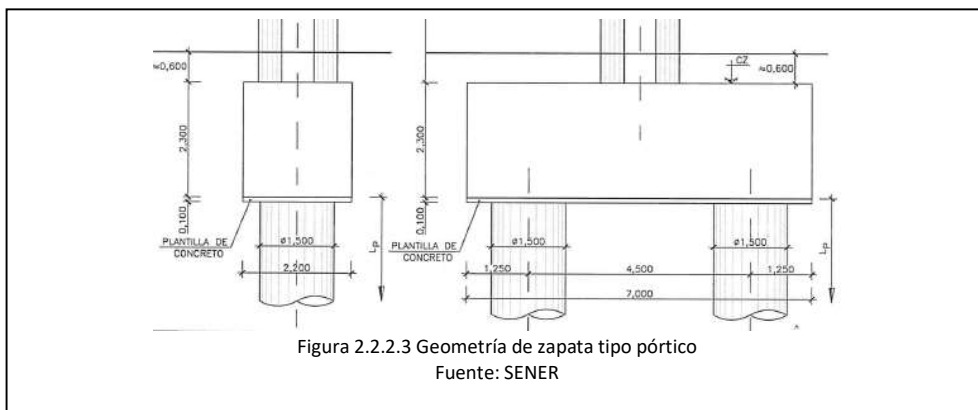
✓ Tipo 2 y tipo 5



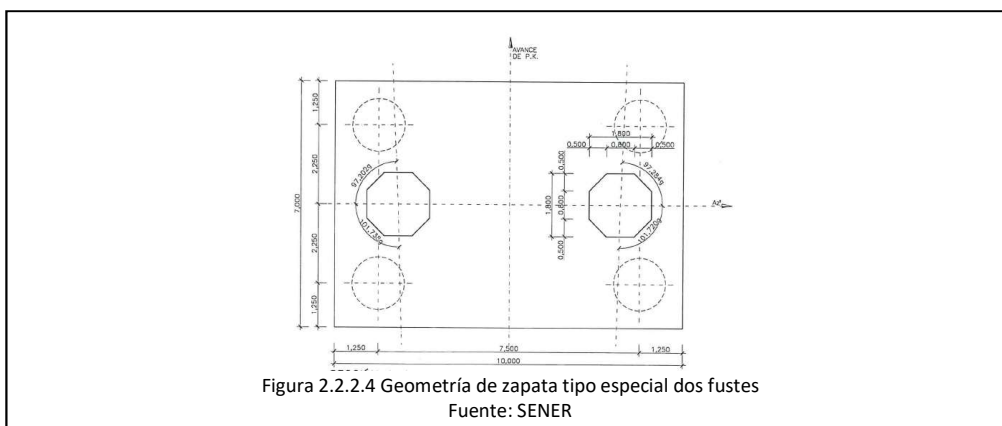
✓ Tipo 1



✓ Pórticos



✓ Especial dos fustes



El tipo de armados de las zapatas de acuerdo a sus apoyos son como lo muestra la tabla general mencionada anteriormente.

En términos generales el armado de una zapata de esta obra consiste en una serie de lechos inferiores y un lecho superior formado por varillas en cuadrícula formando camas con estribos a lo alto de la zapata unidos por una serie de grapas, desde la zapata inicia los disparos de las varillas longitudinales de la columna junto con sus grapas y estribos.

El concreto de todas las zapatas del Viaducto 1-C al igual que las pilas tienen las mismas características y estas son las siguientes:

- Concreto estructural de resistencia a la compresión $f'c=300$ kg/cm² a 28 días.
- Tamaño máximo de agregado de 20 mm.
- Revenimiento 18 +/- 3.5 cm.
- Permanencia de fraguado inicial a 2 horas.
- Impermeabilizante integral al 1% del peso del cemento.

1.2.3 Columnas

Columna dentro del ámbito de construcción es comprendido como un elemento axial sometido a compresión, lo bastante delgado respecto su longitud, para que abajo la acción de una carga gradualmente creciente se rompa por flexión lateral o pandeo ante una carga mucho menos que la necesaria para romperlo por aplastamiento. Esto se diferencia de un poste corto sentido a compresión, el cual, aunque esté cargado excéntricamente, experimenta una flexión lateral despreciable. Aunque no existe una limita perfectamente establecido entre elemento corto y columna, se suele considerar que un elemento a compresión es una columna si su longitud es más de diez veces su dimensión transversal menor.

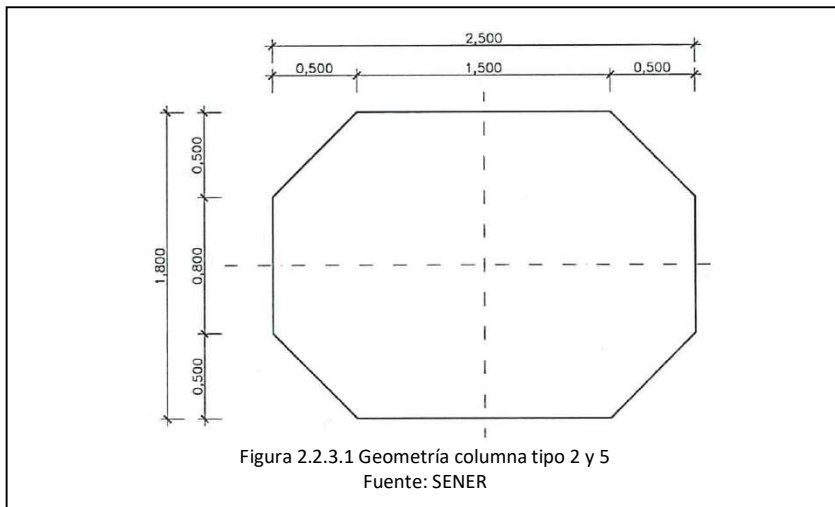
Al igual que los anteriores elementos las columnas variaban en geometría y armado de acero de refuerzo de acuerdo al tipo de apoyo en el que estaba, los cuales se muestran de la siguiente manera.

De acuerdo con las dimensiones se clasifica así:

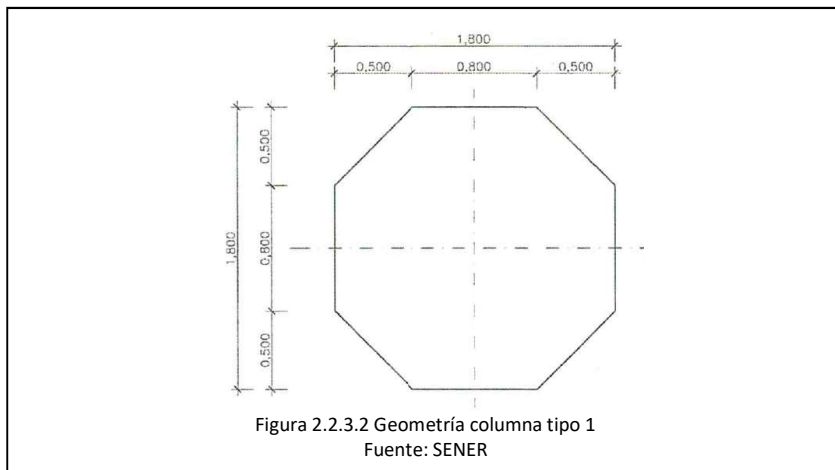
Tipo	Forma	Medida
Tipo 2	Octagonal	1.80m x 2.50m
Tipo 5	Octagonal	1.80m x 2.50m
Tipo 1	Octagonal	1.80m x 1.80m
Pórtico	Octagonal	1.60m x 1.60m
Especial dos fustes	Octagonal	1.80m x 1.80m

Tabla 2.2.3.1 Geometría de columnas
Fuente: Sener

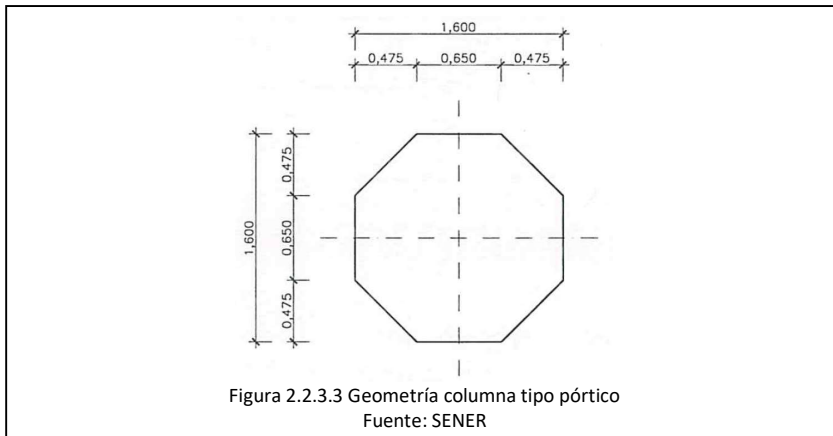
✓ Tipo 2 y tipo 5



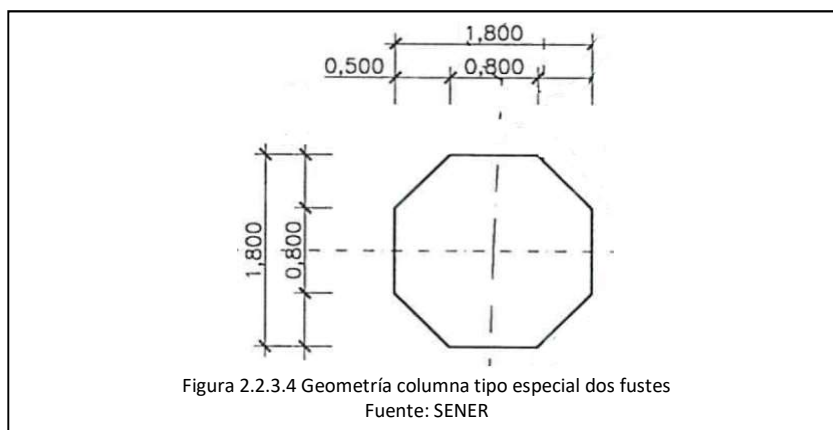
✓ Tipo 1



✓ Pórticos



✓ Especial dos fustes



El tipo de armados de las columnas de acuerdo a sus apoyos son como lo muestra la tabla general mencionada anteriormente.

En términos generales el armado de una columna consiste en las varillas longitudinales que en este caso como las columnas eran de una altura menor a 10 metros no hubo necesidad de traslape, ensamblados con estribos y en el caso de los tipos de 2 y el tipo 5 necesarias grapas para amarrar los estribos.

El concreto de todas las columnas del Viaducto 1-C tienen diferentes características a pilas y zapatas y estas son las siguientes:

- Concreto estructural de resistencia a la compresión $f'c=300$ kg/cm² a 28 días.
- Tamaño máximo de agregado de 20 mm,
- Revenimiento 18 +/- 3.5 cm.
- Permanencia de fraguado inicial a 2 horas.
- Desarrollo de resistencia rápida al 80% a 24 horas.

1.2.4 Capiteles

También llamados cabezales se pueden definir como la parte superior de un bastión sobre la cual se apoya el extremo de un tramo de la superestructura y que posee pedestales, que son columnas cortas sobre las que se apoyan directamente las vigas principales de la superestructura.

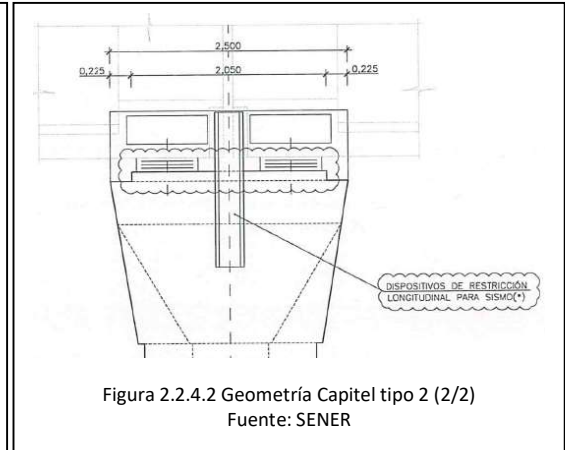
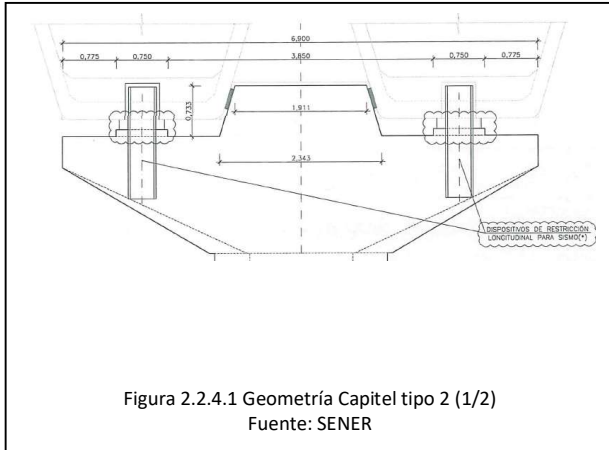
Los capiteles variaban en geometría y armado de acero de refuerzo de acuerdo al tipo de apoyo en el que estaba, los cuales se muestran de la siguiente manera.

De acuerdo con las dimensiones se clasifica así:

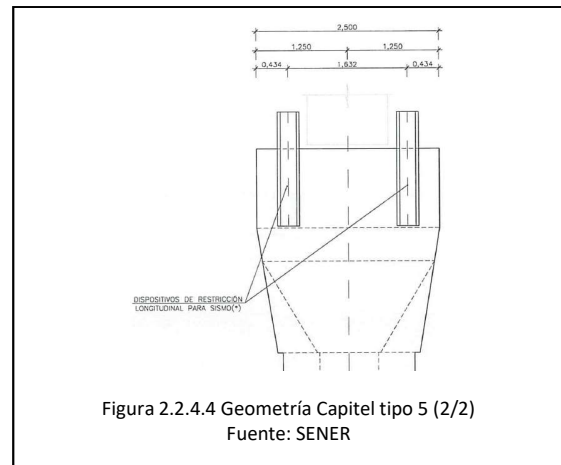
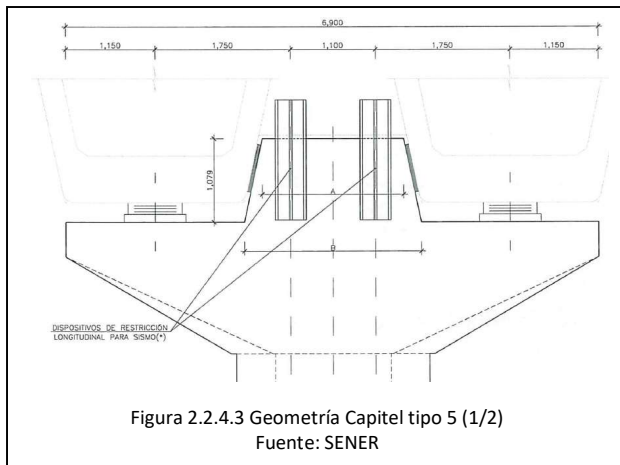
Tipo	Medida (largo x ancho x alto)
Tipo 2	6.90m x 2.50m x 2.433m
Tipo 5	6.90m x 2.50m x 2.779m
Tipo 1	3.50m x 2.50m x 1.920m
Pórtico 1C-145	17.939m x 2.20m x 2.55m
Pórtico 1C-146	15.444m x 2.20m x 2.55m
Pórtico 1C-168	16.775m x 2.20m x 2.55m
Pórtico 1C-169	17.102m x 2.20m x 2.55m
Especial dos fustes	10.153m x 2.50m x 2.433m

Tabla 2.2.4.1 Geometría de capiteles
Fuente: Sener

✓ Tipo 2



✓ Tipo 5



Los capiteles tipo 5 se dividen en dos tipos de acuerdo a las medidas de A y B que varían de acuerdo a las siguientes características como se muestra a continuación:

Tipo de Capitel	A	B
1	1.706	2.343
2	2.179	2.816

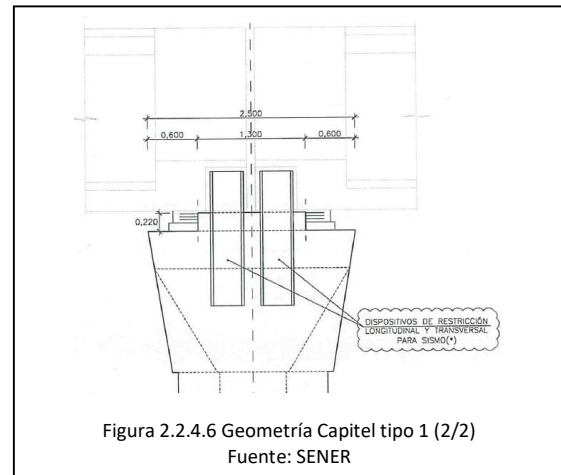
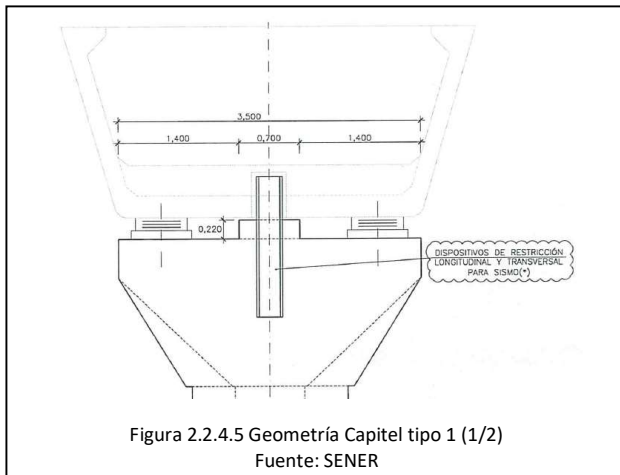
Tabla 2.2.4.2 Dimensiones en los tipos de capiteles continuos
Fuente: Sener

Los tipos de capitel 5 están de acuerdo a la siguiente tabla:

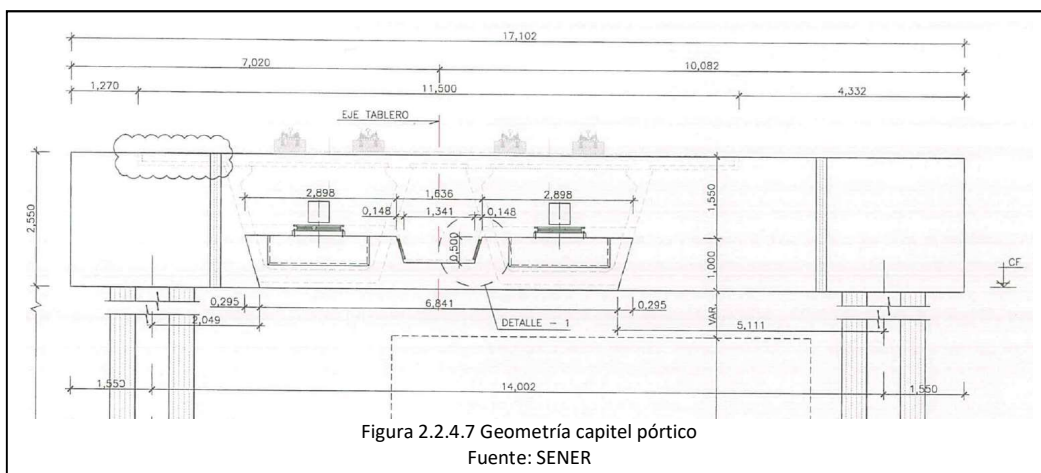
Columna	Columna tipo	Cabezal tipo
1C-114	5A	2
1C-115	5A	2
1C-124	5A	2
1C-125	5A	2
1C-156	5A	2
1C-157	5A	2
1C-210	2A	1
1C-212	2A	1

Tabla 2.2.4.3 Tipo de capitel continuo por apoyo en el Viaducto 1-C
Fuente: Sener

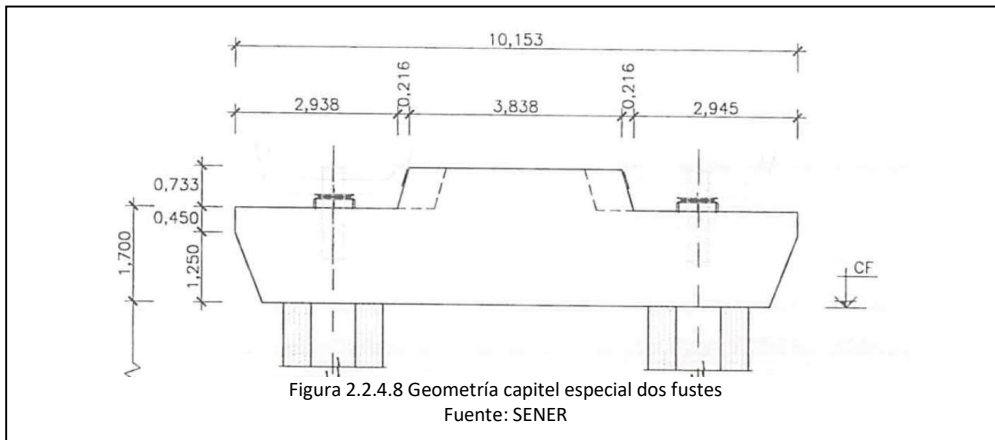
✓ Tipo 1



✓ Pórticos



- ✓ Especial dos fustes.



El tipo

de armados de los capiteles y pórticos de acuerdo a sus apoyos son como lo muestra la tabla general mencionada anteriormente.

Los pórticos incluían acero de presfuerzo debido a sus dimensiones a lo largo, el cual también dependía del pórtico.

Por último, a los cabezales se les colocaba una serie de neoprenos en las zonas de contacto con las traveses, además de unos topes sísmicos que eran colados junto con el cabezal.

Los neoprenos se dividían en tres tipos:

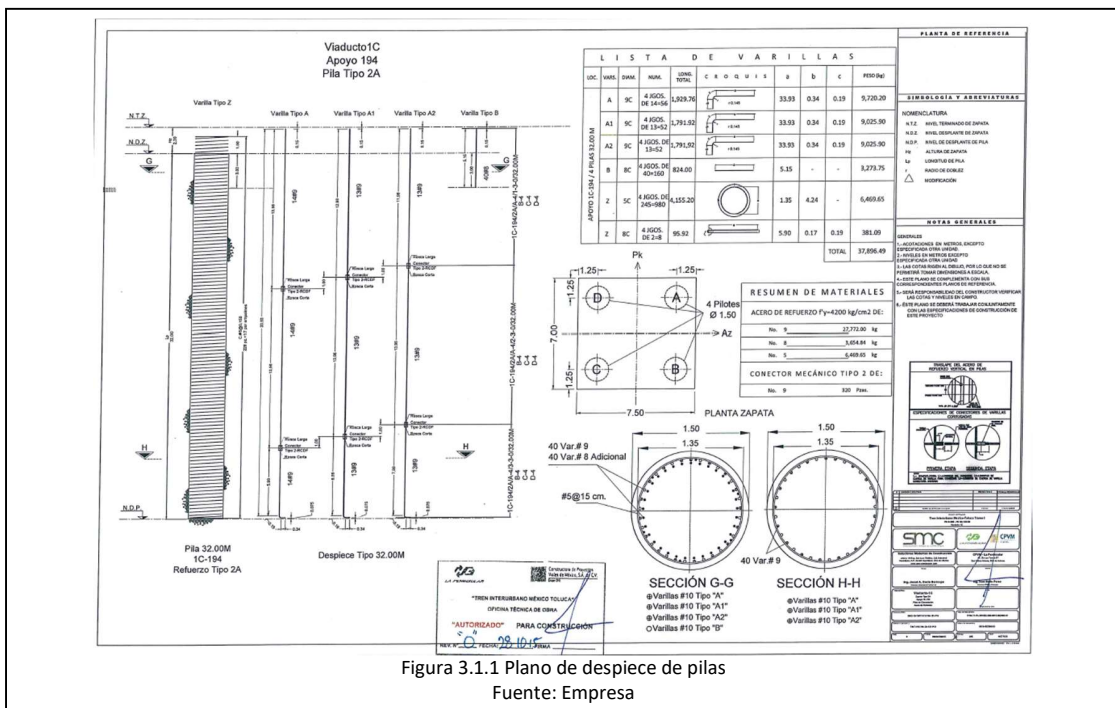
- ✓ Neoprenos verticales
- ✓ Neoprenos horizontales
- ✓ Neoprenos en los topes sísmicos

Capítulo 2. Proceso Constructivo.

En esta sección se describirá el proceso constructivo habitual en cada uno de sus elementos.

2.1 Pilas

Como ya se mencionó en el capítulo anterior para la ejecución de las pilas, se realizaron preliminarmente sondeos en cada apoyo para determinar con mayor exactitud la longitud efectiva de pilas, con base en esto la empresa constructora contratada a empresas habilitadoras para realizar el habilitado del acero, para esto se efectuaba previamente un plano de despiece del acero para hacer coincidir los planos de proyecto (ya mostrados en el capítulo anterior) con las longitudes de los sondeos y calcular con exactitud el acero requerido por pilas, a continuación se muestra un plano de despiece de ejemplo:



Para las pilas se subcontrataban empresas dedicadas específicamente a la perforación y elaboración de dichos elementos. Primeramente, se marca el perímetro de la zapata y las circunferencias de las pilas que van dentro de estas, esto normalmente se hacía ya teniendo la perforadora lista para iniciar los trabajos, además de contar ya con el acero habilitado en sitio, esto para que no se generará retrasos y las pilas

quedarán abiertas por más de dos días, terminando el marcado de las pilas, se iniciaba los trabajos de perforación, normalmente se iniciaba perforando con un bote de 1.00 metro que simplemente servía de guía, teniendo una perforación de cinco metros de profundidad aproximadamente se iniciaba con el bote de la longitud de 1.50 metros de diámetro, la perforación se ejecutaba de manera continua y preferentemente en una sola etapa, en el Viaducto 1-C el tipo de suelo que predominó fue el de suelos blandos con una constante de empotre a roca a lo largo del Viaducto y en toda la profundidad de las pilas, por lo que la perforación no fue complicada como en otros Viaductos como el 2, que en su gran mayoría se componían de tres tipos de suelos: suelos blandos, boleos y roca además que variaba la estratigrafía no solo de apoyo en apoyo sino de pila en pila del mismo apoyo, por lo tanto la perforación de una pila de 35 metros se tardaba aproximadamente un día o día y medio en perforar, normalmente mientras esto se hacía a un lado se armaba el acero de las pilas, de acuerdo al proyecto y a los planos de despiece elaborado por el habilitador, una pila de aproximadamente 35 metros se tardaba un día con una cuadrilla de 5 personas.

Después de terminada la perforación de la pila y terminado el armado se continuaba con la colocación del armado, para esto había dos maneras que dependían del peso y la longitud total del armado, si este era aproximadamente menor de 18 metros y menor a cinco toneladas se utilizaba la misma máquina perforadora para izar el acero, y si en caso contrario era mayor a estas medidas se ocupaba la draga, en caso que fuese necesario se colocaba el armado en secciones, ensamblando los conectores una vez puesta la pila en su lugar.

Posteriormente colocado el acero, se verificaba con topografía que la posición y los niveles fueran los correctos, analizando que todo estuviera bien, se procedía al pedido del concreto, este se programaba con el área de concreto de la empresa desde un día antes y se confirmaba en la hora en que todo estaba listo, para esto la empresa perforista se hacía responsable de instalar la tubería Tremie, la cual estaba acoplada por tramos de tres metros de longitud y debía llegar hasta el fondo de la perforación, el volumen teórico del concreto de la pila se calculaba con el área de la pila más su profundidad, en realidad en el Viaducto 1-C, se utilizaba aproximadamente un 25% más, principalmente por cuestiones de caídos en la pila.

Cuando en alguna pila existía una cantidad considerable de caídos, a la pila se le colocaba relleno fluido de resistencia de 25 kg/cm², para

poder estabilizar la pila y al día siguiente se continuaba con la perforación de esta.

Longitud de la pila dentro del proyecto se le consideraba a la longitud desde el fondo de la pila hasta el nivel de desplante de la zapata, y de acuerdo al proyecto se le dejaba 1.5 metros más a la pila y esta distancia quedaba dentro de la zapata, esto con el fin de que este acero que quedaba se pudiera anclar y unir al acero de la zapata y tuviera continuidad el elemento.

La mayoría de los apoyos consistían en cuatro pilas, por lo tanto, la pila posterior a la primera perforada era la cruzada, por ejemplo, si se perforaba la pila A primero después se tenía que perforar la C, para poder continuar de inmediato con la perforación, si la pila era una a lado por ejemplo la pila A y B, se tenía que esperar un día para poder perforarla.

En las ultimas pilas que se colaron el Viaducto 1-C se elaboraron las pruebas de continuidad Cross-Hole, para esto antes del colado se colocaban dentro de la pila cuatro tubos de PVC, dos de 50 mm de diámetro y dos de 112 mm, de la longitud total de la pila. Después del colado se contrataba una empresa especializada en calidad de pilas para realizar dichas pruebas. La correcta colocación de la tubería Tremie y su hermeticidad permitían tener resultados aceptables en estas pruebas de continuidad.

Se muestra fotos con lo explicado anteriormente:





Figura 3.1.4 Armado de pila



Figura 3.1.5 Izamiento de acero de pila



Figura 3.1.6 Acero de pila colocado y centrado



Figura 3.1.7 Colado de pila



Figura 3.1.8 Colado de pila (2)

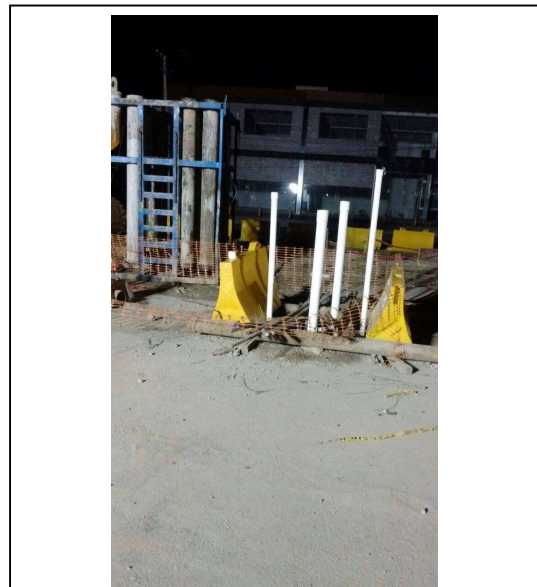
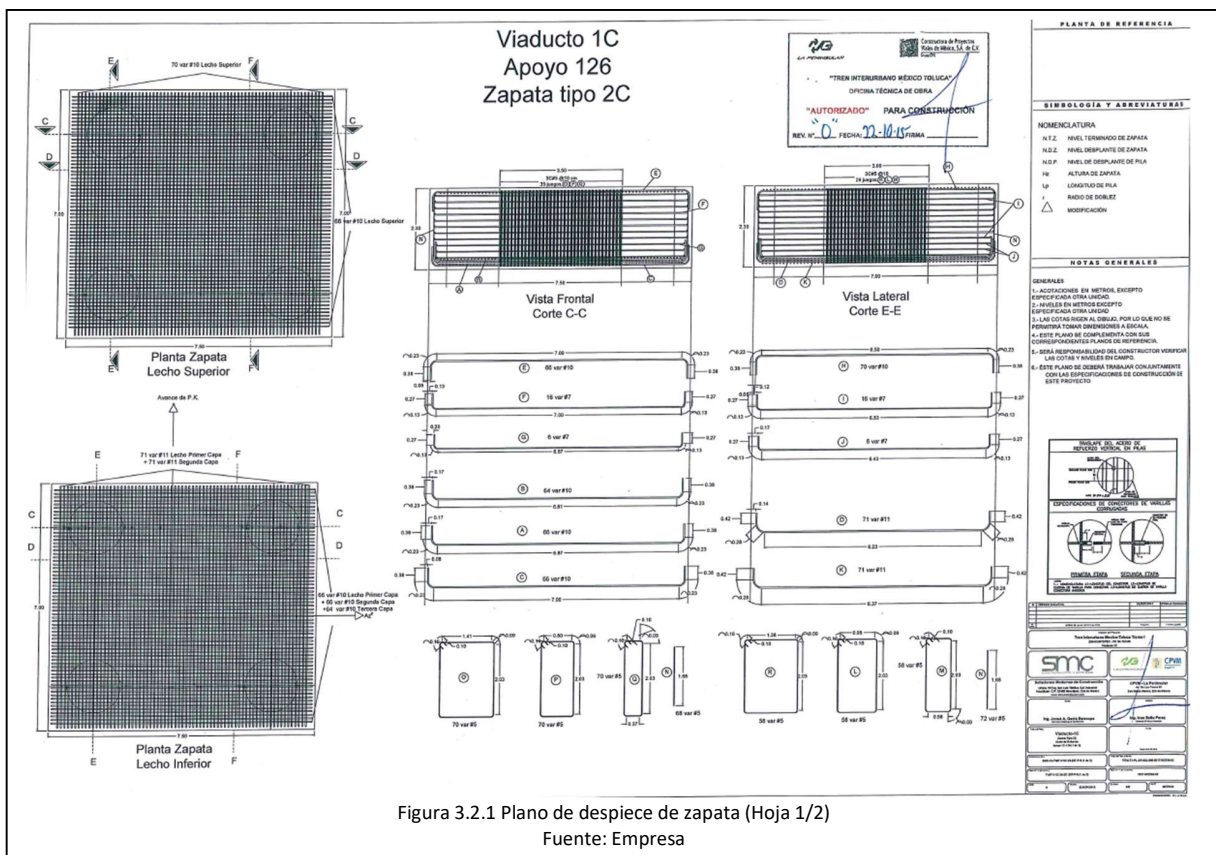


Figura 3.1.9 Pila con tubería para pruebas Cross-Hole

2.2 Zapatas

Las zapatas como en las pilas, previamente se elaboraba un plano de despiece del habilitado de acero, que debía ser aprobado por la gerencia técnica de la empresa antes de realizar los trabajos de habilitado, las zapatas teniendo ya realizado el plano y debidamente autorizado tardaban un promedio de cinco días en habilitar en planta, estas ya incluían los disparos de las columnas, debido a que el inicio de los disparos de la columna queda ahogado en la zapata y deben ser colocados antes de colarse la zapata.



nivelarla, así que era su responsabilidad que se colocara correctamente la plantilla.

Posterior a la colocación de la plantilla se continuaba con la demolición del concreto de una sección de las pilas coladas en el apoyo, esta sección eran los 1.5 metros por arriba del desplante de la zapata, este descabece tenía principalmente la función de eliminar el concreto contaminado, por agua, lodo, polímeros, etc., además el acero superior de la pila que rebasaba el nivel de desplante de la zapata se utilizaba para anclar las pilas con las zapatas, para realizar este descabece se utilizaba en la parte superior y por lo regular la excavadora 320 con pico y en los últimos 30 cm aproximadamente el descabece se realizaba manualmente con una rompedora de aire, el descabece de la totalidad de la pilas se realizaba en un aproximado de 3 días con un frente de trabajo de 5 personas.

El armado de la zapata seguía después del descabece, en el caso de la zapata y a diferencia de las pilas se hacía en el lugar donde estaría colada la zapata, normalmente se iniciaba colocando el lecho superior ya con las guías y los soportes colocados, después los lechos inferiores, los muros, los estribos de la zapata y por último los disparos de las columnas y sus estribos, todas las conexiones se amarraban con alambre recocido, en el armado se colocaba también la placa y los cables para el sistema de tierras que llevaba la obra, el armado de la zapata por lo general se llevaba un total de 3 días con un frente de trabajo de 8 personas.

Después de terminar el armado de la zapata, continuaba el cimbrado de la zapata, este se hacía con madera, acabado aparente, para mayor facilidad al momento de descimbrar se utilizaba desmoldante. cimbrar la zapata tenía una duración promedio de medio día, con un frente de trabajo de 8 personas.

El colado de la zapata iniciaba ya liberado el elemento por parte de la supervisión, el colado de la zapata se hacía con un frente de trabajo de aproximadamente cinco personas, las cuales un mínimo de tres, tenía que estar vibrando el concreto con vibradores de combustible para que no hubiera huecos en el concreto, la ejecución de esta tarea tenía una duración que dependía de la hora de la llegada de las ollas, en un promedio de seis horas.

Por último, al terminar de colar la zapata, se procedía con un día de espera, al descimbrado de la zapata, al descimbrar se podía observar como quedó la zapata, si quedó bien vibrada o faltó, en el caso de que

no estuviera bien, se obligaba al contratista si fuera el caso a reparar con epoxico las oquedades de concreto en la zapata.



Figura 3.2.3 Excavación de zapata



Figura 3.2.4 Descabece de pilas



Figura 3.2.5 Plantilla colada



Figura 3.2.6 Armado la zapata



Figura 3.2.7 Armado de zapata



Figura 3.2.8 Cimbrado de zapata



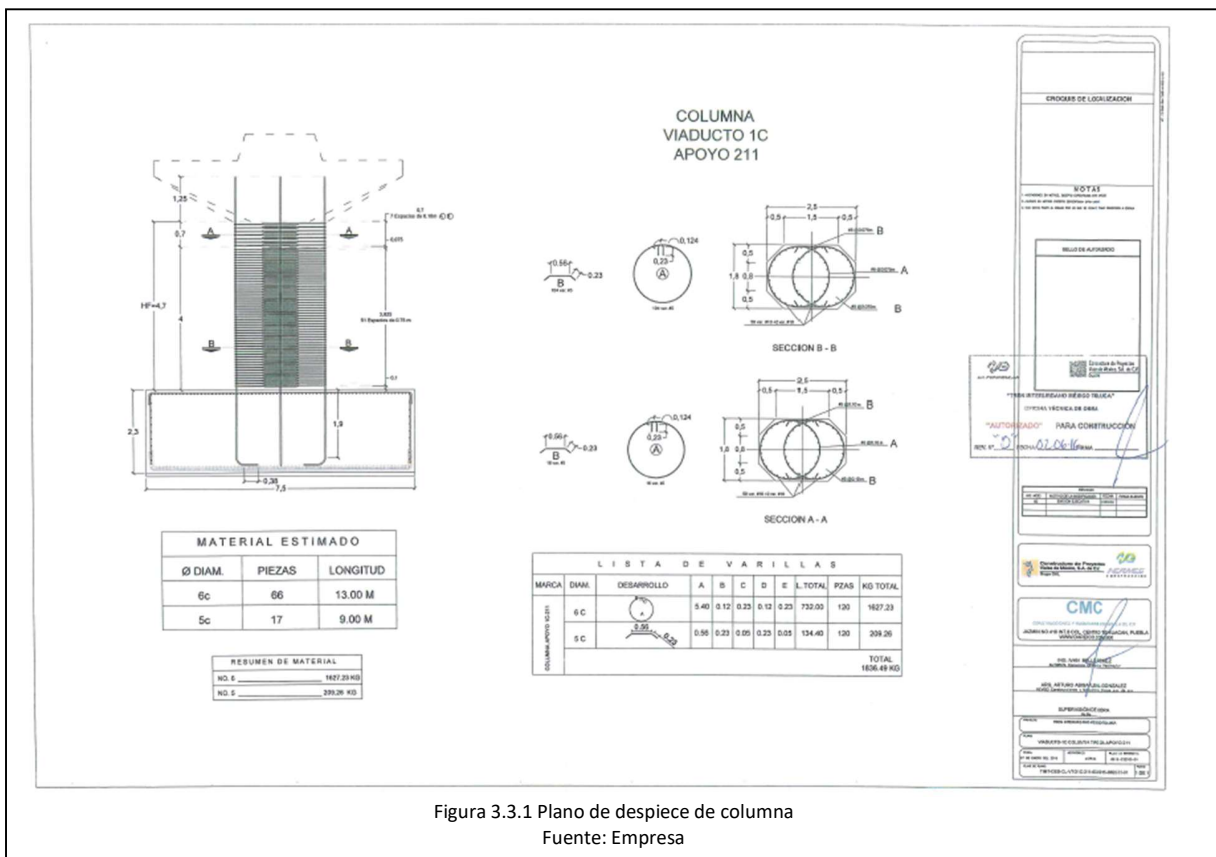
Figura 3.2.9 Colado de zapata



Figura 3.2.10 Zapata colada

2.3 Columnas

El plano de despiece al igual que los otros elementos, lo hacía una empresa habilitadora, para después con este poder habilitar el acero, cabe destacar que, en los planos de despiece de la columna, solo muestran lo que es el revestido de la columna (estribos y columnas), ya que como se dijo anteriormente, en el plano de despiece de la zapata incluía los disparos de la columna. Se muestra un ejemplo de un plano de despiece a continuación:



La construcción de la columna comenzaba uno o dos días después de haber descimbrado la zapata, y esta se comienza montando una escalera para poder subir a lo alto de la columna, teniendo ya la escalera lista, se procedía a ir colocando los estribos, esto se hacía normalmente subiendo por la escalera hasta las puntas de los disparos y dejando caer los estribos de manera que la cantidad de disparos quedaran dentro del estribo correspondiente y de la manera correcta, después se acomodaban los estribos con la separación correcta de

acuerdo a proyecto, se colocaban las grapas y se amarraban, hasta llegar a cubrir la altura de la columna.

Para cimbrar la columna se utilizaba cimbra modular, esta cimbra se rentaba a empresas dedicadas a este negocio, el molde de la cimbra tenía las medidas del área de la columna y de altura variable, el molde estándar tenía una altura de 6.10 metros, además había moldes para poder ajustar las alturas de 2.44 metros y 3.66 metros, para cimbrar en primer lugar normalmente se armaba la cimbra en el piso, esto se realizaba con tornillos especiales y cuando estuviera el armado finalizado y liberado por supervisión se alzaba con una grúa Titán y se bajaba la cimbra completa ya armada quedando encerrado el armado de la columna, por último se verificaba con el área de topografía que esta estuviera alienada correctamente.

Para el colado de la columna se utilizaba bomba de pluma para subir el concreto y alcanzar la altura necesaria, al igual que en la zapata se utilizaban vibradores para evitar huecos en el concreto de la columna. Esto se hacía con un frente de trabajo de aproximadamente cuatro personas.

Por último, se llevaba la tarea del descimbrado de la columna, esto se hacía dos días después de haberse colado el elemento, y se hacía quitando los tornillos que unen los moldes de la columna.

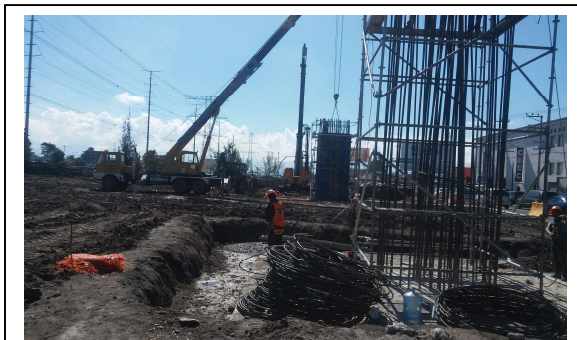


Figura 3.3.2 Colocación de andamios



Figura 3.3.3 Armado de columna.

Proceso constructivo



Figura 3.3.4 Cimbra de columna



Figura 3.6.5 Cimbrado de columna



Figura 3.3.6 Cimbra de columna colocada



Figura 3.3.7 Colado de columna



Figura 3.3.8 Colado de columna (2)



Figura 3.3.9 Columnas coladas

2.4 Capiteles

Al igual que en las columnas se utilizaban escaleras, además se instalaba apuntalamientos y una plataforma de lo que sería la cimbra del capitel para poder caminar y hacer los trabajos necesarios para la colocación del armado, de la cimbra y el concreto.

Los capiteles tenían gran diferencia en cuestiones constructivas con respecto a los tres elementos mencionado anteriormente, debido a que el habilitado del acero y el armado de este se realizaba en la misma planta habilitadora, esto era debido a la dificultad de poder armarlos en campo por la cantidad de acero que tenía cada uno de ellos y la inexperiencia de los oficiales en poder armarlo, entonces una planta habilitadora en específico se dedicó a contratar oficiales fierreros que con la práctica de armar gran cantidad de capiteles, con el tiempo se hizo algo más práctico y rápido, esta empresa se encargó de suministrar la gran mayoría de los capiteles del Viaducto 1-C, por lo tanto, a sitio llegaba ya el elemento armado.

Para poder izar el armado de capitel se utilizaba una grúa todo terreno de 60 toneladas, el capitel tenía un peso aproximado de 9 toneladas, el armado del capitel se situaba en el lugar correcto apoyados con el área de topografía, esto era además de ensamblar las puntas de los disparos de la columna que quedaban al descubierto después del colado de esta, aproximadamente 20 centímetros.

Después de la colocación del armado se procedía a realizar el cimbrado del elemento, al igual que en la columna se utilizaban cimbra modular de las mismas empresas que suministraban la cimbra de columna, la cual se componía de dos fondos y dos paredes laterales, la duración de esta tarea duraba un aproximado de un día con un frente de trabajo de cinco personas.

Realizado el cimbrado, se continuaba con la colocación de los topes sísmicos, el armado de acero del capitel tenía ya previamente marcado el área donde se montaba el tope sísmico, se alineaba con ayuda de topografía, en caso de los capiteles continuos, los topes sísmicos se colocaban mientras se realizaba el armado de acero en la planta habilitadora, ya que este tipo de tope tenía una placa que una dos topes y era prácticamente imposible poder colocarlos después de terminar el armado ya que estas placas quedaban por debajo de unas grapas.

Proceso constructivo

Para empezar el colado del capitel se debía tener liberado por parte de la supervisión la colocación y alienación de los topes sísmicos, este al igual que la columna se realizaba con bomba para alcanzar la altura necesaria, para el colado del capitel se utilizaba un frente de trabajo de aproximadamente cuatro personas, cada uno de estas con vibradores de combustibles para el vibrado del concreto.

Después del colado se realizaba el descimbrado, dos días después de haberse colado dicho elemento.

Al descimbrarse el capitel, se colocaban los neoprenos correspondientes, normalmente era cuatro horizontales, los cuales se pegaban al concreto con epoxico, además de colocarlos dentro de unos marcos metálicos, los neoprenos verticales a su vez normalmente también eran cuatro al igual que los neoprenos que iban en el área de las dos caras del tope.

Con esto se daba fin constructivamente lo relacionado a la subestructura del apoyo.



Figura 3.4.1 Llegada de armado de capiteles



Figura 3.4.2 Colocación de primera etapa de cimbra



Figura 3.4.3 Colocación del armado de capitel



Figura 3.4.4 Colocación de segunda etapa de cimbra

Proceso constructivo



Figura 3.4.5 Colado de capitel



Figura 3.4.6 Apoyo colado hasta capitel tipo 2



Figura 3.4.7 Capiteles tipo 1, vía única



Figura 3.4.8 Inicio de armado de pórtico



Figura 3.4.9 Armado de pórtico



Figura 3.4.10 Cimbrado del pórtico



Figura 3.4.11 Pórtico cimbrado



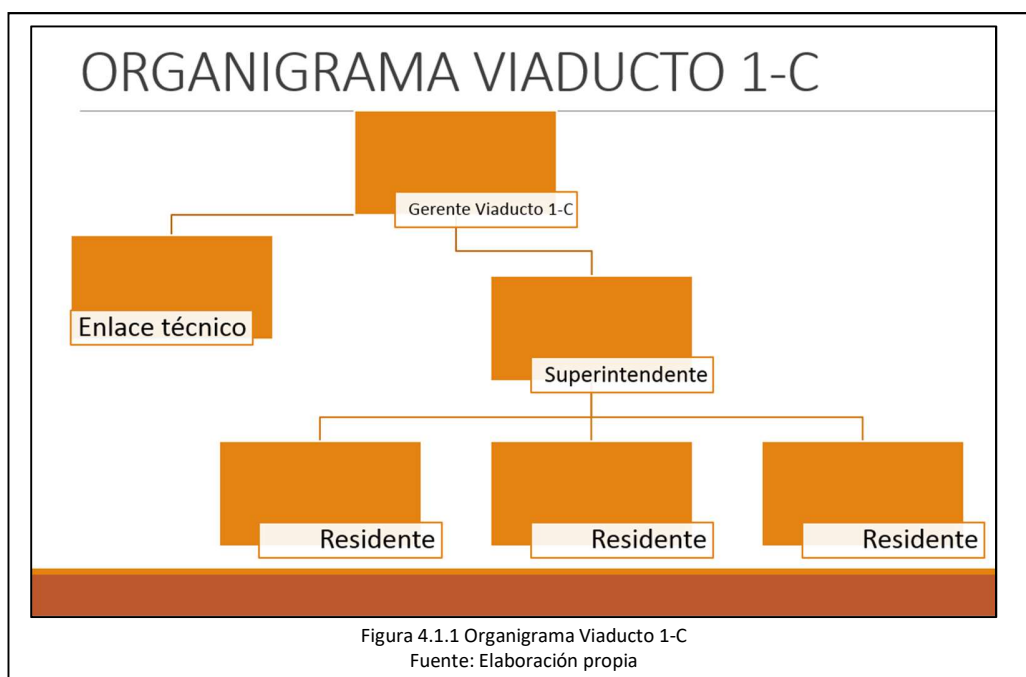
Figura 3.4.12 Armado de capitel especial de dos fustes

Capítulo 3. Rol profesional.

3.1 Introducción.

El autor de esta memoria comenzó a trabajar en la obra del Tren-Interurbano México Toluca en febrero de 2016, el cargo y las funciones principales fueron en el puesto llamado “Enlace Técnico”, llevando a cabo esta tarea en el Viaducto 1-C, Viaducto 1-E, Viaducto 2 y Viaducto 3. Durante el desarrollo se hablará específicamente de la función como enlace técnico dentro del Viaducto 1-C.

Cada uno de los Viaductos tenía a sus responsables y un organigrama con una composición similar a la mostrada a continuación:



Cada uno de los integrantes de este equipo tenía diferentes actividades asignadas para lograr el correcto desarrollo de la obra, tanto constructivamente como logísticamente y administrativamente. Cabe destacar que este organigrama era exclusivamente del personal de la empresa (La Peninsular), los subcontratistas tenían sus organigramas que eran independientes a nosotros. El enlace técnico principalmente tenía ocupaciones de gabinete, por lo tanto, sus principales funciones y en su mayoría de tiempo, se desempeñaba dentro de las oficinas de la empresa constructora.

Las funciones que desempeñaba el enlace técnico eran en función de lo realizado en campo, además de lo que se tenía pensado ejecutar, entre estas se destacan las siguientes:

- Avances diarios.
- Entrega de obra ejecutada y costos.
- Planeación de los trabajos.
- Suministro de materiales.
- Actualizaciones de proyecto.
- Revisión de estimaciones.
- Logística.

Estas tareas principales se subdividían en otras, como se muestra en la siguiente figura:

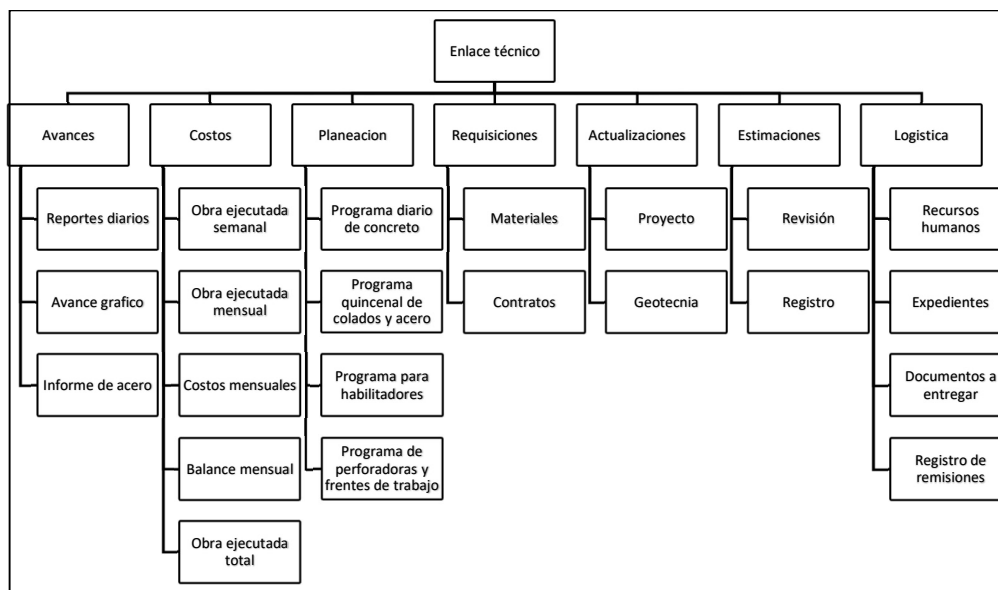


Figura 4.1.2 Esquema de las labores del enlace técnico
Fuente: Elaboración propia

Estas tareas se debían realizar semanalmente, las cuales se explicará a detalle cada uno a continuación. Por otra parte, existieron trabajos eventuales, los cuales también se expondrán.

3.2 Avances

Reportes diarios

El enlace técnico tenía la tarea de entregar cada mañana un reporte por correo electrónico dirigido a diversos encargados en diferentes áreas de la empresa (cobro a SCT, planeación, concreto, etc.) con información de los elementos que se colaron el día anterior de trabajo, esto se acompañaba con la información siguiente:

- Empresa que ejecutó los trabajos
- Concretera
- Volumen de concreto utilizado
- Frentes de trabajo activos en el viaducto.

Se presenta como ejemplo la información enviada el día de 20 de mayo de 2016:

SUBESTRUCTURA					
FRENTE	ELEMENTO	APOYO(S)	SUBCONTRATISTA	VOLUMEN (m3)	EQUIPOS ACTIVOS
VIADUCTO 1C	PILA D	175	CARSA/HOLCIM	76	PERFORADORAS: 2 MAJIM, 1 DELTA, 1 CARSA, 1 TCyP, 2 PICIMEX, 1 CÍRCULO AMARILLO, 1 SERRANO
	PILA A	185	MAJIM/HOLCIM	75	PERFORADORAS: 2 MAJIM, 1 DELTA, 1 CARSA, 1 TCyP, 2 PICIMEX, 1 CÍRCULO AMARILLO, 1 SERRANO
	PILA A	181	DELTA/HOLCIM	72	PERFORADORAS: 2 MAJIM, 1 DELTA, 1 CARSA, 1 TCyP, 2 PICIMEX, 1 CÍRCULO AMARILLO, 1 SERRANO
	PILA C	181	DELTA/HOLCIM	72	PERFORADORAS: 2 MAJIM, 1 DELTA, 1 CARSA, 1 TCyP, 2 PICIMEX, 1 CÍRCULO AMARILLO, 1 SERRANO
	PILA D	180	DELTA/HOLCIM	78	PERFORADORAS: 2 MAJIM, 1 DELTA, 1 CARSA, 1 TCyP, 2 PICIMEX, 1 CÍRCULO AMARILLO, 1 SERRANO
	PILA A	189	TCyP/HOLCIM	76	PERFORADORAS: 2 MAJIM, 1 DELTA, 1 CARSA, 1 TCyP, 2 PICIMEX, 1 CÍRCULO AMARILLO, 1 SERRANO
	PILA C	189	TCyP/HOLCIM	72	PERFORADORAS: 2 MAJIM, 1 DELTA, 1 CARSA, 1 TCyP, 2 PICIMEX, 1 CÍRCULO AMARILLO, 1 SERRANO
	ZAPATA B	218	AMD/GORSA	72	AMD, FONTANA
	COLUMNA	172	FONTANA/HOLCIM	24	FONTANA, GRICASA
	COLUMNA	174	FONTANA/HOLCIM	21.5	FONTANA, GRICASA
	CAPITEL	126	PENINSULAR/HOLCIM	25	PENINSULAR
	BANCOS (A,B,C,D)	193	TLAHTOANI	0.554	TLAHTOANI
	BANCOS (A,B,C,D)	194	TLAHTOANI	0.554	TLAHTOANI
	BANCOS (A,B,C,D)	195	TLAHTOANI	0.554	TLAHTOANI
	BANCOS (A,B,C,D)	196	TLAHTOANI	0.554	TLAHTOANI
BANCOS (A,B,C,D)	197	TLAHTOANI	0.554	TLAHTOANI	
BANCOS (A,B,C,D)	198	TLAHTOANI	0.554	TLAHTOANI	
BANCOS (A,B,C,D)	199	TLAHTOANI	0.554	TLAHTOANI	
BANCOS (C,D)	200	TLAHTOANI	0.277	TLAHTOANI	

Figura 4.2.1 Información enviada por el enlace técnico el día a distintas áreas de la empresa.

Fuente: Elaboración propia

La información necesaria para que el enlace técnico cumpliera con esta tarea era brindada por los residentes que se encontraban en los distintos

frentes de trabajo. En el caso de las pilas, cuando estas se colaban, los residentes entregaban al enlace técnico un reporte con la siguiente información:

- Empresa que realizó la perforación de la pila
- Empresa que realizó la colocación del acero
- Empresa que realizó el colado de la pila
- Empresa que suministró el concreto
- Cantidad de concreto utilizado
- Empresa que habilitaba el acero
- Empresa que armaba el acero
- Estratigrafía del terreno
- En caso de utilizar relleno fluido, la cantidad utilizada.

En la mayoría de los casos la empresa que perforaba era la misma que izaba el acero y que colaba el elemento.

En el colado de una zapata, una columna o un capitel la información era la siguiente:

- Empresa que realizó el habilitado del acero, en caso de los capiteles el habilitado y armado de acero.
- Empresa que realizó el armado del acero, en el caso de zapatas y columnas.
- Empresa que colocó el acero, en caso de capiteles.
- Empresa que realizó el cimbrado del elemento.
- Empresa que realizó el apuntalamiento, en caso de capiteles.
- Empresa que realizó el colado del elemento
- Cantidad de concreto utilizado
- Empresa que suministró el concreto.
- Empresa que bombeaba el concreto, podía ser bombeado por la empresa que suministraba el concreto o bombeado por una máquina rentada de parte de la empresa, esto se aplicaba en

columnas y capiteles, además de zapatas y pilas donde por circunstancias del terreno no se podía colar a tiro directo.

En la mayoría de los casos era una sola empresa que realizaba los trabajos de obra civil (armado, cimbrado y colado).

Avance gráfico

El enlace técnico tenía la función de actualizar gráficamente los avances generados en la obra, para este fin, el enlace realizaba un archivo de AutoCAD en donde se ilustraban todas las pilas, zapatas, columnas y capiteles con el kilometraje correspondiente a cada apoyo del Viaducto asignado, también las avenidas. Con ayuda del departamento de obras inducidas se mostraban las posibles interferencias con la obra, como líneas de la CFE, canales de aguas negras, retornos, cables de fibra óptica, etc.

TREN INTERURBANO MEXICO-TOLUCA.

ESQUEMA DE AVANCE

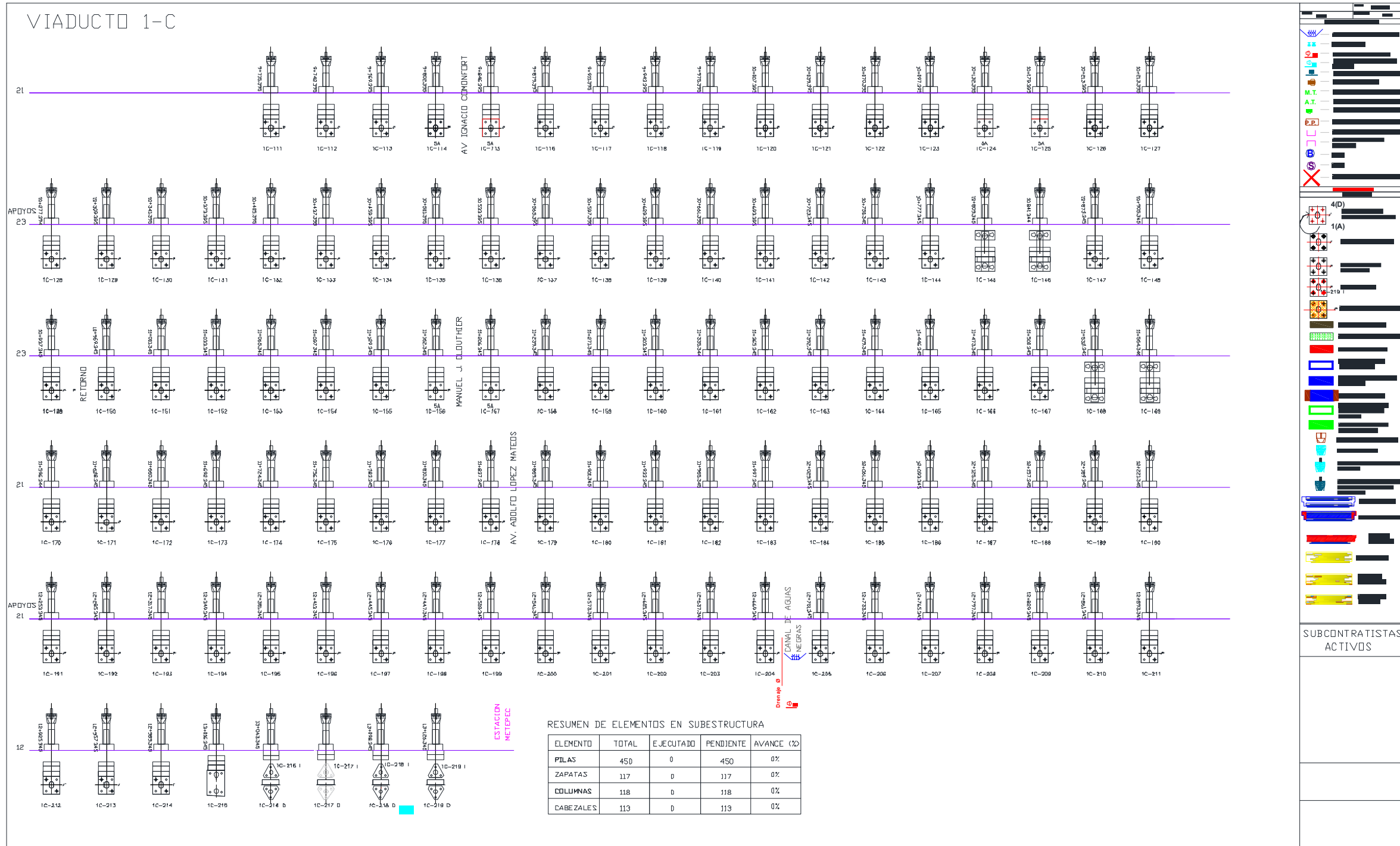
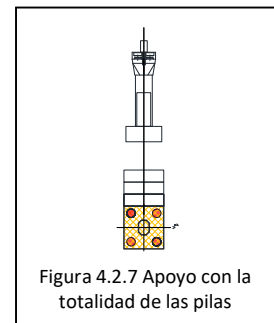
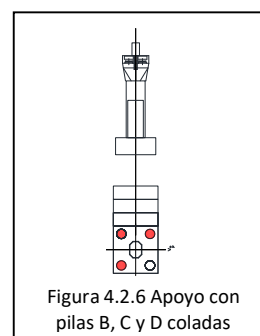
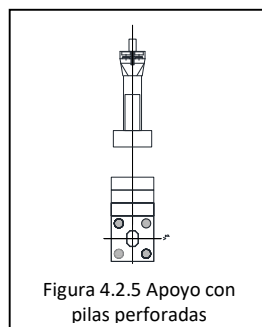
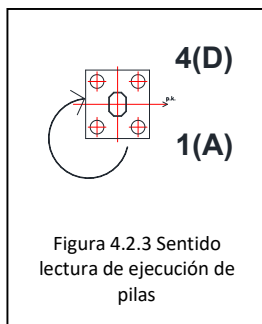


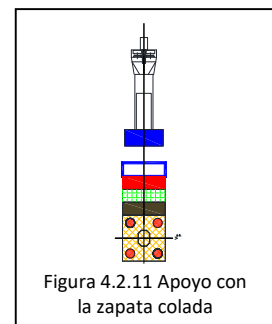
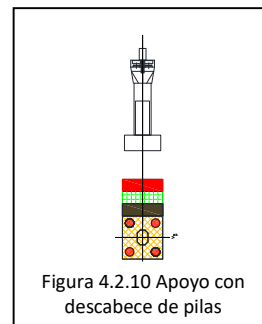
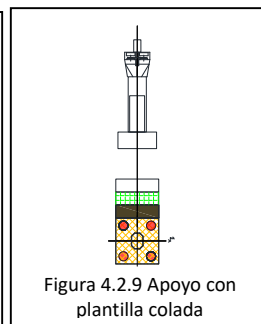
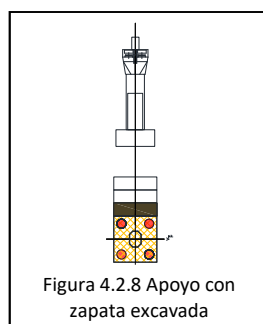
Figura 4.2.2 Elaboración del avance gráfico sin obra ejecutada
Fuente: Elaboración propia

Ya teniendo este archivo, diariamente se debía de colorear con la simbología correspondiente los avances que se hubieran tenido, también en un recuadro en la parte inferior se colocaba, la cantidad totales de pilas, zapatas, columnas y capiteles, la cantidad ejecutadas y las pendientes, además del porcentaje de avance de cada uno de los elementos, así en el caso particular del autor, lo hacía de la siguiente manera:

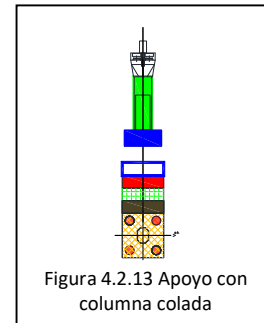
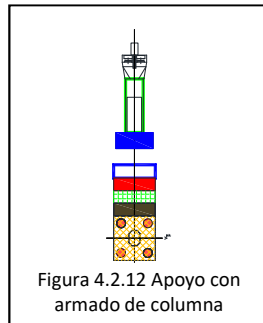
- Para pilas: Las pilas se le denominaban por orden alfabético empezando con la letra en la parte inferior derecha y se asignaba la siguiente letra siguiendo las manecillas del reloj, se coloreaba el círculo de gris cuando esta se perforaba y en color rojo cuando este se colaba. Cuando la totalidad de las pilas del apoyo se colaba, en el recuadro se le rellenaba de la siguiente manera:



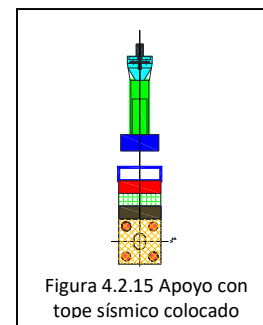
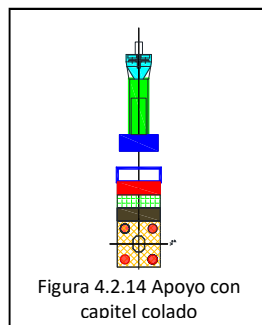
- Para zapatas: en la parte superior del recuadro de pilas se debía mostrar el proceso constructivo de la zapata, por lo cual se colocaban varios recuadros para definir cual tarea de la zapata se estaba ejecutando al momento, se mostraba: la excavación, la colocación de la plantilla, descabece de pilas, armado de la zapata y colado de zapata, como se muestra a continuación:



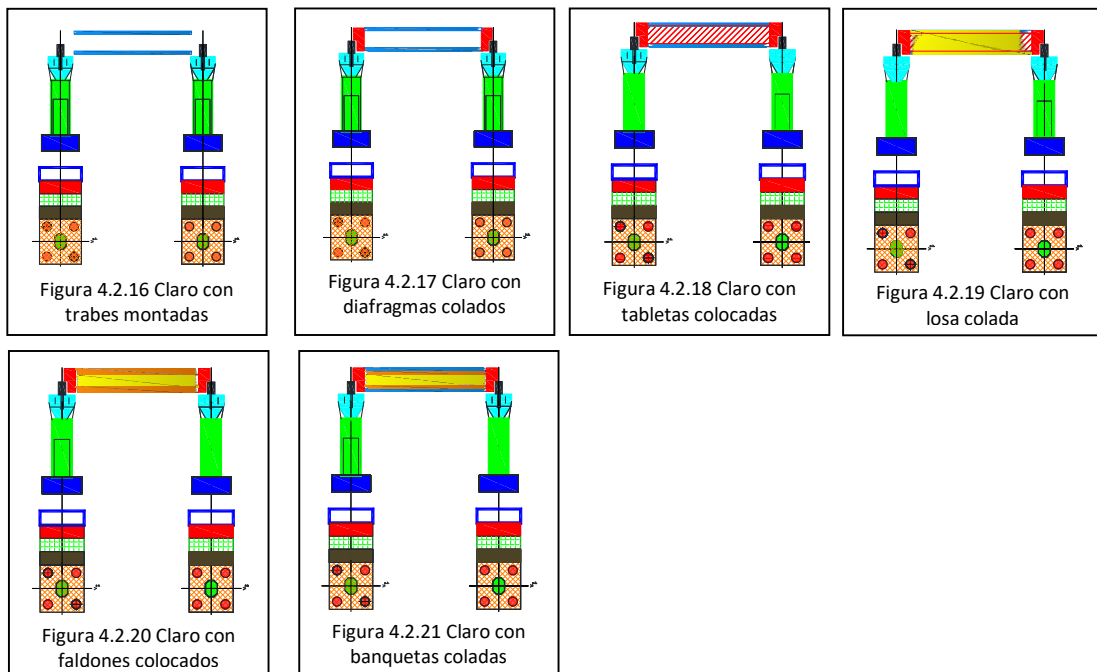
- Para columnas: se rellenaba el contorno de la figura de la columna de un color para indicar que se estaba armando y colocando el acero de refuerzo, cuando la columna estaba colada se coloreaba completamente la columna como se muestra a continuación:



- Para capiteles: estos se coloreaban de un color cuando se colaban, además se rellenaba un cuadro por encima de la figura del capitel para indicar que el tope sísmico ya fue colocado.



- Para la superestructura: En el caso del autor, su equipo de trabajo no era el que estaba realizando los trabajos de la superestructura, pero debido a que el enlace técnico era encargado por Viaducto completo, este tenía que reportar en el avance gráfico los trabajos ejecutados de la superestructura, los que se veían reflejados en el avance eran los siguientes: montaje de traveses, colado de diafragmas, colocación de tabletas, colado de losa, colocación de faldones y colado de banquetas, como se muestra a continuación:



Estos avances gráficos se tenían que actualizar diariamente para poder tener un control exacto de la situación en campo, para esto el enlace técnico se basaba en los reportes de los residentes en campo, dos veces por semana, normalmente lunes y jueves estos avances se entregaban a la dirección de proyecto, dirección de construcción y gerente de planeación para que estos observaran y analizaran los avances en el Viaducto.

Informe de acero

El enlace técnico también tenía la tarea de realizar y entregar un informe del estatus del acero en el campo a las diferentes áreas de la empresa que al igual que el avance gráfico era dos veces por semana, este informe debía contener una tabla donde estuvieran en filas todos los apoyos y en columnas, el habilitador al que se le asignó el elemento, las fechas de entrega de planos de despiece por el habilitador, la autorización de nuestra área técnica y el porcentaje de acero entregado en campo del elemento, además se rellenaba de un color en cuyos elementos se estuviera trabajando y de otro color los elementos que estuvieran ya colados, se muestra como el autor realizaba este informe:

Dificultades que se le presentó al autor

En esta área de las funciones del enlace técnico las dificultades principales eran, llevar el control de los elementos terminados, ya que al haber gran cantidad de elementos colados por día, era muy fácil que se originaran distracciones en cuestión de no tener registro de elementos ya colados por omisión del enlace técnico o por el residente a cargo del frente, para contrarrestar esto el enlace debía tener conocimiento de los frentes de trabajo en el tramo, y así poder darse cuenta cuando en un frente no se colaban elementos, preguntar al residente o superintendente la causa y así poder determinar si efectivamente no se habían colado elementos o fue omisión de alguna de las partes.

Esta tarea de actualizar los avances de la obra es demasiado importante dentro de la empresa, ya que así, es del conocimiento del superintendente, gerentes y directores como se están ejecutando los trabajos, además se podía visualizar con cada uno de los avances gráficos entregas la cronología de cómo fue se fue llevando el Viaducto de principio a fin.

3.3 Entrega de obra ejecutada y costos

Obra ejecutada semanal

El enlace técnico tenía la tarea de dar un informe detallado de la obra ejecutada de su viaducto a cargo, la obra ejecutada se entiende por el avance de obra obtenido y que se reflejaba con cantidades dentro de los conceptos cobrables a la dependencia con su respectivo precio unitario e importe, por la tanto, este archivo de obra ejecutada reflejaba las cantidades en avance y las cantidades de dinero que iban a ser presentados y posteriormente cobrados a la dependencia.

Cada semana, los días sábados el enlace técnico debía entregar el reporte con la obra ejecutada de la semana y enviarlo vía correo electrónico a las diferentes áreas de la empresa.

Dentro de estos conceptos del contrato de la empresa con la dependencia, se tenía que las pilas de 1.50 metros de diámetro se dividían en siete tipos que iban de acuerdo al peso en acero por metro lineal de la pila como se muestra en la siguiente tabla:

Tipo de pila	Acero por metro lineal
Pila tipo 1	Igual a 203 kg/m
Pila tipo 2	Igual a 265 kg/m
Pila tipo 3	Igual a 323 kg/m
Pila tipo 4	Igual a 353 kg/m
Pila tipo 5	Igual a 389 kg/m
Pila tipo 6	Igual a 468 kg/m
Pila tipo 7	Igual a 603 kg/m

Tabla 4.3.1. Tipo de pilas de acuerdo a los conceptos de cobro a la dependencia.
Fuente: Empresa

En caso de que el acero fuera mayor a uno de los tipos, pero menor al consecuente, se utilizaba el menor, y el acero restante se incluía en un concepto aparte para poder cobrarlo a la dependencia.

Los conceptos que se incluían dentro en la zapata eran en términos generales los siguientes:

- Excavación a cielo abierto a máquina en cualquier zona
- Plantilla de 10 cm de espesor de concreto de 100 kg/m²
- Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo
- Cimbra y descimbra en zapatas
- Suministro, vaciado y vibrado de concreto

- Relleno con material de banco

Los conceptos que generalmente se incluían en columnas y capiteles normales eran los siguientes:

- Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo
- Cimbra y descimbra del elemento
- Suministro, vaciado y vibrado de concreto.

Además de estos, para los capiteles también se utilizaban principalmente los conceptos de:

- Suministro y colocación de apoyo integral de neopreno
- Suministro, transporte y colocación de tope sísmico

Obra ejecutada mensual.

El enlace técnico tenía la función de elaborar además del reporte de cada sábado, otro con la obra ejecutada del mes, del viaducto que le correspondía, que en el caso del autor como antes se ha mencionado era el Viaducto 1-C, esta obra ejecutada mensual se realizaba con corte al 25 de cada mes, y esta se normalmente se realizaba haciendo la suma de los avances de las semanas del mes para mostrar la cantidad de avance obtenido.

Por lo tanto, visualmente en cada reporte mensual se mostraba los avances semanales, cada uno con el importe generado, y a final un par de columnas donde se mostraba la suma de las cantidades de las semanas y el importe de dichas sumas, en la parte superior se mostraba la suma de los importes, que esto en pocas palabras era lo que la empresa iba a cobrar por los trabajos realizados en el viaducto. Algo muy importante de los reportes de obra ejecutada era ver los números del origen de los trabajos a la fecha del corte del mes, por lo cual, se realizaba la sumatoria de la obra ejecutada del mes y la obra ejecutada de origen al mes anterior.

Como ejemplo se muestra el archivo entregado por el autor en el mes de mayo de 2016:

Presupuesto Venta					26 al 30 de Abril-16		del 01 al 06 de Mayo-16		del 07 al 13 de Mayo-16		del 14 al 20 de Mayo-16		del 21 al 25 de Mayo-16		may-16		Origen al 25 de Mayo-16		
Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe	Cantidad	Importe	Cantidad	Importe	Cantidad	Importe	Cantidad	Importe	Cantidad	Importe	Cantidad	Importe	Cantidad	Importe	
Tren Interurbano Mexico - Toluca						4,539,089.4		8,131,443.3		9,303,468.9		12,435,634.1		7,607,742.2		42,017,377.9		95,293,431.3	
LINEA EN ESTRUCTURA ELEVADA (VIADUCTOS)						4,539,089.43		8,131,443.29		9,303,468.91		12,435,634.10		7,607,742.19		42,017,377.91		95,293,431.32	
CIMENTACION					11 Pilas		14 Pilas		13 Pilas		24 Pilas		12 Pilas		74 Pilas		164 Pilas		
PILA DE CIMENTACION (P-01), DE 1.50 M.	M	2,504.00	8,061.10	20,184,994.40															
PILA DE CIMENTACION (P-02), DE 1.50 M.	M	17,460.00	9,147.44	159,714,302.40	140.00	1,280,641.60	70.00	640,320.80			154.00	1,408,705.76			364.00	3,329,668.16	1,113.00	10,181,100.72	
PILA DE CIMENTACION (P-03), DE 1.50 M.	M	67,380.00	10,163.69	684,829,432.20	163.00	1,656,681.47	334.00	3,394,672.46	266.50	2,708,623.39	437.50	4,446,614.38	343.00	3,486,145.67	1,544.00	15,692,737.36	2,423.00	24,626,620.87	
PILA DE CIMENTACION (P-04), DE 1.50 M.	M	20,428.00	10,689.33	218,361,633.24	79.00	844,457.07	39.50	422,228.54	115.50	1,234,617.62	193.50	2,068,385.36			427.50	4,569,688.58	1,317.00	14,077,847.61	
PILA DE CIMENTACION (P-05), DE 1.50 M.	M	2,736.00	11,320.11	30,971,820.96															
PILA DE CIMENTACION (P-06), DE 1.50 M.	M	3,049.00	12,704.30	38,735,410.70															
PILA DE CIMENTACION (P-07), DE 1.50 M.	M	11,540.00	15,069.70	173,904,338.00			48.50	730,880.45	97.00	1,461,760.90	80.00	1,205,576.00	80.00	1,205,576.00	305.50	4,603,793.35	1,158.50	17,458,247.45	
PILA DE CIMENTACION (P-08), DE 1.80 M.	M		11,471.19																
PILA DE CIMENTACION (P-09), DE 1.80 M.	M	6,408.00	13,258.37	84,959,634.96															
Acero sobreavanzado (cuantía de proyecto lote)			120,000.00														0.00	59,104.18	
SUMINISTRO, HINCADO Y COLOCACION DE M	M		\$ 2,368.47	\$ 0.00															
CIMENTACIÓN SUPERFICIAL (ZAPATAS)					1 Zapatas		3 Zapatas		3 Zapatas		2 Zapatas		4 Zapatas		13 Zapatas		25 Zapatas		
EXCAVACION A CIELO ABIERTO, A MAQU	M3	512,042.70	76.88	39,365,842.78															
EXCAVACION A CIELO ABIERTO, A MAQU	M3	82,341.25	69.45	5,718,599.81															
EXCAVACION EN CORTE CON MEDIOS M	M3		57.37																
Excavación para el desplante de estructura	M3	350,000.00	41.37	14,479,500.00															
Suministro y fabricación de suelo cemento	M3	245,000.00	246.60	60,417,000.00															
Carga y acarreo de sobrantes a banco de d	M3	105,000.00	35.52	3,729,600.00															
PLANTILLA DE 10 CM. DE ESPESOR, DE C	M2	75,263.21	99.82	7,512,773.62	52.50	5,240.55	157.50	15,721.65	176.40	17,608.25	84.02	8,386.88	102.38	10,219.57	572.80	57,176.90	1,165.70	116,360.17	
SUMINISTRO, HABILITADO, COLOCACION D	KG	30,966,889.00	17.53	542,849,564.17	29,445.81	516,185.05	98,661.02	1,729,527.68	84,894.13	1,488,194.10	48,700.20	853,714.51	72,933.66	1,278,527.06	334,634.82	5,866,148.39	723,230.43	12,678,229.44	
CIMBRA Y DESCIMBRA EN ZAPATAS, CO	M2	77,660.00	182.99	14,211,003.40	66.70	12,205.43	200.10	36,616.30	212.52	38,889.03	110.73	20,262.48	187.03	34,224.62	777.08	142,197.87	1,553.10	284,201.77	
SUMINISTRO, VACIADO Y VIBRADO DE CO	M3	164,669.00	1,632.18	268,769,448.42	120.00	195,861.60	358.42	585,005.96	404.22	659,759.80	175.00	285,631.50	316.20	516,095.32	1,373.84	2,242,354.17	2,730.84	4,457,222.43	
SUMINISTRO, VACIADO Y VIBRADO DE CO	M3	120.75	1,973.39	238,286.84															
RELLENO CON MATERIAL DE BANCO (TE	M3	329,365.01	219.71	72,364,786.35															
RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	5,805.79	327.53	1,901,570.40															
RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	10,322.20	327.53	3,380,830.17															
RELLENO CON MATERIAL PRODUCTO DE	M3	82,341.25	72.39	5,960,683.09															
ESTRUCTURA ELEVADA (COLUMNAS)					3 Columnas		1 Columnas		7 Columnas		2 Columnas		1 Columnas		14 Columnas		22 Columnas		
SUMINISTRO, HABILITADO, COLOCACION D	KG	13,132,114.00	17.53	230,205,958.42		5,186.30	90,915.84	1,034.57	18,136.01	12,808.48	224,532.65	4,188.99	73,432.99	2,173.18	38,095.85	15,018.92	263,281.67	41,865.45	733,901.34
SUMINISTRO, COLOCACION Y POSTENSAD	KG	1,590.65	43.46	69,129.65															
CIMBRA Y DESCIMBRA EN COLUMNAS D	M2	145,373.00	306.31	44,529,203.63	103.42	31,677.35	39.86	12,208.90	296.47	90,811.73	82.61	25,304.27	43.83	13,425.57	566.18	173,427.82	887.82	271,946.67	
SUMINISTRO, VACIADO Y VIBRADO DE CO	M3	40,159.14	1,565.74	62,878,771.86	55.60	87,055.14	21.85	34,203.98	160.00	250,518.40	44.39	69,503.20	23.86	37,358.56	305.70	478,639.28	478.62	749,387.04	
SUMINISTRO, VACIADO Y VIBRADO DE CO	M3	11,167.22	1,584.00	17,688,876.48															
SUMINISTRO, VACIADO Y VIBRADO DE CO	M3	47.36	2,197.75	104,085.44															
ESTRUCTURA ELEVADA DE CONCRETO (CABEZALES, DINTELES DE PORTICOS Y BASES DE NIVELACION)					Capitel		2 Capitel		2 Capitel		1 Capitel		1 Capitel		6 Capitel		26 Capitel		
SUMINISTRO, HABILITADO, COLOCACION D	KG	10,216,739.00	\$17.53	\$179,099,434.67				16,101.92	282,266.66	16,101.92	282,266.66	8,050.96	141,133.33	8,050.96	141,133.33	48,305.76	846,799.97	209,324.96	3,669,466.55
SUMINISTRO, COLOCACION Y POSTENSAD	KG	168,210.50	\$45.64	\$7,677,127.29															
SUMINISTRO, COLOCACION Y POSTENSAD	KG	13,982.91	\$40.82	\$570,782.39															
CIMBRA Y DESCIMBRA EN CABEZALES, DI	M2	43,655.00	\$654.88	\$28,588,786.40				84.64	55,429.04	84.64	55,429.04	42.32	27,714.52	42.32	27,714.52	253.92	166,287.13	1,100.32	720,577.56
SUMINISTRO, VACIADO Y VIBRADO DE CO	M3	28,948.86	\$1,549.38	\$44,852,784.71				50.00	77,469.00	50.00	77,469.00	25.00	38,734.50	25.00	38,734.50	150.00	232,407.00	650.00	1,007,097.00
SUMINISTRO, VACIADO Y VIBRADO DE CO	M3	1,576.33	\$1,768.27	\$2,787,377.05															
SUMINISTRO, VACIADO Y VIBRADO DE CO	M3	49.57	\$1,929.17	\$95,628.96															
SUMINISTRO, VACIADO Y VIBRADO DE MO	M3	256.72	\$24,703.87	\$6,341,977.51															

Figura 4.3.1 Obra ejecutada entregada en mayo 2016
Fuente: Elaboración propia

Las cantidades reflejadas en la obra ejecutada eran calculadas por medio de generadores que alimentaban a esta hoja resumen, cabe destacar se debía colocar las cantidades teóricas de proyecto, aunque en la realidad fueran mayores, esto es debido a que la dependencia pagada de acuerdo a proyecto, en caso de que existiera una razón justificada por la cual se incrementó la cantidad de algún concepto este podía entrar en conciliación.

Las cantidades eran obtenidas de acuerdo a lo siguiente:

- Las pilas se cobraban por ml, el cual esto ya incluía la perforación, el acero y el concreto, se cobraba de acuerdo a la longitud de pila (lp) que decía el informe geotécnico del proyectista, esto no consideraba la longitud de descabece.
- Dentro de las zapatas, en el concepto de excavación se calculaba lo teórico, dejando 0.5 metros de más a cada lado de la zapata y 0.20 metros de profundidad de más, después de unos meses se conseguía lo real conciliado con la supervisión, que normalmente era muy similar al teórico; para el concepto de plantilla se calculaba los metros cuadrados del área de la zapata restándole el área de las pilas; para el acero, la empresa que habilitaba el acero, elaboraba planos de despieces que eran aprobados por el área técnica de nuestra empresa, en estos planos de despiece se calculaba la cantidad de acero que llevaba la zapata; en el concepto de cimbra se consideraba la teórica de acuerdo a las medidas de la zapata, su perímetro por la altura; para el concreto al igual se calculaba el teórico, el área por la altura para obtener el volumen de la zapata, a esta se le descontaba el porcentaje del volumen de acero, este normalmente era entre 2% y 5%; el relleno así como la excavación se calculaba teóricamente y tiempo después se reflejaba lo conciliado con la supervisión, los datos producto de la conciliación era obtenidos gracias al departamento de topografía.
- Para las columnas del viaducto 1-C, los conceptos que se utilizaron fue el suministro, habilitado y armado de acero, que al igual que las zapatas se obtenía de acuerdo al plano de despiece; el cimbrado era un concepto diferente al de las zapatas, ya que esta era cimbra modular, la cantidad era la teórica, el perímetro de la columna por su altura; para calcular la cantidad del suministro y colocación de concreto, se multiplicaba el área de la columna por su altura.

- En los capiteles, había más diversidad de conceptos, en el acero al igual que los demás se cuantificaba de acuerdo los planos de despiece, para estos debido que eran grupos iguales de capiteles y llegaban armados a campo, se utilizaba un mismo plano de despiece para cada tipo de capitel, los casos diferentes a estos fueron los pórticos, estos se elaboraron los planos cada uno de acuerdo a sus medidas, además del capitel especial de dos fustes en el apoyo 1C-215; para el concepto del cimbrado y el de concreto se cuantificaba conforme a las caras del capitel y se calculaba el área y el volumen respectivamente, es importante destacar que existía conceptos diferentes para el concreto que dependía de la resistencia que pidiera el proyecto, para los pórticos había otros dos conceptos que se calculaban de acuerdo al proyecto: la barras de alta resistencia y el acero de presfuerzo que estos tenían.

Los reportes mensuales debían ser firmadas y avaladas por el gerente del viaducto, a continuación se muestra la tabla de la obra ejecutada con corte al 25 de enero de 2017, cabe resaltar que se consideraba "origen" a partir del 01 de marzo de 2016, cuando sucedió la separación de consorcio, en esta información se cuenta con los datos completos del Viaducto 1-C, del apoyo 1C-111 al 1C-219, considerando la subestructura y superestructura, excluyendo lo relacionado a las trabes y a la fabricación de las tabletas de la prelosa, ya que estos se llevaban en un diferente control.

Por ser del posible interés del lector, se realiza una tabla ilustrativa de lo que fue el cobro de un apoyo promedio del Viaducto 1-C, para esto se ejemplificará con el apoyo 1C-161, el cual era un apoyo de 4 pilas de 38.50 metros de longitud de pila, tipo 2B con un peso de acero de 13,056.17 kg por pila, zapata y columna tipo 2, un peso del acero de la zapata de 29,461.41 kg, una altura de columna de 5.991 metros, un peso de su revestido de acero de 2,203.79 kg y un capitel tipo 2.

Las cantidades para pilas son las siguientes:

Pilas	Longitud de pila (m)	Acero (kg)	Densidad de acero (kg/m)	Tipo de pila
Pila A	38.50	13,056.17	339.12	Pila 3
Pila B	38.50	13,056.17	339.12	Pila 3
Pila C	38.50	13,056.17	339.12	Pila 3
Pila D	38.50	13,056.17	339.12	Pila 3
Suma	154.00			

Tabla 4.3.2 Cantidades para cobro de las pilas de apoyo 1C-161
Fuente: Elaboración propia

Las cantidades para la zapata son las siguientes:

Concepto	Formula	Unidad	Cantidad
Excavacion	8.5 m x 8.0 m x 2.5 m	m3	170.00
Plantilla	7.5 m x 7.0 m - (4 x 1.77 m ²)	m ²	45.42
Acero	-	kg	29,461.41
Cimbra	((7.5 m + 7.0 m) x 2) x 2.3 m	m ²	66.70
Concreto	7.5 m x 7.0 m x 2.3 m	m ³	120.75
Relleno	8.5 m x 8.0 m x 2.5 m - 120.75m ³	m ³	49.25

Tabla 4.3.3 Cantidades para cobro de la zapata de apoyo 1C-161
Fuente: Elaboración propia

Las cantidades de la columna son los siguientes:

Concepto	Formula	Unidad	Cantidad
Acero	-	kg	2,203.79
Cimbra	7.44 m x 5.991 m	m ²	44.57
Concreto	4.0 m ² x 5.991 m	m ³	23.96

Tabla 4.3.4 Cantidades para cobro de la columna de apoyo 1C-161
Fuente: Elaboración propia

Las cantidades de los capiteles son las siguientes:

Concepto	Formula	Unidad	Cantidad
Acero	-	kg	8,483.11
Cimbra	-	m ²	42.32
Concreto	-	m ³	25.00
Topes sismicos	722.49 kg x 2	kg	1444.98
Neoprenos	(149.80 + 45.90 + 10.24) dcm ³	dcm ³	205.94

Tabla 4.3.5 Cantidades para cobro del capitel de apoyo 1C-161
Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, obteniendo las cantidades por elemento, se puede calcular el monto a cobro por un apoyo en subestructura, y este es el siguiente:

Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
Pilas				\$ 1,565,208.26
PILA DE CIMENTACION (P-03)	M	154.00	\$ 10,163.69	\$ 1,565,208.26
Zapata				\$ 754,173.83
EXCAVACION A CIELO ABIERTO	M3	170.00	\$ 76.88	\$ 13,069.60
PLANTILLA DE 10 CM. DE ESPESOR	M2	45.42	\$ 99.82	\$ 4,533.82
ACERO EN ZAPATAS	KG	29,461.41	\$ 17.53	\$ 516,458.52
CIMBRA Y DESCIMBRA EN ZAPATAS	M2	66.70	\$ 182.99	\$ 12,205.43
CONCRETO EN ZAPATAS	M3	120.75	\$ 1,632.18	\$ 197,085.74
RELLENO DE ZAPATAS	M3	49.25	\$ 219.71	\$ 10,820.72
Columna				\$ 89,799.81
ACERO EN COLUMNAS	KG	2,203.79	\$ 17.53	\$ 38,632.44
CIMBRA Y DESCIMBRA EN COLUMNAS	M2	44.57	\$ 306.31	\$ 13,652.24
CONCRETO EN COLUMNAS	M3	23.96	\$ 1,565.74	\$ 37,515.13
Capitel				\$ 340,592.47
ACERO EN CAPITEL	KG	8,483.11	\$ 17.53	\$ 148,708.92
CIMBRA Y DESCIMBRA EN CAPITELES	M2	42.32	\$ 654.88	\$ 27,714.52
CONCRETO EN CAPITEL	M3	25.00	\$ 1,549.38	\$ 38,734.50
COLOCACION DE TOPES SISMICOS	KG	1,444.98	\$ 33.49	\$ 48,392.38
COLOCACION DE NEOPRENOS	DCM3	205.94	\$ 374.10	\$ 77,042.15
IMPORTE TOTAL				\$ 2,749,774.37

Tabla 4.3.6 Precio de la subestructura del apoyo 1-C 161 para cobro
Fuente: Elaboración propia

Con el ejemplo anterior se muestra que un aproximado de \$2,749,774.37 era el costo para la dependencia la ejecución de un apoyo del Viaducto 1-C. Todos estos cálculos eran funciones del enlace técnico.

Costos mensuales

Cuando en la empresa se hablaba de costos se entendía como la cantidad de dinero que gastaba la empresa para poder realizar correctamente los trabajos de la obra, estos trabajos se dividían en:

- Empresas subcontratadas: ya sea de empresas dedicadas a la perforación, empresas dedicadas a la obra civil, habilitar acero, suministro de acero, concreto, etc.
- Personal por administración: Personas que la empresa contrataba directamente para realizar trabajos.

- Almacén: Los materiales, herramientas, etc. que se solicitaba para cumplir con las tareas necesarias en la obra.
- Acarreos: Este era el costo por transportar el material de campo a algún banco de tiro o el suministro de material del banco de tiro al campo.
- Maquinaria: Todo el costo por la maquinaria usada en la construcción de esta obra, existía empresas arrendadoras y maquinaria de la propia empresa.

Para diferenciar los costos de acuerdo al tipo de trabajo y al tipo de elemento que se estaba ejecutando, existía una serie de claves para cada uno de estos trabajos, existían claves para el costo directo e indirecto, del costo directo se dividía en los viaductos, en el Viaducto 1-C este era el siguiente:

Actividades		Fase	Frete	Área	Subárea	Subsubárea	Cuenta	Gerente	Responsable
A OBRAS		A							
AC VIADUCTO 1C		A C							
ACA	Cimentación Profunda (Pilas)	A	C	A					
	01 Cimentación Profunda (Pilas)	A	C	A	01	00	A C A 01 00	RMH	
ACB	Cimentación Superficial (Zapatas)	A	C	B					
	01 Excavación	A	C	B	01	00	A C B 01 00	RMH	
	02 Plantilla	A	C	B	02	00	A C B 02 00	RMH	
	03 Cimbra	A	C	B	03	00	A C B 03 00	RMH	
	04 Acero de Refuerzo	A	C	B	04	00	A C B 04 00	RMH	
	05 Concreto	A	C	B	05	00	A C B 05 00	RMH	
	06 Relleno	A	C	B	06	00	A C B 06 00	RMH	
ACC	Estructura Elevada de Concreto	A	C	C					
	01 Columna	A	C	C					
	01 Cimbra	A	C	C	01	01	A C C 01 01	RMH	
	02 Acero de Refuerzo	A	C	C	01	02	A C C 01 02	RMH	
	03 Postensado	A	C	C	01	03	A C C 01 03	RMH	
	04 Concreto	A	C	C	01	04	A C C 01 04	RMH	
	02 Cabezales, Dinteles de Pórticos y Bases de Nivelación	A	C	C					
	01 Cimbra	A	C	C	02	01	A C C 02 01	RMH	
	02 Acero de Refuerzo	A	C	C	02	02	A C C 02 02	RMH	
	03 Postensado	A	C	C	02	03	A C C 02 03	RMH	
	04 Concreto	A	C	C	02	04	A C C 02 04	RMH	

Figura 4.3.3 Centros de costos del Viaducto 1-C
Fuente: La empresa

El reporte de los costos se realizaban los días posteriores al 25 de cada mes, que era la fecha de corte al igual que la obra ejecutada mensual, dichos reportes se hacían elaborando una hoja de Excel por cada empresa subcontratista con el catálogo de conceptos de su contrato con sus precios unitarios, parecido a una estimación, en estas hojas todas las cantidades ejecutadas se colocaban de acuerdo a origen de sus trabajos, esto se lograba gracias a los reportes diarios de los residentes, además de un concentrado que el autor elaboró y actualizaba día con día, por lo cual, esta hoja consistía en cuatro partes principales, en la primera parte se colocaba el centro de costos, el concepto y el precio unitario, en la última parte se situaba la cantidad ejecutada a origen, en la segunda se ubicaba la cantidad a origen del mes anterior, es decir se

copiaba las cantidades del archivo de origen del mes anterior y en la tercera parte se colocaba las cantidades del periodo del mes, que se calculaba restándole a la cantidad de origen la cantidad de origen del mes anterior. Se muestra un ejemplo del archivo del 25 de mayo de 2016 una hoja de un subcontratista:

Nombre del Subcontratista:		FONTANA				No Contrato:				
Centro de Costo (SAO)	CONTRATO			ANTERIOR		ESTE PERIODO		A ORIGEN		
	ELEMENTO	Concepto	UND.	PAJ	VOLUMEN	IMPORTE	ESTE PERIODO	IMPORTE	VOLUMEN	IMPORTE
ACA0100	PLA ACERO	ARMADO DE ACERO DE REFUERZO EN CUALQUIER DIAMETRO EN PILAS (NO INCLUYE COLOCADO DE ACERO EN PERFORACION DE PILAS) INCLUYE:	KG	\$2.20	692,838.87	\$ 1,524,245.52	166,901.77	\$ 367,183.90	859,740.64	\$ 1,891,429.41
ACB0100	ZAPATA EXCAVACION MA	EXCAVACION POR MEDIOS MANUALES EN MATERIAL TIPO A O B PARA CALAS, INCLUYE TRAZO Y NIVELACION, ESCALERA DE ALUMINIO, AFLAJE, DESMOLDO, ESPALADO	M3	\$181.02	24.59	\$ 4,451.28	18.37	\$ 3,325.34	42.96	\$ 7,776.62
ACB0400	ZAPATA	Habilitado de acero de refuerzo (Y=4,200 Kg/cm2, en cualquier diámetros y para cualquier tipo de elemento de concreto, incluye materiales, mano de obra,	KG	\$0.90	191,286.38	\$ 172,157.74	29,426.31	\$ 26,483.68	220,712.69	\$ 198,641.42
ACC0102	COLUMNA	ARMADO DE ACERO DE REFUERZO EN CUALQUIER DIAMETRO EN ZAPATAS, ALEROS, COLUMNAS, CABALLETES	KG	\$0.90	8,486.86	\$ 7,638.17	4,188.99	\$ 3,770.09	12,675.85	\$ 11,408.27
ACB0400	ZAPATA	ARMADO DE ACERO DE REFUERZO EN CUALQUIER DIAMETRO EN ZAPATAS, ALEROS, COLUMNAS, CABALLETES	KG	\$2.20	146,612.97	\$ 322,548.53	112,656.31	\$ 247,843.87	259,269.28	\$ 570,392.41
ACC0102	COLUMNA	ARMADO DE ACERO DE REFUERZO EN CUALQUIER DIAMETRO EN ZAPATAS, ALEROS, COLUMNAS, CABALLETES	KG	\$2.20					12,893.32	\$ 27,925.30
ACB0300	ZAPATA CIMBRA	CIMBRA Y DESCIMBRA ACABADO APARENTE (MADERA) EN ZAPATAS	M2	\$171.00	345.92	\$ 59,152.32	283.10	\$ 48,410.10	629.02	\$ 107,562.42
ACC0101	COLUMNA CIMBRA	CIMBRA Y DESCIMBRA ACABADO ESPEJO EN COLUMNAS, NO INCLUYE CIMBRA METALICA	M2	\$200.51			251.79	\$ 50,486.80	251.79	\$ 50,486.80
ACB0500	ZAPATA CONCRETO	COLOCACION DE CONCRETO PREMEZCLADO EN ZAPATAS, INCLUYE MANO DE OBRA, EQUIPO DE VIBRADO, Y TODO LO NECESARIO PARA SU	M3	\$129.52	647.22	\$ 83,827.93	471.25	\$ 61,036.30	1,118.47	\$ 144,864.23
ACC0104	COLUMNA CONCRETO	COLOCACION DE CONCRETO PREMEZCLADO A CUALQUIER ALTURA EN COLUMNAS, ALEROS, CAPITELES, CABEZALES, DESMOLDO	M3	\$140.12			135.37	\$ 18,968.32	135.37	\$ 18,968.32
ACB0200	ZAPATA PLANTILLA	COLOCACION DE CONCRETO PREMEZCLADO DE 100 KG/CM2 PARA PLANTILLAS, INCLUYE MANO DE OBRA, EQUIPO DE VIBRADO, Y	M3	\$95.86	24.59	\$ 2,357.20	17.87	\$ 1,713.02	42.46	\$ 4,070.22
TOTALES						\$ 2,176,378.70		\$ 829,221.42		\$ 3,033,525.42

Figura 4.3.4 Ejemplo de hoja de Excel con los costos de una empresa
Fuente: Elaboración propia

Este archivo por lo tanto consistía en numerosas hojas de Excel, y en este ejemplo del reporte entregado del 25 de mayo consistía en las siguientes hojas de Excel:

- Hojas de empresas subcontratistas:
 - Perforistas: 7 empresas.
 - Descabece de pilas: 1 empresa.

- Obra civil (armado de acero, cimbrado y colado de elementos): 4 empresas.
- Suministro de acero: 4 empresas.
- Habilitado de acero: 4 empresas.
- Suministro de concreto: 3 empresas.
- Suministro de cimbra modular: 2 empresas.
- Suministro de topes sísmicos: 1 empresa.
- Colocación de neoprenos: 1 empresa.
- Suministro de barras de alta resistencia: 1 empresa.
- Hoja donde se muestra los costos de los acarreos
- Hoja donde se refleja el costo de las pipas de agua.
- Hoja donde se reflejaban los costos del personal por administración a costo directo.
- Hoja donde se incluía lo proveniente a los costos de las salidas del almacén
- Hojas donde venía por arrendatario los costos de la maquinaria.
 - Maquinaria de la empresa: equipo mayor y equipo menor.
 - Maquinaria de empresas subcontratadas: 7 empresas
- Hojas donde se muestra el costo del diesel suministrado.

Los datos de maquinaria, diesel, almacén, acarreos y pipas de agua eran brindados por los departamentos correspondientes de la empresa.

Este reporte tan detallado como se ha mencionado antes, era posible gracias a un concentrado de datos que el autor actualizaba día con día con los reportes que hacían los residentes con cada colado y además con el estudio del proyecto para conocer las cantidades teóricas y de cobro para la dependencia, este concentrado se dividía de acuerdo a cada elemento y como ejemplo se muestra un fragmento del archivo de las pilas:

Balance mensual

Ya con estos dos reportes realizados, de la obra ejecutada para cobro a la dependencia y los costos, que era lo que gastaba la empresa en realizar los trabajos, se hacía un balance y una comparativa del avance y el costo generado por en el mes y a origen, y se calculaba la ganancia de la empresa, para esto, el monto calculado para cobro a la dependencia se dividía entre 1.20 para deducir el monto relacionado a costo indirecto, utilidad, etc., y dejar en comparativa lo ganado a costo directo contra el gasto de la empresa igualmente a costo directo, dividiéndolos, en el caso del Viaducto 1-C, el balance fue positivo ya que se obtuvo en promedio un balance de 1.05 en beneficio a la empresa.

Se muestra como ejemplo el balance de las zapatas y columnas del mes de octubre de 2016:

ZAPATAS				27,174,597.03	1,301,117.91	28,475,714.94	59 Zapatas	37,759,288.22	1,841,596.12	59 Zapatas	39,600,884.33	1.39			
EXCAVACION	MOHUSA	M3	87.49	13.62	1,191.61	-	13.62	1,191.61	76.88	-	-	-			
	GRICASA	M3	34.38	43.11	4,034.53	-	43.11	4,034.53	-	-	-	-			
	AMD	M3	34.38	43.70	4,150.63	-	43.70	4,150.63	-	-	-	-			
	SINDICATO	M3	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
PLANTILLA	FONTANA	M3	181.02	123.31	22,321.58	9.08	132.33	23,965.24	-	-	-	-			
	GRICASA	M3	105.21	43.11	4,535.60	-	43.11	4,535.60	-	-	-	-			
	AMD	M3	105.21	40.63	4,280.93	-	40.63	4,280.93	-	-	-	-			
	FONTANA	M3	35.86	125.43	12,023.47	9.08	134.57	12,839.88	-	-	-	-			
ADMINISTRACION	M3	-	-	-	-	-	-	39.82	2,268.23	226,414.72	30.84	3,067.65	2,359.07	235,482.37	
CONCRETO PLANTILLA AFINE	MOHUSA	M3	34.43	13.62	1,286.14	-	13.62	1,286.14	-	-	-	-			
	HOLCIM	M3	652.65	235.64	153,730.45	18.00	253.64	165,538.15	-	-	-	-			
SUMINISTRO DE ACERO	DEACERO	KG	8.50	381,353.35	3,246,654.50	20,164.66	402,124.02	3,418,054.13	-	-	-	-			
	GERDAU	KG	3.00	305,567.48	2,750,107.34	16,131.73	321,699.21	2,835,292.91	-	-	-	-			
	ARCELOMITAL	KG	8.30	381,353.35	3,333,438.24	20,164.66	402,124.02	3,578,903.73	-	-	-	-			
	TYASA	KG	8.37	458,351.22	4,112,785.52	24,197.53	482,548.82	4,329,910.54	-	-	-	-			
HABILITADO DE ACERO	COLLADO	KG	1.10	166,809.65	183,430.62	-	166,809.65	183,430.62	-	-	-	-			
	FONTANA	KG	0.30	280,714.02	252,642.62	-	280,714.02	252,642.62	-	-	-	-			
	COREMAN	KG	0.85	161,897.70	137,613.05	-	161,897.70	137,613.05	17.53	1,537,803.20	26,357,690.10	80,658.65	1,413,946.13	1,618,461.85	28,371,636.23
	CORAS	KG	0.91	318,416.04	835,758.60	80,658.65	399,074.63	303,157.37	-	-	-	-			
ARMADO DE ACERO	GRICASA	KG	2.23	341,647.70	761,874.37	-	341,647.70	761,874.37	-	-	-	-			
	AMD	KG	2.03	275,753.43	553,779.58	-	275,753.43	553,779.58	-	-	-	-			
	FONTANA	KG	2.20	826,546.13	1,818,401.43	80,658.65	307,204.78	1,935,850.52	-	-	-	-			
	MOHUSA	KG	2.03	83,830.03	170,236.88	-	83,830.03	170,236.88	-	-	-	-			
CIMBRA	GRICASA	M2	151.07	642.62	37,080.60	-	642.62	37,080.60	-	-	-	-			
	AMD	M2	151.07	630.01	104,233.81	-	630.01	104,233.81	182.93	3,566.26	652,583.92	133.40	24,410.87	3,639.66	677,000.78
	FONTANA	M2	171.00	1,777.61	303,371.31	-	1,777.61	303,371.31	-	-	-	-			
	MOHUSA	M2	153.87	200.10	30,783.33	-	200.10	30,783.33	-	-	-	-			
SUMINISTRO DE CONCRETO	HOLCIM	M3	388.46	5,602.25	5,537,600.04	240.00	5,842.25	5,774,830.44	-	-	-	-			
	GORSA	M3	1,143.16	264.75	304,240.11	-	264.75	304,240.11	-	-	-	-			
	GRICASA	M3	38.46	1,123.75	110,644.43	-	1,123.75	110,644.43	-	-	-	-			
COLOCACION DE CONCRETO	AMD	M3	38.46	1,107.75	103,063.07	-	1,107.75	103,063.07	1,632.18	6,073.35	3,922,593.48	241.50	394,171.47	6,320.85	10,316,764.35
	FONTANA	M3	129.57	3,218.40	417,008.03	-	3,218.40	417,008.03	-	-	-	-			
	MOHUSA	M3	110.66	362.25	40,086.53	-	362.25	40,086.53	-	-	-	-			
MANO DE OBRA	ETS	JOR	1.00	253,482.83	253,482.83	53,643.25	313,132.08	313,132.08	-	-	-	-			
MAQUINARIA Y DIESEL	VARIOS	MES	1.00	1,412,662.33	1,412,662.33	25,352.37	1,438,615.30	1,438,615.30	-	-	-	-			
ALMACEN	MATERIALES	LOTE	1.00	17,198.00	17,198.00	-	17,198.00	17,198.00	12.33	-	-	-			
SUMINISTRO DE RELLENO	RELENO DE ZAPATA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
COLUMNAS				4,521,367.25	210,398.73	4,732,366.05	59 Columnas	4,193,925.91	2 Columnas	181,182.24	61 Columnas	4,381,108.15	0.33		
SUMINISTRO DE ACERO	DEACERO	KG	8.50	24,416.85	207,543.25	1,083.19	25,500.05	216,801.38	-	-	-	-			
	GERDAU	KG	3.00	19,533.48	175,801.34	871.35	20,404.84	183,643.52	-	-	-	-			
	ARCELOMITAL	KG	8.30	24,416.85	217,309.33	1,083.19	25,500.05	227,003.80	-	-	-	-			
	TYASA	KG	8.37	29,300.22	262,310.30	1,307.03	30,607.25	274,638.83	-	-	-	-			
HABILITADO DE ACERO	COLLADO	KG	1.10	14,210.28	15,631.31	-	14,210.28	15,631.31	-	-	-	-			
	FONTANA	KG	0.30	14,757.21	13,281.43	-	14,757.21	13,281.43	-	-	-	-			
	COREMAN	KG	0.85	11,641.31	3,835.11	-	11,641.31	3,835.11	17.53	39,433.86	1,743,075.57	4,356.77	76,374.18	103,730.63	1,819,449.74
	CORAS	KG	0.91	57,058.61	51,323.34	4,356.77	61,415.38	55,888.00	-	-	-	-			
ARMADO DE ACERO	GRICASA	KG	2.23	23,846.31	53,177.27	-	23,846.31	53,177.27	-	-	-	-			
	AMD	KG	2.03	16,879.74	34,265.87	-	16,879.74	34,265.87	-	-	-	-			
	FONTANA	KG	2.20	51,615.54	113,554.13	6,132.04	57,747.58	127,044.68	-	-	-	-			
	MOHUSA	KG	2.03	5,325.82	10,811.41	(1,175.27)	3,550.55	7,207.62	-	-	-	-			
CIMBRA	GRICASA	M2	162.25	534.78	86,768.06	-	534.78	86,768.06	-	-	-	-			
	AMD	M2	162.25	428.98	69,602.01	-	428.98	69,602.01	306.31	2,194.62	672,233.53	31.23	27,363.57	2,285.91	700,197.03
	FONTANA	M2	200.51	1,101.81	220,324.40	65.02	1,166.83	233,961.08	-	-	-	-			
	MOHUSA	M2	149.54	101.30	15,148.40	67.38	169.28	25,314.13	-	-	-	-			
SUMINISTRO DE CONCRETO	DOKA	MES	25,116.00	18.00	452,088.00	1.00	19.00	477,204.00	-	-	-	-			
	GORSA	M3	1,500.00	66.50	33,750.00	-	66.50	33,750.00	-	-	-	-			
	HOLCIM	M3	1,127.46	1,118.50	1,261,064.01	48.00	1,166.50	1,315,182.03	-	-	-	-			
COLOCACION DE CONCRETO	GRICASA	M3	105.13	288.38	30,337.33	-	288.38	30,337.33	-	-	-	-			
	AMD	M3	129.26	210.78	27,245.42	0.00	210.78	27,245.67	-	-	-	-			
	FONTANA	M3	140.12	603.10	85,347.70	-	603.10	85,347.70	-	-	-	-			
	MOHUSA	M3	123.23	54.45	7,039.84	(18.28)	36.17	4,676.16	1,565.74	1,133.79	1,784,616.81	43.08	76,844.50	1,188.87	1,861,461.31
ADMINISTRACION	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
ALMACEN	MATERIALES	LOTE	1.00	14,173.32	14,173.32	0.00	14,173.32	14,173.32	-	-	-	-			
MANO DE OBRA	ETS	JOR	1.00	13,650.00	13,650.00	-	13,650.00	13,650.00	-	-	-	-			
MAQUINARIA Y DIESEL	VARIOS	MES	1.00	372,063.26	372,063.26	58,552.26	1,030,615.51	1,030,615.51	-	-	-	-			

Figura 4.3.5 Balance avance – costo de octubre 2016
Fuente: Elaboración propia

Obra ejecutada total

Una labor importante del autor como enlace técnico del Viaducto 1-C, era el cálculo de la obra ejecutada total de viaducto, esto para conocer la cantidad de dinero para cobrar a la dependencia, para estos fines se tuvo que realizar generadores de todas las pilas, zapatas, columnas y capiteles, calculando el acero de acuerdo a proyecto, ya que aún no se realizaban los planos de despieces por elemento, este se verificaba con el paso de los reportes mensuales para comprobar que se estuviera en lo correcto con el porcentaje de avance.

Otra labor importante fue el de realizar el cierre de la obra ejecutada del viaducto, esto fue una vez concluida toda la obra en el mes de febrero del 2017, el cierre se llevó a cabo en el mes de junio del mismo año, este fue de suma importancia debido a que esto refleja la cantidad de dinero cobrado a la dependencia, y esto se verificó con el departamento de estimaciones, para comprobar que lo plasmado por el autor fue lo que exactamente se cobró. Esto se realizó en el mes de junio por solicitud de la dirección debido a que los precios unitarios de los conceptos del catálogo se iban actualizados de acuerdo a los reclamos ganados que realizaba la empresa a la dependencia y a los precios extraordinarios autorizados por parte de ella.

Dificultades que se le presentaron al autor

Este tema de la obra ejecutada y costos era sin duda uno de los temas de mayor relevancia para el enlace técnico, ya que sus informes eran los que se consideraban para hacer el balance de esta obra a nivel consorcial, además, en la parte de los costos, los informes servían para dar a conocer a la parte de contabilidad la cantidad de dinero que se le iba a pagar a cada empresa y tener programado un fondo de recursos destinado a cada uno de ellos. Las dificultades que se presentaban eran principalmente:

- Tener organizadamente el concentrado de los colados de los elementos, saber qué empresa exactamente realizó los trabajos y las cantidades de estos, para poder realizar de mejor forma y más fácilmente el reporte de costos.

- En enlace debía estar actualizado en el tema de los precios extraordinarios y reclamos, estas actualizaciones llegaban por medio de correo electrónico, se debía revisar y en caso de encontrar precios que afectaran la obra ejecutada, realizar una deductiva de la cantidad con el viejo precio y hacer una aditiva de la misma cantidad con el nuevo precio.
- Después de finalizado los trabajos en el Viaducto, se hacía una comparativa de lo mostrado por el enlace y lo realmente cobrado por el área correspondiente de la empresa, el enlace debía tener un amplio conocimiento de su viaducto para poder argumentar el cobro de las diferencias que se tenían con el departamento de estimaciones.
- Se debía tener los contratos de todos los subcontratistas para conocer sus precios unitarios por conceptos, además contar con todos los planos de despiece para obtener los kilogramos de acero de los elementos.
- Con respecto al personal por administración, se necesitaba saber a qué se estaban dedicando por semana, para colocar el costo en el correcto centro de costos.
- En relación a la maquinaria, el enlace tenía conocimiento sobre las unidades que estaban en su frente, porque, aunque estos reportes de maquinaria los entregaba el departamento correspondiente, existía ocasiones donde estaban erróneos por lo cual, se podía cargar un costo que no era del viaducto.
- Para el suministro del acero, de la empresa que suministraba el acero pasaba directo a la empresa que lo habilitaba, por lo cual, no existía un control exacto de en un elemento, que varillas se ocupaba de una empresa suministradora y que varillas de otras, esto en si, no es problema para la construcción, pero para los costos si, debido a que el kilogramo de suministro del acero variaba en precio dependiendo la empresa, por lo tanto, el enlace calculaba en porcentaje, la cantidad de acero suministrado por cada empresa a cada habilitador y manejar en porcentaje los diferentes precios unitarios de acuerdo a los kilogramos habilitados de acero.

3.4 Planeación de los trabajos

Para poder implementar una mejor forma de trabajo y visualizar las necesidades en construcción para poder cumplir en tiempo y forma los trabajos de acuerdo a lo convenido con la dependencia, se necesitaba realizar diversos programas de trabajo de los diferentes suministros y recursos. Los cuales se pueden sintetizar en los siguientes:

Programa diario de concreto

Una función que estaba dentro de las actividades diarias del enlace técnico era el de enviar el programa de colados del siguiente día laboral, para conocer los colados del día posterior, estos programas se realizaban en conjunto con el superintendente o en su defecto con los distintos residentes de cada frente, el enlace técnico debía conocer a fondo el proyecto para saber tanto la resistencia, el agregado y los aditivos a utilizar estos programas incluían:

- El código de concreto.
- La hora aproximada del colado.
- El volumen de concreto a utilizar.
- La resistencia a utilizar.
- Tipo de agregado.
- Elemento a colar y su ubicación.
- Aditivos a utilizar para el colado.

Los programas diarios de concreto se enviaban vía correo electrónicos normalmente a las 17:00 horas a los encargados del concreto por parte de la empresa, así como al encargado de calidad y seguridad para que ellos se estuvieran al tanto del colado. A continuación, se muestra como ejemplo el programa del día 24 de junio del 2016, enviado un día antes:

Programa quincenal de colados y acero.

En enlace técnico tenía la labor de realizar quincenalmente programas en tres principales ramas:

- Programa quincenal para la llegada de acero habilitado en sitio.
- Programa quincenal de colados en Excel.
- Programa quincenal de colados en Project.
- Pendientes del Viaducto.

Estos programas eran solicitados por la dirección de construcción los días viernes para llevar un seguimiento de la obra. Los programas de la llegada de acero se tenían que hacer previendo el acero para poder cumplir con el colado del elemento.

Estos programas el enlace técnico lo hacía con colaboración del gerente del viaducto, y para este fin y mayor facilidad el autor imprimía el avance grafico para observar la ubicación de las perforadoras y así poder determinar sus futuros movimientos dentro de las semanas de programación.

A continuación, se muestra un ejemplo del programa quincenal de colados en Excel:

VIADUCTO 1-C												
Programacion del 23 de mayo al 04 de junio de 2016												
	Semana del 23 al 28 de mayo					Semana del 30 de mayo al 04 de junio						
	Lunes 23	Martes 24	Miércoles 25	Jueves 26	Viernes 27	Sábado 28	Lunes 30	Martes 31	Miércoles 01	Jueves 02	Viernes 02	Sábado 03
P I L A S		140 B		140 A		139 C		139 B		139 A		140 D
Z A P A T A S		145		143	141		147			142	136	137
C O L U M N A S		146	144		145			143	141			147
C A P I T U L O S					146		145			144		143

Figura 4.4.2 Programa quincenal de colados del 23 de mayo al 04 de junio de 2016
Fuente: Elaboración propia

Programa para habilitadores

En el aspecto del acero habilitado, el enlace tenía la función de asignar los trabajos a ejecutar a las empresas habilitadoras de acuerdo al desempeño de cada una de estas. Además, después de haber asignado un elemento o un apoyo a la empresa habilitadora para su suministro estar en contacto con esta y verificar constantemente los trabajos de esta y que el acero llegara al campo en el tiempo convenido, para poder así cumplir con lo estipulado dentro de los programas elaborados.

Para este fin, cada mes aproximadamente se convocaba a juntas con los representantes de las empresas habilitadoras para establecer programas y fechas compromiso de entrega, tanto de los planos de despieces como su posterior habilitado y llegada a campo. Para una mayor comprensión de la situación del Viaducto además de las fechas se establecían las entregas por prioridades de acuerdo a las necesidades de la obra.

En el caso del Viaducto 1-C en el tramo de correspondiente a la empresa, cuatro empresas realizaban las tareas del habilitado de acero, correspondía al enlace técnico asignar elementos de acuerdo a su rendimiento y desempeño tanto en calidad y tiempo de respuesta.

Programa de perforadoras y frentes de trabajo

Antes de hablar de esta labor del enlace técnico es importante señalar que ante la dependencia existía un programa de ejecución de los trabajos, así como fecha de culminación de los diferentes viaductos, cada determinado tiempo la empresa conciliaba este programa ante la supervisión para determinar si por razones ajenas a la empresa se detuvieron trabajos o se tomaban mayores aplazamientos de las tareas y por lo tanto el programa convenido se modificaba.

Teniendo como base este programa convenido con la dependencia una tarea importante del enlace técnico era el de realizar junto con el gerente tanto al principio de la obra como en lapsos determinados de tiempo una serie de programas para determinar los recursos necesarios para culminar los trabajos en el tiempo establecido. Los recursos que se preveían eran los siguientes:

- Número de perforadoras necesarias
- Maquinaria necesaria
- Frentes de trabajo necesarios en la realización de la obra civil
- Determinar los turnos de trabajo necesarios

Era importante verificar constantemente el programa y hacer cortes a los días para analizar si se iba adelantado, de acuerdo al programa o atrasado y en el caso de este último consultarlo con los ingenieros residentes, superintendentes y el gerente del tramo para determinar las acciones necesarias para solucionar el atraso.

Se realizaban otros tipos de programas ocasionalmente cuando así lo requería la dirección de proyecto, como puede haber sido:

- Programas con costos
- Programas de ciertas actividades específicas, en el cual se mandaban a la dependencia como fue:
 - Programa del cierre del paso a desnivel de la Av. Torres y la Av. Comonfort en sentido a la Ciudad de México, esto para los trabajos de los apoyos 1C-124 y 1C-125.
 - Programa para el cierre del retorno de la Av. Comonfort en el cruce con la Av. Torres, esto para la colocación de los apeos para el montaje de las travesaños continuos del claro 1C-113 al 1C-116.

Dificultades que se le presento al autor

En el caso de la programación de los trabajos el autor presento diferentes dificultades que pueden resumir en las siguientes:

- En el caso de la programación diaria de concreto, calcular el volumen del elemento a colar también el estar informado de la resistencia de cada elemento, así como los aditivos que llevaba cada colado, por otra parte, el diariamente consultar con los residentes o superintendentes las horas para los colados.
- Para realizar los programas quincenales, era necesario contar con el conocimiento previo de los rendimientos de las perforadoras que estaban en los distintos frentes, así como conocer si existían algún

conflicto como falta de acero, maquinas descompuestas, problemas que hicieran más tardado de lo normal los trabajos, todo esto para programar con mayor exactitud los programas.

- La dificultad que representaba los programas para los habilitadores no eran el realizarlo en si, más bien era como se ha dicho antes, el estar en constante comunicación con la intención de presionar a las empresas habilitadores para que se entregara los planos de despiece y el acero en campo en los días en que se necesitara, esta comunicación se hacía por medio de llamadas telefónicas, vía correos electrónicos o en el último de los casos citándolos a las oficinas de la empresa.

3.5 Requisiciones

Materiales

El enlace técnico tenía la función de elaborar requisiciones a la empresa de materiales, equipo o herramienta que se necesitaba en campo, estas eran solicitadas por los residentes o el superintendente al enlace técnico, cabe destacar que estas debían tener una anticipación de por lo menos una semana para dar tiempo a la empresa de cotizar lo solicitado a diversas empresas y elegir la mejor opción al costo más bajo, por lo cual, se debía tener un programa para poder ver las necesidades en campo a tiempo y evitar rezagos por la llegada tardía de los suministros de materiales.

Estas requisiciones debían estar firmadas por el enlace técnico quien elaboro la requisición, firmadas y aprobadas por el gerente del Viaducto, el director de construcción y el administrador de la obra y después de estas aprobaciones, estas eran enviadas al encargado de almacén para elaborar el formato de la orden de compra, que era cotizada por el área correspondiente de compras de la empresa.

Después de que el material solicitado llegaba a nuestro almacén, el encargado del almacén se lo hacía saber al enlace técnico por correo electrónico, y este a su vez, por teléfono al superintendente, para que pasase por el material, equipo o herramienta al almacén y lo llevara al campo.

Se muestra como ejemplo una requisición solicitada por el enlace técnico:

Contratos

Para el tema de los contratos el enlace técnico tenía la tarea de elaborar la solicitud de contrato de aquellas empresas que fueran a trabajar en los distintos frentes del Viaducto, para esto el enlace debía elaborar tres archivos para cada nuevo contrato. En el caso de que el contrato finalizara por tiempo o por cantidades o ambas al igual como en un contrato se tenían que elaborar estos archivos que son los siguientes:

- Solicitud de contrato: Este oficio contenía el nombre de la empresa a quien se le hacía el contrato, tipo de contrato, conceptos generales (perforación, obra civil, acero de presfuerzo, etc.), fecha de inicio de contrato y fecha de culminación, gerencia que lo solicita, entre otros.
- Catálogo de conceptos: Como su nombre lo dice, contenía el catálogo de conceptos por el cual iba a ser contratada la empresa, parecido a una requisición de material, donde incluía el concepto, la unidad y la cantidad.
- Programa de ejecución de los trabajos: En el programa se mostraba el catálogo de conceptos con las cantidades a ejecutar por semana por todo el tiempo de contrato.

Estos oficios debían estar firmados por los directivos de la empresa y ya estando firmados se le entregaba al área de subcontratos para que le dieran seguimiento hasta llegar a la firma del contrato con la empresa.

A continuación, se muestra un ejemplo de un programa para una adenda a un subcontratista:

ORGANIZACIÓN: LA PENINSULAR COMPAÑIA CONSTRUCTORA, S.A. DE C.V.																																
INFORMACION DEL SUBCONTRATO																																
NOMBRE DE LA EMPRESA O CONTRATISTA:														FONTANA INFRAESTRUCTURA S.A. DE C.V.																		
CLAVE DE SUBCONTRATO:														No. DE CONVENIO MODIFICATORIO: ADD02																		
No.	CONCEPTO	UNIDAD	P.U.	NUEVO CONTRATO		EJECUTADO	POR EJECUTAR		NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
				CANTIDAD	IMPORTE		CANTIDAD	IMPORTE	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	[1] EXCAVACION EN ZAPATAS DE ORIENTACION CON PILAS EN SITIO DE CUALQUIER GEOMETRIA Y PROFUNDIDAD POR MEDIOS MECANICOS EN MATERIAL TIPO A Y B INCLUYE AFLOJE MANO DE OBRA OPERACION DE EQUIPOS COMBUSTIBLES ENERGIA ELECTRICA MAQUINARIA MAYOR EXCAVADORAS RE	M3	\$ 63.92	0.00	\$ -	0.00	0.00	\$ -																								
2	[2] EXCAVACION POR MEDIOS MANUALES EN MATERIAL TIPO A O B PARA CALAS. INCLUYE NIVELACION ESCALERA AFLOJE REMOCION Y EXTRACCION DE MATERIAL HASTA 20 M FUERA DE LA EXCAVACION MANO DE OBRA EQUIPO MENOR HERRAMIENTA EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL LUMI	M3	\$ 181.02	0.00	\$ -	0.00	0.00	\$ -																								
3	[3] BOMBEO PARA ACHIQUE DE EXCAVACIONES A CUALQUIER PROFUNDIDAD INCLUYE MANO DE OBRA MOTOBOMBA 4 DE DIAMETRO MINIMO MANGUERAS COMBUSTIBLES EQUIPO MENOR EQUIPOS DE PROTECCION MANO DE OBRA HERRAMIENTA ILUMINACION ENERGIA ELECTRICA ESCALERAS PARA ACCESO A	HR	\$ 48.16	500.00	\$ 24,080.00	137.00	363.00	\$ 17,482.08	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16	20.16
4	[4] ARMADO DE ACERO DE REFUERZO EN CUALQUIER DIAMETRO EN PILAS NO INCLUYE COLOCADO DE ACERO EN PERFORACION DE PILAS. INCLUYE NIVELACION DE ACERO ALAMBRE RECOCIDO PARA AMARRES TORZALES DE ALAMBRE MANO DE OBRA HERRAMIENTA EQUIPO MENOR COMBUSTIBLES DESCARG	KG	\$ 2.20	6,567,598.97	\$ 14,448,717.73	5,227,741.06	1,339,857.91	\$ 2,947,687.40	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83	70518.83
5	[5] DEMOLICION DE PILA DE CIMENTACION ARMADA DESCABECE CUALQUIER RESISTENCIA DE CONCRETO CONSIDERANDO LOS PRIMEROS 50 CM POR MEDIOS MANUALES ROMPEDOR COMPRESOR LA LONGITUD ADICIONAL POR MEDIO DE RETROEXCAVADORA INCLUYE EQUIPO MENOR COMPRESORES ROMPEDO	M3	\$ 993.34	200.00	\$ 198,668.00	14.64	185.36	\$ 184,125.50	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42
6	[6] ARMADO DE ACERO DE REFUERZO EN CUALQUIER DIAMETRO EN ZAPATAS. INCLUYE NIVELACION DE ACERO ALAMBRE RECOCIDO PARA AMARRES TORZALES DE ALAMBRE MANO DE OBRA HERRAMIENTA EQUIPO MENOR COMBUSTIBLES DESCARGA DE ACERO SEPARADORES PARA RECUBRIMIENTO DE CONCRE	KG	\$ 2.20	4,700,041.92	\$ 10,340,092.22	1,938,540.36	2,761,501.56	\$ 6,075,303.43	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28	120065.28
7	[7] ARMADO DE ACERO DE REFUERZO EN CUALQUIER DIAMETRO EN ALEROS COLUMNAS CABALLETES CABEZALES PORTICOS RESPALDOS BANCOS TOPES Y LOSAS DE ACCESO. INCLUYE NIVELACION DE ACERO ALAMBRE RECOCIDO PARA AMARRES TORZALES DE ALAMBRE MANO DE OBRA HERRAMIENTA EQUI	KG	\$ 2.90	1,064,250.19	\$ 3,088,325.54	145,245.99	919,004.20	\$ 2,665,112.17	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7	39956.7
8	[8] CIMBRA Y DESCIMBRA ACABADO APARENTE MADERA EN ZAPATAS. INCLUYE CIMBRA ANDAMIOS MATERIALES INSTALACION RETRO Y NIVELACION DE CIMBRA DE CONTACTO HABILITADO DE CIMBRA ALAMBRE ARMADO Y DESARMADO DE ESCALERAS ARMADO Y DESARMADO DE ANDAMIOS ALAMBRE SEPA	M2	\$ 171.00	7,588.87	\$ 1,297,696.77	3,947.18	3,641.69	\$ 622,728.99	158.43	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33	158.33
9	[9] CIMBRA Y DESCIMBRA DE CIMBRA MODULAR ACABADO APARENTE-ESPEJO EN COLUMNAS MACIZAS. INCLUYE CIMBRA DE CONTACTO METALICA ANDAMIOS MATERIALES INSTALACION RETRO Y NIVELACION DE CIMBRA DE CONTACTO HABILITADO DE CIMBRA ALAMBRE ARMADO Y DESARMADO DE ESCA	M2	\$ 270.00	2,070.92	\$ 568,147.05	74.80	1,996.12	\$ 538,951.05	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78	86.78
10	[10] CIMBRA Y DESCIMBRA DE CIMBRA TIPO MODULAR ACABADO APARENTE-ESPEJO EN COLUMNAS MACIZAS. INCLUYE INSTALACION RETRO Y NIVELACION DE CIMBRA DE CONTACTO HABILITADO DE CIMBRA ALAMBRE ARMADO Y DESARMADO DE ESCALERAS ARMADO Y DESARMADO DE ANDAMIOS-PLATAF	M2	\$ 200.51	4,832.14	\$ 968,891.39	2,229.42	2,602.72	\$ 521,870.38	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6	144.6
11	[14] CIMBRA Y DESCIMBRA DE CIMBRA TIPO TREPANTE ACABADO APARENTE-ESPEJO EN COLUMNAS SECCION VARIABLE HUECAS Y SUS CABEZALES. INCLUYE INSTALACION RETRO Y NIVELACION DE CIMBRA DE CONTACTO HABILITADO DE CIMBRA ALAMBRE ARMADO Y DESARMADO DE ESCALERAS ARM	M2	\$ 286.07	7,000.00	\$ 2,002,490.00	0.00	7,000.00	\$ 2,002,490.00	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47	3043.47
12	[17] CIMBRA Y DESCIMBRA DE CIMBRA TIPO TREPANTE ACABADO APARENTE-ESPEJO EN COLUMNAS SECCION CONSTANTE EN COLUMNAS ARCO HUECAS Y SUS CABEZALES. INCLUYE INSTALACION RETRO Y NIVELACION DE CIMBRA DE CONTACTO HABILITADO DE CIMBRA ALAMBRE ARMADO Y DESARMA	M2	\$ 286.34	1,120.00	\$ 320,700.80	953.12	166.88	\$ 47,784.42	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31	73.31
13	[18] CIMBRA Y DESCIMBRA ACABADO APARENTE EN ALEROS CABALLETES MUROS RESPALDO MENSULA MURO PANTALLA TOPES SISMICOS Y BANCOS DE APOYO. INCLUYE CIMBRA ANDAMIOS MATERIALES INSTALACION RETRO Y NIVELACION DE CIMBRA DE CONTACTO HABILITADO DE CIMBRA ALAMBRE A	M2	\$ 374.40	0.00	\$ -	0.00	0.00	\$ -																								
14	[20] CIMBRA Y DESCIMBRA ACABADO APARENTE-ESPEJO EN CAPITILES O CABEZALES DE COLUMNAS MACIZAS. INCLUYE CIMBRA METALICA ANDAMIOS MATERIALES INSTALACION RETRO Y NIVELACION DE CIMBRA DE CONTACTO HABILITADO DE CIMBRA METALICA ALAMBRE ARMADO Y DESARMADO DE	M2	\$ 318.50	0.00	\$ -	0.00	0.00	\$ -																								
15	[21] CIMBRA Y DESCIMBRA ACABADO APARENTE-ESPEJO EN CAPITILES O CABEZALES DE COLUMNAS MACIZAS. INCLUYE INSTALACION RETRO Y NIVELACION DE CIMBRA DE CONTACTO HABILITADO DE CIMBRA ALAMBRE ARMADO Y DESARMADO DE ESCALERAS ARMADO Y DESARMADO DE ANDAMIOS-PLAT	M2	\$ 250.70	1,200.00	\$ 300,840.00	880.78	319.22	\$ 80,028.45	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96
16	[22] CIMBRA Y DESCIMBRA ACABADO APARENTE-ESPEJO EN PORTICOS. INCLUYE CIMBRA CUALQUIER TIPO DE VIGAS PARA PASO INFERIORES DE VEHICULOS ANDAMIOS MATERIALES INSTALACION RETRO Y NIVELACION DE CIMBRA DE CONTACTO HABILITADO DE CIMBRA ALAMBRE ARMADO Y DESARMAD	M2	\$ 404.45	0.00	\$ -	0.00	0.00	\$ -																								

Figura 4.5.2 Ejemplo de programa para contrato
Fuente: Elaboración propia

Dificultades que se le presento al autor

En el tema de las requisiciones al autor se le presentaron cierta problemática en los materiales y en los contratos de la siguiente manera:

- En el caso de las requisiciones de materiales, las dificultades a las que se enfrenta el autor fue el de investigar y conocer las características de los materiales y herramientas que se necesitaban en campo, conociendo las características se tenía que cuantificar con exactitud lo que se necesitaba de acuerdo al proyecto como fue la requisición de neoprenos, barras de alta resistencia, etc.
- Para los contratos el autor investigaba si dicha empresa ya había trabajado en la obra para en ese caso realizar una adenda a su contrato, conocer los precios unitarios de este y además calcular el tiempo de ejecución de los trabajos de la empresa, para esto debía conciliar el autor con el gerente los apoyos que se le asignarían a la empresa subcontratista. Además, el autor le debía dar seguimiento a la solicitud de contrato hasta que esta se culminara, esto para evitar problemas con la empresa como el de detenerse por falta de contrato o de pago.

3.6 Actualizaciones de proyecto

Proyecto

Como antes se ha mencionado existía en esta obra un proyecto elaborado por una empresa proyectista, pero normalmente este primer proyecto recibía diversas modificaciones de acuerdo al entorno y a las circunstancias de la construcción, estas modificaciones llegaban al área técnica de la empresa y esta a su vez se las brindaba al enlace técnico de cada viaducto, el cual recibía estas modificaciones y tenía la responsabilidad de estudiarlas y hacerlas llegar al superintendente y a los residentes lo cuales estaban en campo. Las modificaciones del proyecto eran debido a las siguientes causas:

- Directamente por criterio del proyectista en sus revisiones del proyecto
- Por petición de la dependencia debido a circunstancias que obstaculizaban la construcción de acuerdo al proyecto original.
- Debido a circunstancias o fallas en el proceso constructivo por el cual no se podía ya ejecutar de acuerdo al proyecto original y se solicitaba al proyectista adecuarse a lo construido

En relación al proyecto del Viaducto 1-C en lo que principalmente hubo modificaciones fue en los siguientes casos:

- Diseño de los capiteles 1C-210 y 1C-212: estos apoyos en un principio tenían el diseño de un capitel tipo 2, pero debido a que en estos apoyos es donde se hace el cambio de vía, la empresa proyectista decidió modificarlo para cambiar a dos claros continuos desde el apoyo 1C-209 al apoyo 1C-213 y por lo tanto llevando unos capiteles continuos en los apoyos centrales de estos claros, los apoyos 1C-210 y 1C-212. Es importante mencionar que estas modificaciones no llegaron tiempo al autor de parte del área técnica de la empresa, por lo cual se construyó con el proyecto original, se tuvo que demoler y construir con la modificación de proyecto.
- Modificación del trazo de los apoyos 1C-124 y 1C-125: Entre estos apoyos estaba la salida del paso a desnivel de la Av. Las torres en el cruce con la Av. Comonfort con dirección a la ciudad de México, los apoyos de acuerdo a proyecto, interferían con este paso, por lo cual de entre varias opciones se concluyó que la

mejor alternativa era la de modificar el trazo de la salida del paso a desnivel, el autor tuvo que realizar programas para enviarlo a la dependencia de la ejecución de este desvió, además de la realización de los apoyos, ya que por el apuntalamiento de la cimbra de los capiteles se debió cerrar temporalmente un carril de este.

- Modificación en el apoyo 1C-149: Otro apoyo que sufrió una modificación importante este apoyo, este se debió a que en la colocación del acero de una pila, la perforación de la pila se derrumbó y la primera parte del armado quedo atrapada en este, debido a esto fue imposible sacar el armado del acero, y no se pudo volver a perforar esta pila, por lo cual, se optó por hacer la pila a cierta distancia de la que no se pudo hacer, y esto obligo a que el proyectista hiciera un nuevo diseño con la pila excéntrica con sus respectivos cálculos, así fue como se modificó la geometría de la zapata y la cantidad de acero en esta. El enlace técnico debía realizar un reporte en el cual incluía los antecedentes de este suceso incluyendo fotografías, este era enviado al proyectista para tener un panorama amplio de la situación y así brindar la mejor solución al caso.

Este tipo de situaciones hacían que el proyecto original se modificara, por lo general el enlace técnico era el que recibía estas actualizaciones y tenía la obligación de estudiarlas y compartirlas con el resto del equipo de trabajo.

Este es un punto muy importante a recalcar dentro de las funciones del enlace técnico, debido a que él era el responsable de todo el manejo de la información de proyecto, que provenía de la empresa proyectista y se debía entregar a la gente que estaba en campo (superintendente, residentes, empresas subcontratistas, entre otros)

Geotecnia

Las modificaciones que se dieron en el Viaducto 1-C en el tramo que correspondía al autor fueron en primera instancia, como antes se ha mencionado, fueron en las longitudes de pilas de la mayoría de los apoyos debido a sondeos casi particulares por apoyo, en estos se definía el empotre en roca y la longitud de pila. Las longitudes variaron considerablemente con respecto al proyecto, pero al realizar las perforaciones de las pilas, estas no variaron considerablemente de acuerdo con los sondeos posteriormente ejecutados.

Estas nuevas longitudes eran al igual que las modificaciones de proyectos brindadas por el área técnica de la empresa al enlace técnico, el cual debía brindarlas al superintendente y residentes, para mayor facilidad el autor realizó una tabla donde venían estas por apoyo.

Dificultades que se le presento al autor

En las actualizaciones el autor debía estar muy atento, debido a que llegaban como conjunto todos los apoyos de todos los Viaductos, por lo cual, debía revisar cuidadosamente los planos ya que se podía omitir algún plano y no estar informado del algún cambio de proyecto, por lo tanto, no avisar al personal en campo y construir de tal modo que estuviera erróneo de acuerdo a proyecto.

El enlace firmaba de recibido la información que era brindada por el área técnica y era responsable de entregar a tiempo estas actualizaciones a las personas responsables en campo.

3.7 Estimaciones

Revisión

Otra función importante del enlace técnico era la revisión de las estimaciones de los subcontratistas, se debe mencionar que las estimaciones debían ser firmadas por el residente, el superintendente y el gerente para verificar que el subcontratista que estimo haya sido el que había ejecutado los trabajos con las cantidades correctas.

En enlace técnico revisaba la estimación después de haber firmado el residente y el superintendente y antes de la firma del gerente, y lo que el enlace técnico veía principalmente en la estimación era:

- Verificar que las cantidades de los conceptos de la estimación fueran lo correctos, en el caso de perforación en pilas, se verificaba que fuera lo mismo con lo reportado por el residente en el avance diario, lo demás tanto en pilas como en los otros elementos se verificaba que fuera con lo geométrico de proyecto.
- Comprobar que los trabajos estimados no hayan sido anteriormente estimados por el mismo subcontratista o por algún otro.
- Revisar que los trabajos puestos en la estimación hayan sido ejecutados en el periodo en el cual se menciona en la estimación, para esto el enlace debía tener un registro con las fechas de los trabajos de los elementos.
- Hacer una revisión en la caratula de la estimación para verificar que los valores del contrato se plasmen en la estimación, revisar que los precios unitarios fueran los correctos, revisar que las cantidades de contrato fueran las correctas, importante era comprobar que las cantidades de contrato no hayan sido excedidas, entre algunas otras cosas.

Registro

El autor como una de sus funciones era el llevar el registro de las estimaciones de acuerdo a los trabajos que se ejecutaron, esto era para poder llevar a cabo una revisión correcta de cada estimación.

Además, el autor escaneaba cada estimación para poder realizar alguna aclaración futura adentro de la empresa o con la empresa subcontratista.

Las estimaciones tenían un periodo quincenal o mensual, y en el Viaducto 1-C existía un número promedio de veinte empresas subcontratadas por lo cual, el enlace revisaba un promedio de 20 estimaciones cada dos semanas.

Dificultades que se le presento al autor

En cuestiones de revisar y llevar el registro de las estimaciones al autor se le presento las siguientes dificultades:

- Empresas subcontratistas por error o por querer cobrar más de lo que se había ejecutado, presentaban en dos estimaciones diferentes los mismos trabajos, por lo mismo el enlace debía tener un registro bien detallado de en cual estimación cobro los trabajos y el archivo en digital escaneado para poder confirmar lo sucedido.
- En algunas ocasiones los directivos de la empresa necesitaban verificar si las empresas ya habían cobrado los trabajos realizados en ciertos apoyos y para esto llamaban al enlace a cargo del frente, por lo tanto, el autor debía tener con perfecto registro lo estimado por el subcontratista.

3.8 Logística

Recursos Humanos

Una función del autor era la de reportar al área de recursos humanos cada fin de semana la asistencia de los empleados que estaban laborando en el Viaducto 1-C y las horas extras de los trabajadores por administración a costo directo, estos archivos debían contener los días de asistencia del trabajador, las horas extras, el motivo de las horas extras y el centro de costos al cual se iba a cargar. Las incidencias se debían entregar por correo electrónico los días sábados y la hoja impresa firmada a más tardar el día lunes siguiente, dicho reporte se elaboraba con la ayuda de los residentes para conocer las horas extras de cada trabajador y las faltas en caso de hubieran existido. Se muestra como ejemplo el informe entregado de semana del 5 al 11 de septiembre del 2016, con un total de 38 trabajadores entre ingenieros, oficiales, ayudantes, maniobristas, etc.:

REPORTE DE INCIDENCIAS															
EMPRESA: MEDIOS Y HERAMBITAS, S.A. DE CV.															
OBRA: TREN INTERBARRIO MÉXICO - TOLUCA															
PERIODO DEL: 5 de septiembre de 2016 Al: 11 de septiembre de 2016															
SEMANA No: 37															
Emp. N°m	NOMBRE	POSTO	AREA/DEPARTAMENTO	FECHA INGRESO	05	06	07	08	09	10	11	Dias Tral	HORA EXTRAS	MOTIVO DE TIEMPO EXTRA	CENTRO DE COSTOS
0071	GARDUÑO REBOLLO RAUL	N557 OPERADOR DE PLATAFORMA ARTICULADA	MAQUINARIA	01/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	22	TRASLADO DE ACERO DE	ACC 02 02
0088	PEREZ MONTEAGÓN OCTAVIO DE JESUS	N562 RESIDENTE 'D'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	01/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ZFB 02
0099	SALGADO DURAN ESTEBAN	N504 OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	MAQUINARIA	03/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ACC 02 02
0144	BURGOS ELIUD ISRAEL	N193 RESIDENTE	CONSTRUCCIÓN-T-1C	07/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ZFB 02
0174	CASTILLO SANCHEZ BRAULIO	N103 SOLDADOR 'B'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	07/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ACC 02 04
0224	BALDIERNES REYES VICTOR	N504 OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	CONSTRUCCIÓN-T-1C	07/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	10	EXCAVACION ZAPATAS	ZFB 01 00
0230	SEGUNDO HERNANDEZ JORGE	N504 OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	CONSTRUCCIÓN-T-1C	07/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ZFB 01 00
0244	JIMENEZ GARCIA JESUS ANTONIO	N503 ENLACE TECNICO	CONSTRUCCIÓN-T-1C	07/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ZFH 01
0249	RIVERA DIAZ LUIS JOAQUIN	N510 AYUDANTE GENERAL	MEDIO AMBIENTE	07/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	8	OMBRADO DE CAPITELES	ACC 02 01
0250	FERNANDEZ RAMIREZ ISMAEL	N162 RESIDENTE 'C'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	07/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ZFB 02
0360	CUEVAS HERNANDEZ LIREL AMANDIO	N578 MANOBRISTA	CONSTRUCCIÓN-T-1C	14/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	8	MANIOBRA ACERO DE PILA	AFA 01 00
0378	ALMANZA SALAZAR HERNANDEZ HARRI	N569 ASISTENTE DE OBRA	CONSTRUCCIÓN-T-1C	15/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ZFA 02
0415	HERNANDEZ SERVIN ARMANDO	N167 SUPERINTENDENTE DE CONSTRUCCION	CONSTRUCCIÓN-T-1C	28/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ZFB 01
0486	DE JESUS HERNANDEZ FABIAN	N140 CARPINTERO 'B'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	29/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ACC 02 01
0487	REYDON OSTIZ MIGUEL	N140 CARPINTERO 'B'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	29/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ACC 02 01
0488	LINARES VAZQUEZ LUIS	N509 AYUDANTE CALIFICADO	CONSTRUCCIÓN-T-1C	29/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ACC 02 01
0489	HARGINEZ MORENO FLORENTINO	N140 CARPINTERO 'B'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	29/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ACC 02 01
0490	BRUNO MARCELO DOMESTIN	N535 CABO DE OPEROS 'A'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	29/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	8	OMBRADO DE CAPITELES	ACC 02 01
0491	BRUNO GUERRA HERMELINDO	N598 SOBRESTANTE 'B'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	29/03/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ACC 02 01
0534	CORRALIZ GARCIA MIGUEL ANGEL	N557 OPERADOR DE PLATAFORMA ARTICULADA	CONSTRUCCIÓN-T-1B	04/04/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ACC 02 01
0533	RAMOS ZACARIAS GABRIEL	N140 CARPINTERO 'B'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	05/04/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	4	OMBRADO DE CAPITELES	ACC 02 01
0554	RAMOS VARGAS GABRIEL	N140 CARPINTERO 'B'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	05/04/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	2	OMBRADO DE CAPITELES	ACC 02 01
0616	CHIMALUISA AJAJETE JOSE ALEJANDRO	N140 CARPINTERO 'B'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	11/04/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ACC 02 01
0643	SOMORA ANGELES ALEJANDRO	N510 AYUDANTE GENERAL	CONSTRUCCIÓN-T-1C	12/04/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	8	MANIOBRA ACERO DE PILA	AFA 01 00
0644	REYES PINEDA JOSE	N181 FERRERO	CONSTRUCCIÓN-T-1C	12/04/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	3	COLADO DE CAPITELES	ACC 02 04
0663	SUAREZ GARCIA ROGELIO	N504 OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	MAQUINARIA	21/04/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	8	COLADO DE CAPITELES	ACC 02 04
0687	ROMERO GONZALEZ MARIO	N219 FERRERO 'B'	CONSTRUCCIÓN-T-1B	21/04/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	3	COLADO DE CAPITELES	ACC 02 04
0776	HERNANDEZ DE SALES JOSÉ RAFAEL	N104 SOLDADOR 'C'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	02/06/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	3	COLADO DE CAPITELES	ACC 02 04
0779	HERNANDEZ MEZA DOMINGO	N578 MANOBRISTA	CONSTRUCCIÓN-T-1C	03/06/2016	A	A	A	A	A	F	A	6			ACC 02 04
0833	PERALTA MARTINEZ JUAN	N141 CARPINTERO 'C'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	11/07/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ACC 02 04
0885	KOCHICA E TEQUILUJHUA FLACIDO	N141 CARPINTERO 'C'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	28/06/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	2	COLADO DE CAPITELES	ACC 02 04
0897	COLLADO VARGAS CAYetano	N219 FERRERO 'B'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	05/07/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	16	TRABAJO EN ACERO DE PILA	AFA 01 00
0905	BERNAL NOGUEZ CRISTINO	N141 CARPINTERO 'C'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	05/07/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	8	COLADO DE CAPITELES	ACC 02 04
0908	NOGUEZ GOMEZ LEONEL	N141 CARPINTERO 'C'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	05/07/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	8	COLADO DE CAPITELES	ACC 02 04
0925	AGUILERA ALVAREZ JESUS DAVID	N509 AYUDANTE CALIFICADO	CONSTRUCCIÓN-T-1C	06/07/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ACC 02 01
0926	AGUILERA ALVAREZ DULCE MARIA GUADA	N509 AYUDANTE CALIFICADO	CONSTRUCCIÓN-T-1C	06/07/2016	A	A	A	A	A	A	A	6			ACC 02 04
0936	NIJA DÍAZ MAURO	N219 FERRERO 'B'	CONSTRUCCIÓN-T-1C	11/07/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	4	OMBRADO DE CAPITELES	ACC 02 01
0985	MICALHUA COTLAME CAMERINO	N139 CARPINTERO	CONSTRUCCIÓN-T-1C	26/07/2016	A	A	A	A	A	A	A	6	2	OMBRADO DE CAPITELES	ACC 02 01
ELABORÓ:			REVISÓ:	VO. BO.	AUTORIZÓ:			RECIBÓ:							
ING. JESÚS ANTONIO JIMÉNEZ GARCÍA VIADUCTO 1-C			ING. RAÚL MEDINA HERNÁNDEZ GERENTE DE VIADUCTO 1-C		ING. LUIS FELIPE GIL GARAY DIRECCION DE CONSTRUCCÓN		ING. CARLOS CID TORRES GERENCIA DE PLANEACIÓN			INOCENTE ROSAS GONZÁLEZ JEFE DE PERSONAL					

Figura 4.7.1 Ejemplo de entrega de incidencias del personal en el Viaducto 1-C
Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, era responsabilidad del enlace técnico dar de alta o de baja a los trabajadores que se necesitaban en la obra, para dar de alta a un trabajador este se contactaba con el enlace previamente para conocer la documentación necesaria que se solicitaba en la empresa, y el enlace realizaba una solicitud de contratación que debía estar firmada

por los directivos, el autor le debía dar seguimiento a la contratación desde su solicitud hasta su llegada a la obra.

Expedientes

El autor debía de realizar expedientes de las situaciones extraordinarios de la obra para futuras explicaciones a estas, tener registro y archivos de todo lo sucedido en obra. Estos expedientes se debía manifestar claramente las razones por lo cual sucedieron eventos extraordinarios y en caso de ser necesario explicar a los directivos en base a estos expedientes.

Documentos a entregar

El enlace técnico veía la parte logística del Viaducto 1-C, y como tal era el encargado de brindar a los residentes los formatos que debían ser llenados, los principales eran los siguientes:

- Los formatos de liberación de colado: estos eran los que se necesitaba realizar cuando se colaba un elemento y eran utilizados para el cobro del elemento a la dependencia, estos formatos eran solicitados por el enlace técnico a los residentes, una vez en posesión de este, el autor debía revisar que estuviera correctamente llenado y que todas las firmas tanto de la empresa como de la supervisión estuvieran, ya que de caso contrario la liberación era devuelta a los residentes. Después de la revisión la liberación de colado se entregaba al área de estimaciones de la empresa para que esta gestionara lo correspondiente para el cobro a la dependencia de los elementos.
- Los formatos de mano de obra: Estos se debían llenar diariamente en campo y estos formatos servían para tener el registro de lo que se hacía en cada frente de trabajo y posteriormente en caso de utilizarse servían para hacer posibles reclamos a la dependencia mostrando lo realizado diariamente. Al igual que las liberaciones de colado estos se debían por el enlace técnico previo a la entrega de estos a la dirección de construcción.

Registro de remisiones

Como se ha dicho anteriormente, existían remisiones de la entrega del acero habilitado y también estaban las remisiones del concreto que se utilizaba en la obra, estas remisiones de concreto venían integradas en las liberaciones de colado de cada elemento. A continuación, se describe lo que el autor realizaba con cada una de estas:

- Para las remisiones de acero: el autor debía llevar un registro de estas, con la fecha de llegada a campo, el habilitador, las remisiones y la cantidad de acero entregado por número de varilla, esto se hacía con el fin de verificar que el acero entregado no fuera mayor al acero de proyecto que venía en los planos de despiece, ya este acero excedido no era reconocido por la dependencia para cobro. Las remisiones del acero el enlace técnico debía entregárselas al área de control de acero de la empresa.
- Para las remisiones de concreto: el enlace técnico debía registrar cada una de ellas, las cuales venían integradas en las liberaciones de colado, este registro contenía principalmente el apoyo, el elemento, tipo de concreto, el número de remisión y la cantidad de concreto por la remisión, el registro era enviado por correo electrónico a los encargados del concreto de la empresa, para que estos a su vez conciliaran la empresa concretera para sus estimaciones.

Dificultades que se le presento al autor

El autor presento diversas dificultades en cada uno de los rubros que se presentaron como los siguientes.

- Para el área de recursos humanos, el autor debía consultar con los residentes la asistencia y las horas extras de los empleados, además debía conocer por cada trabajador a que se estaba dedicando dentro de la obra, para asignarle el centro de costos correspondiente, en las altas y bajas debía dar seguimiento para el contrato del empleado y que este cuente con el equipo necesario de seguridad previo a que este iniciara sus actividades en el campo.

- Para el registro de las remisiones de acero, el autor debía tener un control exacto de estas, ya que debido a las exigencias de cumplir con los programas de colado establecido y que muchos elementos eran similares entre si, el acero habilitado que iba direccionado a algún elemento se redireccionaba hacia otro apoyo, por lo cual, el enlace técnico debía rastrear estos movimientos, o en caso contrario cuantificar el acero recibido en campo y balancear en los diferentes apoyos la cantidad de acero recibido contra la cantidad de acero necesario de proyecto, por esta situación era necesario registrar las remisiones con la cantidad de acero recibida por diámetro de varilla.
- En el caso del registro de las remisiones de concreto la principal dificultad que presento el autor, fue el tener el tiempo necesario para llevar a cabo el registro de cada una de las remisiones de concreto, ya que esta actividad demanda gran cantidad de tiempo. Como ejemplo cuando los residentes entregaban un total de diez liberaciones de colado de diferentes elementos, el autor tardaba un total de 4 horas en registrar cada una de las remisiones de concreto.

Capítulo 4. Conclusiones

La siguiente memoria se puede resumir en los siguientes puntos, partiendo de los objetivos puestos al principio de este documento:

- Se mostró de manera detallada las funciones que un enlace técnico tuvo que realizar en la obra del Tren Interurbano México-Toluca.
- Se expuso las dificultades que tuvo el autor en cada una de las áreas en los que laboró.
- Se explicó la importancia del enlace técnico dentro de una construcción de esta magnitud.
- Se realizó una descripción general de lo que fue el proyecto del Tren Interurbano México Toluca.
- Se describió de manera general el proceso constructivo de cada uno de los elementos y se dio a conocer los métodos que se emplearon en la obra.
- Se mostró de manera detallada las funciones que tuvo el autor en esta obra y se refleja cómo se manejó en la parte constructiva y administrativa de la obra.

La obra del tren interurbano México Toluca es el parteaguas para el desarrollo de más construcciones de tal envergadura y así poder conectar más zonas urbanas en México, además es la obra más importante y grande del actual sexenio presidencial.

Un aspecto importante que esta obra generó fue el gran número de empleos, lo que impulsó el desarrollo socioeconómico, ya que cientos de trabajadores de zonas aledañas a Toluca estuvieron colaborando en la construcción, desde ingenieros, arquitectos, fierros, carpinteros, albañiles, sobrestantes, cabos, entre otros.

Entre otros beneficios que traerá el tren Interurbano se destaca una mayor fluidez vehicular en la carretera México – Toluca, tanto en la federal como en la de peaje, esto traerá como consecuencia que los viajeros constantes entre una ciudad y otra tengan mayor variedad de transporte (privado, autobuses, tren) y con esto un ahorro de tiempo en cualquier opción que se escoja, ya que abra más variedad y se dividirá la demanda en una alternativa más, que es eficiente en cuestiones de tiempo. A la par del beneficio en el tiempo será un ahorro de dinero directamente con el boleto del tren que no superará los 100 pesos en su

recorrido desde Zinacantepec hasta Observatorio e indirectamente debido al ahorro en el combustible a quienes ocupen vehículo particular. Y por último otro beneficio que se destaca es el del impacto ambiental, debido a la menor generación de contaminantes de los vehículos, además de la disminución de camiones y por lo tanto de contaminantes, al hacer uso del nuevo tren.

Finalmente, destaco la oportunidad de observar y analizar el proyecto y puedo concluir que esta construcción tiene y cumple con excelencia todos los requerimientos constructivos establecidos previamente para garantizar la seguridad de quien lo use. Otro punto a destacar y que tuve la alegría de presenciar fue el proceso constructivo de toda la obra, y puedo decir con gran certeza que el proceso constructivo, así como la calidad de los materiales fueron correctos, respetando las normas y reglamentos de la SCT, de la CFE, etc. Se tuvo una constante supervisión tanto directamente de la dependencia como de la empresa que contrato para este fin, en conclusión, puedo asegurar que esta obra es de la máxima calidad y la gente que utilice este medio de transporte debe estar confiada en él. El gobierno y los ciudadanos deben estar seguros de que esta obra tendrá un impacto favorable que se irá confirmado al paso del tiempo.

El punto más importante y que fue el motivo por el cual escribí esta memoria, es el poder trabajar y ser parte de una obra de suma importancia a nivel nacional, sin duda fue una gran vivencia que fortaleció mi crecimiento profesional y personal, ya que me dejó demasiadas experiencias y conocimientos que a continuación puntualizo:

- Conocer procesos administrativos, ya que una parte primordial de mi función como enlace técnico era el llevar a cabo los procesos administrativos con los cuales se va desarrollando la obra.
- Conocer diversas empresas de reconocimiento, no solo nacional sino también internacional, comenzando por el lugar donde laboré, además de otras empresas subcontratadas. Ver la relación entre varias empresas constructoras trabajando para un fin común.
- Conocer los procesos constructivos de este tipo de obras, entendiendo directa y realmente lo que es la ingeniería en la parte práctica y constructiva.
- Conocer cómo se enfrentan los problemas constructivos y administrativos y además como estos pueden ser solucionados, la manera correcta de seguir los procesos.

- Conocer cómo se negocian ideas, tanto en las reuniones de oficina con la dependencia, con la empresa del consorcio, con subcontratistas, etc. Así como las que se tenían en campo con la supervisión y demás empresas subcontratadas.

Ya con la experiencia vivida puedo decir que mi función como enlace técnico en una obra de tal magnitud es de suma importancia para la empresa, en cuestiones de oficina y en si para el proceso constructivo, ya que por la parte administrativa yo fui el que generaba e informaba los avances y principalmente los costos y la producción que se iba teniendo, además de planificar creando programas que debían seguir la gente de campo, presionando a empresas subcontratistas por las urgencias que se tenían, en cuestiones de campo mi función era primordial para informar las actualizaciones que se tenían en proyecto, y provisionar por medio de requisiciones los materiales, maquinaria, herramientas, equipos, y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.

En conclusión, el autor quedo completamente satisfecho con su rol y participación en esta obra tan importante y pionera en México con respecto a los trenes de pasajeros interurbanos, ya que le dio un profundo aprendizaje de lo que es la ingeniería civil, y con la intención de poder aplicar estos conocimientos y experiencias en un futuro en otras obras de gran importancia como lo fue esta.

Bibliografía

Española, R. A. E. y. A. d. A. d. I. L., 2006. Diccionario esencial de lengua española. En: 1a ed. Madrid: Espasa Calpe.

INEGI, 2010. *Instituto Mexicano de Estadísticas y Geografía*. [En línea]

Available at: <http://www.inegi.org.mx/>

[Último acceso: 28 junio 2010].

López Pardo, G., 1997. *La administración obrera de los ferrocarriles nacionales de México*. México: UNAM, Ediciones el caballito.

OECD, 2015. *OECD Territorial Reviews, Statistics/ OECD Territorial Reviews/ OECD Territorial Reviews: Valle de Mexico, Mexico*. [En línea]

Available at: http://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/oecd-territorial-reviews-valle-de-mexico-mexico_9789264245174-en

[Último acceso: 4 mayo 2017].

SENER, Senemex Ingeniería y sistemas, 2013. *Análisis Costo Beneficio, Proyecto "Construir el tren interurbano México Toluca primera etapa"*. Ciudad de México: Sener.

Listado de figuras y tablas

Figura 1.1.1 Corredores y puertas a la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Fuente: Estudio de demanda USTRAB-ILF.

Figura 1.1.2 Expansión urbana de la zona Metropolitana del Valle de Toluca. Fuente: Sedesol 2011.

Figura 1.1.3 Expansión urbana de la zona metropolitana del valle de México. Fuente: Sedesol 2011.

Figura 2.1.1: Macrolocalización del proyecto. Fuente: SENER.

Figura 2.1.2 Microlocalización del proyecto. Fuente: SENER.

Figura 2.1.3 Distribución de viaductos. Fuente: SENER.

Figura 2.2.1 Avance Grafico, Viaducto 1-C.

Figura 2.2.1.1 Acero de refuerzo pila tipo 2A. Fuente: SENER.

Figura 2.2.2.1 Geometría de zapata tipo 2 Y 5. Fuente: SENER.

Figura 2.2.2.3 Geometría de zapata tipo 1. Fuente: SENER.

Figura 2.2.2.4 Geometría de zapata tipo pórtico. Fuente: SENER.

Figura 2.2.2.5 Geometría de zapata tipo especial dos fustes. Fuente: SENER.

Figura 2.2.3.1 Geometría columna tipo 2 y 5. Fuente: SENER.

Figura 2.2.3.2 Geometría columna tipo 1. Fuente: SENER.

Figura 2.2.3.3 Geometría columna tipo pórtico. Fuente: SENER.

Figura 2.2.3.4 Geometría columna tipo especial dos fustes. Fuente: SENER.

Figura 2.2.4.1 Geometría Capitel tipo 2 (1/2). Fuente: SENER.

Figura 2.2.4.2 Geometría Capitel tipo 2 (2/2). Fuente: SENER.

Figura 2.2.4.3 Geometría Capitel tipo 5 (1/2). Fuente: SENER.

Figura 2.2.4.4 Geometría Capitel tipo 5 (2/2). Fuente: SENER.

Figura 2.2.4.5 Geometría Capitel tipo 1 (1/2). Fuente: SENER.

Figura 2.2.4.6 Geometría Capitel tipo 1 (2/2). Fuente: SENER.

Figura 2.2.4.7 Geometría capitel pórtico. Fuente: SENER.

- Figura 2.2.4.8 Geometría capitel especial dos fustes. Fuente: SENER.
- Figura 3.1.1 Plano de despiece de pilas. Fuente: Empresa.
- Figura: 3.1.2 Pilas marcadas por topografía.
- Figura 3.1.3 Inicio de perforación.
- Figura 3.1.4 Armado de pila.
- Figura 3.1.5 Izamiento de acero de pila.
- Figura 3.1.6 Acero de pila colocado y centrado.
- Figura 3.1.7 Colado de pila.
- Figura 3.1.8 Colado de pila (2).
- Figura 3.1.9 Pila con tubería para pruebas Cross-Hole.
- Figura 3.2.1 Plano de despiece de zapata (Hoja 1/2). Fuente: Empresa.
- Figura 3.2.2 Plano de despiece de zapata (Hoja 2/2). Fuente: Empresa.
- Figura 3.2.3 Excavación de zapata.
- Figura 3.2.4 Descabece de pilas.
- Figura 3.2.5 Plantilla colada.
- Figura 3.2.6 Armande la zapata.
- Figura 3.2.7 Armado de zapata.
- Figura 3.2.8 Cimbrado de zapata.
- Figura 3.2.9 Colado de zapata.
- Figura 3.2.10 Zapata colada.
- Figura 3.3.1 Plano de despiece de columna. Fuente: Empresa.
- Figura 3.3.2 Colocación de andamios.
- Figura 3.3.3 Armado de columna.
- Figura 3.3.4 Cimbra de columna.
- Figura 3.6.5 Cimbrado de columna.
- Figura 3.3.6 Cimbra de columna colocada.
- Figura 3.3.7 Colado de columna.

- Figura 3.3.8 Colado de columna (2).
- Figura 3.3.9 Columnas coladas.
- Figura 3.4.1 Llegada de armado de capiteles.
- Figura 3.4.2 Colocación de primera etapa de cimbra.
- Figura 3.4.3 Colocación del armado de capitel.
- Figura 3.4.4 Colocación de segunda etapa de cimbra.
- Figura 3.4.5 Colado de capitel.
- Figura 3.4.6 Apoyo colado hasta capitel tipo 2.
- Figura 3.4.7 Capiteles tipo 1, vía única.
- Figura 3.4.8 Inicio de armado de pórtico.
- Figura 3.4.9 Armado de pórtico.
- Figura 3.4.10 Cimbrado del pórtico.
- Figura 3.4.11 Pórtico cimbrado.
- Figura 3.4.12 Armado de capitel especial de dos fustes.
- Figura 4.1.1 Organigrama Viaducto 1-C.
- Figura 4.1.2 Esquema de las labores del enlace técnico
- Figura 4.2.1 Información enviada por el enlace técnico el día a distintas áreas de la empresa.
- Figura 4.2.2 Elaboración del avance gráfico sin obra ejecutada.
- Figura 4.2.3 Sentido lectura de ejecución de pilas
- Figura 4.2.4 Apoyo sin trabajos ejecutados
- Figura 4.2.5 Apoyo con pilas perforadas
- Figura 4.2.6 Apoyo con pilas B, C y D coladas
- Figura 4.2.7 Apoyo con la totalidad de las pilas
- Figura 4.2.8 Apoyo con zapata excavada
- Figura 4.2.9 Apoyo con plantilla colada
- Figura 4.2.10 Apoyo con descabece de pilas

Figura 4.2.11 Apoyo con la zapata colada

Figura 4.2.12 Apoyo con armado de columna

Figura 4.2.13 Apoyo con columna colada

Figura 4.2.14 Apoyo con capitel colado

Figura 4.2.15 Apoyo con tope sísmico colocado

Figura 4.2.16 Claro con trabes montadas

Figura 4.2.17 Claro con diafragmas colados

Figura 4.2.18 Claro con tabletas colocadas

Figura 4.2.19 Claro con losa colada

Figura 4.2.20 Claro con faldones colocados

Figura 4.2.21 Claro con banquetas coladas

Figura 4.2.22 Ejemplo de informe de acero entregado el 02 de agosto de 2016

Figura 4.3.1 Obra ejecutada entregada en mayo 2016

Figura 4.3.2 Avance para cobro a la dependencia del Viaducto 1-C del apoyo 111 al 219 con corte al 25 de enero de 2017

Figura 4.3.3 Centros de costos del Viaducto 1-C

Figura 4.3.4 Ejemplo de hoja de Excel con los costos de una empresa

Figura 4.3.5 Balance avance – costo de octubre 2016

Figura 4.4.1 Programa diario de concreto del 24 de junio de 2016

Figura 4.4.2 Programa quincenal de colados del 23 de mayo al 04 de junio de 2016

Figura 4.5.1 Ejemplo de requisición de material

Figura 4.5.2 Ejemplo de programa para contrato

Figura 4.6.1 Demolición de capitel 1C-210 y 1C-212 por cambio de proyecto.

Figura 4.6.2 Programa de ejecución de trabajos para el cierre de un carril del paso a desnivel

Figura 4.6.3 Colado de zapata modificada 1C-149.

Figura 4.7.1 Ejemplo de entrega de incidencias del personal en el Viaducto 1-C

Tabla 2.2.1 Información general. Viaducto 1-C.

Tabla 2.2.1.1 Longitudes de pilas reales, Viaducto 1-C.

Tabla 2.2.2.1 Geometría de zapatas.

Tabla 2.2.3.1 Geometría de columnas.

Tabla 2.2.4.1 Geometría de capiteles.

Tabla 2.2.4.2 Dimensiones en los tipos de capiteles continuos.

Tabla 2.2.4.3 Tipo de capitel continuo por apoyo en el Viaducto 1-C.

Tabla 4.3.1. Tipo de pilas de acuerdo a los conceptos de cobro a la dependencia.

Tabla 4.3.2 Cantidades para cobro de las pilas de apoyo 1C-161.

Tabla 4.3.3 Cantidades para cobro de la zapata de apoyo 1C-161.

Tabla 4.3.4 Cantidades para cobro de la columna de apoyo 1C-161.

Tabla 4.3.5 Cantidades para cobro del capitel de apoyo 1C-161

Tabla 4.3.6 Precio de la subestructura del apoyo 1-C 161 para cobro.

Tabla 4.3.7 Archivo realizado por el autor para el control de los costos del Viaducto