



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

ALTERNATIVAS DE CONEXIÓN DE LA AUTOPISTA NAUCALPAN – ECATEPEC.

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:
FERNANDO VELÁZQUEZ VÁZQUEZ

DIRECTOR DE TESIS
ING. MARIA ELENA SOLÍS ESTRADA

CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL, ESTADO DE MÉXICO. MAYO 2017.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Índice

Introducción	2
1. Antecedentes	3
2. Etapas de análisis de conexión.....	4
3. Etapa 1.....	5
3.1. Consideraciones geométricas al proyecto	5
3.1.1. Alternativa 1	6
3.1.2. Alternativa 2	7
3.1.3. Alternativa 3	8
3.1.4. Alternativa 4.....	9
3.2. Consideraciones geotécnicas al proyecto	10
3.3. Consideraciones estructurales al proyecto	18
3.4. Consideraciones hidráulicas al proyecto.....	23
4. Etapa 2.....	25
4.1. Consideraciones geométricas al proyecto	25
4.1.1. Alternativa 1	26
4.1.2. Alternativa 2	28
4.2. Consideraciones geotécnicas al proyecto	29
4.3. Consideraciones estructurales al proyecto	44
5. Costos y Volúmenes de materiales.	49
6. Conclusiones.....	60
Bibliografía.	62

Introducción

Como parte de un estudio de prefactibilidad para modernizar la infraestructura y los servicios urbanos básicos, para elevar la calidad de vida de la población que en ellas reside, se contempla realizar una Ampliación de la Autopista Naucalpan – Ecatepec, en su tramo Poniente del D.F., hasta conectar con la Vía Gustavo Baz a la altura de Circuito de los Músicos y Emiliano Zapata. La vía Gustavo Baz entronca con el Periférico Poniente que actualmente tiene en construcción el segundo piso, siendo la continuación de ésta y será la vialidad principal del Poniente de la ciudad de México para salir a Querétaro.

Actualmente la Vía Gustavo Baz en los tramos de estudio cuenta con dos carriles centrales por sentido y dos carriles laterales, mismos que se conservarían realizando un ajuste en dirección Norte para dar espacio a los enlaces con la posible ampliación.

La congestión vehicular implica elevados costos ocasionados por el tiempo destinado al traslado en la vialidad (horas/hombre), mayor desgaste vehicular y el mayor consumo de combustibles, es decir, hay un considerable incremento en los costos generalizados de viaje. El déficit de infraestructura de transporte se tornó agudo, exigiendo soluciones de diversos tipos para combatir la creciente congestión y los aumentos de costo de los viajes en la zona. Para dicha solución se ha hecho una propuesta de vialidad mixta, esto es algunos tramos de vialidad superficial y otros más en vialidad elevada.

Esta solución incluye entre otros algunos trabajos de construcción sobre el Vaso Regulador “El Cristo” actualmente en operación y propiedad de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

La propuesta de vialidad se encuentra dividida en dos etapas, para las cuales se analizarán diferentes alternativas de solución y se definirán las implicaciones geométricas que conllevan al diseño de las propuestas. A partir de esto se definirán las propuestas hidráulicas, geotécnicas y estructurales.

- a) La Etapa 1 considera la conexión entre la Autopista Ecatepec-Rio de los Remedios con la Avenida Gustavo Baz. Dentro de las cuales se estudiaron 4 alternativas posibles para realizar esta conexión basadas en las diferentes rutas posibles a seguir.

- b) La Etapa 2 considera dar continuidad a la Etapa 1 y realizar la conexión hasta el Boulevard Manuel Ávila Camacho (Periférico). para la continuidad de la etapa 1 se analizaron 2 posibles alternativas basadas en las diferentes rutas de acceso y comunicación hacia el periférico.

Una vez definida la mejor alternativa de ambas etapas que nos de la mejor ruta de conexión se identificaran volúmenes de materiales y costos de construcción.

Con lo que el objetivo de este análisis es realizar un estudio de la zona para desarrollar las etapas 1 y 2 de la Autopista Naucalpan – Ecatepec, así como proponer soluciones conceptuales de diseño Geométrico, estructural geotécnico e Hidráulico.

1. Antecedentes

El análisis de estas alternativas de conexión con la autopista Naucalpan – Ecatepec en su tramo Puente de Vigas – Vía Gustavo Baz, surgen del proyecto existente con el mismo nombre, dado que existe un análisis previo de esta vialidad y que se encuentra dividido en cuatro fases, de las cuales la primera y segunda fase se encuentran en operación actualmente, esta vialidad es de altas especificaciones. Se ubica al norte del Valle de México y permitirá la unión de la zona Este con la zona Oeste, esto es desde el Ex lago de Texcoco hasta Puente de Vigas en Tlalnepantla, haciendo la intercomunicación con las autopistas México – Pachuca y el Circuito Exterior Mexiquense, así como las avenidas: Gustavo Baz, Vallejo, Eje Central, Gran Canal y Av. Central.

Como se mencionó anteriormente actualmente están en operación las fases 1 y 2 de la Autopista en estudio, en el tramo Puente de Vigas – Autopista México – Pachuca, esto con una longitud aproximada de 13.2Km; lo que nos lleva al análisis de prefactibilidad y futura construcción de la fase tres, en un tramo aproximado de 1.8km; este tramo da inicio en el Entronque Puente de Vigas y llega hasta la Av. Gustavo Baz, este análisis se prevé habilitando el cauce del Río de los Remedios para permitir un flujo de sus caudales, evitando con esto que se pueda desbordar y como consecuencia inunde las colonias adyacentes al cauce, como lo que ocurrió años atrás.

2. Etapas de análisis de conexión

Para la realización del estudio de prefactibilidad para la ampliación de la Autopista Naucalpan – Ecatepec se dividirá en dos etapas de análisis, esto para analizar de manera más detallada las posibles rutas de conexión de los diferentes puntos.

Etapas 1

La etapa 1 contempla la conexión entre la autopista Ecatepec – Rio de los Remedios con la avenida Gustavo Baz.

El trazo de las cuatro alternativas que se analizaran para esta etapa tiene inicio en las salidas y accesos de la Autopista de cuota Naucalpan – Ecatepec. Esto es entre las colonias de San Jerónimo Tepetlacalco y San José Puente de Vigas en el municipio de Ecatepec en el Estado de México, la mejor referencia que se tiene del punto de partida es la Comercial Mexicana.

A lo largo de la ruta que se define para esta etapa se identifican varios puntos de conflicto por los cuales no podría ser rentable alguna de las alternativas, como lo son espacios pequeños de las calles, predios que invaden los arroyos vehiculares, los espacios pequeños entre caminos que afectan las gazas de salida y entrada de la autopista por lo cual no se puedan desarrollar los radios para las curvas. Y el más importante de ellos el ocupamiento del Vaso Regulador “El Cristo” en un tramo del desarrollo. Lo que nos implica la solicitud de permisos ante la comisión Nacional del Agua (CONAGUA) órgano que opera el uso del vaso regulador.

Etapas 2

La etapa 2 considera dar continuidad a la etapa 1 y realizar la conexión hasta el Boulevard Manuel Ávila Camacho.

El trazo de las dos alternativas que se definen para esta etapa tiene inicio en la Avenida Gustavo Baz en el cruce con el Vaso Regulador “El Cristo”. A lo largo de la ruta se presentan diferentes puntos de conflicto o zonas en las que por el diseño es necesario el encause del rio o canal que recorre la zona y que tiene trayectoria hasta Periférico.

También la implicación de que una de las alternativas contempla un paso elevado hasta su conexión con Periférico, lo cual implica el corte a la circulación de las avenidas, que se prolonguen los tiempos de traslado de un punto a otro y dependiendo del tipo de método constructivo usado para las trabes y columnas tendría que realizarse una logística de cómo trasladarlos hasta el punto de llegada.

3. Etapa 1

Se analizaron diferentes alternativas geométricas, características del terreno y considerando las opciones que tuvieran menores afectaciones a los predios localizados cerca de los pasos vehiculares o vialidades a nivel propuestas y existentes. Sin olvidar también que las condiciones sean óptimas para la realización de este proyecto. Con lo que se tienen las siguientes alternativas para las incorporaciones y desincorporaciones de la Autopista Naucalpan – Ecatepec.

3.1. Consideraciones geométricas al proyecto

Con inicio en la Autopista Río de los Remedios – Ecatepec y con termino en la Vía Doctor Gustavo Baz se desarrolla la propuesta de conexión entre estos dos puntos mediante una vialidad elevada y eje de trazo adyacente al bordo del Vaso Regulador “El Cristo”, en el municipio de Ecatepec, Estado de México.

Este tramo tendrá una longitud aproximada de 2 km y se propone resolver mediante un viaducto elevado, que cruza Puente de Vigas y recorre desde este punto cruzando sobre el Vaso Regulador “El Cristo” hasta su incorporación con la vía Dr. Gustavo Baz.

La propuesta geométrica de trazo para esta vialidad, presenta un alineamiento horizontal adecuado para desarrollar el diseño del trazo con una velocidad de proyecto de 60 a 80 km/h, velocidad con la que se garantiza una adecuada operación y funcionamiento para los futuros usuarios de la vía.

La propuesta considera la construcción de dos carriles de 3.50 m de ancho con acotamientos externos de 0.50 m e internos de 0.60 m para cada sentido de circulación, los cuales estarán separados mediante una barrera central de 0.80 m de ancho, la más conocida es la barrera central tipo New Jersey, dando como resultado final un ancho de calzada de 17.00 m.

Un aspecto importante de este tramo de vialidad, es la conexión de las propuestas de trazo con la vía Dr. Gustavo Baz, en la que debido a la falta o carencia de espacio por la cercanía de las viviendas de la zona y la presencia del borde del Vaso Regulador, genera dificultades para desarrollar la conexión de la propuesta de la Autopista en estudio con la Vía Dr. Gustavo Baz. Para analizar los problemas de afectación o implicaciones derivadas de las propuestas que se desarrollaran para la conexión vehicular, todo esto de acuerdo a normativa.

3.1.1. Alternativa 1

La alternativa 1 considera la propuesta de incorporarse a la autopista a partir de la Vía Dr. Gustavo Baz en el sentido de circulación Sur-Norte y desincorporarse de la misma en la Vía Dr. Gustavo Baz en el sentido de circulación Norte-Sur.

Para el desarrollo de los movimientos de incorporación se propone que esta sea a partir de una rampa de cambio de nivel, la cual se ubicará en el extremo derecho de la Vía Dr. Gustavo Baz, la rampa tendrá inicio en dicha avenida y concluirá hasta alcanzar la elevación de rasante de la Autopista Naucalpan – Ecatepec, presentando una longitud aproximada de 200 m, para abatir una diferencia de nivel de 9.00m aproximadamente. Para el movimiento de desincorporación, se considera cruzar la Vía Dr. Gustavo Baz mediante una estructura elevada y realizar el cambio de nivel (9.00 metros aproximadamente) mediante el desarrollo de una gaza a desnivel de 130 m de longitud aproximadamente, como se muestra en la Figura 1. Con la que se pretende alcanzar el nivel de rasante de la vía Dr. Gustavo, sin embargo y debido a lo reducido de los carriles sobre la vía a la cual se conectará, es necesario realizar la ampliación de un carril más del puente vehicular existente a fin de desarrollar la longitud necesaria para desarrollar la incorporación de manera segura.

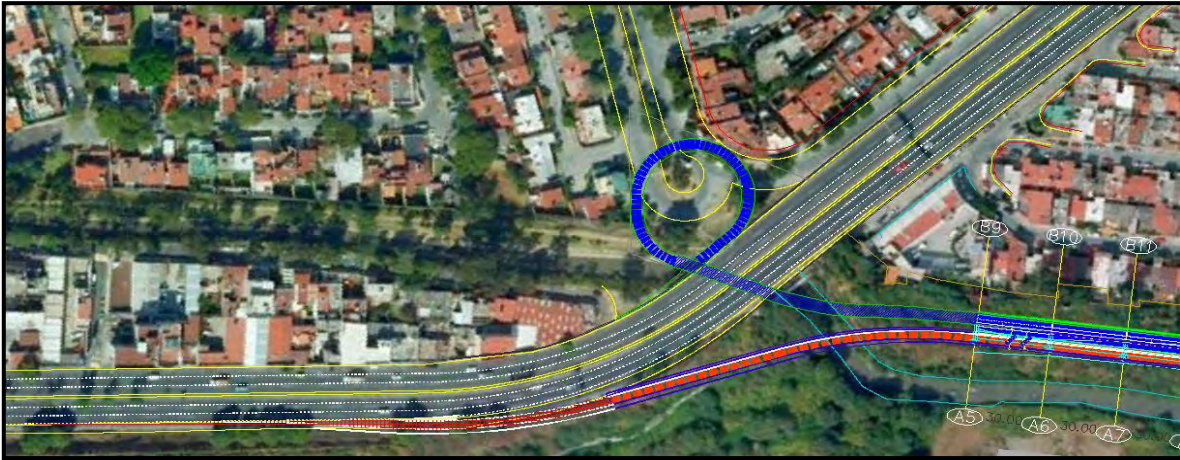


Figura 1. Conexión de la Autopista Naucalpan – Ecatepec con la Av. Gustavo Baz. En esta figura se puede observar la conexión de las autopistas mediante una gaza en curvatura, que cruza por un parque recreativo de la zona, y la conexión que hace con la Av. Gustavo Baz en el sentido norte – sur, es mediante un carril más adherido a la Av. Gustavo. En el sentido sur – norte se hace mediante una rampa directa que se elevara hasta alcanzar el nivel de rasante propuesta de la Autopista Naucalpan – Ecatepec.

3.1.2. Alternativa 2

Esta alternativa considera que la conexión de la autopista Naucalpan – Ecatepec y la vía Dr. Gustavo Baz puede desarrollarse rectificando el trazo actual de la vialidad para emplear parte de los carriles con dirección hacia el Boulevard Manuel Ávila Camacho (Periférico).

El esquema de funcionamiento vial para el tránsito se pretende resolver de la siguiente forma:

Para el movimiento de desincorporación de la Autopista Ecatepec, se considera reducir de dos a solo un carril antes de realizar la transición de cambio de nivel sobre el camellón central de la vía Gustavo Baz, a partir de ese punto se pretende alcanzar el nivel de rasante mediante una rampa de cambio de nivel de 200m de longitud aproximada, la cual se proyecta de manera que solo afecte uno de los tres carriles existentes, para que de esta forma tenga un descenso franco. Como se observa en la figura 2.

Para el movimiento de incorporación a la Autopista Ecatepec - Aeropuerto, se propone el mismo esquema de solución presentado en la alternativa No. 1, con la única diferencia de que estará desplazado aproximadamente 5 m a la derecha,

esto debido al ajuste geométrico de la Av. Dr. Gustavo Baz. El análisis de funcionamiento vial se realizará una vez que se defina la solución.



Figura 2. Conexión de la Autopista Naucalpan – Ecatepec con la vía Dr. Gustavo Baz. Es esta imagen se puede observar la conexión de las autopistas mediante gazas de cambio de nivel, esto con el fin de que la afectación de la vía Gustavo Baz sea la menor posible, para que el ajuste geométrico sea solo en el tercer carril.

3.1.3. Alternativa 3

En esta alternativa se propone la construcción de un carril de desincorporación de la Autopista Ecatepec – Aeropuerto con conexión a la Vía Dr. Gustavo Baz sobre la calle Martín Serrano.

Se realizaron dos propuestas de alternativa para el carril de desincorporación, la primera de ellas muestra la alternativa de circular sobre el camellón por el costado derecho hasta la glorieta ubicada sobre la Vía Dr. Gustavo Baz y ahí realizar la conexión de la Autopista en estudio; la segunda propuesta muestra la alternativa de circular sobre el camellón por el costado izquierdo y aproximadamente a 50m antes del final del camellón hacer el cambio de circulación hacia el costado derecho del mismo y hacer la conexión como la propuesta 1, como se observa en la figura 3.

Ambas propuestas se analizaron geoméricamente para reducir afectaciones al camellón, ya que cuenta con áreas verdes, así como evitar problemas con las viviendas cercanas. Para desarrollar el movimiento de incorporación, se propone que éste sea a partir de una rampa de cambio de nivel, la cual se ubicara en el extremo derecho de la Vía Gustavo Baz, ésta tendrá inicio en dicha avenida y concluirá hasta alcanzar la elevación de rasante de la Autopista Naucalpan –

Ecatepec, presentando una longitud aproximada de 200m para abatir una diferencia de nivel de 9m aproximadamente.

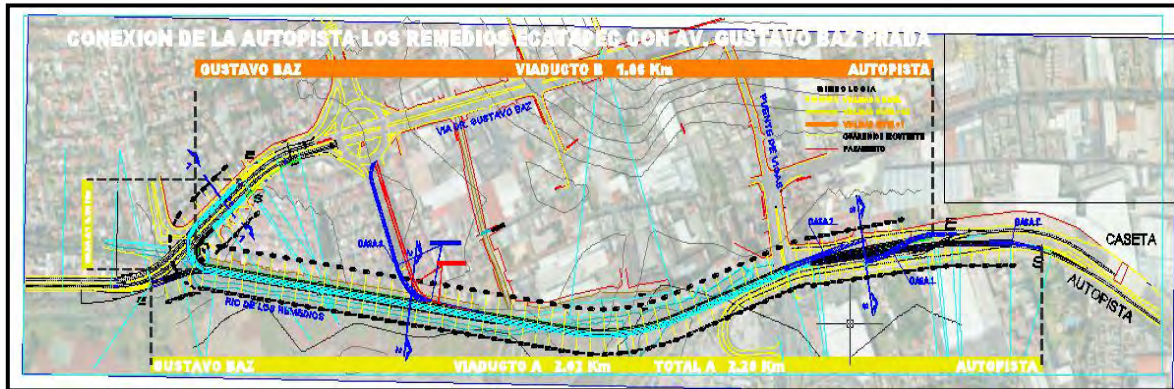


Figura 3. Conexión de la Autopista Naucalpan – Ecatepec con la Av. Gustavo Baz. En esta imagen se observa la forma de incorporación y desincorporación entre ambas vialidades, donde se pretende hacer uso de espacios públicos como lo es el camellón central existente en la calle Martin Serrano. Así como la incorporación a la Autopista que se realizará mediante una rampa de cambio de nivel ubicada en el extremo derecho de la vía Gustavo Baz.

3.1.4. Alternativa 4

En esta alternativa se propone la construcción de una rampa de cambio de nivel para desarrollar el movimiento de incorporación, la cual se ubicará en el extremo derecho de la Vía Gustavo Baz, ésta tendrá inicio en dicha avenida y concluirá hasta alcanzar la elevación de la rasante de la autopista Ecatepec de aproximadamente 9m, presentando una longitud de aproximadamente 200m.

Para la incorporación a la Autopista Ecatepec, en el sentido norte a sur de la vía Gustavo Baz se propone una rampa de cambio de nivel en los carriles laterales de la vía presentando una longitud aproximada de 137m para superar una diferencia de nivel de 9m para alcanzar el nivel de rasante de la Autopista, como se observa en la Figura 4.

Para el carril de desincorporación se propone hacer la conexión a la Autopista Ecatepec – Aeropuerto con la vía Gustavo Baz por medio de una rampa de cambio de nivel que da inicio en el costado derecho de la autopista y con término en la lateral de la vía Gustavo, esto con el fin de que los movimientos restantes se resuelvan en la glorieta que se ubica a 182m de distancia de la conexión entre la autopista y la avenida.



Figura 4. Conexión de la autopista Naucalpan –Ecatepec con la Av. Gustavo Baz. N esta imagen se observa la forma de incorporación y desincorporación entre la Vía Gustavo Baz y la Autopista Naucalpan, donde se aprovechan los carriles laterales de la vía existente, apoyados en rampas de cambio de nivel para alcanzar el nivel de la rasante a la cual estará la Autopista Naucalpan.

3.2. Consideraciones geotécnicas al proyecto

El tramo que se contempla en el análisis geotécnico es una solución elevada que en su mayor parte se aloja al interior del Vaso Regulador “El Cristo”. Para la solución de cimentación se resolverá mediante cimentación profunda (pila-pilote) coladas en sitio, las pilas de cimentación serán de profundidad variable y esto dependerá de los resultados arrojados por un estudio de mecánica de suelos, que nos indique el tipo de suelo que se encuentra en la zona y que nos dé mejor detalle de la profundidad a la cual se encuentra la roca sana, y que se realizará una vez que se apruebe la alternativa que mejor resultado de solución genere, para solventar la capacidad de vehículos que a diario circularan por la vialidad.

Una vez concluidas las pilas se colara en sitio una zapata-cabezal y posteriormente una columna con una trabe única (conservando la estructura utilizada en el tramo de la Autopista Urbana Naucalpan – Ecatepec y aprovechando la cimbra existente). A continuación se describe el proceso constructivo para esta etapa (como se muestra en las figuras 5, 6, 7, 8, 9 y 10), y que a grandes rasgos consiste en lo siguiente:

- La construcción del tramo 1 deberá hacerse en época de estiaje cuando el Vaso Regulador “El Cristo” presenta su tirante mínimo, ya que de acuerdo a fotografías históricas satelitales (Google Earth), el Vaso regulador presenta

únicamente unos espejos de agua aislados de unos cuantos centímetros de altura y en áreas parciales.

- Posteriormente, en el interior del Vaso y adyacente a su bordo poniente se comenzará a conformar un bordo temporal de protección. Primeramente con una densa capa de relleno controlado, de tal manera que dicha capa sea la que esté en contacto con el terreno natural.
- Una vez que el bordo temporal se encuentre terminado, se comenzará con la excavación hasta llegar a la profundidad de desplante de la zapata y, a partir de dicha profundidad, se comenzará la construcción de las pilas coladas en sitio.
- Ya construidas las pilas, se procederá al descabece de las mismas y comenzará la construcción de la zapata. Dependerá del cliente si la preparación de las zapatas será para recibir las columnas prefabricadas o bien si serán coladas en el lugar.
- Posteriormente, se procede a colocar las columnas, cabezal y trabes.
- Después se tendrá que colar losa, parapetos y preparar la carpeta asfáltica
- Posteriormente, se podrá retirar el bordo de protección temporal.
- Finalmente, la vialidad se abre a la circulación y el Vaso regresa a su operación acostumbrada.

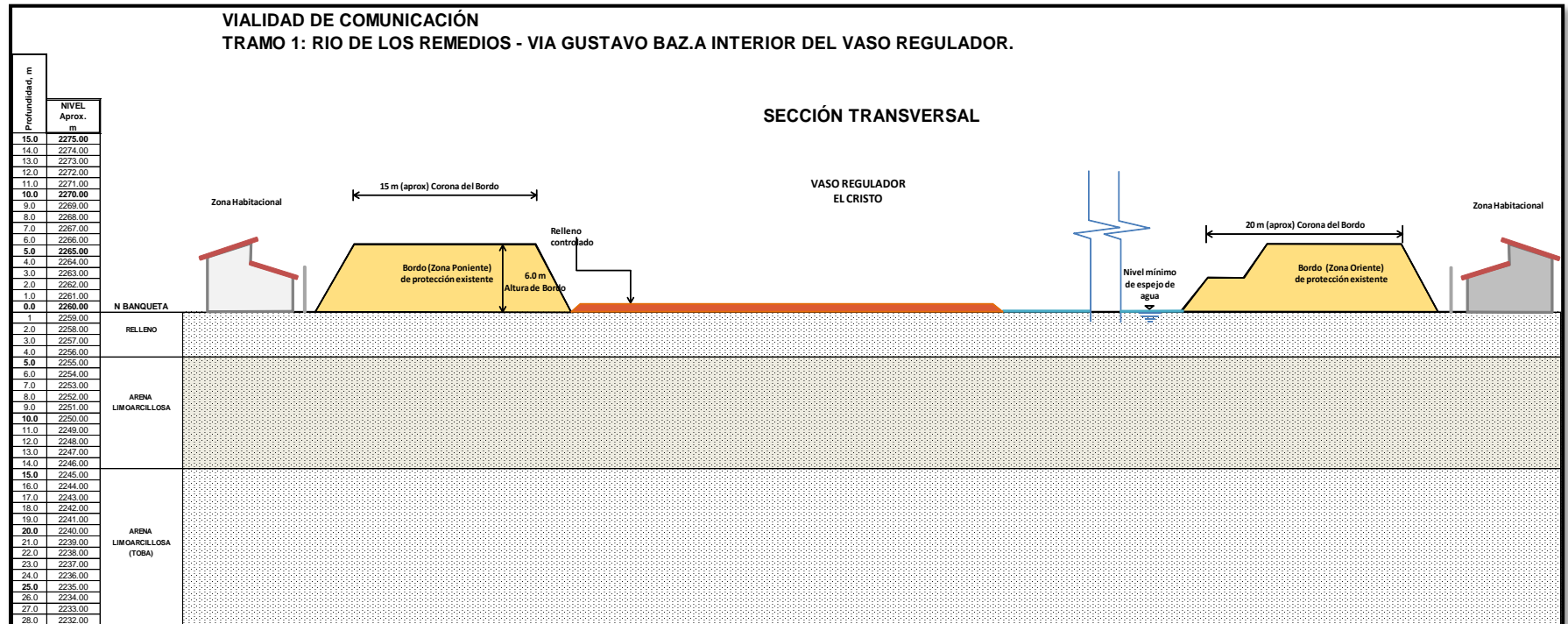


Figura 5. Se observa una sección del Vaso Regulador “El Cristo”. Se expone la primera parte del posible procedimiento geotécnico constructivo, que es la colocación de un relleno en la zona poniente del Vaso y que servirá de base al bordo temporal. A que como se observa en la imagen existen dos bordos de protección hacia la zona habitacional que existe tanto del lado oriente como del poniente, cada uno con anchos distintos pues el borde del lado oriente tiene un ancho de 20.0m en su base, y el bordo del lado poniente tiene un ancho de 15.0m aproximadamente en su base y una altura aproximada de 6.0m, siendo este último el bordo que servirá para la construcción de la cimentación y desplante de las columnas para el viaducto. Por lo que la línea de color naranja que se observa en la imagen será el relleno que este en contacto con el terreno natural o en este caso el relleno que estará con contacto con la superficie del Vaso. Teniendo en cuenta que se dejara un espacio en el cual circulara o se almacenara el agua que este dentro del vaso en la época de estiaje que es un espejo de agua de algunos centímetros de altura.

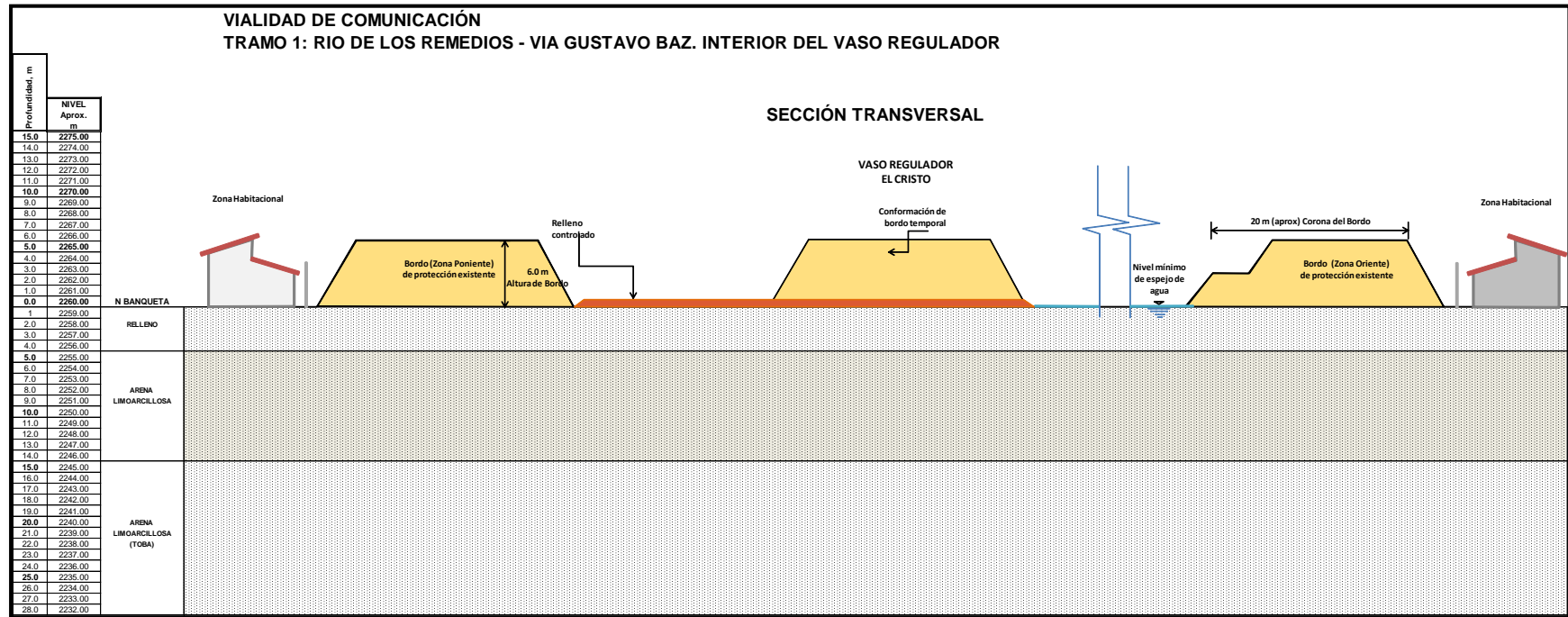


Figura 6. A continuación se muestra la conformación del bordo temporal de protección para la realización de la cimentación de la futura estructura vehicular. El bordo se conformara sobre el relleno colocado sobre la superficie del Vaso, este bordo tendrá las mismas dimensiones que el bordo existente del lado poniente, y que servirá como protección para no tener agua dentro de la zona en la cual se pretende realizar la construcción del puente. Ya que los trabajos por la magnitud no estarán concluidos en el periodo de estiaje.

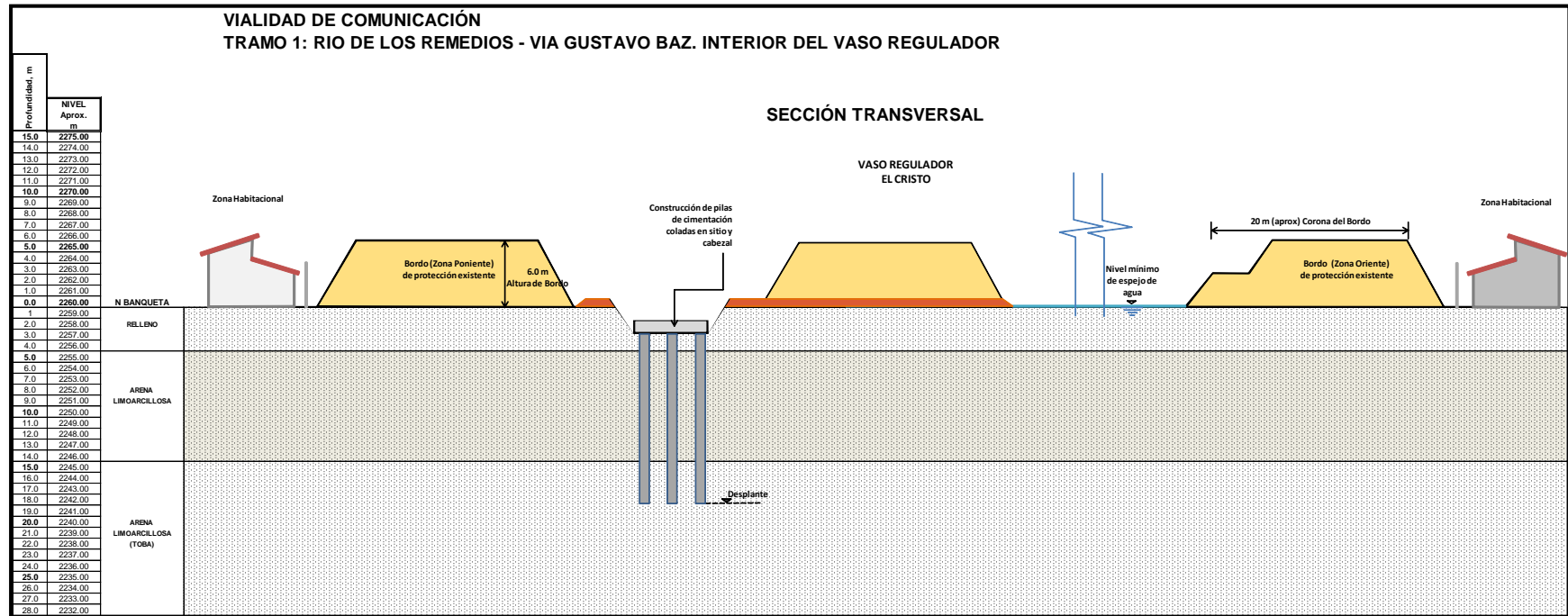


Figura 7. En la siguiente figura sé que una vez que se concluye la construcción del bordo de protección, se comienza con los trabajos de construcción de las pilas coladas en sitio y que son de profundidades variables pues es necesario un estudio de mecánica de suelos para saber cuál es la zona en la cual tenemos un suelo lo suficientemente resistente para que la distribución de cargas sea la adecuada y que cumpla con las normas de la Ciudad de México. Así mismo una vez que están las pilas se realizara la adecuación y construcción de la zapata-cabezal en la cual se desplantaran las columnas de la estructura.

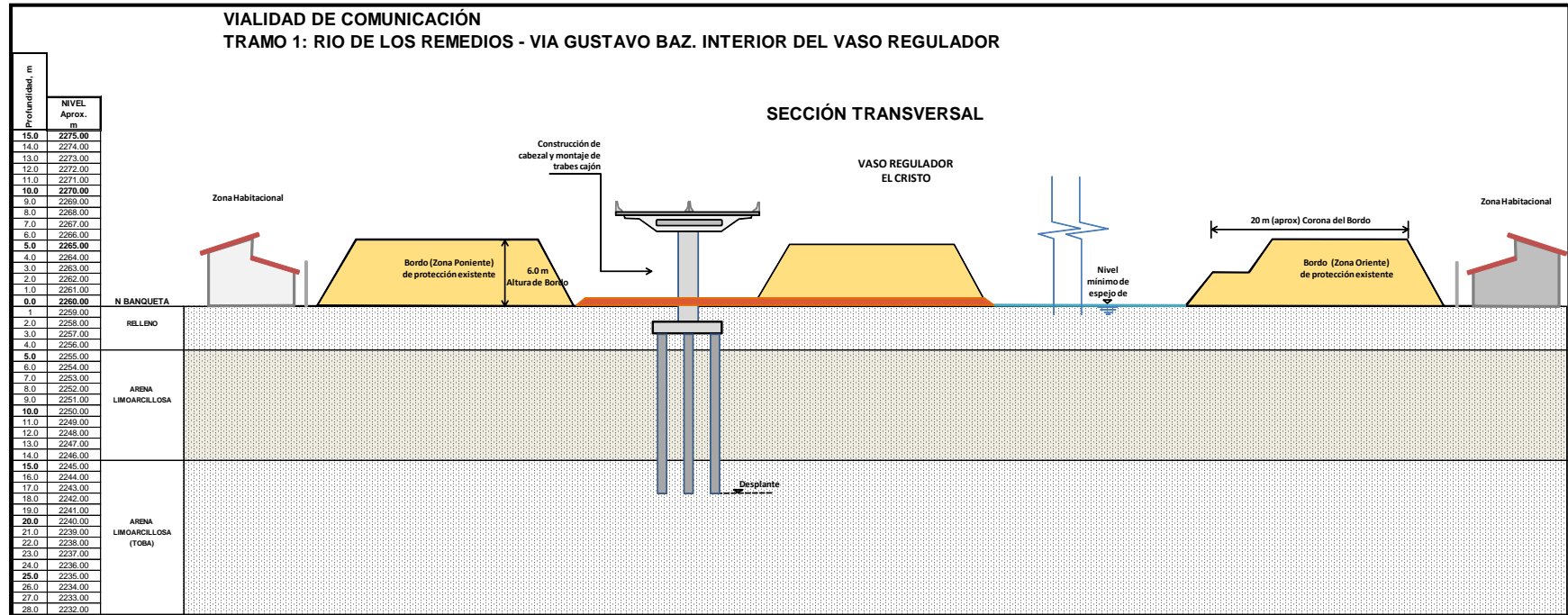


Figura 8. En la siguiente imagen se observa que una vez concluidos los trabajos de colado in situ de las pilas y de la zapata-cabezal, se comenzará con el montaje de piezas prefabricadas o construcción de las columnas, sobre las cuales una vez colocadas las traveses que van entre columnas se construirán las losas, parapetos y la preparación de la carpeta asfáltica, sobre la cual circularán los vehículos.

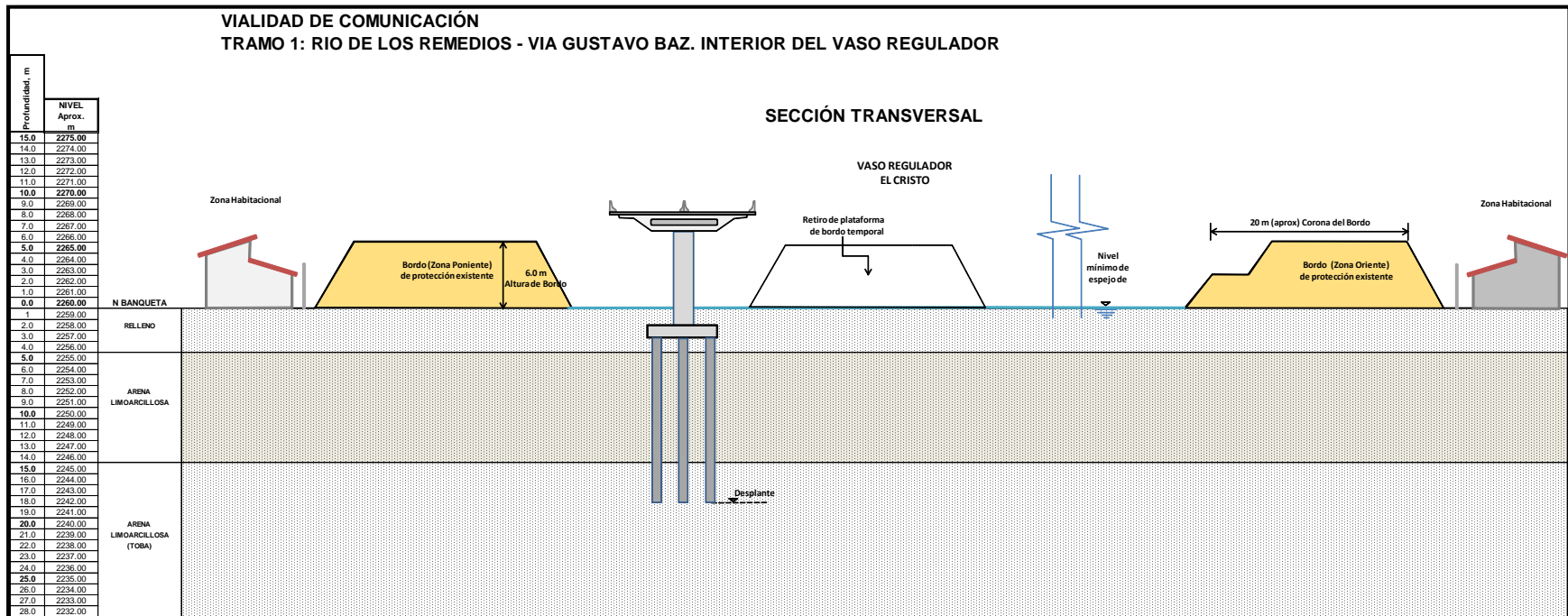


Figura 9. En esta figura se observa que una vez concluidos los trabajos de colocación de traveses y columnas así como la losa, parapetos y carpeta asfáltica donde circularán los vehículos, se procede con el retiro del bordo temporal de protección así como el relleno que se utilizó para apoyar este bordo de protección y dejar el interior del vaso en las condiciones iniciales previas a los trabajos realizados.

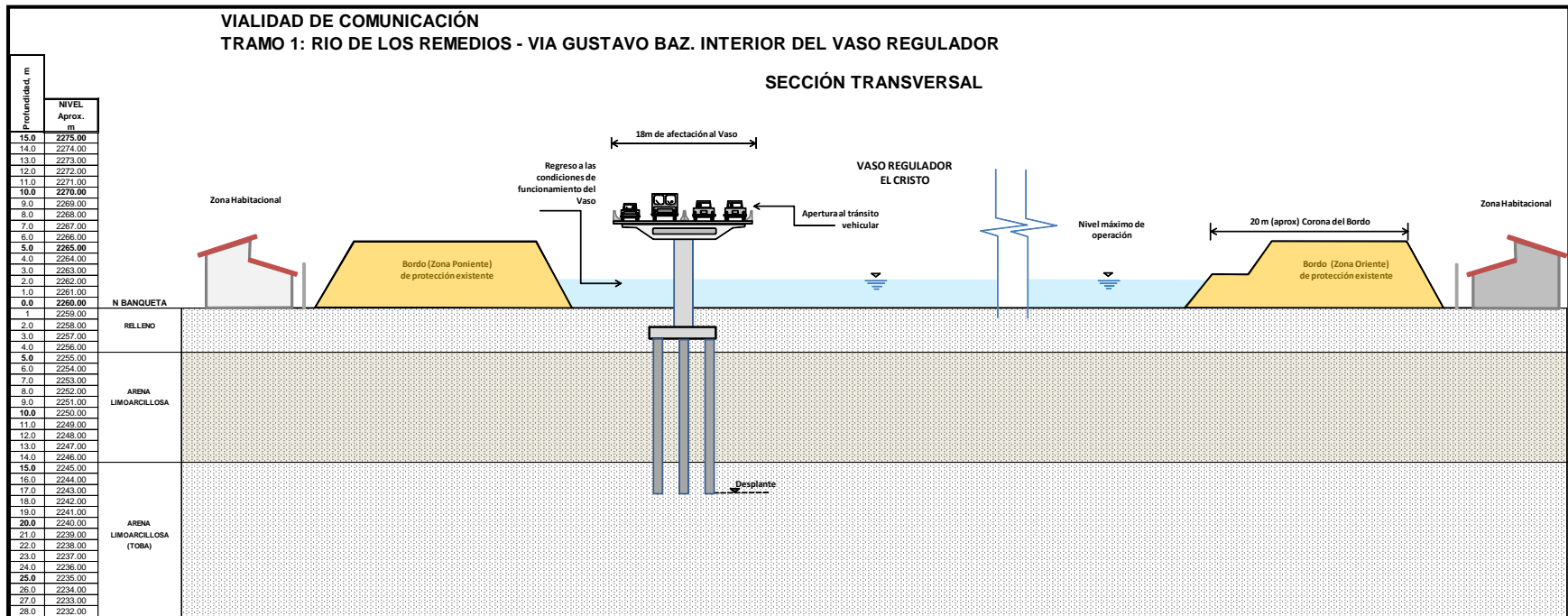


Figura 10. Una vez retirado el material del bordo de protección y finalizados los trabajos de construcción del tramo elevado, se procede a la apertura de la circulación en este tramo de análisis de la Autopista Naucalpan – Ecatepec, en sus aproximadamente 2 kilómetros, desde la Carretera México – Pachuca, hasta su conexión en puente de Vigas, de la Vía Gustavo Baz.

3.3. Consideraciones estructurales al proyecto

La propuesta en viaducto contempla una longitud aproximadamente de 2.0km, la propuesta de solución estructural del proyecto se puede resolver mediante los siguientes arreglos:

- En la Figura 11, se observa el arreglo de distribución en el tramo en viaducto, la zona dentro del cauce del río de los remedios, así como el espacio que se utilizara en la zona del Vaso Regulador “El Cristo”, así mismo la distribución que tendremos en cuanto a los anchos que de la calzada.
- En la Figura 12, como se mencionó en el punto anterior se representa la distribución y anchos de la columna así como de la trabe que se utilizará en este punto, por lo que gráficamente se muestra el tipo de estructura para las gazas, tanto de incorporación como de desincorporación. Con un ancho de trabe de 7.00m, pues solo lleva un sentido de circulación, ancho de columna de 1.20m y una altura variable pues esto depende de la altura inicial hasta alcanzar los 9.00m de altura a la cual estará la rasante de la Autopista Naucalpan – Ecatepec.
- En la Figura 13, se observa el arreglo para la zona del viaducto donde los sentidos de circulación se integran en una misma trabe por lo que el ancho de la misma es de 14.00m, el ancho de columna es de 1.80m, para la zapata de cimentación por las características de la vialidad se propone con un ancho de 1.50m y 7.90m de largo.
- La Figura 14, se muestra el claro de la estructura (separación entre columnas) sobre las cuales descansaran las trabes, mismo que se proyecta con 30.00m, esto en los aproximadamente 2.00km de longitud del viaducto.

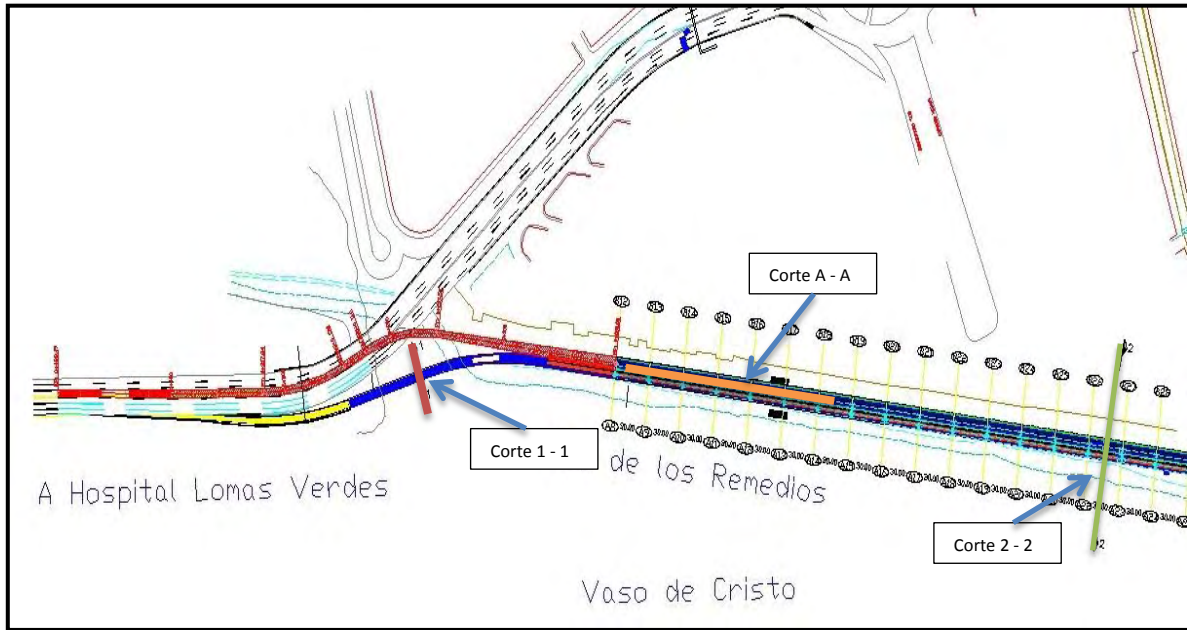


Figura 11. En la siguiente imagen se observan los cortes longitudinales y transversales realizados sobre la planta de trabajo en la cual tendremos, los diferentes tipos y anchos de columnas y traveses, así como las zapatas sobre las cuales se montaran o se colaran en sitio las columnas. Así mismo vemos los cortes 1-1, 2-2 y el corte A-A y que más adelante se detallaran.

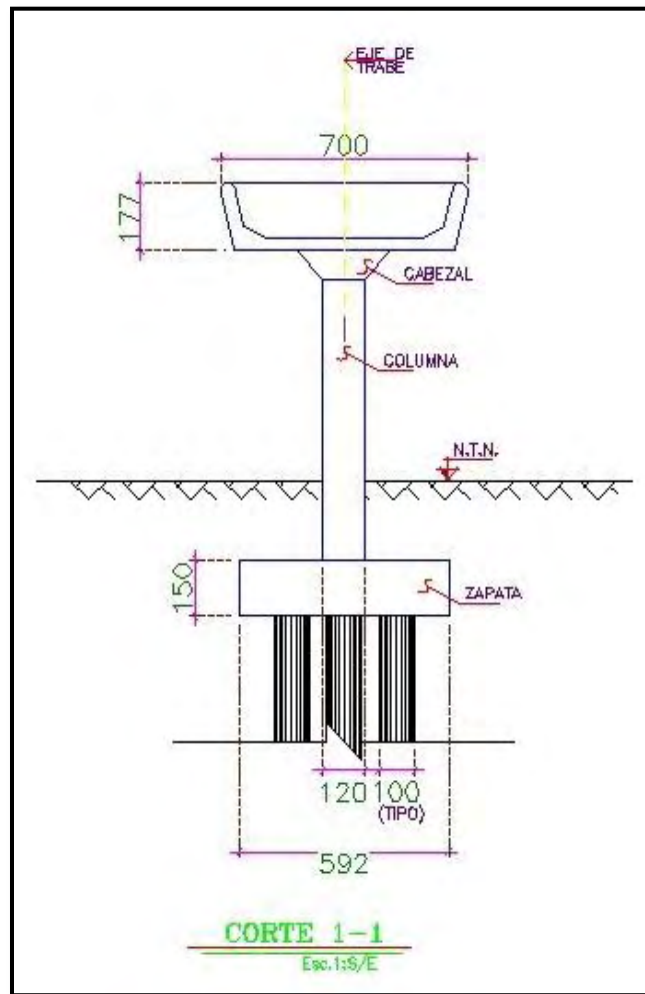


Figura 12. En la siguiente imagen se muestran las dimensiones para el tipo de estructura a utilizar en las gazas de incorporación y desincorporación del viaducto, así mismo se observan las dimensiones de la trabe y como solo es un solo sentido de circulación las dimensiones son en trabe 7.00m de ancho y 1.77m en la altura, este corte es el 1-1 mostrado en la figura 11.

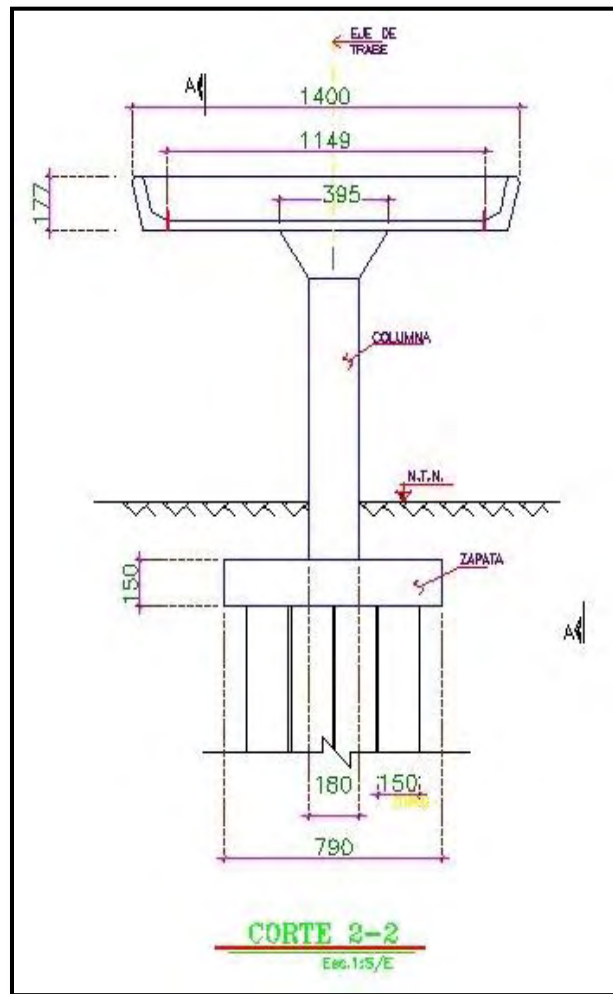


Figura 13. Como se mencionó en la figura 11, a continuación se detallan las características del corte 2-2, que es la zona del viaducto que corre a lo largo del Vaso Regulador “El Cristo” y sobre el cauce del Río de los Remedios, las dimensiones son de mayor magnitud si se compara con la estructura que se utilizara para las gazas de incorporación y desincorporación del viaducto, esto es debido a que sobre esta estructura circularan los dos sentidos del flujo vehicular, por lo cual el ancho de la trabe utilizada o que se apoyara sobre las columnas tienen un ancho de 14.00m y 1.77m de alto, así como el ancho de la columna que para realizar de manera adecuada la bajada de cargas es necesario una columna con un diámetro de 1.80m.

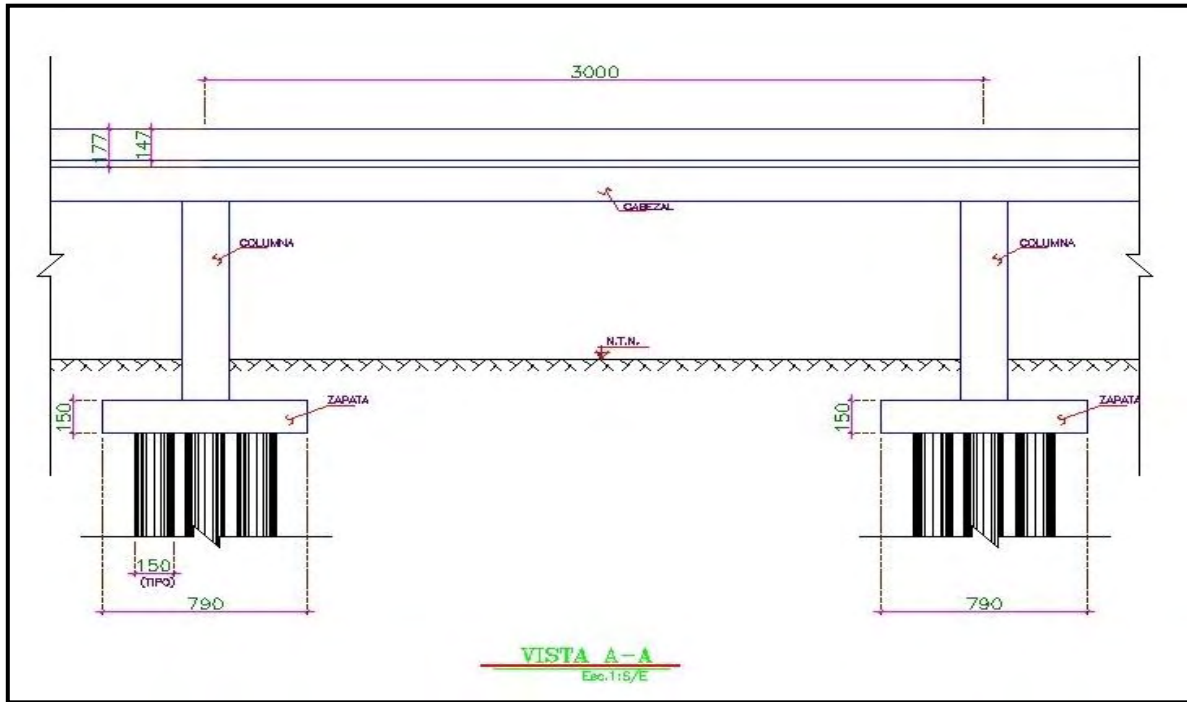


Figura 14 como se muestra en las figuras 12 y 13, esta es la distribución que tendrán las columnas a lo largo del viaducto, es decir una separación de 30.00m entre el centro de cada columna, esto es debido a que las piezas serán prefabricadas y se tiene una medida estándar en las plantas de armado.

3.4. Consideraciones hidráulicas al proyecto

El análisis hidráulico de la conexión en la Autopista Naucalpan – Ecatepec, desde su entronque en Puente de Vigas en los límites municipales de Naucalpan y Tlalneptla, con la Vía Gustavo Baz, se muestran en la figura 15.



Figura 15. En la figura se observa el trayecto que sigue el viaducto y la invasión del mismo dentro del vaso regulador, que es una longitud de 1.2km, a su vez se muestra la zona de la cuenca de la cual en la cual se encuentra el vaso. Y del cual se pretende realizar una proyección de la afectación que pudiese ocasionar el cimbrado de pilas y columnas en el vaso.

Un esquema preliminar de la colocación de la estructura y la pila de soporte del viaducto, con la que se hace la consideración de diseño conceptual para determinar el volumen de ocupación de las pilas en la zona del Vaso regulador, es como el que se muestra en la figura 16.

Es importante mencionar que es indispensable contar con la topografía real del vaso regulador para determinar la curva de elevaciones, áreas, capacidades, las

políticas de operación de la estructura de control o regulación de desfogue, así como los datos y procedimientos constructivos de la construcción de las pilas.

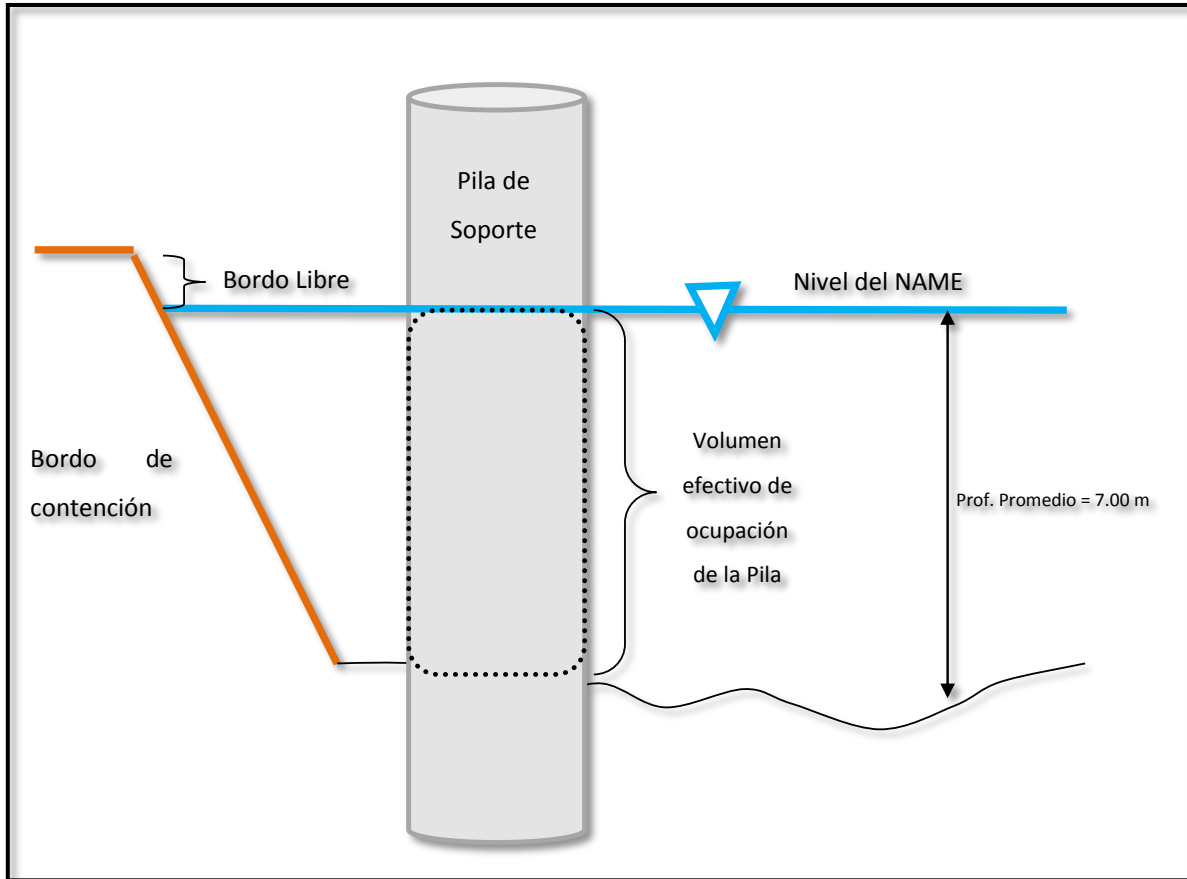


Figura 16. En la siguiente figura se observa un esquema de la colocación de la pila de soporte del viaducto. Cuál es la zona que genera volumen de ocupación de la pila, un promedio de la profundidad o en su caso el nivel máximo de aguas extraordinarias, y con esto definir si con el cimbrado de las pilas tenemos un borde libre entre los bordos de protección y las casas, o con este volumen de pilas se desbordaría el nivel de agua.

A continuación se muestran los datos aproximados con los cuales podemos determinar el Nivel de Aguas Máximo Extraordinario (NAME), y determina si la construcción de las pilas afecta la funcionalidad del Vaso Regulador.

Datos:

Nivel promedio del agua = 7.00 m



Diámetro de la pila = 1.80 m (aproximado)

Separación entre pilas = 30.00 m

Longitud del viaducto en la zona del vaso regulador = 1,200.00 m

Número de pilas = 40 pilas

Superficie aproximada del vaso regulador = 110 Ha equivalente a 1, 100,000 m²

Volumen de ocupación de la pila en la profundidad considerada = 17.81 m³

Volumen de regulación = 7, 700,000.00 m³

Porcentaje de ocupación de las pilas en la zona del vaso regulador = 0.00935%

Por lo tanto de manera preliminar se determina que la construcción de las pilas en la zona del vaso regulador, no ocasiona problemas de regulación, y que a su vez con un programa de mantenimiento y desazolve podría controlar la reducción del volumen de regulación, ya que es una cuenca que sus escurrimientos a lo largo de su trayecto acarrear bastante basura.

4. Etapa 2

Se analizaron dos propuestas de solución geométrica y características del terreno, considerando las opciones que tuvieran las menores afectaciones a los predios localizados cerca de los pasos vehiculares o vialidades a nivel propuestas. Sin olvidar también que las condiciones sean óptimas para la realización de este proyecto. Para poder tener una segunda etapa de conexión con la autopista Naucalpan – Ecatepec, haciendo la conexión con el periférico (Boulevard Manuel Ávila Camacho).

4.1. Consideraciones geométricas al proyecto

La propuesta geométrica de trazo para esta vialidad contempla la ampliación de 2 km aproximadamente del inicio de la vía Gustavo Baz hasta la conexión con el Boulevard Manuel Ávila Camacho (periférico), las alternativas presentan un

alineamiento horizontal para desarrollar el diseño del trazo con una velocidad de proyecto que va de los 60 a los 80 Km/h, velocidad con la cual se garantiza una adecuada operación y funcionamiento para los futuros usuarios de la vía. La propuesta considera la construcción de dos carriles de 3.50 m de ancho con acotamiento externos de 0.50 m y acotamiento internos de 0.60 m, para cada sentido de circulación, los cuales estarán separados mediante una barrera central tipo New Jersey, dando como resultado final un ancho de calzada de 17.00m

4.1.1. Alternativa 1

La propuesta para esta alternativa, considera dar continuidad al trazo de la etapa 1 de la autopista Naucalpan – Ecatepec, y llevarla de manera superficial a través del Río de los Remedios hasta conectar con las vialidades laterales del Boulevard Manuel Ávila Camacho (periférico), además de considerar la alternativa 1 de conexión con las Vía Dr. Gustavo Baz, como se observa en la figura 17.



Figura 17. En esta imagen se muestra la geometría de la etapa 2, que es la prolongación de la autopista Naucalpan – Ecatepec hasta el periférico Manuel Ávila Camacho, aprovechando el paso del Río de los Remedios.

Esta propuesta presenta por si misma algunas dificultades sobre todo en el tramo comprendido entre la vía Gustavo Baz y la Calzada San Agustín (560 m aproximadamente), donde se identifican problemas de espacio para alojar la calzada propuesta para la Autopista Naucalpan – Ecatepec, como se observa en la figura 18.

En la conexión con el Boulevard Manuel Ávila Camacho (periférico), se está considerando la conexión a nivel con el carril lateral que tiene sentido de

circulación Sur-Norte. En la zona en la cual se pretende hacer la conexión del sentido de circulación Puente de Vigas – Periférico, se encuentra una desincorporación de los carriles centrales hacia los laterales de periférico como se observa en la figura 19, por lo cual es necesario realizar un desplazamiento de aproximadamente 140 m hacia el norte para continuar con el funcionamiento actual del periférico.



Figura 18. En la siguiente imagen se observa el desarrollo de la alternativa 1 para la etapa dos donde se pretende aprovechar el recorrido del cauce del río de los Remedios, esto para no invadir o afectar a los predios aledaños. Este trazo es la continuación de la alternativa de la etapa 1, que es la alternativa que mejor se ajusta a las necesidades y a la orografía de la zona.



Figura 19. En esta imagen se observa la zona final del trazo donde se pretende realizar la conexión de la autopista Naucalpan – Ecatepec con el periférico, esta conexión se realizara a nivel, pero como se observa actualmente existe una desincorporación de los carriles centrales hacia los carriles laterales y con la propuesta de salida de la Autopista estaría afectando esta salida, por lo cual es necesario desplazarla aproximadamente 140m hacia el norte.

4.1.2. Alternativa 2

La propuesta de esta alternativa, considera dar continuidad al trazo de la etapa 1 de la Autopista Naucalpan – Ecatepec y llevándola por tramo elevado a través de la Vía Dr. Gustavo Baz hasta conectar con las vialidades laterales del Boulevard Manuel Ávila Camacho (periférico), además de considerar la alternativa 1 de la etapa 1, como se observa en la figura 20.



Figura 20 En esta imagen se aprecia la geometría de la alternativa 2, para la segunda etapa de prolongación de la autopista Naucalpan – Ecatepec, hasta el Boulevard Manuel Ávila Camacho (Periférico) por la Vía Dr. Gustavo Baz Prada. Con la que se permite el flujo de los vehículos sin complicaciones pues los radios de giro están diseñados para que el conductor tenga la confianza de circular por estas vías.

Para ésta alternativa se identifica que el tramo comprendido entre la Calzada de San Agustín y la calle Hacienda de Atenco (300 m de longitud aproximadamente) se carece de espacio requerido para alojar la sección propuesta de la vialidad, debido a la cercanía de las viviendas con el paso vehicular existente sobre la Vía Gustavo Baz, dando origen a una estructura muy elevada que va de los 16 a los 17 m aproximadamente y afectaciones de invasión a la zona habitacional paralela a la vialidad.

4.2. Consideraciones geotécnicas al proyecto

Actualmente, el Río de los Remedios funciona con una sección transversal trapecial y revestida de concreto y que transporta el agua hacia el Vaso Regulador “El Cristo”, (ver figura 21). Dicha sección cuenta con un área hidráulica de un número de metros cuadrados, la cual durante la construcción se respetará realizando una sección equivalente, pues se prevé que las afectaciones al funcionamiento del río sean mínimas por medio de un procedimiento constructivo adecuado, mismo que se describe conceptualmente a continuación y posteriormente por medio de láminas. Así mismo de la figura 22 a la 33, se describe el proceso geotécnico que se podría utilizar sobre el lecho del río.



Figura 21 En la imagen se observa la zona de propuesta de ampliación para la segunda etapa del viaducto de conexión así mismo el Vaso de almacenamiento “El Cristo” sobre el cual una parte de esta ampliación tendrá una invasión.

- Se comenzara con el hincado de un tablestacado metálico central y otro en el talud poniente.
- Posteriormente, el río se desviara por el lado oriente, entre el tablestacado central y el talud natural. Por su parte, se prevé el retiro de material del talud poniente para lo cual, el sistema de tablestacado central fungirá como soporte. Posterior al retiro del material, el lado poniente se convertirá en el conducto seco mientras que el otro alojará al río temporalmente. Se recomienda la construcción del tramo 2 igualmente en temporada de estiaje.
- En el conducto seco se trabajará en la construcción/montaje del cajón de concreto reforzado. Previo a su colocación/construcción será necesario colocar una capa de relleno controlado y compactado y/o de ser necesario una plantilla de concreto pobre.
- Una vez que se haya terminado en su totalidad el cajón en toda su longitud, se podrá habilitar para la conducción de las aguas del río. Posterior a ello, se comienza con la hincado del tablestacado del lado oriente.



- Después, se retira el material que se quede al interior del tablestacado y se conforma en el fondo una capa de relleno controlado y compactado. Se retira el tablestacado central.
- En case de ser necesario, se podrá troquelar-apuntalara la pared oriente del cajón que quedara desconfinada.
- Posteriormente, se procede a la construcción/montaje del cajón paralelo al primero.
- Una vez finalizado, podrá retirarse el tablestacado lateral y colocar una robusta capa de relleno controlado y compactado para recibir la losa de la vialidad.
- Finalmente, se habilitan parapetos, carpeta asfáltica y se abre la vialidad a la circulación.

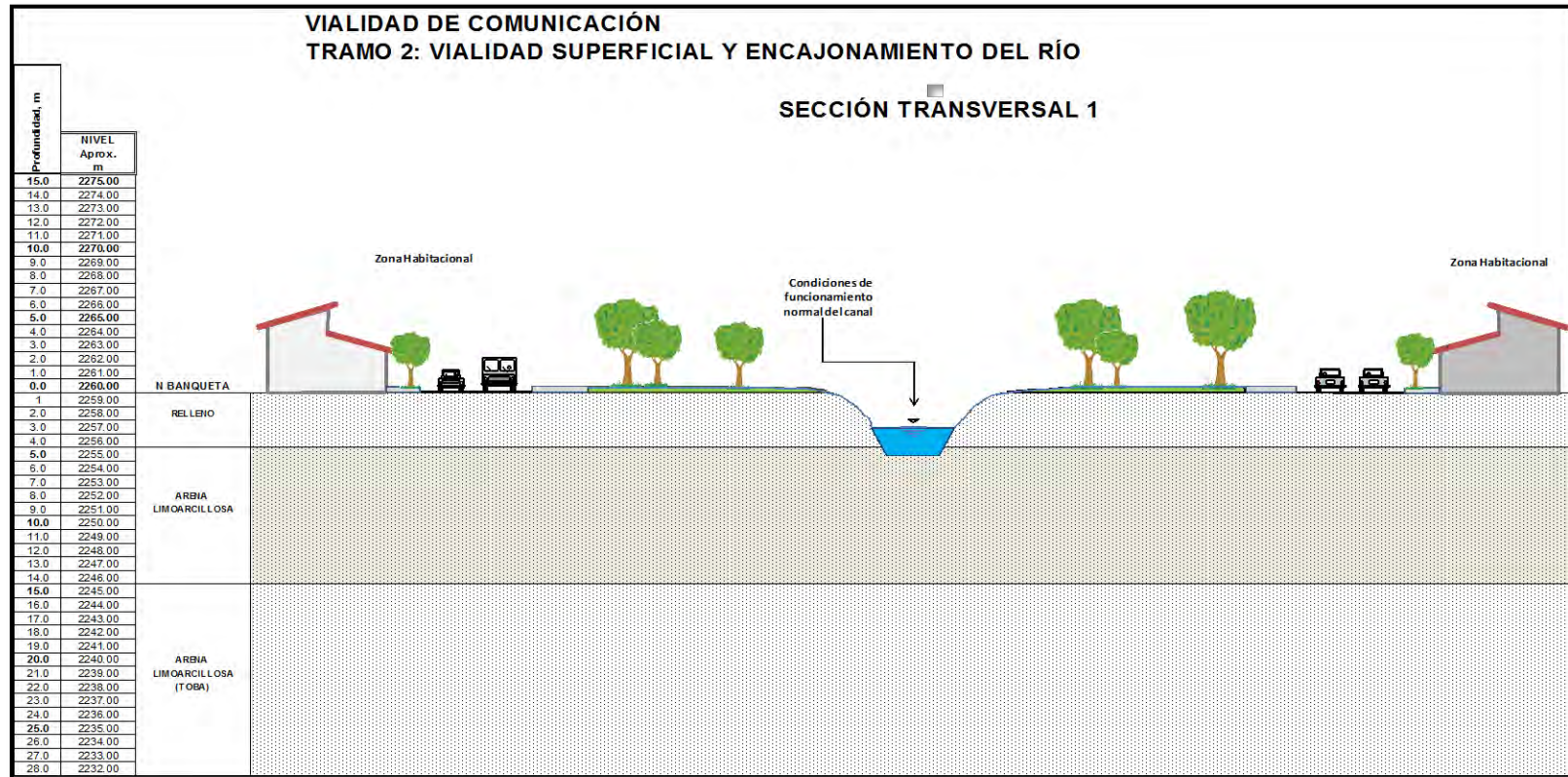


Figura 22. En esta figura se observa la operación actual del canal en una sección trapecial, y sobre la cual se desarrollara la propuesta de la vialidad, así mismo se muestra las profundidades y el tipo de suelo que se encuentra en la zona de estudio. Y sobre la cual se colocaran los cajones que alojaran el caudal del río, en esta zona se tiene un mayor margen entre la zona habitacional y la zona del río. De la figura 21, esta figura representa el corte B-B.

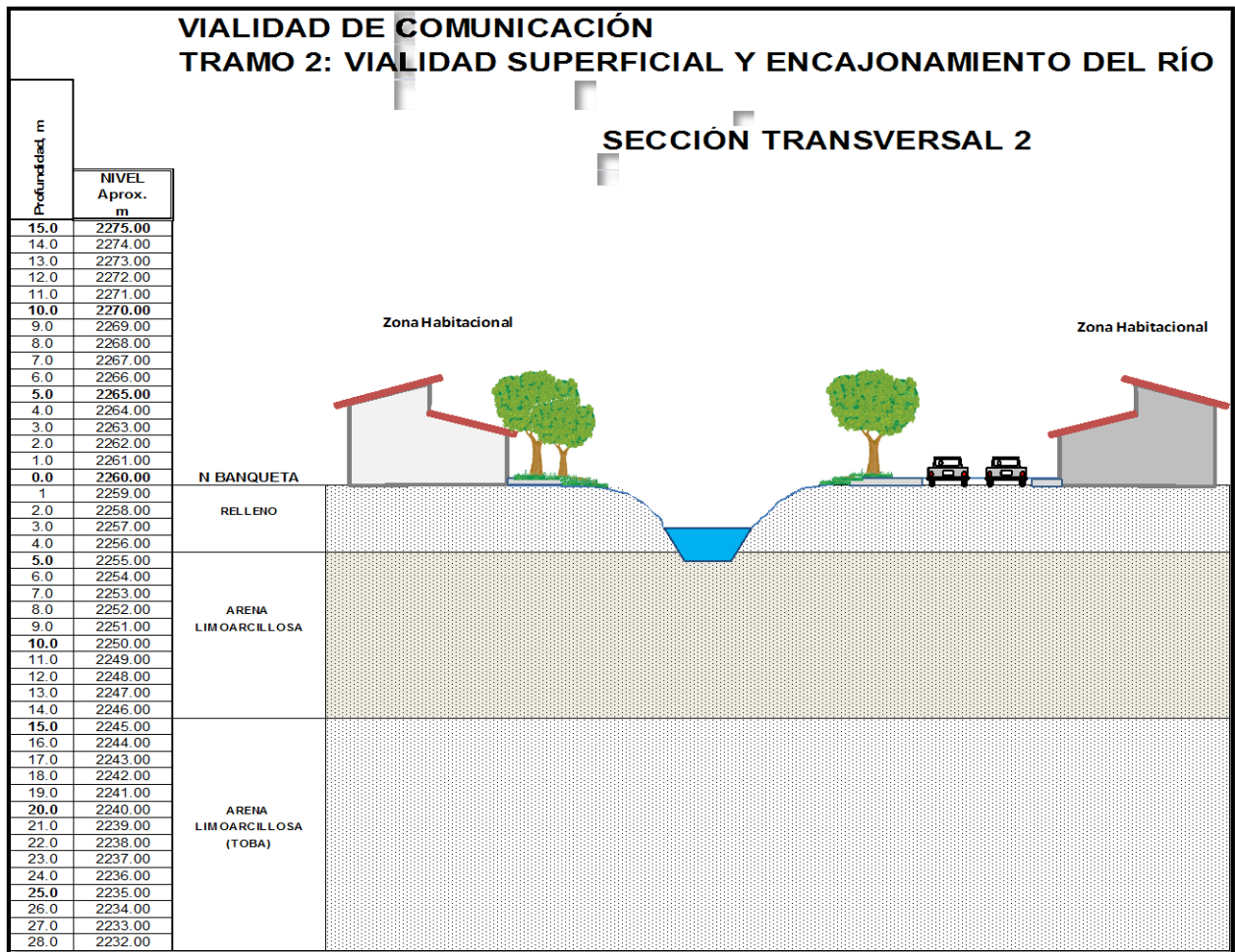


Figura 23. Al igual que la figura 22 en esta figura se observa la operación habitual del canal trapecial y sobre el cual será construido el cajón para alojar el caudal del río y posteriormente la construcción de la vialidad, así mismo observamos que se tiene poco margen entre la zona habitacional y la zona del río por lo que la forma en la que se realizara el encofrado del río debe de tener las menores afectaciones posibles para que no se vean afectados los predios y en un futuro puedan ocasionar accidentes tanto a los residentes como a los usuarios de esta vialidad. De la imagen 21 esta figura representa el corte B-B. También se aprecia la estratigrafía de la zona, y la profundidad a la cual podemos encontrarla.

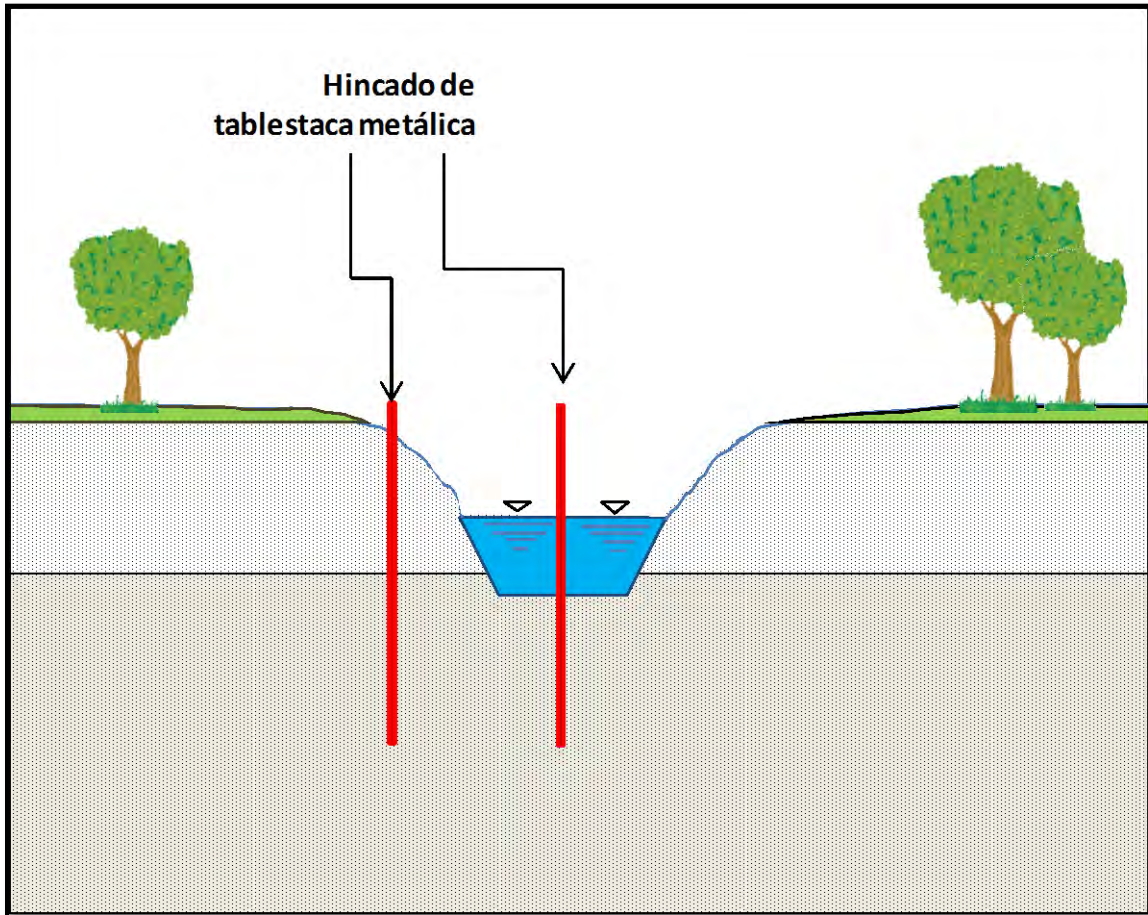


Figura 24. En la imagen se observa la colocación del hincado del tablestacado metálico en el centro y en la lateral, esto con el fin de hacer una separación del cauce del río, así también proteger el talud natural del canal, para evitar tener caídos o un derrumbe en la zona. Ya que se pretende desviar el cauce para poder realizar los trabajos de encajonamiento del río.

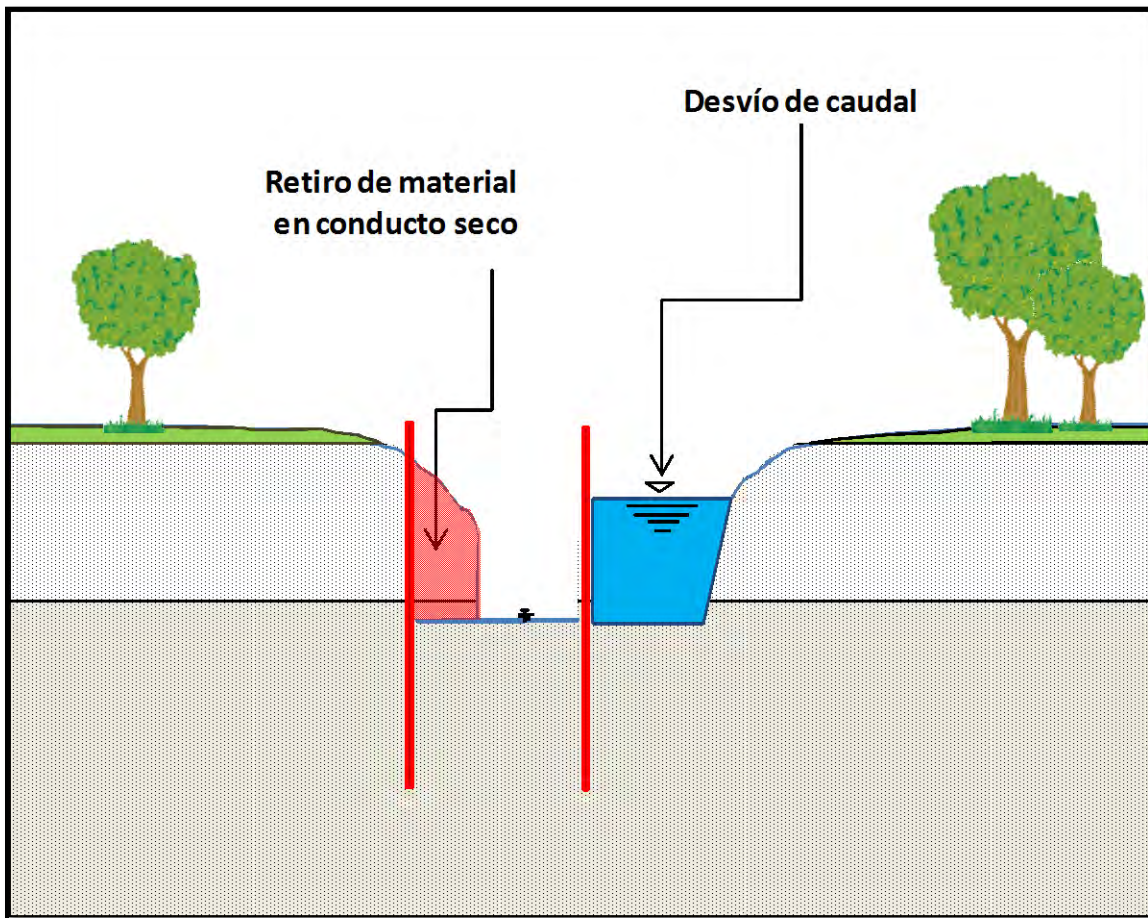


Figura 25. En la imagen se muestra que una vez colocado el tablestacado se procede con la desviación del río por un lado y el otro lado queda seco, así mismo se retira el material del talud natural del río en el conducto seco para proceder con los trabajos siguientes, (para la desviación del río es recomendable que se realice en época de estiaje).

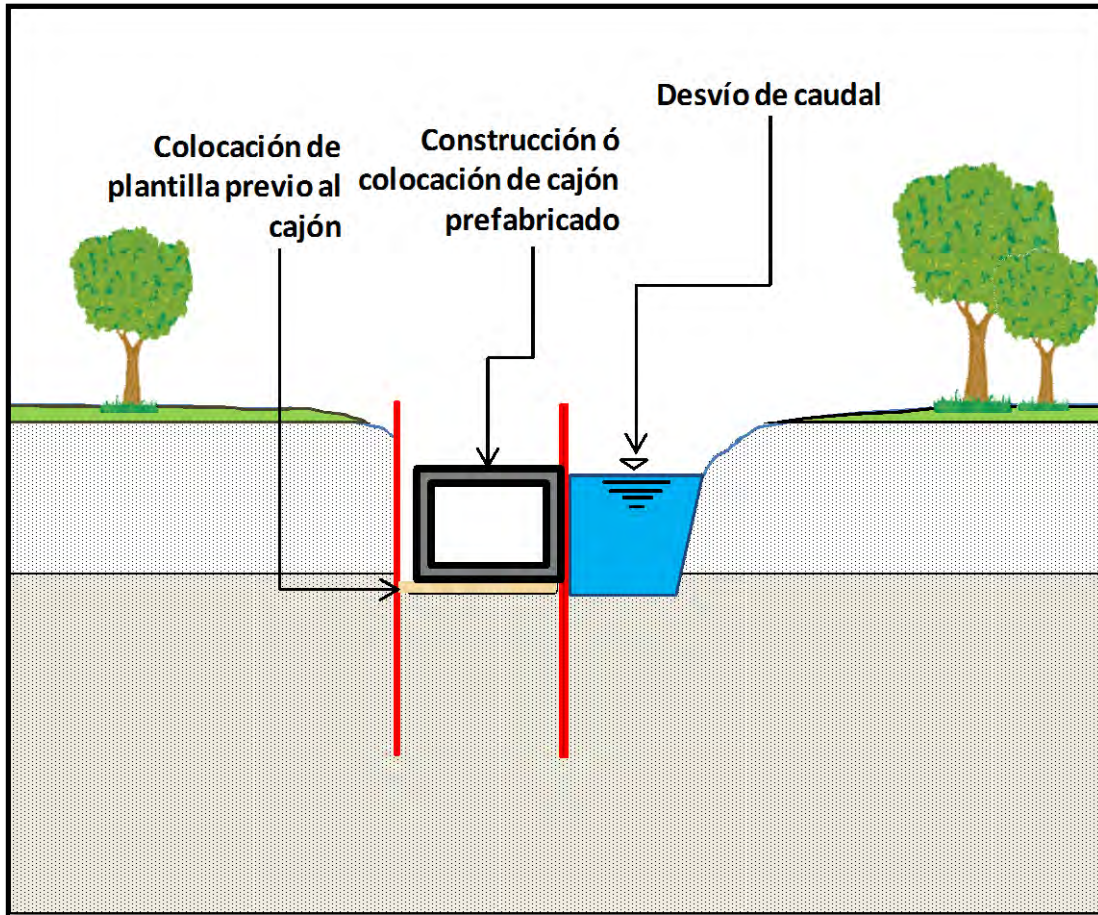


Figura 26. En la imagen una vez que se retiró el material en la zona en la cual se trabajó es momento de colocar el cajón en este caso puede ser construido en sitio o puede ser prefabricado. Esto con el fin de continuar con los trabajos para el encofrado del río. Mientras tanto del lado en el cual se desvió el río todo el caudal circulara por este lado.

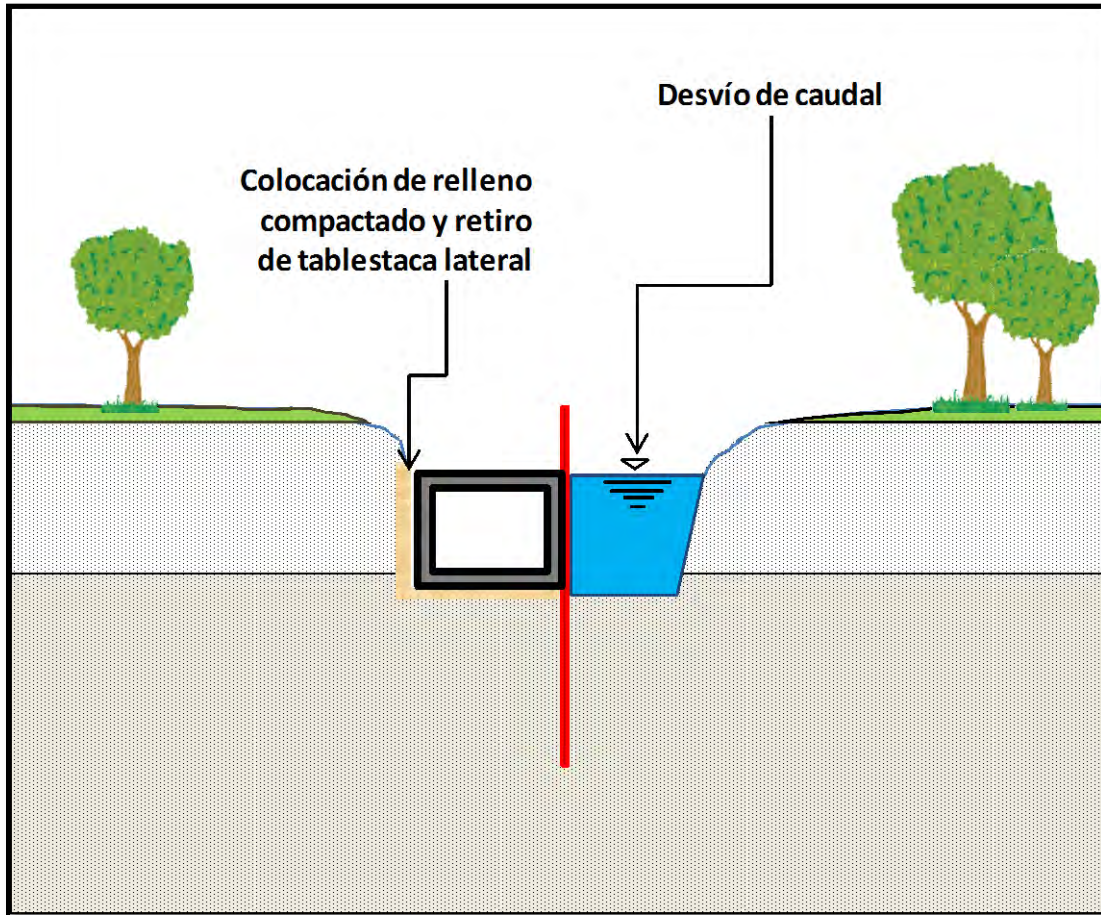


Figura 27. En la imagen se muestra la colocación del relleno lateral del cajón en la zona del tablestacado lateral, con el fin de confinarlo completamente, y así poder desviar el caudal del río al nuevo cajón construido. Mientras tanto el tablestacado central se mantiene para poder seguir con la construcción del cajón del otro lado.

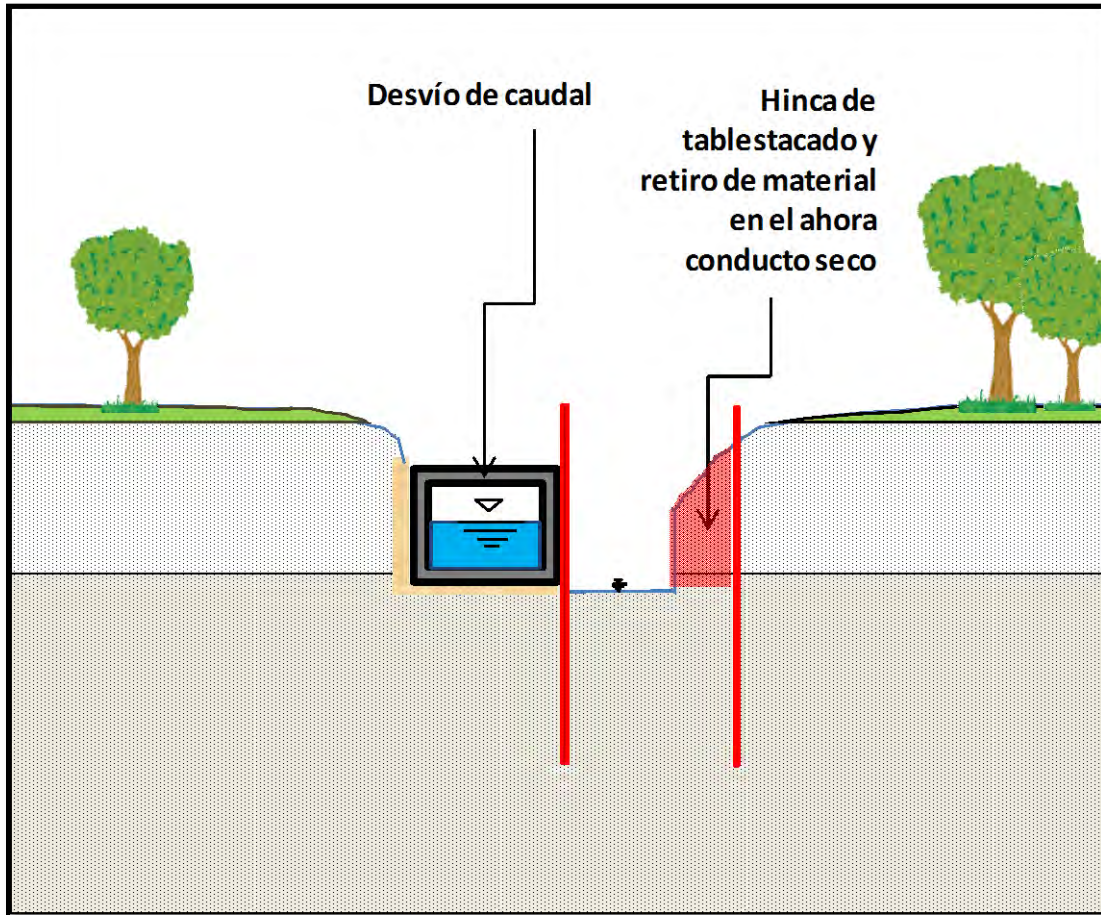


Figura 28. Una vez puesto en funcionamiento el cajón que ya está terminado longitudinalmente se coloca un tablestacado lateral opuesto al cajón construido para dejar este lado como el nuevo lado seco, para poder proseguir con los trabajos de la construcción del cajón, para alojar el caudal del río en ambos cajones.

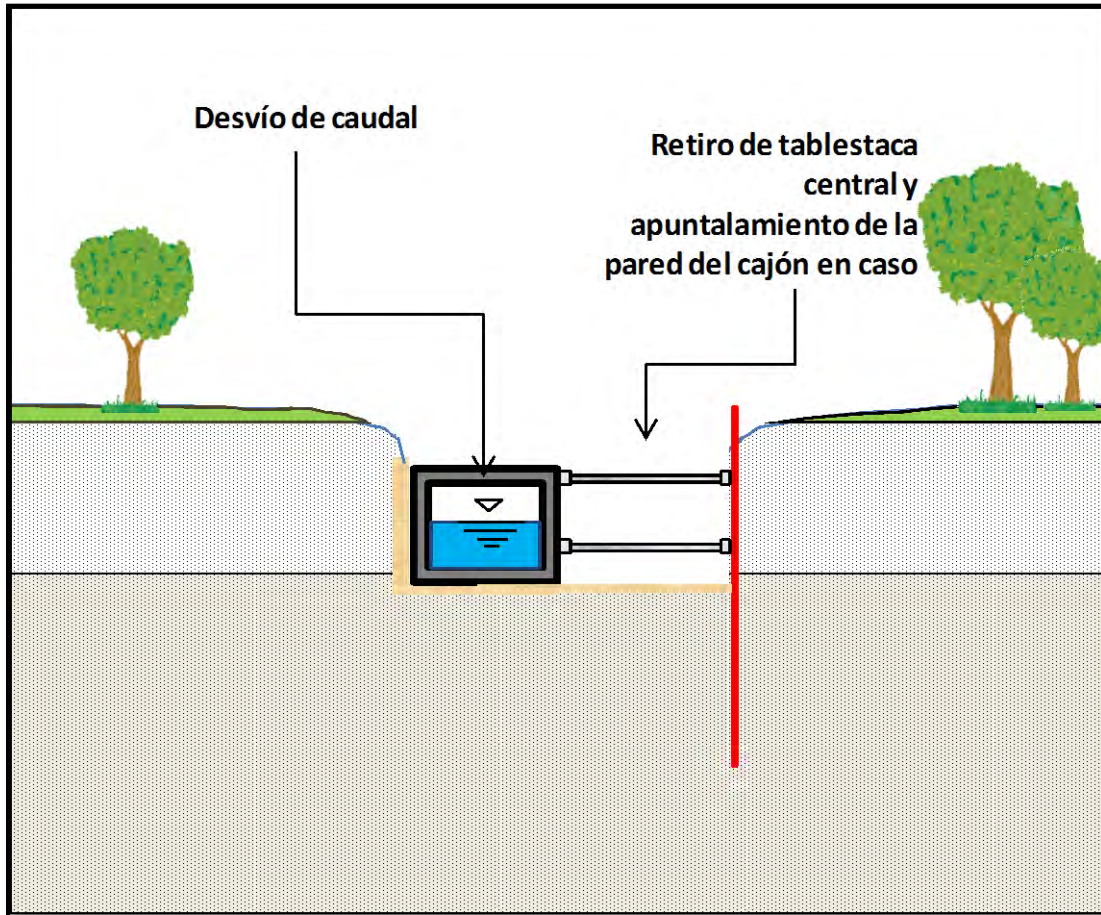


Figura 29. En esta figura se observa cómo se retira el tablestacado central, solo en caso de ser necesario, se diseñara un sistema de apuntalamiento del cajón con el fin de evitar daños en su estructura durante su funcionamiento temporal sin confinamiento. Una vez realizado esto se procederá a la construcción del cajón.

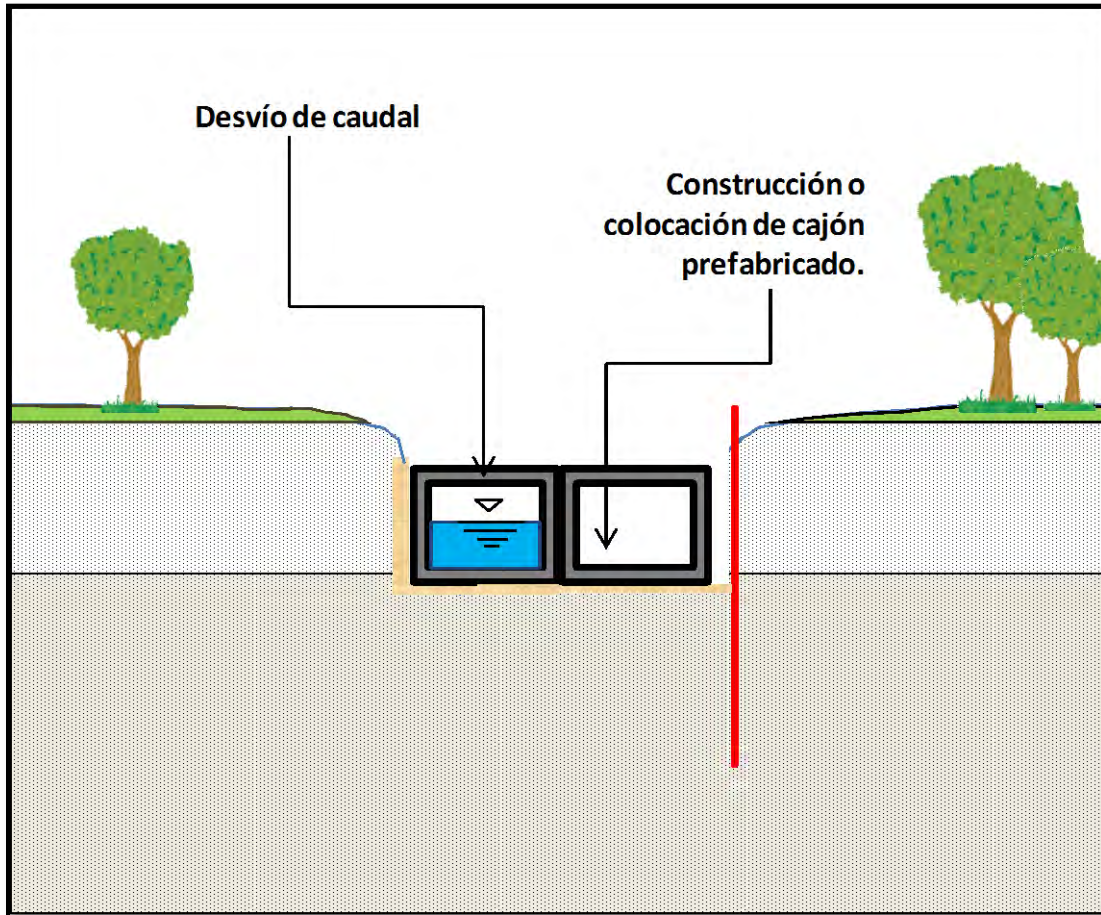


Figura 30. En esta figura ya se hace la construcción en sitio o el montaje de un cajón prefabricado, que será el soporte al cajón lateral paralelo, en el alojamiento del cauce del río de los remedios, para que sobre este se pueda aprovechar para alojar una vialidad.

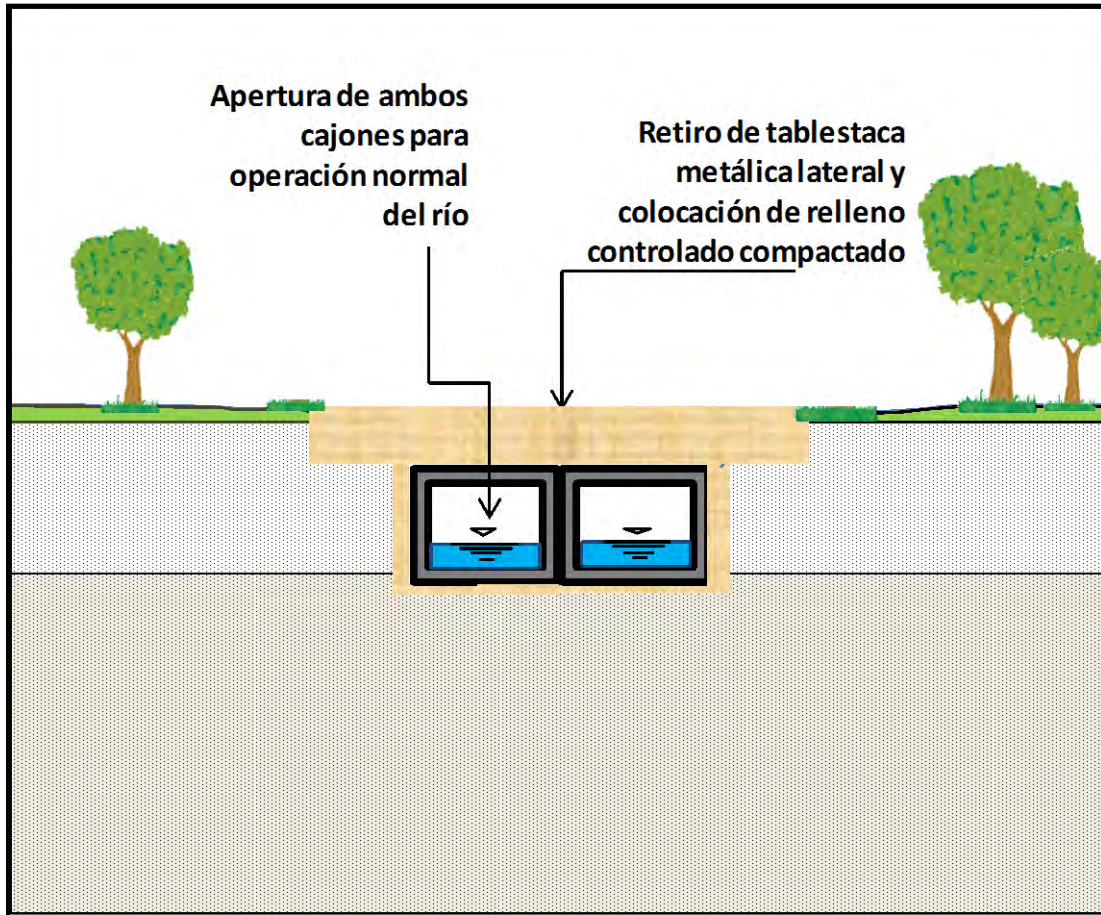


Figura 31 En la figura se observa la puesta en operación de los cajones gemelos y se elimina el tablestacado lateral para rellenar la zona lateral del cajón con el fin de dar soporte al cajón así mismo se rellena la parte superior para la recepción de la losa de la vialidad superficial.

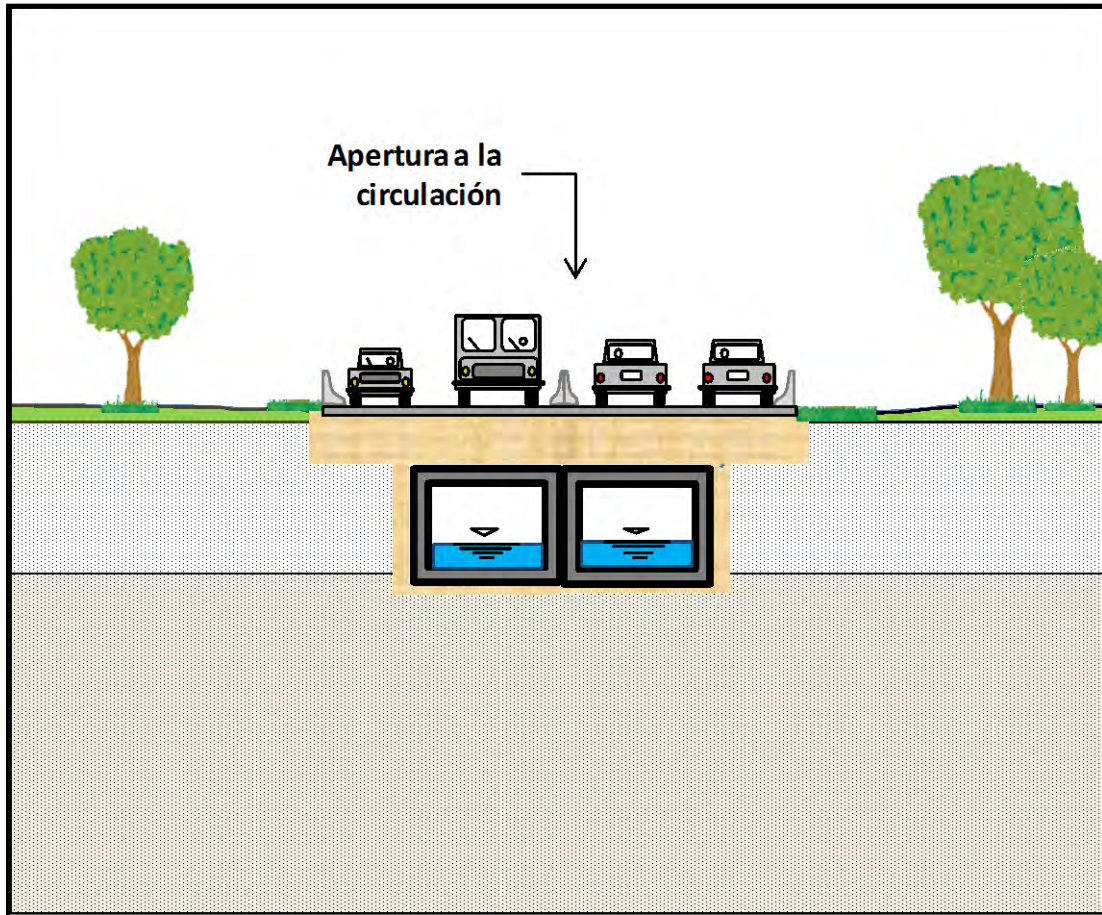


Figura 32 En la figura se observa el habilitado de la carpeta asfáltica, parapetos y barrera central, de la nueva vialidad que circulara por esta zona. Una vez terminados estos trabajos se procede a la apertura de la circulación.

El procedimiento constructivo anterior contempla la utilización del mínimo espacio transversal atendiendo a la zona del río entre la vía Gustavo Baz y la calzada San Agustín, donde el espacio es mínimo. También se plantea el uso de tablestacas debido que con información proporcionada por el cliente, se cuenta con ellas y actualmente no se están usando.

El río mismo posee el cruce de la calzada San Agustín mediante un puente. En este caso, se plantea la propuesta de una sección elevada mediante marcos de concreto. La sección transversal de dicho cruce se muestra en la figura 33.

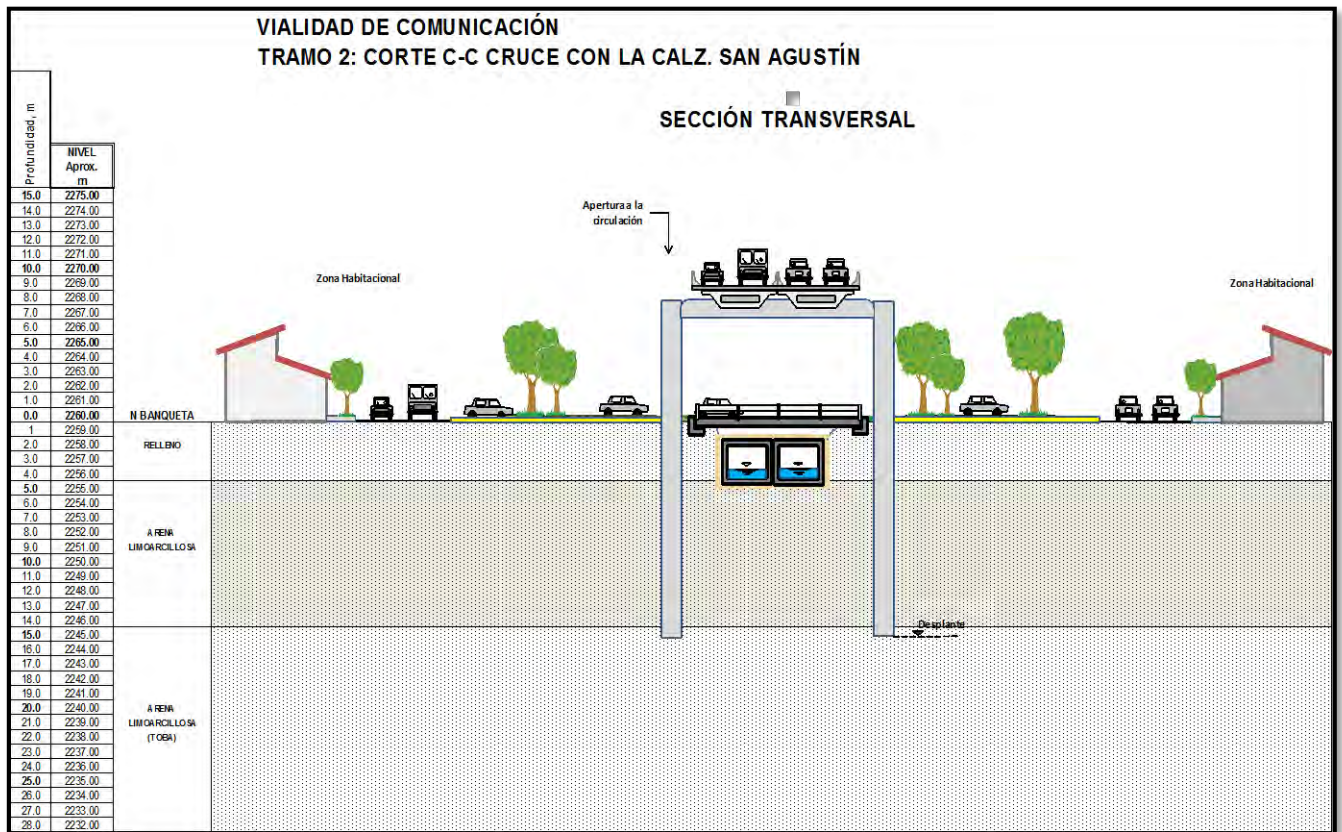


Figura 33. En la siguiente figura se muestra la solución elevada para el cruce con la Calzada San Agustín, la cual se pretende solucionar con marcos para no afectar la estructura existente así como no generar un impacto visual en la zona. La cimentación profunda de esta solución es esquemática y podrá variar una vez que se tenga un estudio detallado de la mecánica de suelos a lo largo del trazo.

La solución de encajonamiento anterior se basa en el empleo de tablestaca metálica que de acuerdo a las condiciones de mecánica de suelos, se asume podrán hincarse sin dificultad. En caso de que fuera prácticamente inviable el hincado de tablestacado, podrá proponerse un sistema longitudinal de encostado que permita la estanqueidad de al menos un lado del río. Esta solución de costaleras supone que, para el tramo 2 se deberán abatir los taludes con el fin de tener la sección necesaria para los cajones y con esto habilitar la vialidad posteriormente. Las barreras con costaleras tienen la ventaja de ser prácticas, de colocación relativamente rápida y de bajo costo, sin embargo, el espacio ocupado por este sistema de estanqueidad es mucho mayor al requerido por el tablestacado, como se muestran en figuras anteriores el sistema de tablestacado en la figura 34 se muestra el sistema de encostamiento otra opción para realizar los trabajos de encajonamiento del río. La elección definitiva de un sistema u otro dependerá de los estudios de mecánica de suelos que se hagan en el trazo,

recordando que la gran mayoría del mismo se ubica en Zona I y una minúscula parte se sitúa en Zona II, según la zonificación del tipo de suelo presentada en el RCDF04.

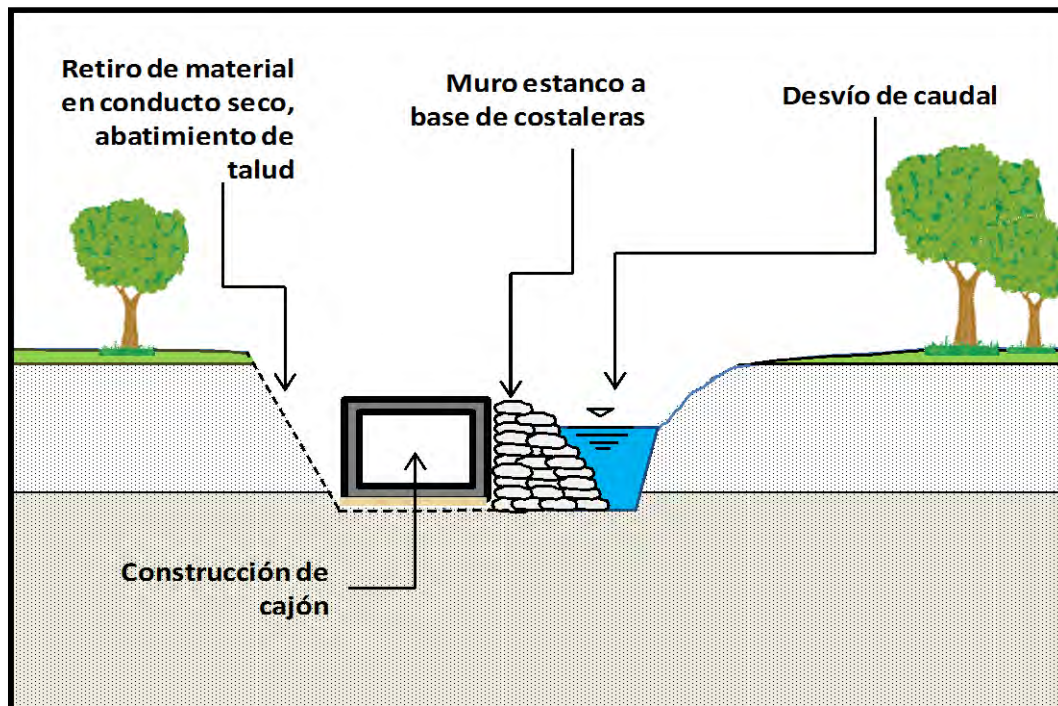


Figura 34. En esta figura se muestra la opción de utilizar costales rellenos de arena para evitar la filtración de agua hacia el lado que se requiere tener seco para poder realizar los trabajos de la colocación de los cajones ya sea colados en sitio o utilizando cajones prefabricados, como se puede observar en la figura el área de ocupación en este método es más invasivo y deja menos espacio para la circulación de las aguas del río. Pero es una solución un tanto más económica.

4.3. Consideraciones estructurales al proyecto

La propuesta de solución estructural para esta etapa del proyecto se puede resolver mediante los siguientes arreglos:

- En la figura 35, se observa la zona de conexión de la cual parte el trazo en zona de viaducto, y que se conectara a la zona donde el trazo tendrá su desarrollo a nivel. Así mismo sobre esta figura se integran los cortes I y II, que corresponden a las figuras 36 y 37.
- En la figura 36, muestra el corte I que corresponde a las ramas o gazas de acceso o salida del viaducto las cuales tienen un ancho de trabe de 7.00m, pues solo aloja un sentido de circulación, el ancho de la columna es de

1.20m, la altura es variable pues depende de la zona en la que se encuentre y que quede libre el galibo permisible por la normativa.

- En la figura 37, se observa el arreglo para la zona en viaducto donde los sentidos de circulación se integran en una misma trabe por lo que el ancho de la misma es de 14.00m, el ancho de la columna es de 1.50m, para la zapata de cimentación por las características de la vialidad y el tipo de suelo de la zona se propone con un ancho de 1.50m y de largo 7.90m sobre esta misma figura se integra un corte A, que se describe en la figura 38.
- En la figura 38, se muestra el claro de la estructura (separación que tendrán las columnas) sobre las cuales descansara las traveses, mismas que se proyectan con una longitud de 30.00m y que van apoyadas sobre las columnas con las características que se describen en los puntos anteriores.
- En la figura 39, se observa la solución estructural que se plantea usar en la zona del cruce con la calzada San Agustín, ya que aquí se pretende usar una sección en marco para librar la zona y no obstruir o colocar una columna en el centro de la calzada existente.

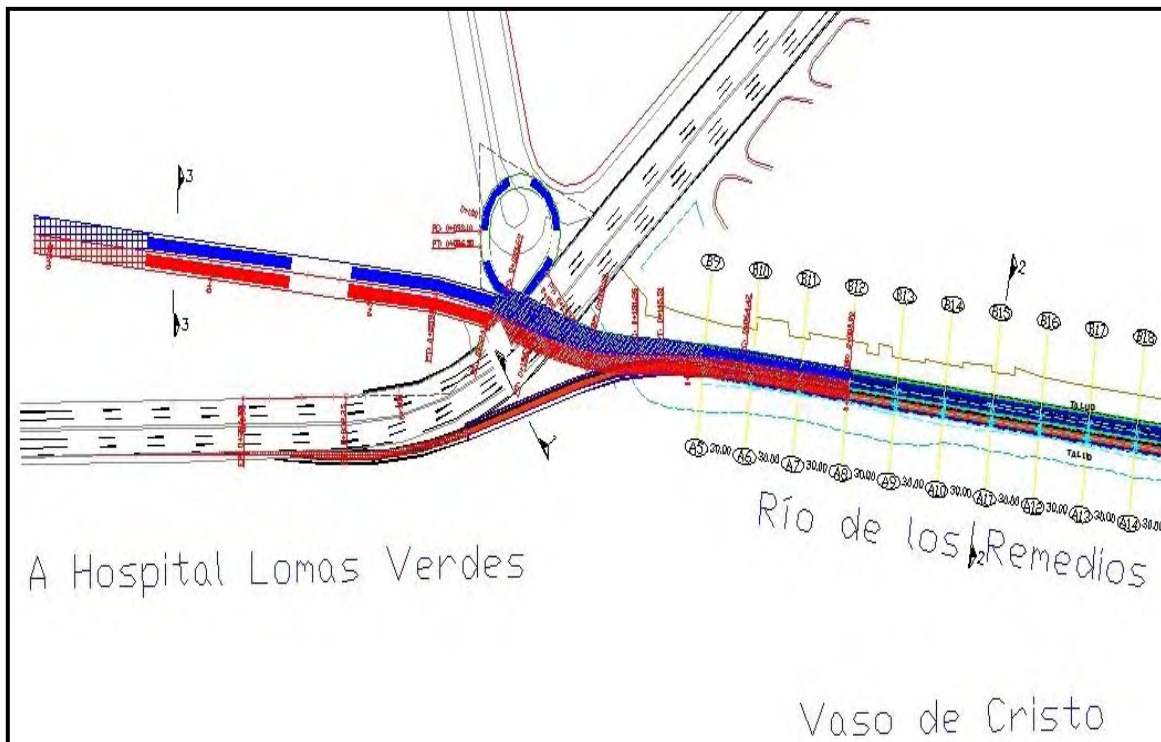


Figura 35. En la figura se muestra los dos tipos de anchos que tiene la zona del viaducto (Zona de Entronque), donde tenemos anchos de carril de 7.00m y anchos de carril de 14.00m pues se contemplan los dos sentidos de circulación. Se observan también los cortes longitudinales y transversales realizados sobre la planta de trabajo. Y la continuación de la etapa 1.

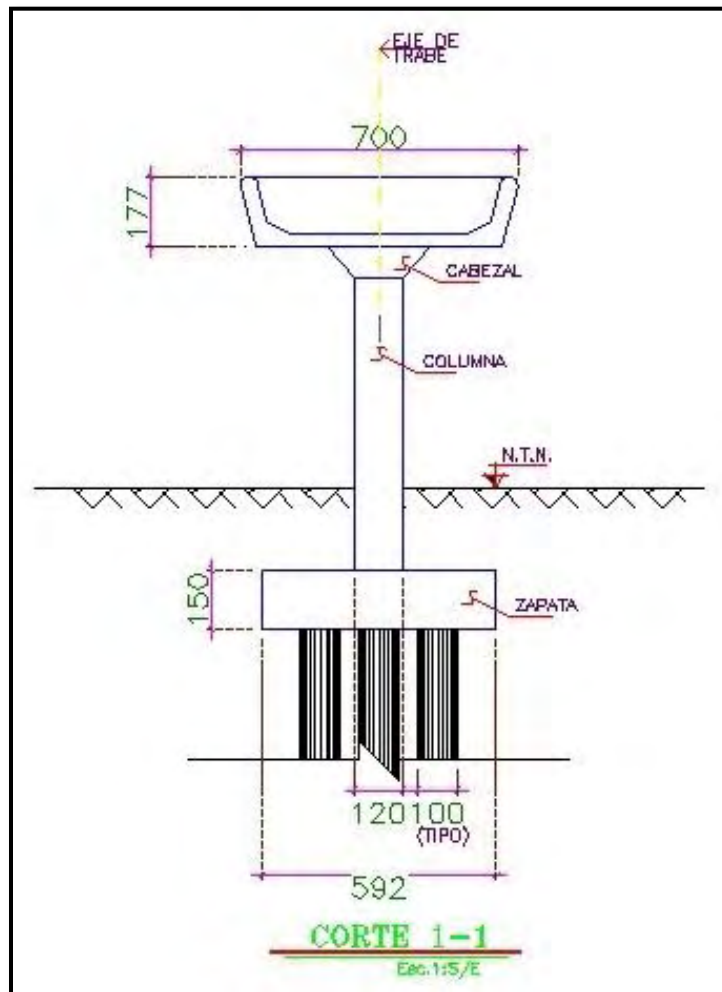


Figura 36. En la siguiente figura describe el corte 1-1 (figura 35) que se refiere a las gazas de conexión al viaducto donde tenemos la vista de la trabe con un ancho de 7.00m por 1.77m de espesor, esto en una longitud de 30.00m como se observará en la figura 38. Así mismo en esta imagen se observan las características de la zapata con un ancho de 1.50m y un largo de 5.92m. La columna tiene un ancho de 1.20m y la altura es variable pues depende de su ubicación hasta la zona donde se alcanza la altura libre para la circulación de los vehículos en la parte inferior.

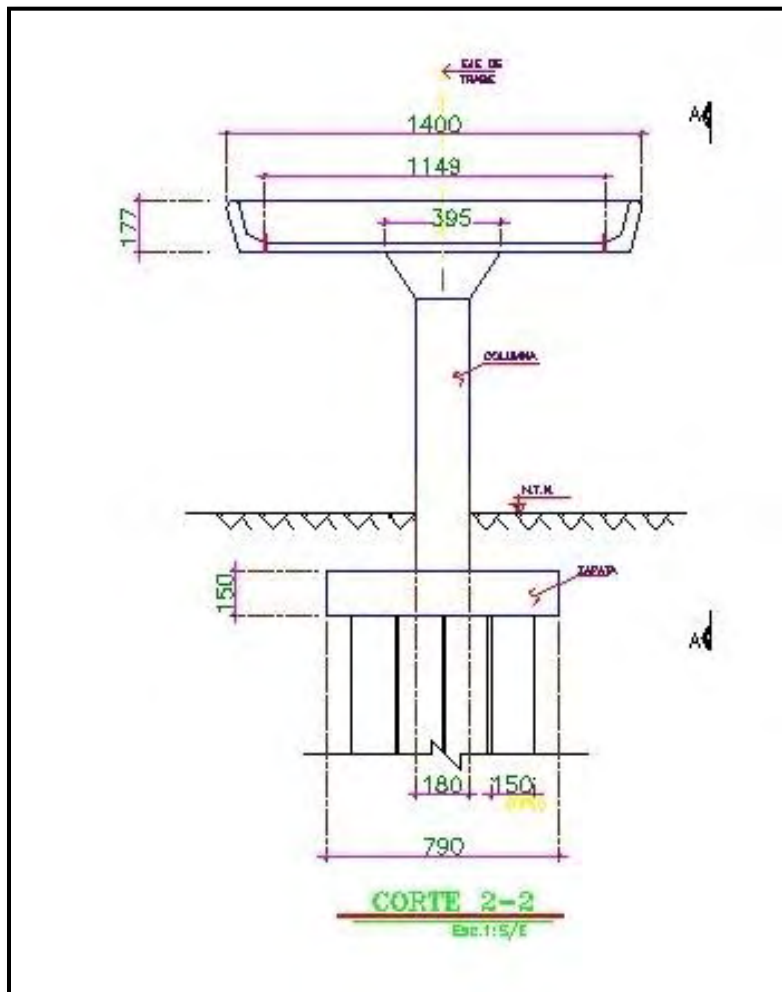


Figura 37. En la siguiente figura describe el corte 2-2 (figura 35) que se refiere a la zona del viaducto donde tenemos la vista de la trabe con un ancho de 14.00m por 1.77m de espesor, esto en una longitud de 30.00m como se observará en la figura 38. Así mismo en esta imagen se observan las características de la zapata con un ancho de 1.50m y un largo de 7.90m. La columna tiene un ancho de 1.80m y la altura es variable pues depende de su ubicación hasta la zona donde se alcanza la altura libre para la circulación de los vehículos en la parte inferior.

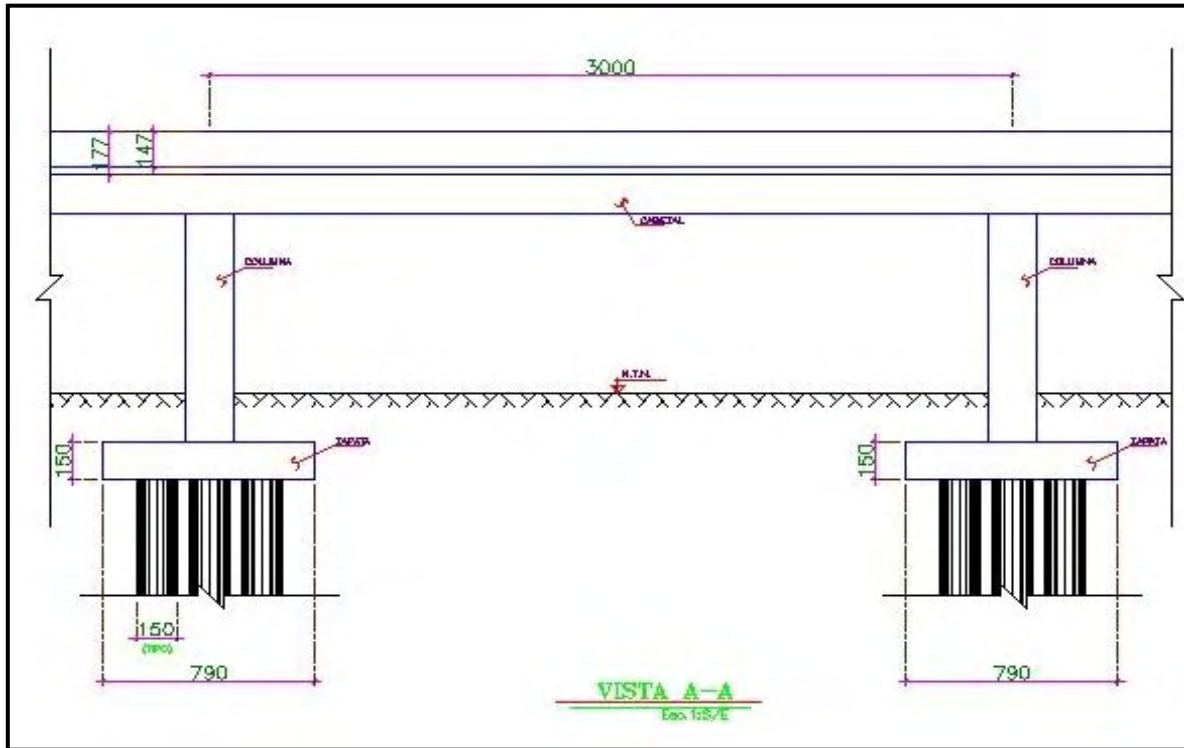


Figura 38. Como se muestra en las figuras 37 la vista A-A, esta es la distribución que tendrán las columnas a lo largo del viaducto, es decir una separación de 30.00m entre el centro de cada columna, esto es debido a que las piezas serán prefabricadas y se tiene una medida estándar en las plantas de armado. Así mismo se observan las medidas de las zapatas sobre las cuales se desplantan las columnas que sostendrán las traveses prefabricadas.

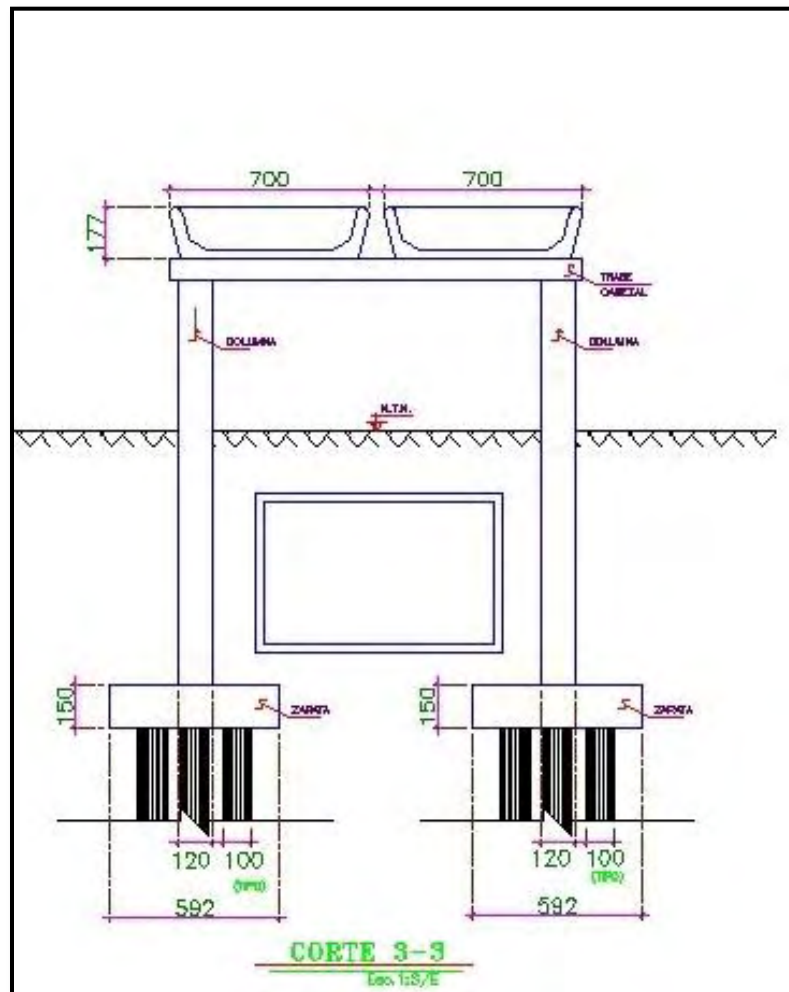


Figura 39. La siguiente figura describe el corte 3-3 (figura 35) que corresponde a la zona del cruce con la calzada San Agustín, en la cual se utilizarán marcos para librar esta zona utilizando 2 traveses de 7.00m de ancho con un espesor de 1.77m y largo de 30.00m estas piezas son prefabricadas, e irán apoyadas sobre las columnas que igual que las gazas de incorporación y desincorporación, estas columnas tendrán un ancho de 1.20m, y que servirán para no afectar lo existente en este cruce y para no dar un impacto visual tan grande.

5. Costos y Volúmenes de materiales.

Para la generación de los costos y volúmenes de las alternativas se realizó un análisis no tan detallado pues es solo para conocer cuál es el coste de los trabajos que se realizarán para hacer los trámites con la instancia que contribuirá con la construcción, si es para una dependencia del gobierno o si es una APP (Asociación Público Privada). En los anexos se puede ver los conceptos y su costo para saber cuál será el presupuesto de los trabajos.



RELACION DE CONCEPTOS DE TRABAJO Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESION DE PRECIOS UNITARIOS DE LA PROPOSICIÓN (FORMA E-7)

OBRA:

PROYECTO DE LA AMPLIACIÓN DE LA AUTOVÍA NAUCALPAN-ECATEPEC TRAMO: PUENTE DE VIGAS - VÍA GUSTAVO BAZ UBICACION: MUNICIPIOS DE NAUCALPAN, TLALNEPANTLA, ECATEPEC Y NEZAHUALCOYOTL DEL EDO. DE MÉXICO Y DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO DEL G.D.F.

ETAPA DE LA OBRA: CONSTRUCCIÓN DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL Y SEÑALAMIENTO PROYECCIÓN DE OBRA						
C O N C E P T O S						
No .	NORMA O ESPECIFICACION	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	LICITACION NUMERO:	
					LUGAR Y FECHA	
						DICIEMBRE DE 2012
					PRECIO UNITARIO	IMPORTE
					CON NUMERO	
4	LIBRO: TEMA: PARTE: TÍTULO: 009-C 009-D.06 A) 1)	CTR. CONSTRUCCIÓN CAR. CARRETERAS 1. CONCEPTOS DE OBRA 01. TERRACERÍAS Y PAVIMENTOS DESMONTE DESMONTE P.U.O.T. (INCISO 3.01.01.002-H.02)	ha	3	17942.08	\$53,826.24
5	009-D 009-D.04 a)	CORTES. Despalme, desperdiciando el material, P.U.O.T. (Inciso 3.01.01.00-H.03) De cortes(incluye acarreo)	m3	2261.6	30.85	\$69,770.36



6	b)	Para desplante de terraplenes	m3	7037.8	30.85	\$217,116.13
	009-D.06	Excavaciones, P.U.O.T. (Inciso 3.01.01.003-H.04)				
7	a)	En cortes y adicionales abajo de la subrasante	m3	0	89.08	\$0.00
	009-E	PRESTAMOS.				
	009-E.04	Excavaciones de préstamo, P.U.O.T.				
	b)	De banco (Inciso 3.01.01.004-H.05)				
	1)	Del banco propuesto por el contratista (incluye acarreos)				
8	a)	Para cuerpo de terraplén	m3	1520	103.87	\$157,882.40
9	b)	Para Subyacente	m3	850	109.9	\$93,415.00
10	c)	Para Subrasante	m3	350	112.17	\$39,259.50
	009-F	TERRAPLENES:				
	009-F.09	Compactación, P.U.O.T.				
	a)	Del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes (Inciso 3.01.01.005-H.09)				
11	1)	Para noventa por ciento (90%)	m3	0	112.35	\$0.00
	b)	De la cama de los cortes en que no se haya ordenado excavación adicional (Inciso 3.01.01.005-H.09)				
12	1)	Para noventa por ciento (90%)	m3	0	105.83	\$0.00
	009-F.11	Formación y compactación P.U.O.T.				
	a)	De terraplenes adicionados con sus cuñas de sobrancho (Inciso 3.01.01.005-H.11)				
13	1)	Para noventa por ciento (90%)	m3	0	142.31	\$0.00



14	2)	Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	0	162.19	\$0.00
	009-F.14	Mezclado, tendido y compactación de la capa subrasante formada con material seleccionado, P.U.O.T.				
15	1)	Para cien por ciento (100%)	m3	0	112.17	\$0.00
		PAVIMENTOS				
	086-E	SUB-BASE Y BASE:				
	086-E.05	Sub-bases o bases, P.U.O.T. (Inciso 074-H.04)				
16	a)	subbase:	M3	12069.9	345.49	\$4,170,029.75
	1)	Compactada al noventa y cinco por ciento (100%)				
17	2)	base estabilizada con cemento portland: en cantidad del 6% de su peso volumétrico seco suelto	M3	5269.8	510.86	\$2,692,130.03
		Compactada al cien por ciento (100%)				
	086-G	MATERIALES ASFÁLTICOS:				
	086-G.07	Materiales asfálticos, P.U.O.T. (Inciso 076-H.07)				
	c)	Emulsiones asfálticas:				
	2)	Empleadas en riego.				
18	a)	Riego de impregnación con emulsión asfáltica, aplicada con petrolizadora a razón de 0.8 a 1.2 lt/m2, incluye: materiales, mano de obra, acarreos, equipo y herramienta N-CTR-CAR-1-04-004/00	m2	38695	13.08	\$506,130.60
19	b)	Riego de liga con emulsión asfáltica aplicada con m2				



		petrolizadora a razón de 0.6 a 1.00 lt/m2 incluye: materiales, acarreos, mano de obra, equipo y herramienta	m2	4146.8	12.77	\$52,954.64
	086-L	CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO				
	086-L.03	Carpeta de concreto asfáltico, P.U.O.T. (Inciso 081.H.02)				
	a)	Compactada al noventa y cinco por ciento (95%)				
20	1)	Del banco "San Juan" ubicados a 30.0 Km. del centro de gravedad de la vialidad en proyecto.	M3	2744	1345.23	\$0.00
		BANQUETAS Y GUARNICIONES .				
	047-G	CONCRETO HIDRAULICO.				
	047-G.11	Concreto hidráulico P.U.O.T. (Inciso 3.01.02.026-H.10)				
	a)	Simple colado en seco.				
	1)	F'c= 150 Kg/cm².				
21	a)	Para banquetas de 8 cm. de espesor	m2	2962	1423	\$0.00
	2)	F'c= 200 Kg/cm².				
22	a)	Para guarniciones de 20x15x48 cm.	m2	0	1423	\$0.00
					MONTO DE PARTIDA	\$8,052,514.65
	LIBRO:	CTR. CONSTRUCCIÓN				
	TEMA:	CAR. CARRETERAS				
	PARTE	1. CONCEPTOS DE OBRA				



	TÍTULO:					
		0 2. SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD				
23	SID-13	SEÑAL INFORMATIVA DE DESTINO (BANDERA DOS RENGLONES) (122 X 366)	Pza	6	23930.17	\$143,581.02
24	SID-15	SEÑAL INFORMATIVA DE DESTINO (BANDERA PUENTE (TRES PLACAS, DOS RENGLONES) 122 X 366)	Pza	1	34196.08	\$34,196.08
25	OD-5	INDICADOR DE OBSTACULOS (EN BIFURCACIONES) 61 X 122	Pza	2		\$0.00
26	SR-9	SEÑAL RESTRICTIVA (VELOCIDAD) 117 X 117	Pza.	4	2068.42	\$8,273.68
27	OD-12	OBRAS Y DISPOSITIVOS DIVERSOS (INDICADO DE CURVA PELIGROSA) 76 X 90	Pza	61	604.61	\$36,881.21
28	SP-17	SEÑAL PREVENTIVA (INCORPORACION DE TRANSITO) 117 X 117	Pza	2	2068.42	\$4,136.84
29	SP-19	SEÑAL PREVENTIVA (SALIDA) 117 X 117	Pza	1	2068.42	\$2,068.42
30	SIG-10	SEÑAL DE INFORMACION GENERAL (CONTROL DOS RENGLONES)86 X 300	Pza	1	2919.07	\$2,919.07
31	SP-6	SEÑAL PREVENTIVA (CURVA) 117 X 117	Pza.	6	2068.42	\$12,410.52
		RESUMEN DE SEÑALAMIENTO A REUBICAR (SENTIDO PERIFERICO-VALLEJO)				
32	SIG-10	SEÑAL DE INFORMACION GENERAL (CONTROL DOS RENGLONES)	Pza.	1	2055.92	\$2,055.92
	SR-34	SEÑAL RESTRICTIVA (USO OBLIGATORIO DEL CINTURON DE SEGURIDAD)	Pza	1	2055.92	\$2,055.92
		RESUMEN DE SEÑALAMIENTO A ELIMINAR				
33	SP-6	SEÑAL PREVENTIVA (CURVA)	Pza.	1	812.07	\$812.07
		RESUMEN DE SEÑALAMIENTO A REUBICAR (SENTIDO VALLEJO-PERIFERICO)				
34	SR-22	SEÑAL RESTRICTIVA (PROHIBIDO ESTACIONARSE) 117 X 117	Pza	2	812.07	\$1,624.14
35	OD-5	OBRAS Y DISPOSITIVOS DIVERSOS INDICADOR DE OBSTACULOS (EN BIFURCACIONES)	Pza	1	812.07	\$812.07
	SR	SEÑAL RESTRICTIVA (DOBLE FLECHA)	Pza	2	812.07	\$1,624.14
		RESUMEN DE SEÑALAMIENTO A ELIMINAR				
36	S/C	SIN CLAVE (PUNTO DE REUNION)	Pza.	1	1253.52	\$1,253.52



Alternativas de conexión de la autopista Naucalpan – Ecatepec.

37	SID-13	SEÑAL INFORMATIVA DE DESTINO (BANDERA DOS RENGLONES)	Pza	1	1253.52	\$1,253.52
38	SID-14	SEÑAL INFORMATIVA DE DESTINO (BANDERA DOBLE)	Pza	1	1253.52	\$1,253.52
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL						
39	M-2.1	Raya Separadora de Carriles, Continua Sencilla.	MI	270	35.25	\$9,517.50
40	M-2.3	Raya Separadora de Carriles, Discontinua.	MI	1514	39.69	\$60,090.66
41	M-3.1	Raya en la Orilla Derecha, Continua.	MI	3560	35.25	\$125,490.00
42	M-5	Rayas Canalizadoras, (Separando Flujos en un Solo Sentido).	MI	308	35.25	\$10,857.00
43	M-6	Raya de Alto.	MI	47	54.33	\$2,553.51
44	M-7.1	Rayas Para Cruce de Peatones en Vías Primarias.	MI	578	62.87	\$36,338.86
45	M-11.1	Símbolos Para Regular el Uso de Carriles (Flechas).	MI	83	160.71	\$13,338.93
46	DH-1.7	Botón Reflejante, Colocado Sobre Raya M - 2.1.	Pza	10	67.81	\$678.10
47	DH-1.9	Botón Reflejante, Colocado Sobre Raya M - 2.3.	Pza	153	64.14	\$9,813.42
48	DH-1.11	Botón Reflejante, Colocado Sobre Raya M - 3.1.	Pza	121	66.19	\$8,008.99
49	DH-1.15	Botón Reflejante, Colocado Sobre Raya M - 5.	Pza	154	66.19	
				MONTO DE LA PARTIDA		\$533,898.63
LIBRO:		CTR. CONSTRUCCIÓN				
TEMA:		CAR. CARRETERAS				
PARTE		1. CONCEPTOS DE OBRA				
TÍTULO:		0 3. SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD				
CAPÍTULO: 016.		SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN EN OBRAS (N-CTR-CAR-1-016-001/00)				
50	DPI-7	SEÑAL PREVIA 56 X 178	Pza	12.00	744.8	\$8,937.60
51	DPI-9	SEÑAL CONFIRMATIVA 56 X 178	Pza	5.00	744.8	\$3,724.00



52	DPP	OBRAS EN EL CAMINO 86 X 86 (CON T/A 35 X 122)	Pza.	6.00	1567.45	\$9,404.70
53	SR-9	VELOCIDAD 86 X 86	Pza	18.00	1567.45	\$28,214.10
54	S/C	BARRERA DE POLIETILENO 95 X 200	Pza	383.00	1750.53	\$670,452.99
					MONTO DE LA PARTIDA	\$720,733.39
LIBRO:		CTR. CONSTRUCCIÓN				
TEMA:		CAR. CARRETERAS				
PARTE		1. CONCEPTOS DE OBRA				
TÍTULO:		06. DRENAJE Y SUBDRENAJE				
55	E.P.14	Trazo y nivelación para obras hidráulicas, incluye el equipo de topografía y personal técnico especializado, según líneas del proyecto, por unidad de obra terminada.	m ²	315.00	36.29	\$11,431.35
56	E.P.15	Suministro y colocación de plantilla de arena. En el fondo de zanjas para asentar las tuberías de drenaje, el precio unitario incluye: el suministro del material puesto en obra, acarreos locales, desperdicios, equipo, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución P.U.O.T.	m ³	24.00	30.23	\$725.52
CAPÍTULO 007.		EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS (N-CTR-CAR-1-01-007/00)				
57		Excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural o en rellenos existentes para alojar estructuras y obras de drenaje, por unidad de obra terminada.	m ³	357.00	32.83	\$11,720.31
CAPÍTULO 011.		RELLENOS (N-CTR-CAR-1-01-011/00)				
		Colocación de materiales seleccionados o no, en excavaciones hechas para estructuras, obras de drenaje y subdrenaje, cuñas de terraplenes contiguos a estructuras, así como trincheras estabilizadoras, por unidad de obra terminada.				



	J.2.	Relleno con materiales procedentes de bancos. (incluye explotación del material en banco conforme lo señalado en el norma N-CTR-CAR-1-01-008/00 "Bancos" y regalías del banco. Del banco propuesto por el contratista (incluye acarreos)				
58	J.2.1.	Para el relleno de excavaciones, compactado al 95% AASTHO, estándar, por unidad de obra terminada.	m ³	265.00	112.17	\$29,725.05
59	s/c	Acostillado	m ³	30.00	112.17	\$3,365.10
	E.P.16	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE POLIETILENO CORRUGADO PARA DRENAJE SERIE 65 POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA Suministro, todos los acarreos y colocación de tubería flexible de polietileno de alta densidad, con acabados corrugado en el exterior y liso en el interior, para drenaje de aguas pluviales, tipo MCA ADS o similar, por unidad de obra terminada.				
60	1)	De 30 cm. de diámetro	m	303.00	4253.48	\$1,288,804.4 4
	S/C	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE PVC ALCANTARILLADO SISTEMA METRICO SERIE 20 Suministro, todos los acarreos y colocación de tubería PVC, para drenaje de aguas pluviales, por unidad de obra terminada.				
61	1)	De 15 cm. de diámetro	m	155.00	4253.48	\$659,289.40
	S/C	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES DE PVC ALCANTARILLADO SISTEMA METRICO SERIE 20 DE 15 cm DE DIAMETRO				
62		YE DE PVC	Pza.	2.00	-	\$0.00
63		CODO DE 45°	Pza.	20.00	-	\$0.00



64	E.P.17	CODO DE 90° CONSTRUCCIÓN DE REGISTRO PARA COLADERA DE PISO, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA	Pza.	1.00	-	\$0.00
65		Construcción de caja-registro para coladera de piso, incluye excavación conforme a lo indicado en la norma (N-CTR-1-01-007/00) "Excavación para Estructuras"; conformación y compactación del relleno conforme lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-011/00 "Rellenos"; plantilla de pedacería apisonada, o concreto pobre; construcción de la base del pozo con concreto f'c=150 Kg/cm²; muros de tabique rojo recocido de 14 y 28 cm. de espesor juntados con mortero arena-cemento, aplanado de mortero arena-cemento 1:5 y acabado pulido; construcción de los remates superiores para colocar marcos metálicos con concreto f'c=150 Kg/cm²., según proyecto tipo, por unidad de obra terminada.	Pza.	9.00	3220.39	\$28,983.51
66	CAPÍTULO 003.	CONCRETO HIDRÁULICO (N-CTR-CAR-1-02-003/04) Combinación de cemento Portland, agregados pétreos, agua y aditivos, para formar una mezcla moldeable que al fraguar forma un elemento rígido y resistente. Suministro, fabricación, colocación, consolidación y curado de concreto hidráulico. B.1 Concreto hidráulico normal, por unidad de obra terminada B.1.1 De f'c = 250 kg/cm² a) En plantilla, por unidad de obra terminada.				
66		De 40 cm. x 40 cm., para recibir rejilla metálica de 45 cm. x 45 cm				
66		CAPÍTULO: 013. DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS (N-CTR-CAR-1-02-013/00) Trabajos para deshacer o desmontar estructuras o parte de ellas, seleccionando y estibando los materiales aprovechables y retirando los escombros.				
67	E.P.18	Demolición de muro de tabique rojo en chimenea de pozo de visita existente. Por unidad de obra terminada.	m³	0.100	389.12	\$38.91
68	S/C	Demolición de plantilla de concreto de 5 cm de espesor en cuneta existente. Por unidad de obra terminada.	m³	6.000	943.87	\$5,663.22



69	CAPÍTULO 005.	<p>EXCAVACIÓN PARA CANALES (N-CTR-CAR-1-01-005/00)</p> <p>Excavaciones ejecutadas a cielo abierto para formar la sección de cauces artificiales y rectificación de cauces naturales, para captación de escurrimientos que habrán de ser canalizados a las alcantarillas o a una cañada inmediata, por unidad de obra terminada.</p>				
	J.1	Excavación para canales, por unidad de obra terminada.	m ³	25	95.37 MONTO DE LA PARTIDA	\$2,384.25 \$2,061,362.4 4

6. Conclusiones

Etapa 1.

La alternativa A, contempla la ampliación a un carril del puente vehicular existente para la desincorporación de la Autopista Ecatepec – Aeropuerto hacia la Vía Dr. Gustavo Baz, a fin de proporcionar la longitud necesaria para desarrollar la desincorporación de la autopista de manera segura, así como la afectación a una vialidad utilizada para movimientos locales

La alternativa B, pretende utilizar uno de los carriles de la Vía Gustavo Baz con sentido Sur – Norte para alojar la incorporación a dicha avenida, rectificando la vialidad mediante la ampliación de un carril (mismo que se afectó) hacia el bordo del Vaso Regulador “El Cristo”, con la finalidad de conservar el mismo esquema de funcionamiento vehicular y no afectar al flujo vehicular de ésta avenida.

La alternativa C, pretende la construcción de un carril de desincorporación de la Autopista Ecatepec - Aeropuerto con la Vía Dr. Gustavo Baz sobre la calle Martín Serrano.

Para desarrollar el movimiento de incorporación a la Autopista Ecatepec - Aeropuerto, se propone una rampa de cambio de nivel, la cual se ubicará en el extremo derecho de la Vía Dr. Gustavo Baz, ésta tendrá inicio en dicha Avenida, presentando una longitud aproximada de 200 m para abatir una diferencia de nivel de 9 m aproximadamente.

La alternativa D, se propone la construcción de una rampa de cambio de nivel para desarrollar el movimiento de incorporación de la Vía Dr. Gustavo Baz, presentando una longitud aproximada de 200 m para abatir una diferencia de nivel de 9 m aproximadamente, para la incorporación a la Autopista Ecatepec - Aeropuerto, en el sentido norte a sur de la Vía Dr. Gustavo Baz se propone una rampa de cambio de nivel, en los carriles laterales de la vía presentando una longitud aproximada de 137 m para superar una diferencia de nivel de 15 m.

Derivado del análisis geométrico de las alternativas anteriores, se recomienda utilizar la alternativa A ya que considera menos afectaciones tanto a la Vía Dr. Gustavo Baz como al Vaso Regulador “El Cristo”, ya que la alternativa B, la cual contempla rectificar el trazo actual de la Vía Dr. Gustavo Baz, así como la reducción de carriles, contemplando además la afectación a la zona del bordo a fin de alojar el espacio requerido para esta propuesta, la alternativa C, que propone la

desincorporación de la autopista sobre el camellón de la calle Martín Serrano sobre el cual existe área verde en casi todo el mismo, la alternativa D, contempla rampas de incorporación y desincorporación demasiado largas, además de que se consideran más estructuras, comparadas con las demás alternativas.

Etapa 2

En la alternativa A, se propone encauzar el Río de los Remedios y colocar la calzada de la Autopista Ecatepec – Aeropuerto, con sus dos carriles por sentido por encima de dicha solución, a fin de aprovechar y optimizar los espacios urbanos para esta etapa de construcción.

A fin de dar continuidad a la autopista de la Etapa 1, se considera adecuado emplear dos carriles de 3.50 m de ancho, y acotamientos externos de 0.5 m e internos de 0.6 m para cada sentido de circulación, los cuales estarán separados mediante una barrera central de 0.8 m de ancho, con lo que se obtiene un ancho de calzada de 17.00 m.

La propuesta geométrica de trazo para esta etapa, presenta un alineamiento horizontal adecuado para desarrollar el diseño del trazo con una velocidad de proyecto de 60 - 80 km/h, con la que se garantiza una adecuada operación y funcionamiento para los futuros usuarios de la vía.

En la alternativa B, vialidad propuesta sobre Vía Dr. Gustavo Baz, se propone una estructura de aproximadamente 17 a 18 m de altura para pasar por encima del paso vehicular existente sobre dicha avenida, para darle continuidad a la etapa 1 hacia el Boulevard Manuel Ávila Camacho (Periférico) se considera adecuado emplear dos carriles de 3.50 m de ancho, y acotamientos externos de 0.5 m e internos de 0.6 m para cada sentido de circulación, los cuales estarán separados mediante una barrera central de 0.8 m de ancho, con lo que se obtiene un ancho de calzada de 17.00 m.

Debido a que la avenida cuenta con carriles muy estrechos y no se tiene la posibilidad de ampliarlos debido a la proximidad de las viviendas con los carriles laterales y al paso vehicular en los carriles centrales, el espacio disponible es insuficiente para alojar los apoyos de la estructura propuesta.

Derivado a las consideraciones anteriores se recomienda utilizar la alternativa A, ya que garantiza un funcionamiento adecuado de la Autopista además de que las afectaciones a la Vía Dr. Gustavo Baz y al Boulevard Manuel Ávila Camacho (Periférico) son mínimas.



Bibliografía.

Normativa Mexicana:

- Libro 2- Normas de Servicios Técnicos, Título 2.10.01 –Proyecto Geométrico de carreteras, edición: 1894, Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Manual de Proyecto Geométrico de carreteras, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).
- Manual de dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras, Dirección general de Servicios Técnicos, SCT Quinta edición, 1986 México.
- Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT-2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.
- N-CMT-X-(01 a 06) Normas, características de los materiales.
- N-CTR-CAR-1-01 (001 a 007) Normas para construcción de terracerías.
- N-CTR-CAR-1-04 (001 a 010) Normas para construcción de pavimentos.

Normativa Internacional:

- “AASHTO Green Book”, A policy on Geometric Design of Highways and Streets.