

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1. Antecedentes generales del Proyecto

4.1.1. Contexto general

El **Proyecto de Mejora Integral del Ferrocarril General Roca (FCGR) Ramal Plaza Constitución a la Ciudad de La Plata** se inscribe en el **Programa de Recuperación de Ferrocarriles Metropolitanos** del Ministerio del Interior y Transporte de la Nación, a través de la Unidad Ejecutora Central (UEC), y financiado conjuntamente con fondos del Estado Nacional y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y cuyo objetivo general es la modernización de los servicios ferroviarios urbanos de pasajeros.

Dicho programa prevé:

- a) la electrificación total del sistema,
- b) el incremento de la frecuencia de los servicios y los estándares de calidad,
- c) la eliminación de las interferencias viales a fin de mejorar la seguridad de los pasajeros,
- d) la disminución de los tiempos de viajes, y
- e) la mejora en la integración de la infraestructura ferroviaria con el entorno urbano.

El FCGR, tal como fuera conformado a partir de la nacionalización de los ferrocarriles en 1949 (Figura 9), corresponde una de las líneas ferroviarias que converge a la Ciudad de Buenos Aires. Los servicios, que parten de la Estación de Plaza Constitución originalmente tenían como destino el sur del país, atravesando las provincias de Buenos Aires, La Pampa, Neuquén y Río Negro.

Figura 9. Ubicación de los ramales del FCGR en general, y área del proyecto del viaducto en particular, en el Área Metropolitana de Buenos Aires.



Fuente: Sitio web FCGR

4.1.2. El servicio urbano de pasajeros en la Línea Roca

En la década de 1990, la línea FCGR en su totalidad fue reorganizada y concesionada como parte de las privatizaciones llevadas a cabo por el Estado Nacional.

Como resultado de ello, gran parte de los servicios interurbanos fueron cancelados, quedando algunos en territorio bonaerense a cargo de Ferrobaires, empresa perteneciente al Estado de la provincia de Buenos Aires, y otros en la provincia de Río Negro en manos de SEFEPA, propiedad de la provincia de Río Negro. Los servicios urbanos pasaron a ser operados por una nueva empresa estatal, FEMESA, que posteriormente fue concesionada al grupo empresario Metropolitano S.A., un

conglomerado de transportes que también fue adjudicataria de los servicios urbanos de las líneas San Martín y Belgrano Sur. Por su parte, el transporte de cargas fue concesionado a las empresas Ferroexpreso Pampeano y Ferrosur Roca.

Con la rescisión del contrato de concesión a la empresa Metropolitano S.A en mayo de 2007, la operación del servicio metropolitano de pasajeros quedó a cargo de la Unidad de Gestión Operativa Ferroviaria de Emergencia (UGOFE), integrada por el Estado y los otros concesionarios de ferrocarriles de pasajeros: Metrovías (Grupo Roggio) y Ferrovías (Grupo Emepa). Recientemente, mediante la Resolución 41/2014 del 12 de febrero de 2014, el Ministerio del Interior y Transporte de la Nación disolvió la UGOFE, y reasignó la concesión del FCGR a la Empresa Emepa - Ferrovías (a través de Argentren S.A).

En la actualidad, el sector metropolitano del Ferrocarril Roca constituye una de las líneas que cubren el servicio de trenes del Área Metropolitana de Buenos Aires. La red urbana está formada por tres ramales electrificados que cubren los servicios desde la Estación Constitución en la Ciudad de Buenos Aires, hasta sus cabeceras en Ezeiza, Alejandro Korn y Claypole; y cuatro ramales traccionados a diesel, dos que unen Constitución con La Plata (vías Temperley y Quilmes, uno que une Bosques con Berazategui) y uno que une Temperley con Haedo.

4.1.3. Los servicios de carga en vías del FCGR

El acceso de trenes de carga a la Ciudad de La Plata, Ensenada y el Puerto de La Plata se realiza a través de las vías del FCGR que también cumplen el servicio urbano entre las localidades de Villa Elisa y La Plata; parte de los cuales siguen por el ramal que llega a la Estación de La Plata por la Calle 1 (luego continúan a Río Santiago), y otros por el ramal Circunvalación que llega a la Estación La Plata Cargas (y se une posteriormente en dirección al Puerto) (Figura 10).

Figura 10. Redes ferroviarias activas del Gran La Plata



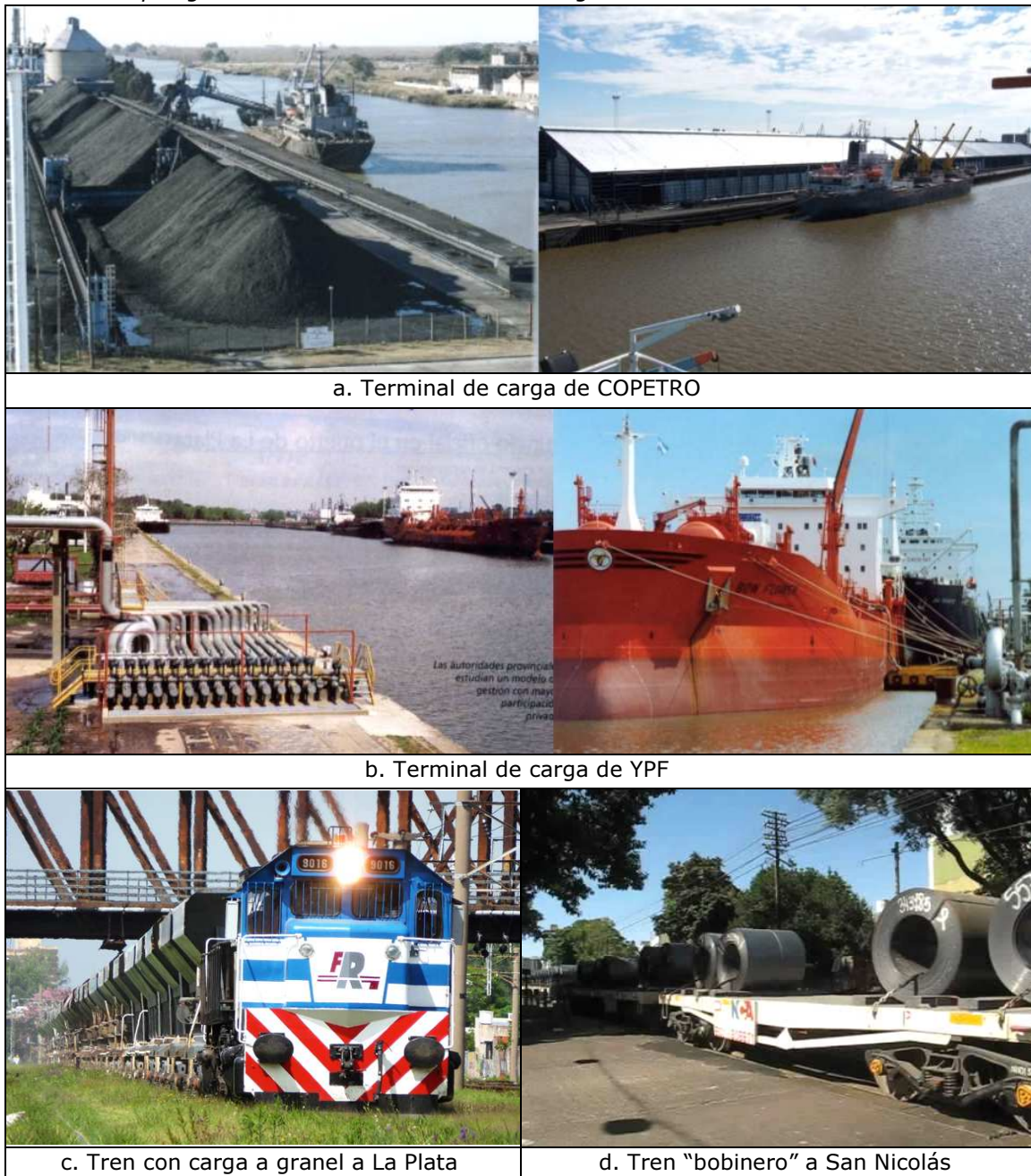
Nota: En color azul pueden verse los dos ramales del FCGR que vienen desde Villa Elisa y llegan a la Ciudad de La Plata, sea para el transporte de pasajeros por la Calle 1, como a la Estación La Plata Cargas por la Calle 122. También se incluye el ramal que llega al puerto de La Plata y su área industrial de influencia. Se ha agregado la línea del Tren Universitario que parte de la Estación de La Plata y llega hasta el Hospital Policlínico Gral. San Martín en 1 y 72

*Fuente: Elaboración propia en base a Sitio web Skyscraper City
(disponible en: www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1025355&page=7 ;
consultado en marzo de 2014)*

El transporte de carga se efectúa por medio de empresas privadas como es el caso de Ferrosur Roca, que tiene conexiones con otros concesionarios de carga (Nuevo Central Argentino S.A., Ferroexpreso Pampeano S.A. y América Latina Logística S.A.), a través de las cuales son habituales los tráficos de intercambio entre las distintas regiones en las que estas empresas prestan servicios en el área de influencia de Ferrosur Roca.

Las cargas en la actualidad tienen destino/origen en lugares tan distantes como el caso de Luján de Cuyo (Mendoza) con transporte líquido a granel (YPF); transporte de material sólido a granel (COPETRO), bobinas de acero desde la Planta de Propulsora Siderúrgica hasta la planta que la empresa tiene en la localidad bonaerense de San Nicolás (SIDERAR), este último con frecuencia diaria y de hasta tres trenes por día. Así también se reciben materiales a granel (piedra partida) o cemento desde la Ciudad de Olavarría con destino a las instalaciones de la Estación La Plata Cargas para su distribución en el consumo local. Todos estos servicios de carga comparten las vías del FCGR con el servicio de pasajeros mediante "ventanas" de tiempo restringidas (Figura 11).

Figura 11. Registro fotográfico de terminales ferro-portuarias del Puerto de La Plata y tipología de formaciones de trenes de carga en servicio en la actualidad

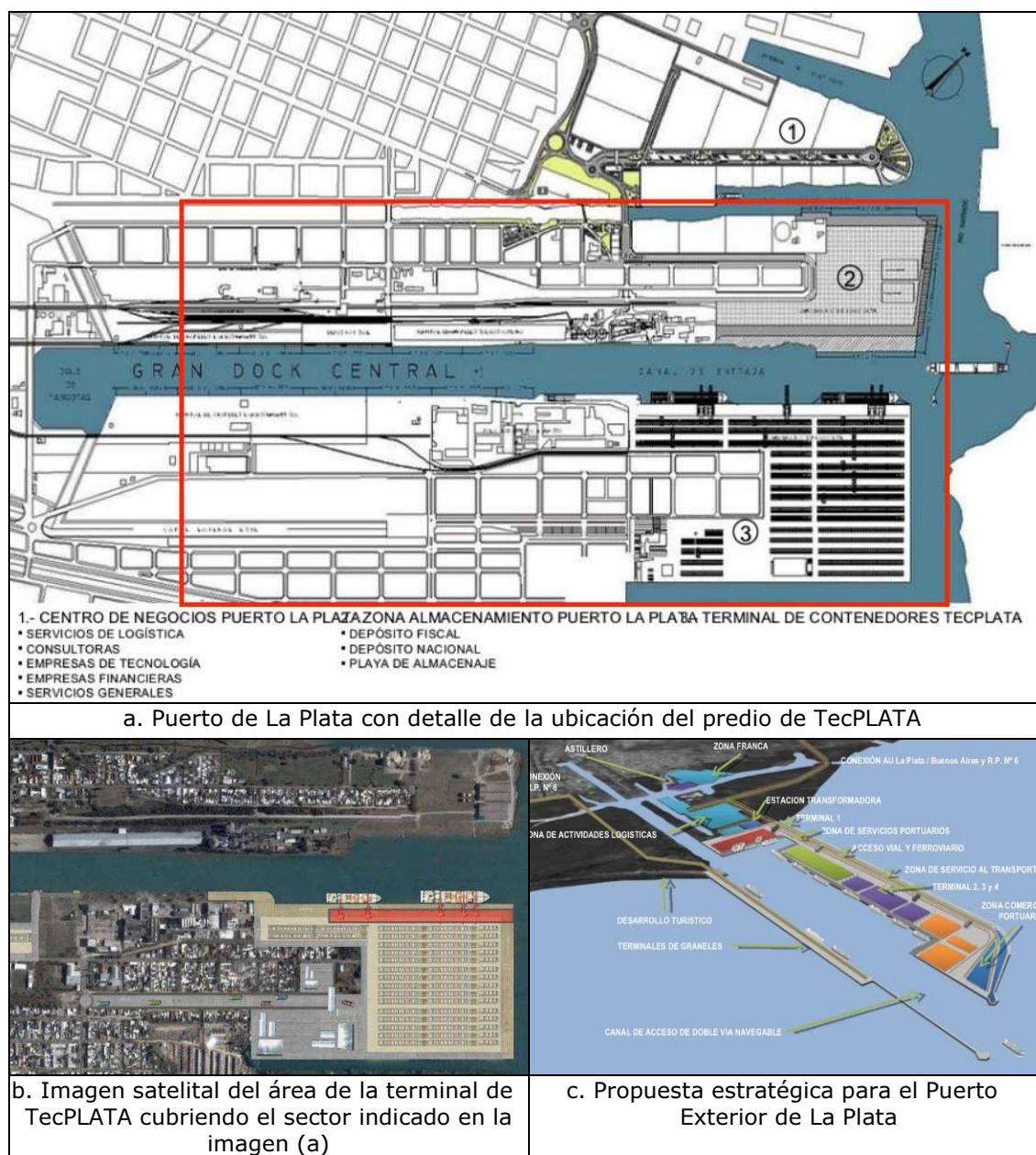


Fuente: Consorcio de gestión del Puerto de La Plata

A estos servicios se podrán adicionar formaciones de trenes con contenedores provenientes o en dirección a la nueva terminal de la empresa INTERNATIONAL CONTAINER TERMINAL SERVICES INC. (ICTSI), a través de su subsidiaria, TecPlata SA, la cual es titular de una concesión por 30 años para construir y operar una terminal de contenedores de 20 ha., en pleno proceso de construcción, que será destinada específicamente a tal fin, cuyo inicio de operaciones está previsto para el mes de mayo de 2014. Ello podrá generar un flujo tres o cuatro trenes completos diarios por el viaducto ferroviario (Figuras 12a y 12b).

Complementariamente, el Consorcio de Gestión del Puerto de La Plata tiene en marcha la propuesta de construir el Puerto Exterior de La Plata mediante la extensión de la escollera SE en una distancia de 2,3 km, ampliando la superficie destinada a actividades logísticas en 85 ha, con un muelles lineales de 4,5 km con 40 a 45 pies al cero de profundidad, de los cuales se destinarán muelles graneleros un total de 21 ha y 1,2 km de longitud con una profundidad de 40 a 50 pies al cero de profundidad (Figura 12c).

Figura 12. Sector del Puerto de La Plata con la ubicación de la futura terminal de TecPLATA y Propuesta Estratégica para la ampliación del Puerto.



Fuente: Consorcio de gestión del Puerto de La Plata

Desde un punto de vista estratégico será imprescindible ampliar las capacidades de transporte ferroviario para lograr una conectividad del Puerto de La Plata, tal como fuera solicitado en ocasión de la Consulta Pública realizada en el marco de la presente EIAyS (Capítulo 9), por parte del Centro de Ingenieros de la Provincia de Buenos Aires, incrementando una tercer vía y un futuro viaducto paralelo al objeto de esta evaluación, mediante un sistema de tracción diésel. Esta iniciativa podrá verse complementada de lograrse la reactivación de las actividades en los Talleres de la localidad de Gambier destinada a la reparación de vagones, soldado de vías o construcción de aparatos de vías.

4.1.4. El ramal Plaza Constitución – La Plata y el área del viaducto ferroviario Ringuelet-Tolosa: Justificación de las obras previstas.

El ramal Plaza Constitución – La Plata del Ferrocarril vincula la Estación Terminal de Plaza Constitución con los partidos de Avellaneda, Quilmes, Berazategui y La Plata. Actualmente presta 47 servicios diarios de ida y otros tantos de vuelta con locomotoras diesel a lo largo de un recorrido total de 52,6 km, que comprende un total de 19 estaciones. En particular, el área del viaducto ferroviario se ubica entre las estaciones de Ringuelet-Tolosa, entre las progresivas correspondientes al km 47+630 y al km 49+000 (Figuras 2 y 3 del Capítulo 1).

Los rieles en toda la traza del ramal poseen durmientes de madera y un terraplén muy inestable en el área del viaducto, observándose una sostenida variación altimétrica de la vía, así como la presencia de bolsones de agua en distintas alturas (Figura 13a). Los suelos del sector están conformados por materiales cohesivos y arcillas limosas de consistencia blanda a media por lo cual son de baja resistencia que obligan a reponer el balasto de manera continua. Es importante señalar que luego de fuertes precipitaciones se produce la deformación del terraplén, bajando el nivel de la cota. Es posible comprobar este detalle en la Figura 13b.

Figura 13. a) Detalle de una formación estacionada en estación Ringuelet; b) Paso de una formación en Progresiva 47+630 de inicio de Viaducto



Nota: El nivel del hongo del riel interno de la vía en dirección a Plaza C con relación al nivel del pavimento de la Calle 1 (Perfil Transversal N 10 - Relevamiento topográfico - UIDIC-FI-UNLP) es de $h = 3,81$ m.

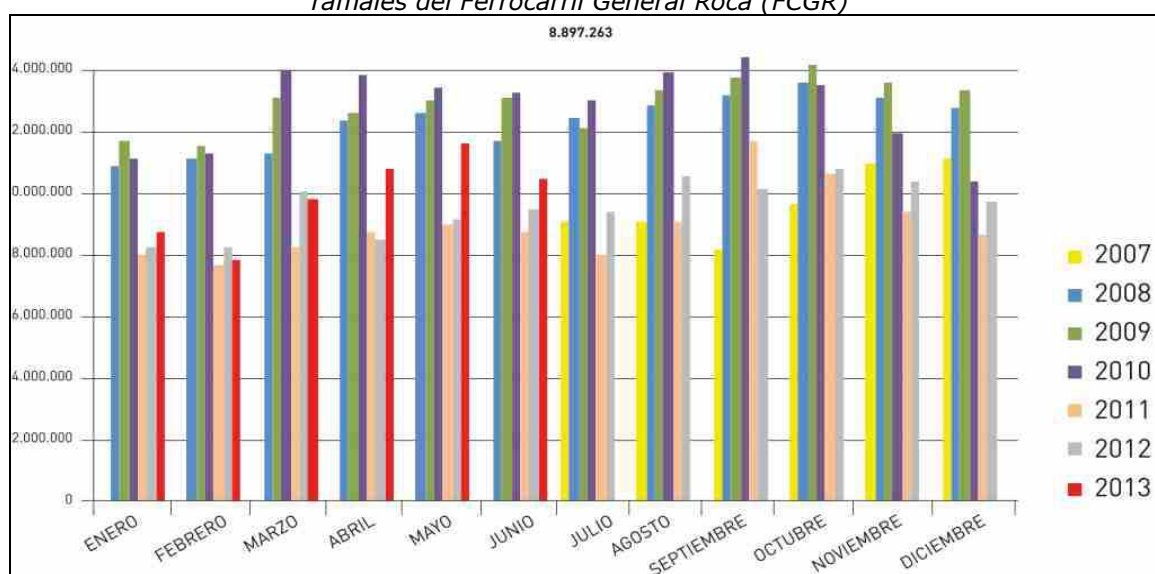
Fuente: Ing. Jorge Damonte con TREN.SIM e Ing. Marcelo Gaviño Novillo, 11/02/2014

4.1.5. Características generales del servicio ferroviario actual y previsto

En cuanto a la situación actual del Ferrocarril Gral. Roca, puede decirse tomando como fuente principal de información el Informe de Gestión UGOFE 2005-2013 elaborado para las líneas Gral. San Martín, Belgrano Sur y Gral. Roca, que:

- » conecta a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y 15 municipios: Avellaneda, Quilmes, Berazategui, La Plata, Lanús, Lomas de Zamora, Almirante Brown, Florencio Varela, Presidente Perón, San Vicente, Esteban Echeverría, Ezeiza, Cañuelas, La Matanza y Morón.
- » el promedio de pasajeros transportados por mes asciende a 8,9 millones de personas (calculado en base a aquellos que abonaron su viaje en junio de 2013).
- » brinda 4 tipos de servicio:
 - » Tecnotren: cubre el trayecto La Plata-Policlínico.
 - » Diesel: cubre el trayecto Plaza Constitución-La Plata; Plaza Constitución-Bosques (por vía Quilmes); Plaza Constitución-Bosques/Gutiérrez (por vía Temperley); Temperley-Haedo; Ezeiza-Cañuelas.
 - » Eléctrico: cubre el trayecto Plaza Constitución-Ezeiza; Plaza Constitución-Claypole; Plaza Constitución-Glew/ A. Korn.
 - » Coche motor: cubre el trayecto Plaza Constitución-Saladillo; Plaza Constitución-General Alvear.
- » el parque rodante en junio de 2007 era de 135 coches, aumentando a 193 coches en junio de 2013, incrementándose en un 42,96%.
- » en 6 años de gestión, la UGOFE ha llevado a cabo numerosos trabajos y actualizaciones en el servicio. Las mejoras implican obras de infraestructura de distintas envergaduras en los distintos ramales que componen la línea (reacondicionamiento de estaciones y pasos a nivel, reparación de tramos de vías y elevación de andenes, entre otras acciones).

Figura 14. Pasajeros transportados desde julio de 2007 a junio de 2013 en los distintos ramales del Ferrocarril General Roca (FCGR)



Fuente: UGOFE (2013)

Específicamente en referencia al proyecto de electrificación del FCGR, se destacan los siguientes avances:

- » Electrificación de vías 1 y 2 -y cruzadas- entre Plaza Constitución y Temperley:
- » Plaza Constitución - Remedios de Escalada (EN PROCESO)
- » Remedios de Escalada – Temperley (CULMINADA Y OPERATIVA)
- » Electrificación de vía ascendente entre Glew y A. Korn y cola de maniobras estación A. Korn:
- » Ramal Glew - A. Korn (CULMINADA Y OPERATIVA)
- » Cola de maniobras estación A. Korn (EN PROCESO)

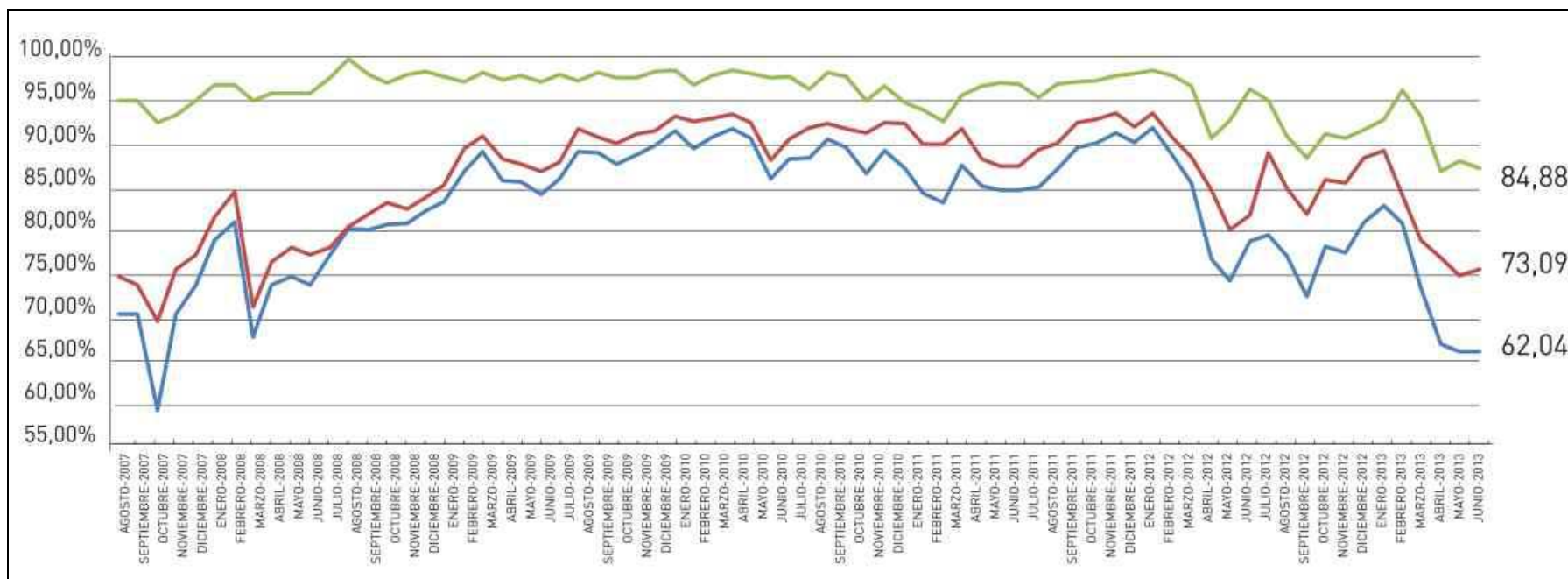
En cuanto a la regularidad del servicio, desde agosto de 2007 hasta septiembre de 2012 se evidencia un cumplimiento mayor al 90%, mostrando altibajos desde septiembre de 2012 a junio de 2013, descendiendo en ocasiones el cumplimiento del servicio de pasajeros hasta cerca del 85%.

Por su parte los porcentajes de regularidad absoluta y relativa muestran un progresivo ascenso desde agosto de 2007 hasta febrero de 2009, momento en que se estabilizan en valores que oscilan entre el 85 y 95%, evidenciando una disminución con altibajos desde enero de 2012, momento en el cual se registran valores que van desde el 62% al 90% (Figura 15).

En base a los horarios de ida y vuelta publicados en el sitio web de la UGOFE y vigentes a partir del 6 de agosto de 2012, el FCGR entre las Estaciones de Plaza Constitución – La Plata y viceversa, puede decirse a grandes rasgos que el servicio presenta una frecuencia de entre 24 y 30 minutos la mayor parte del día, reduciéndose en horarios nocturnos posteriores a las 23 h.

Cuando las diversas mejoras en el servicio Plaza Constitución a La Plata por vía Quilmes se encuentren operativas se habrán incorporado de 300 coches nuevos, actualmente en fabricación en la República China, lo cual permitirá duplicar las frecuencias y contar con servicios cada 12 minutos en ves de los actuales 25 minutos. A ello se sumará una reducción del tiempo de viaje a 20 minutos pasando de los actuales 85 a 65 minutos.

Figura 15. Regularidad del servicio del FCGR, Periodo Julio de 2007 a Junio de 2013



Fuente: UGOFE (2013)

4.2. Descripción General del Proyecto

4.2.1. Objetivo

El objetivo general del presente capítulo es efectuar una descripción del proyecto del viaducto ferroviario en base a la información aportada por el Comitente según los avances logrados por el equipo proyectista de la obra conformada por la Unidad de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Civil (UIDIC) del Departamento de Construcciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). En base al análisis y descripción del proyecto, se efectúa una identificación de las acciones que podrán generar impactos ambientales y sociales, cuya evaluación es llevada a cabo en los capítulos subsiguientes. El viaducto ferroviario Ringuelet-Tolosa es una estructura de 990,3 m de longitud que comprende las obras de fundación, la superestructura y las obras complementarias.

4.2.2. Proyectos complementarios al viaducto ferroviario Ringuelet-Tolosa

El proyecto del viaducto forma parte de un programa que prevé el desarrollo de diversas acciones en el ramal. El componente de construcción y adecuación de la infraestructura ferroviaria en el Ramal Vía Quilmes del FCGR además comprende:

- » Rehabilitación de viaducto ferroviario Sarandí (0,8 km)
- » Recuperación de obras de arte a lo largo de la línea mediante tareas de reparación, reposición de elementos y limpieza en la infraestructura (apoyos, estribo, pilas) y superestructura (tableros, vigas, etc.).
- » Construcción de 2 pasos a bajo nivel de alto tránsito automotor en la ciudad de La Plata.
- » Adecuación de los drenajes de la vía mediante obras suplementarias adecuadas a los cambios del régimen de las precipitaciones y a la densificación de la urbanización en el entorno de la vía.

Además del componente de construcción y adecuación de la superestructura, las obras asociadas a otras instalaciones ferroviarias comprenden:

- » Electrificación: i) la instalación de un sistema de catenaria de 50 KVca para alimentar a los trenes eléctricos con las correspondientes líneas de alimentación y protección y los postes laterales a las vías con ménsulas móviles y fijas; y ii) una subestación transformadora alimentada en 132 KVca desde la red pública.
- » Señalamiento y telecomunicaciones: i) la instalación de un nuevo sistema de señalamiento de bloqueo automático; ii) el reemplazo de las barreras manuales existentes por barreras automáticas; y iii) un nuevo sistema de telecomunicaciones.
- » Adecuación de estaciones y material rodante: i) la mejora en el diseño y desempeño funcional de las Estaciones del Ramal, considerando accesibilidad y mejora del espacio público, integración con otros modos de transporte, y funcionalidad general de las estaciones; y ii) la elevación de las plataformas de 19 estaciones y la adecuación de las puertas y de las escaleras del material rodante diesel existente para poder operar con las plataformas elevadas en la

etapa de transición entre ambos sistemas de tracción.

- » Renovación y mejoramiento de vías y aparatos de vía (AdV): i) la construcción de diez kilómetros de vía simple para permitir el sobrepaso de trenes en localizaciones estratégicas del corredor para habilitar la circulación de trenes convencionales que paran en todas las estaciones, trenes rápidos expresos y semi-expresos; ii) la renovación de 2,2 kilómetros de vía doble entre Ringuelet y Tolosa; iii) el mejoramiento de 30 kilómetros de vía doble (progresivas kilómetros 20 a 35); y iv) la renovación de 70 aparatos de vía.
- » Mantenimiento de talleres y depósitos: la construcción y el equipamiento del taller de mantenimiento para los coches eléctricos en "Kilómetro 5". Incluirá la ampliación y adecuación del depósito de alistamiento de coches localizado en Tolosa.
- » Cercos Periféricos: construcción de cerco perimetral a lo largo de la vía.

Cabe señalar que en el presente Estudio de Impacto Ambiental y Social se analizan exclusivamente las consecuencias del proyecto de construcción del viaducto ferroviario Ringuelet-Tolosa de acuerdo al Punto 2 de los TdRs de los presentes estudios.

4.2.3. Categorización ambiental del proyecto

Como ya se ha mencionado el Proyecto se considera de moderado nivel de riesgo socio-ambiental, especialmente por los riesgos y potenciales impactos negativos que pueden ocasionarse, y la potencial afectación en las áreas aledañas al viaducto.

Si bien la ejecución de las obras presenta moderados niveles de riesgo ambiental, ya que se ejecuta utilizando el mismo derecho de vía, desde el punto de vista social posee dos elementos sensibles: el proyecto atraviesa el arroyo del Gato, donde existen viviendas precarias que potencialmente se pueden ver afectadas por la ejecución de las obras pese a que se han tomado medidas para la relocalización de las personas. El otro tema clave corresponde a la sensibilidad de la población con relación al drenaje de la cuenca del arroyo del Gato. Con relación a este aspecto el equipo ambiental recibió una copia del estudio hidrológico de la cuenca y diseño de la obras de desagües pluviales realizado por la Empresa ABS para la Dirección de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires (DHPBA).

4.3. Descripción particular del proyecto

4.3.1. Área de influencia

El viaducto se ubica en el límite del Ejido Municipal del Partido de La Plata con el Partido de Ensenada, en la Provincia de Buenos Aires. Las coordenadas de los puntos extremos pueden comprobarse en la Tabla 3, mientras que la ubicación y características relativas del área del proyecto se muestran en la Figura 16.

Tabla 3. Coordenadas geográficas de los puntos iniciales y finales del viaducto

Progresiva	Coordenadas geográficas	
	Latitud	Longitud
47+630	34°52'47.02"S	57°59'21.19"O
49+000	34°52'56.75"S	57°58'47.42"O

Figura 16. Mapa base del área del Viaducto, Partidos de La Plata y Ensenada, Provincia de Buenos Aires



Nota: La traza del FCGR ha sido resaltada en color amarillo, identificando las estaciones de Ringuelet y Tolosa. Puede verse también la intersección con el Arroyo del Gato y posteriormente la canalización hacia el Río de la Plata. Se destaca el límite municipal entre La Plata y Ensenada, siendo la zanja al NE del terraplén ferroviario el límite físico entre ambas jurisdicciones.

Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth (2014)

A los fines de la presente evaluación se establece como **Área Operativa (AO)** del EsIAyS el área de afectación estricta donde se realizará la obra de construcción del viaducto, dentro de la zona de vías. Asimismo, se establece como **Área de Influencia Directa (AID)** al sector comprendido por el área cuyo drenaje se vería modificado al levantar la barrera hidráulica del terraplén en las condiciones actuales de diseño de proyecto.

En cuanto al **Área de Influencia Indirecta (AII)** queda definida por el área que abarca la "mancha urbana" de las localidades del Gran La Plata que se verán beneficiadas por la construcción y operación del nuevo servicio electrificado del FCGR (Figura 17).

El Área de Proyección Territorial del viaducto ya fue definido previamente como el Área de Influencia de los servicios del Ramal Plaza Constitución a La Plata por vía Quilmes que abarca los partidos de Avellaneda, Quilmes, Berazategui, La Plata, Berisso y Ensenada.

Figura 17. Delimitación del Área Operativa, Área de Influencia Directa y Área de Influencia Indirecta de la obra del viaducto ferroviario



Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth (2014)

4.3.2. Análisis del proyecto: criterios de diseño

El diseño del proyecto, según es expresado por el equipo proyectista (UIDIC, UNLP) se basó en el siguiente conjunto de premisas:

- » Eliminar los problemas históricos que se presentan desde hace décadas debidos a la inestabilidad del terraplén existente. Las fallas de estabilidad, que adquieren el aspecto de deslizamientos en el coronamiento del terraplén, han llevado a la permanente reparación del sector y a la limitación de la velocidad de circulación.
- » Eliminar los efectos asociados a la existencia del terraplén actual sobre el escurrimiento superficial de agua en los frecuentes casos en los que el sistema pluvial urbano resulta insuficiente como para evitar este tipo de escurrimiento. El ejemplo más dramático lo constituye el nivel de agua y la permanencia que se alcanzó en la inundación producto de las lluvias ocurridas el 2 de abril de 2013.
- » Reducir el plazo de construcción de las obras al mínimo posible dando prioridad al empleo de secciones premoldeadas con pesos que permitan el empleo de medios de construcción usuales para este tipo de puentes.
- » Minimizar el impacto que la obra pueda tener sobre el funcionamiento del ferrocarril.
- » Minimizar la magnitud de la relocalización de vías por fuera de la traza del viaducto dado que el viaducto se encuentra en una zona curva próximo a la estación Ringuelet.
- » Evitar correcciones de alineación de vías en longitudes cortas que pudiera afectar la velocidad de operación.
- » Circunscribir transversalmente las obras a la zona de vías
- » Minimizar la necesidad de acceso transversal durante la construcción, particularmente desde el norte por tratarse de zonas bajas y anegadizas.
- » Mitigar el impacto visual debido a su emplazamiento urbano.
- » Minimizar la necesidad de transitar o apoyar importantes cargas en el terraplén existente debido a la calidad de su material.

A estas premisas se agregan aquellas habituales en los proyectos de ingeniería (costos, estética, procesos constructivos, mantenimiento, etc.).

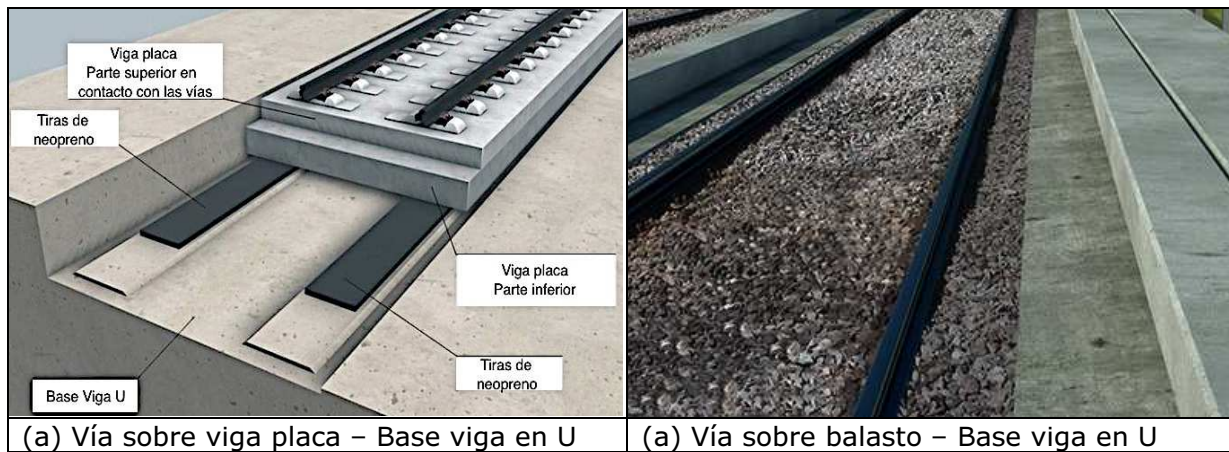
4.3.2. Descripción y selección de alternativas

a. Alternativas de diseño ferroviario

Se consideraron dos alternativas tecnológicas: a) vía en placa, y b) vía balastada (Figura 18). La primera opción tiene la ventaja de tener una alta capacidad de conservar la geometría de las vías, reduciéndose de este modo la necesidad de mantenimiento en una sección de difícil trabajo, mientras que en el segundo caso se trata de un sistema mas generalizado en viaductos del país construidos sobre

estructuras de hormigón armado. Desde el punto de vista ambiental y social la viga placa implica, según la experiencia internacional, la generación de un mayor nivel de ruido y vibraciones, y mas incertidumbre sobre este método constructivo debido a una menor experiencia tecnológica, lo cual podría traducirse en una extensión de los plazos de construcción del viaducto. Por su parte, la solución con vía balastada ha sido probada ampliamente y generaría menos ruido, no obstante lo cual será necesario un mantenimiento mayor que se podría traducir en una afectación al servicio.

Figura 18: Alternativas del sistema de vías



(a) Vía sobre viga placa – Base viga en U (a) Vía sobre balasto – Base viga en U
Fuente: (a) adaptado de Traverterc (b) Elaboración propia

b. Parámetros para el diseño geométrico

En relación al diseño geométrico se ha decidido dejar una distancia entre las vías de los 4,30 m actuales a un mínimo de 5,00 para lo cual se ha decidido desplazar la vía descendente hacia el SO (lado Ciudad). Para la definición del gálibo mínimo (que surge de considerar la traza en curva, el peralte y la geometría de la formación), la geometría y ubicación de pasarelas peatonales, la geometría y ubicación de los postes de las catenarias, los requerimientos del proceso constructivo, la definición de las progresivas entre las que se extenderá el viaducto se han definido los siguientes parámetros de diseño:

- Velocidad de las formaciones rápidas de pasajeros: 90 km/h
- Velocidad de las formaciones lentas de carga: 40 km/h
- Vagón tipo
- Radio de la curva: 900 m
- Pasarela central de 2,00 m de ancho
- Separación 1,05 m entre filo interno del hongo del riel y los paramentos internos

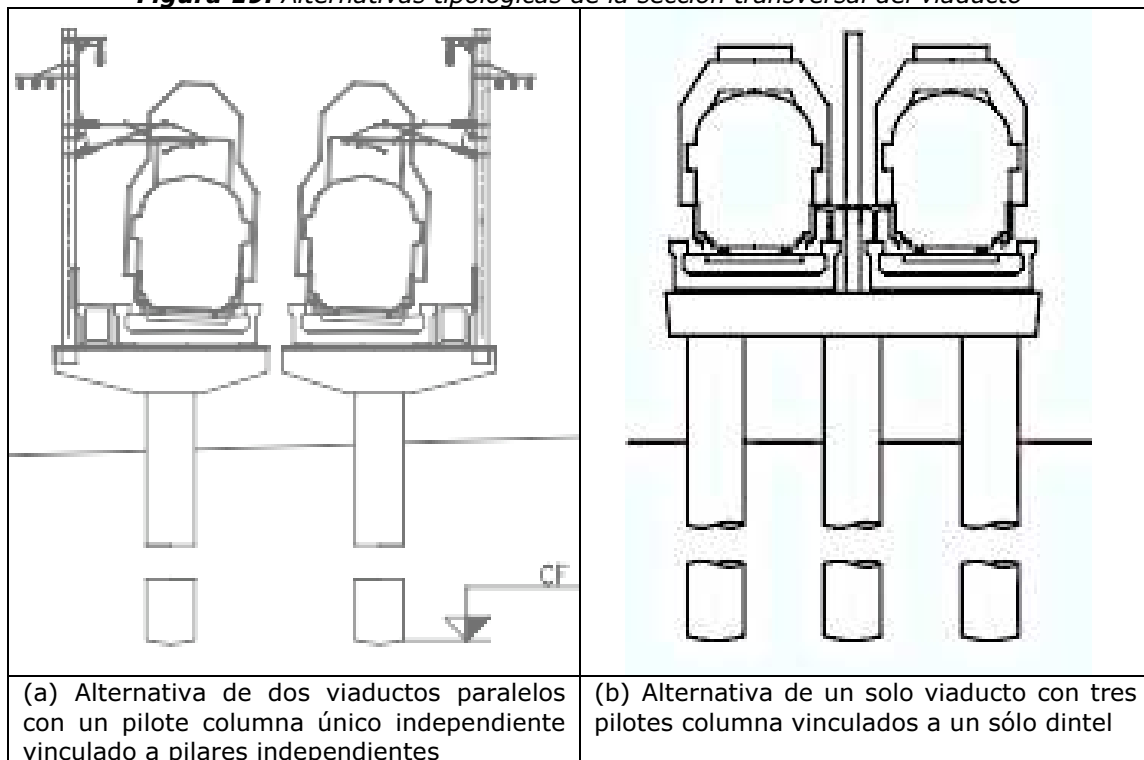
c. Alternativas de diseño estructural

c.1. Alternativas de secciones transversales y luces entre ejes de pilares

La primera opción analizada fue el empleo de una sección transversal única que soporte ambas vías (Figura 19a) o bien dividir dicha sección en dos viaductos "paralelos" (Figura 19b).

Se han analizado dos alternativas para la solución estructural: una de ellas definida por dos viaductos paralelos, mientras que la otra opción comprende un único viaducto.

Figura 19. Alternativas tipológicas de la sección transversal del viaducto



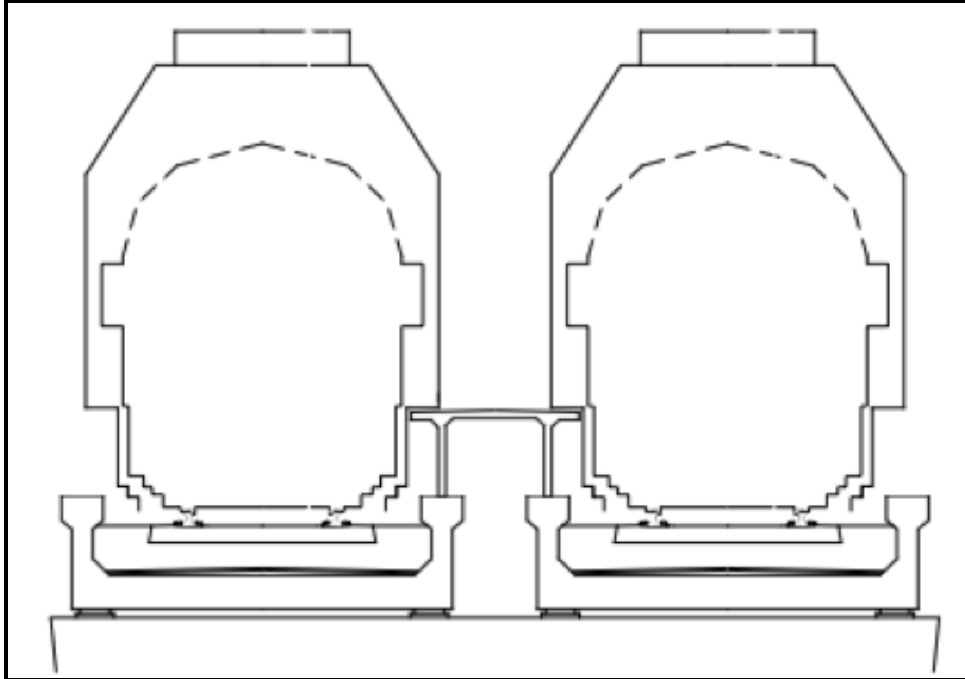
Nota: En ambas alternativas cada 45 m aproximadamente en los extremos de los pilares se ubicarán las torres para el sostenimiento de la catenaria. En el interior de las pasarelas se instalarán los cables necesarios para señales, etc. Para ello se dispondrán de tapas de acceso e inspección en la cara superior de las pasarelas.

Fuente: UIDIC, UNLP, (Febrero de 2014)

La sección única presenta una muy fuerte flexión transversal, grandes dimensiones y un gran peso por lo que presenta fuertes limitaciones para poder ser construida en base a premoldeados y luego transportarlos grandes distancias. Esta alternativa suele ser elegida si las estructuras se las fabrica a un costado de las vías y se las desliza lateralmente durante un corte temporario de vías. Esta alternativa se presenta como un método bastante lento para el presente proyecto debido a la necesidad de construir varios tramos al mismo tiempo lo cual limita el acceso a los extremos de los tramos. Lo que obligaría a un pretensado secuencial haciendo aún

más lento el proceso de construcción. Requiere también una superficie horizontal lateral a la vía muy importante, poco compatible con las condiciones de espacio-estabilidad del terraplén existente.

Figura 20. Alternativa tipológica de una sola sección transversal del viaducto

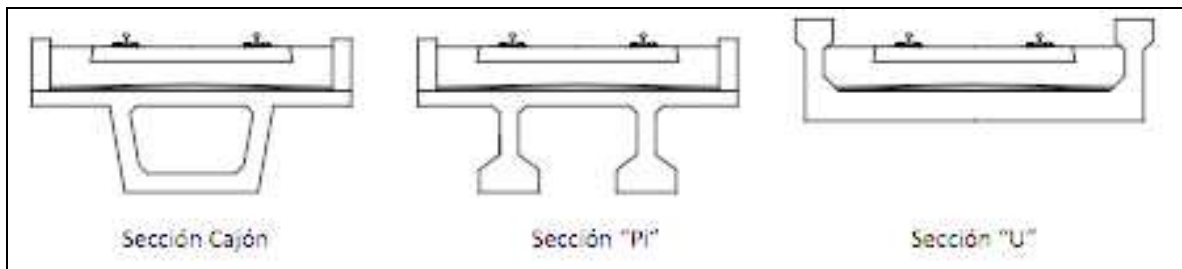


Fuente: UIDIC, UNLP (marzo de 2014)

La alternativa de dos viaductos paralelos presenta ciertas ventajas con relación a la alternativa anterior. Por una parte, permite la construcción de una vía a la vez. Por otra, parte el peso y dimensiones de los elementos a prefabricar son compatibles con una planta de prefabricación en una de las cabeceras de la obra y en el transporte por una vía de los elementos a montar. Al llegar al lugar de emplazamiento podrían emplearse grúas o vigas de lanzamiento de modesto porte para el posicionamiento final. Esta alternativa permite contar con nuevas opciones para la construcción de la o las pasarelas peatonales.

En cuanto a la tipología estructural de las secciones transversales se han considerado tres casos: sección cajón, sección "Pi" y sección en "U" y (Figura 21).

Figura 21. Alternativa tipológica de la sección transversal de las vigas de la superestructura



Fuente: UIDIC, UNLP (marzo de 2014)

En el caso de sección en U, el montaje podría ser efectuado de manera secuencial por tramos, no obstante lo cual si por cualquier motivo fuera necesario construir tramos por desplazamiento lateral, esta opción es la que da lugar a dinteles menos enterrados y a la menor remoción de material durante la ventana de tiempo disponible para el montaje. Ambas cuestiones resultan fundamentales para minimizar el riesgo durante la construcción. Esta tipología también requiere menor distancia entre el fondo de la estructura y la cota del riel, logrando de esta forma un mayor despeje inferior, disminuyendo cualquier posible interferencia hidráulica.

En tramos rectos la sección "U" resultaría la menos eficiente desde el punto de vista estructural debido a la flexión transversal de la losa, sin embargo en tramos curvos la mayor distancia entre los nervios hace que la sección "U" sea más eficiente para resistir los esfuerzos provenientes de la fuerza centrífuga. En tramos rectos y curvos ocurre algo similar con los esfuerzos de viento, dado que posee menor superficie expuesta y menor brazo de palanca de la fuerza resultante del viento. En menor medida ocurre algo parecido con el balanceo.

Otras alternativas consideradas para de sección de las vigas de la superestructura fueron de tipo "cajón", pero que tiene en su contra una ejecución más dificultosa y lenta por la necesidad de "encofrar" y "desencofrar" el hueco central, tornando casi imposible la inspección de la zona interior debido a su escasa altura. Para este tipo de secciones se recomiendan alturas mínimas internas del orden de 1,50 m. . En este caso esa altura podría ser del orden de 0.90 m., sin contar con los obstáculos que impondrían los tímpanos extremos. Al tratarse de un puente de gran longitud los espacios disponibles hacen imposible la inspección y eventual reparación de deterioros que pudieran producirse con el correr del tiempo. La otra alternativa fue considerar secciones "pi" que suma en su contra las dificultades para el encofrado y desencofrado de la zona interior. Debido a la suma de argumentos anteriormente citados se ha decidido el uso de secciones "U".

Con relación a la longitud de las vigas premoldeadas se han considerado luces de cada tramo del orden de los 15 m., logrando de esta forma alturas de la superestructura relativamente bajas. Esto resulta importante debido a que, en buena parte de su extensión la distancia entre el hongo del riel y el terreno natural será del orden de unos 3 m.

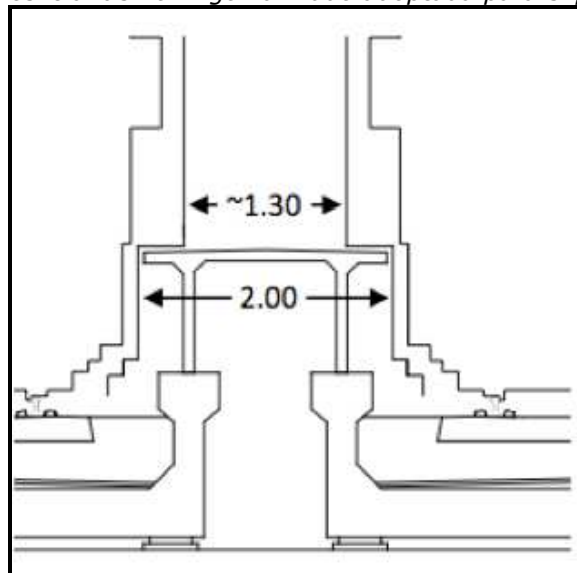
c.2 Alternativas de pasarelas peatonales

Con relación a las pasarelas, se han analizado diferentes posiciones y anchos. Aquella con pasarela central no requiere una estructura especial de soporte dado que apoya directamente sobre los nervios internos de los tramos de superestructura, permitiendo trabajar con elementos premoldeados de hormigón armado de bajo peso y tamaño. También permite alojar en su interior las conducciones, cables, etc. que requiera el Ferrocarril.

Otras alternativas consideradas implicaban puentes paralelos a los viaductos principales que requieren el uso de elementos premoldeados de hormigón pretensado y un cierto equipamiento para el montaje de un porte muy superior al necesario para la pasarela central. Las pasarelas externas también se han considerado menos favorables desde el punto de vista estético y limitan la posibilidad de montar barreras contra ruido sobre los nervios externos de las superestructuras.

Finalmente se ha adoptado una pasarela central de hormigón armado con ancho total de 2 m. y una distancia libre entre gálibos de obra nueva de algo más de 1,3 m (Figura 22). Se prevé apoyarla sobre los nervios internos de cada uno de los puentes y en su interior se alojarán las diferentes conducciones y servicios. La idea es que los mismos se encuentren protegidos de la vista y de eventuales vandalismos.

Figura 22. Pasarela central de hormigón armado adoptada para el proyecto del viaducto



Fuente: UIDIC, UNLP, marzo de 2014

El material a emplear será hormigón armado. Para facilitar la construcción se modulará en elementos premoldeados de bajo peso.

d. Alternativas de la infraestructura

Los esquemas referentes a infraestructura consideran el uso de pilotes-columna debido a que la excavación necesaria para la realización de cabezales de pilotes haría muy lentos y laboriosos los trabajos, no solamente por la profundidad de excavación en el terraplén sino por las características geotécnicas del mismo.

Para la selección de las mejores opciones, se ha considerado como criterio las opciones constructivas de la misma:

- » Construcción mediante interrupción del servicio en ambas vías
- » Construcción mediante interrupción del servicio alternado de una vía
- » Construcción sin interrupción del servicio

d1. Construcción mediante interrupción del servicio en ambas vías

La primera alternativa mantiene la traza actual de una de las vías mientras que la otra se sitúa de modo de dejar cinco metros entre ejes de vías. Para este caso es necesaria la adaptación en el trazado de una sola de las vías en las cabeceras, y de esta forma el requerimiento de 1,05 m desde la parte interna de los hongos de riel hasta los paramentos estructurales puede ser mantenido en ambos viaductos a ambos lados de las vías. Debido a la geometría de las superestructuras, en esta alternativa no es posible ubicar en la zona central el poste de soporte para la catenaria, mientras que las pasarelas y los soportes de catenaria se ubican a ambos lados de los viaductos. La secuencia en este caso implica la ejecución de las siguientes actividades:

- » Desmonte del terraplén y creación de una plataforma para la construcción de los pilotes
- » Construcción de pilotes
- » Construcción de dinteles
- » Construcción en paralelo de los elementos prefabricados para superestructuras y pasarelas
- » Adaptación de la traza de vía en las cabeceras
- » Montaje de superestructuras y pasarelas
- » Completamiento de balasto, vías, señalización, soporte de catenarias, etc.
- » Retiro del terraplén
- » Habilitación al tránsito ferroviario

d2. Construcción mediante interrupción del servicio alternado de una vía

Se trata de una alternativa en la que se interrumpe totalmente el tránsito de una sola de las vías a la vez para la ejecución de los viaductos (la vía sur o vía 2 primero y la vía norte o vía 1 después). Se mantiene la traza actual de una de las vías (la vía 1) y la otra se corre de modo de dejar un espacio suficiente como para evitar la necesidad de una contención continua del terraplén de la vía norte mientras se realizan las obras en la vía sur. Las contenciones se localizan sólo en las zonas de

construcción de dinteles y se construye una pasarela a cada lado de los viaductos. El requerimiento de 1,05 m desde la parte interna de los hongos de riel hasta los paramentos estructurales se respeta en ambos viaductos a ambos lados de las vías.

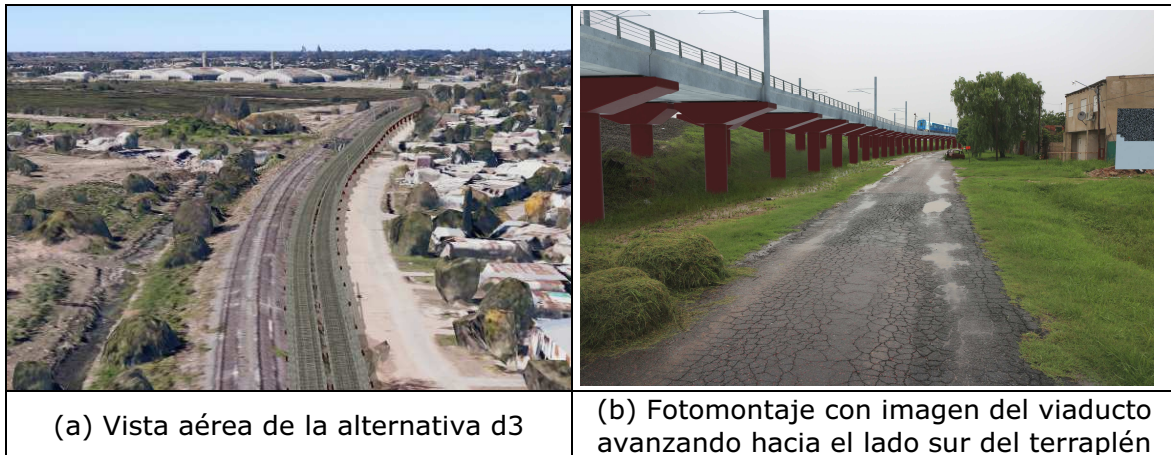
La secuencia constructiva sería:

- » Desactivación de la vía 2
- » Construcción en cada pila de los pilotes sur y central
- » Desmonte parcial de la zona ocupada por la vía 2 cuidando de dejar un talud estable junto a la vía 1 y entibando localmente en los lugares en que se construirán los dinteles
- » Construcción en cada pila de medio dintel
- » Prefabricación de las superestructuras pretensadas
- » Montaje de los tramos de la superestructura cuando los medio dinteles hayan cobrado suficiente resistencia
- » Montaje secuencial desde Tolosa hacia Ringuelet considerando que la planta de prefabricación se encontrará en la zona de talleres de Tolosa en la que hay suficiente espacio y acceso directo a las vías.
- » Traslado de las superestructuras directamente sobre los tramos ya montados con o sin balasto y vías dado que los tramos de superestructura tienen resistencia suficiente como para ser transitados por otros tramos de superestructura en su camino hacia su posición final.
- » Adaptación en paralelo del trazado de la vía 2 para permitir su empalme con las vías del nuevo viaducto.
- » Montaje de los tramos de las pasarelas y catenarias en forma secuencial y se van montando los tramos de pasarela que también pueden llevarse por la vía. Dado su menor peso, el montaje con grúa aparece como la mejor opción.
- » Habilitación al tránsito una vez completado el montaje de los tramos de la vía sur y del completamiento del sistema de señales
- » Desactivación de la vía norte
- » Construcción del pilote lado norte
- » Desmonte parcial de la zona ocupada por la vía 1
- » Construcción de los medio dinteles restantes
- » De aquí en adelante la secuencia de montaje continua como la descripta para la vía 2.
- » Los trabajos finales consisten en la remoción del terraplén ferroviario

d3. Construcción sin interrupción del servicio

Se trata de una variante en la que no se afectan las vías actuales. Ocupa terrenos que se encuentran por fuera de la zona de vías, pero requiere adaptaciones muy fuertes en las aproximaciones al puente que limitarán la velocidad y el confort del servicio. Esta variante está pensada con pasarelas laterales y sin necesidad de entibamientos en las zonas de dinteles. En este caso se mantendría la presencia del terraplén y del viaducto cuya construcción avanza sobre la calle 1 (Figura 23)

Figura 23. (a) Vista aérea de la alternativa d3; (b) viaducto al sur del terraplén



Fuente: Elaboración propia

La secuencia constructiva sería:

- » Construcción de una plataforma de trabajo al costado de la vía 2.
- » Construcción en cada pila de los pilotes
- » Construcción en cada pila de los dinteles. La distancia a las vías existentes es la necesaria para contar con un terraplén estable durante el período de construcción sin necesidad de entibar en las zonas de dinteles.
- » Prefabricación de las superestructuras pretensadas mientras se han ido realizando las operaciones anteriores se han ido prefabricando
- » Montaje de los tramos de superestructura cuando los dinteles hayan cobrado suficiente resistencia.
- » Montaje secuencial desde Tolosa hacia Ringuelet considerando que la planta de prefabricación se encontrará en la zona de talleres de Tolosa en la que hay suficiente espacio y acceso directo a las vías.
- » Traslado de las superestructuras directamente sobre los tramos ya montados con o sin balasto y vías dado que los tramos de superestructura tienen resistencia suficiente como para ser transitados por otros tramos de superestructura en su camino hacia su posición final.
- » Adaptación paralela en el trazado de las vías para permitir su empalme con las vías del nuevo viaducto.
- » Completamiento secuencial de los soportes de las pasarelas y catenarias, y montaje de los tramos de pasarela que también pueden llevarse por los tramos ya montados. En este caso, dado su menor peso, el montaje con grúa aparece como la mejor opción.
- » Remoción del terraplén ferroviario

e. Alternativas finalmente seleccionadas

Efectuado un análisis de las diversas opciones:

- » Se adopta como diseño de proyecto la alternativa de un viaducto por vía (viaductos paralelos en lugar de sección única) de modo de facilitar el traslado y el montaje de elementos más pequeños y livianos
- » Se adopta como sección transversal de superestructura una "U" de hormigón pretensado
- » La solución adoptada permite el tránsito de tramos a montar sobre tramos ya montados evitando la necesidad de transportar elementos pesados por zonas anegadizas o poco competentes para el tránsito.
- » El uso de vigas de lanzamiento de modesto porte permitiría evitar o limitar el uso de grúas que deberían transitar y/o situarse en zonas anegadizas o poco competentes para resistir cargas.
- » Al existir soluciones que permiten no cortar ambas vías a la vez se desechan las opciones con corte total
- » Al existir soluciones que no invaden zonas externas a las zonas de vía se desechan las variantes que invaden las zonas externas a las zonas de vía y que, además, requieren fuertes modificaciones en las trazas actuales de vías e impondrían limitaciones de uso.
- » Se adopta en consecuencia la construcción de un viaducto a la vez dejando una vía activa todo el tiempo
- » Se deja fija la traza de la vía 2 y se corre hacia el sur la de la vía 1. El corrimiento es el mínimo indispensable por razones constructivas
- » Se adopta una pasarela central de hormigón armado apoyada sobre las vigas principales de modo de simplificar la infraestructura, facilitar el montaje de estos elementos y mejorar el aspecto general de la obra
- » Por pedido del Comitente se adopta un sistema de drenaje libre no conducido

La adopción de las alternativas descriptas, de acuerdo a lo indicado por el equipo de proyecto de la UIDIC/UNLP se apoya en un conjunto de criterios que permiten optimizar la ejecución del proyecto y las obras:

- » Constructivos: bajar la potencial conflictividad de interferencias o inconvenientes que se pudieran producir en la Vía 1 durante la construcción del viaducto correspondiente a la Vía 2
- » Constructivos: facilitar la evacuación de una formación detenida sobre el Viaducto 2 mientras se construye el Viaducto 1
- » Operativos: facilitar el escape de personal de mantenimiento tanto en el Viaducto 1 como en el 2 tanto durante la construcción como durante la operación
- » Operativos: independizar estructuralmente la pasarela de modo de facilitar un eventual cambio de apoyos de las superestructuras ferroviarias y evitar

posibles efectos secundarios sobre la estructura de las pasarelas por diferencia de deformaciones de las estructuras sometidas a la acción de las sobrecargas.

- » Constructivos: acortar el recorrido de cables destinados a señalización
- » Perceptivos: evitar la sensación de aislamiento de posibles usuarios de la pasarela al quedar entre una formación detenida y otra circulando en sentido contrario o bien dos formaciones en movimiento en sentido contrario.
- » Perceptivos: disminuir la sensación visual de altura total
- » Constructivos: Facilitar el montaje de los soportes de la catenaria cuando hay un solo viaducto construido
- » Constructivos: evitar el pilote central de modo de bajar la conflictividad de su construcción con el tránsito sobre la Vía 1.
- » Constructivos: intentar el uso de pilares independientes de modo de acortar su longitud y disminuir la conflictividad que la construcción de los dinteles del Viaducto 2 generan sobre la Vía 1.

4.3.4. Descripción de la alternativa seleccionada de proyecto

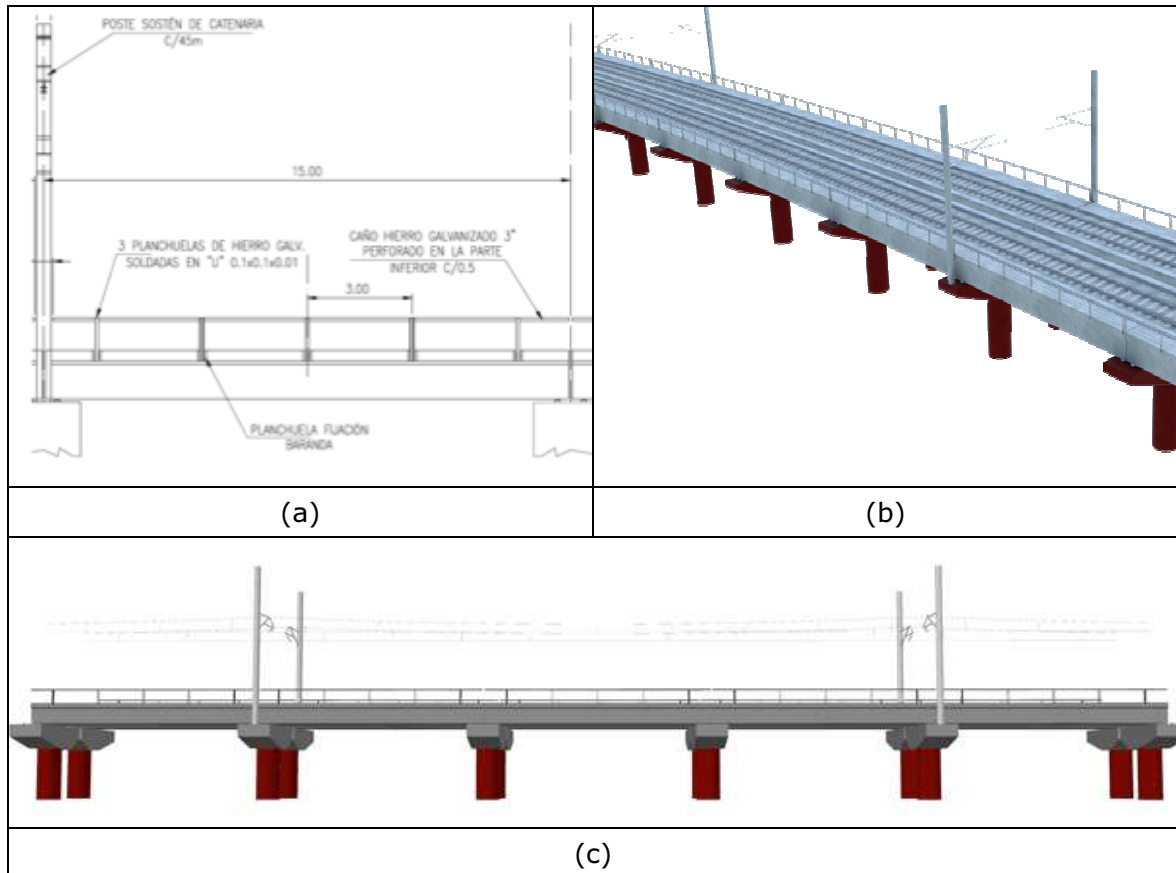
a. Superestructura

La superestructura estará compuesta por vigas de hormigón pretensado con luces medias de 15 m con excepción del sector del arroyo del Gato para evitar la interferencia entre las pilas actuales donde las vigas tendrán una longitud de 13,12 m. Los elementos podrán ser prefabricados en planta (probablemente en los talleres ferroviarios de Tolosa) para ser posteriormente transportados por vagones plataforma hasta el sitio para su montaje.

En principio se ha considerado el empleo de los tramos montados para alojar un sistema de durmientes y rieles temporarios por los que circularán los bogies transportando los diferentes elementos hasta el lugar de su montaje. En el extremo de avance se podrán montar vigas de lanzamiento que, complementadas con pórticos pescadores en cada dintel, completarán el circuito de transporte y montaje.

Una vista lateral muestra un detalle del conjunto donde es posible apreciar las pasarelas peatonales que podrán tener un aspecto muy parecido al que tendría una vista lateral de las vigas principales. A un costado de estas pasarelas se han dispuesto barandas de seguridad. Para facilitar el transporte y montaje, las barandas se soldarán una vez montadas las pasarelas (Figura 24).

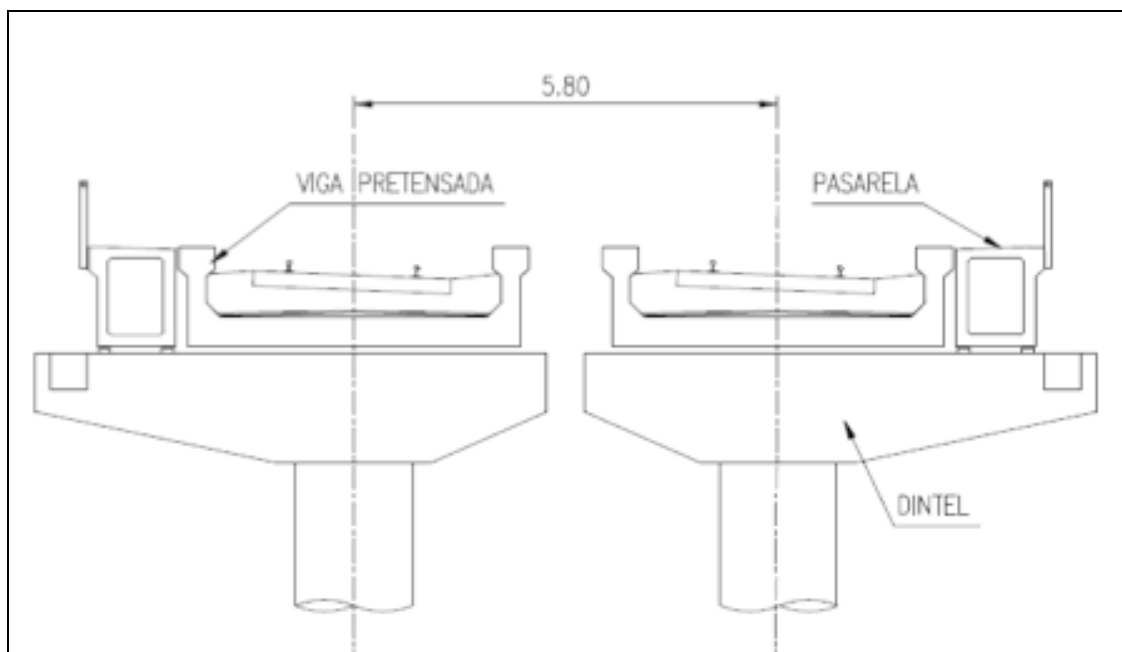
Figura 24. a) Vista lateral del viaducto b) Vista aérea del viaducto renderizado a partir de fig. (a) c) Vista lateral del viaducto renderizado a partir de fig. (a)



Fuente: UIDIC-FI-UNLP y Ministerio de Obras Públicas (España) Obra elaborada por IADIF S.A

Como se mencionó, los pilares y estribos serán independientes para cada viaducto y estarán sostenidos por un pilote-columna único (Figura 25).

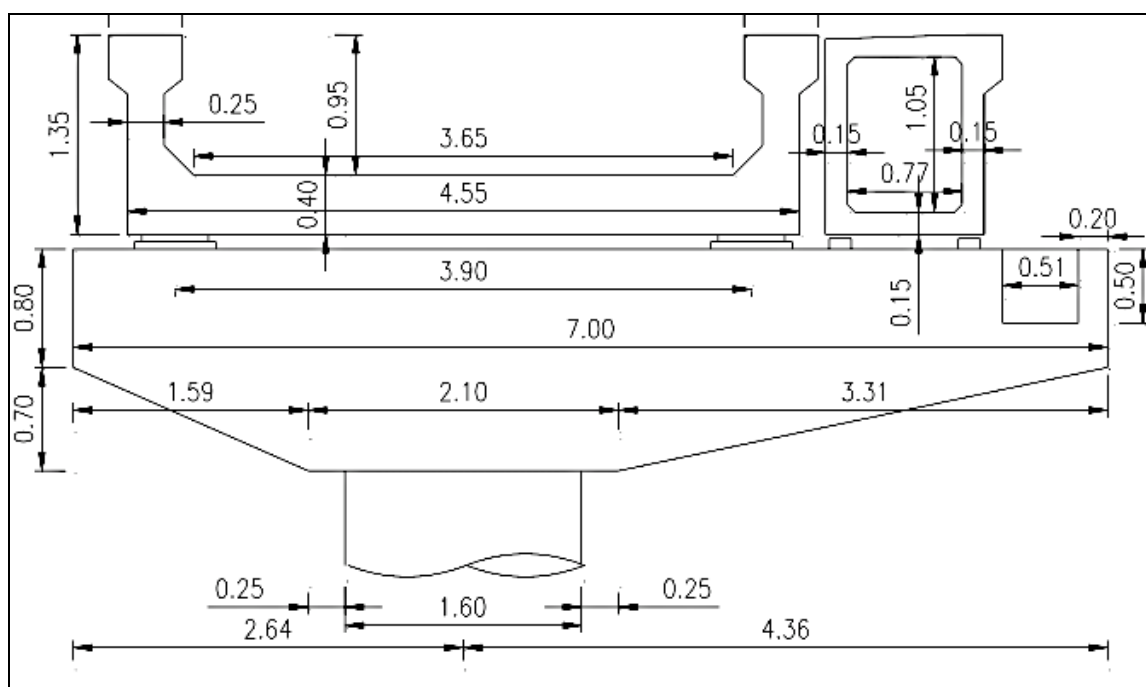
Figura 25. Sección transversal del viaducto proyectado en el FCGR



Nota: En la Figura se aprecia un detalle que muestra la sección transversal de un tramo tipo del viaducto. Se puede comprobar que la configuración de cada viaducto es espejada respecto del otro. En la zona interna se observan las vigas "U" o superestructuras ferroviarias y en la zona externa se han implantado las pasarelas peatonales.

Las dimensiones de la sección transversal indican que cada dintel tendrá 7 m. metros de largo, mientras que el conjunto tendrá una altura de 2,85 m. (Figura 26)

Figura 26. Dimensiones generales de la superestructura del viaducto proyectado en el FCGR



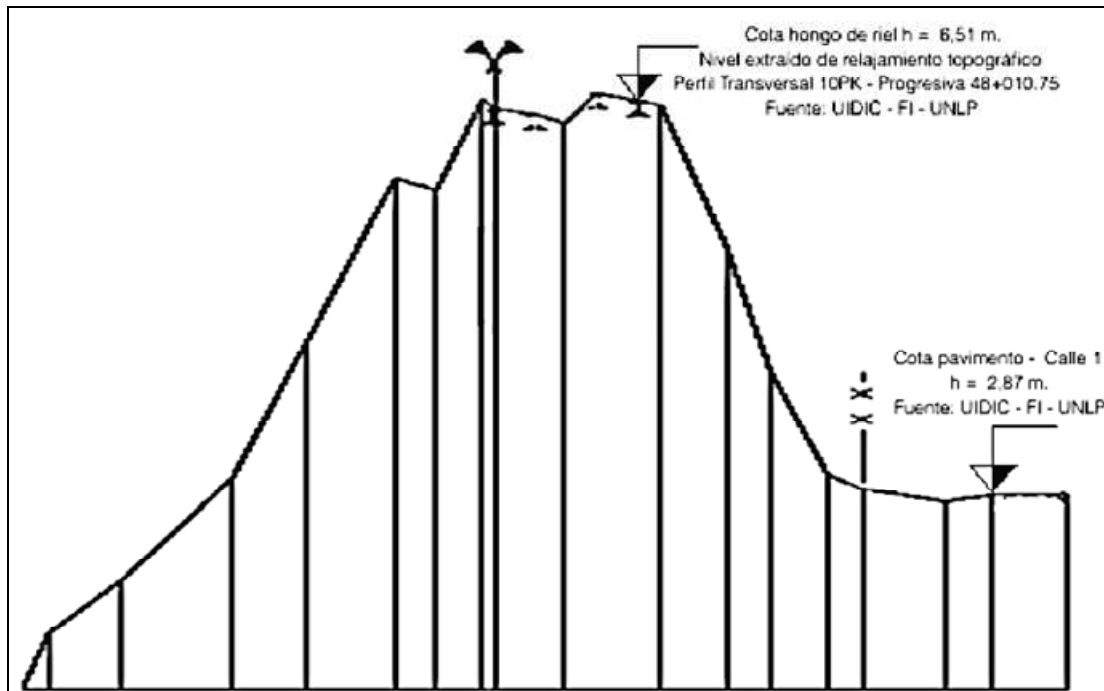
Fuente: UIDIC-FI-UNLP

Es importante notar, como surge del detalle de las dimensiones de la sección transversal, que entre el borde superior de la viga en "U" y la parte inferior de la viga transversal se tiene una altura de $h = 0,70 + 0,8 + 1,35 = 2,85$ m (Figura 20). en coincidencia con cada conjunto pilote-columna-dintel; mientras que en los restantes casos, esa altura es de $h = 1,5$ m, siempre considerando el nivel del hongo del riel externo sur en cada caso y de acuerdo al anteproyecto del viaducto ferroviario elaborado por la UIDIC-FI-UNLP.

Si se considera el perfil transversal PK 10 de la progresiva 48+010,75 del relevamiento topográfico, también elaborado por la UNLP, puede verse un detalle de una sección típica en la cual la cota altimétrica relativa del nivel superior del hongo del riel en esa sección es de 6,51 m, mientras que el nivel del pavimento de la Calle 1 en dicha sección es de 2,87 m, por lo cual, la diferencia entre la altura del hongo del riel y el nivel del pavimento de la calle es de 3,64 m.

En consecuencia, el galibo del viaducto (separación entre el nivel de la calle y el fondo de la superestructura) en coincidencia de los pilares con dintel (Figura 27) será de cerca de 80 cm, mientras que en el resto del viaducto será de 2,14 m., siempre con relación al perfil de referencia (Figura 21), no obstante en ningún caso esa altura será superior a 2,5 m.

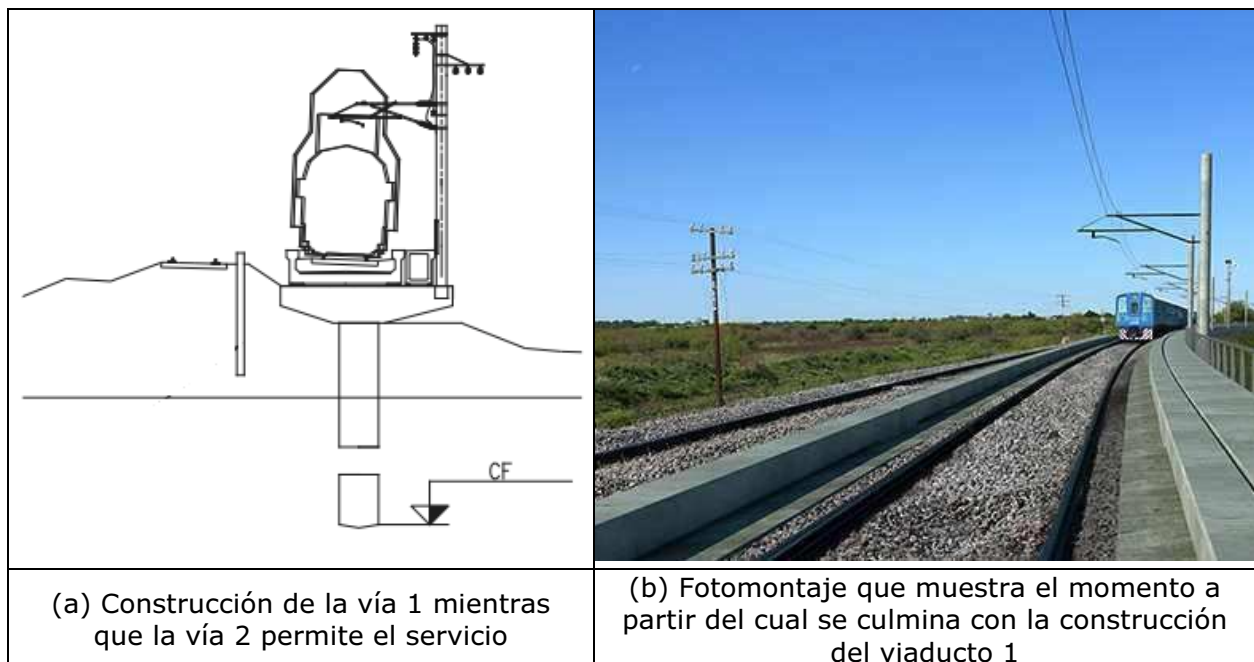
Figura 27. Perfil transversal PK 10 de la progresiva 48+010,75 y niveles característicos



Fuente: Relevamiento topográfico UIDIC-FI-UNLP

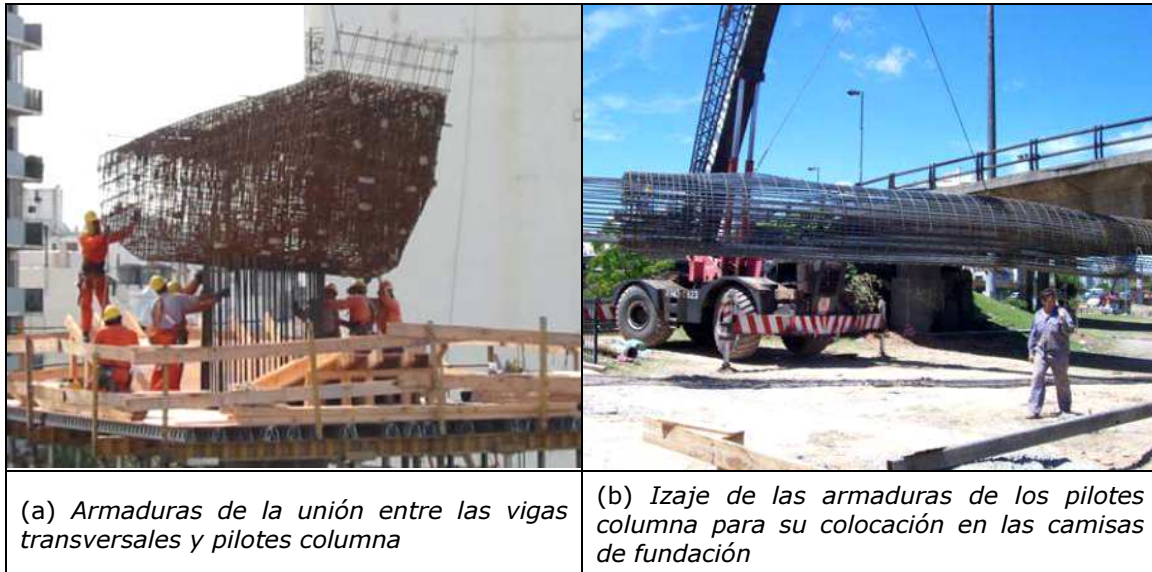
El proceso constructivo prevé una excavación descabezando el terraplén, y a partir de ese momento se comenzará con el hincado de una camisa metálica que permitirá el colocado de las armaduras del pilar y posterior hormigonado, para posteriormente servir a los fines de dar una buena terminación a la parte expuesta a la vista (columna) (UIDIC, UNLP; 2014) (Figura 28).

Figura 28. Perfil transversal PK 10 de la progresiva 48+010,75 y niveles característicos



Como se ha mencionado, la superestructura ferroviaria podrá ser construida haciendo uso de elementos prefabricados, no obstante lo cual, es importante destacar que la construcción de los pilares y pilotes-columna requerirán una construcción "in situ", para lo cual será necesario contar con el espacio para el cortado y preparación de las armaduras de las vigas transversales y los pilotes columna, (Figura 29) así como para el izaje e instalación de las armaduras y encofrados.

Figura 29. Registros fotográficos de ejemplo de estructuras en construcción análogas a las del viaducto



Fuente: Prof. Rogelio Percivati Franco-UBA

En los extremos del viaducto, por su parte, en contacto con el terraplén existente se construirán estribos casi idénticos a los pilares internos. La única diferencia radicará en una pequeña pantalla y un guardabalasto destinado a la protección de los apoyos de neoprene. Para evitar un empuje descompensado sobre estos elementos se continuará el terraplén por debajo de buena parte de cada uno de los tramos extremos. La solución es similar a la de un falso estribo pero con el empuje totalmente compensado. Si en el futuro se decidiera prolongar los viaductos en cualquiera de sus cabeceras, sería suficiente con demoler las pequeñas pantallas y posicionar los nuevos apoyos. Por otra parte no se estarán alterando las condiciones geotécnicas de la zona por lo que no se prevé asentamientos del terraplén que pudieran complicar el mantenimiento futuro de la vía.

4.3.4. Maquinaria a utilizar

Se prevé que la construcción de la obra implicará la afectación de al menos, la siguiente maquinaria:

- » 3 Camionetas
- » 4 Camiones Volcadores
- » 8 Camiones Motohormigonero
- » 1 Planta Dosificadora De Hormigón
- » 3 Retroexcavadoras
- » 2 Equipos De Hinca
- » 2 Motocompresores
- » 2 Tractores
- » 4 Rodillos Compactadores Automáticos
- » 3 Automóviles Para Movilidad Del Personal
- » 2 Grúas
- » 2 Minicargadoras
- » 2 Retropalas
- » 6 Equipos De Iluminación
- » 2 Martillos Hidráulicos

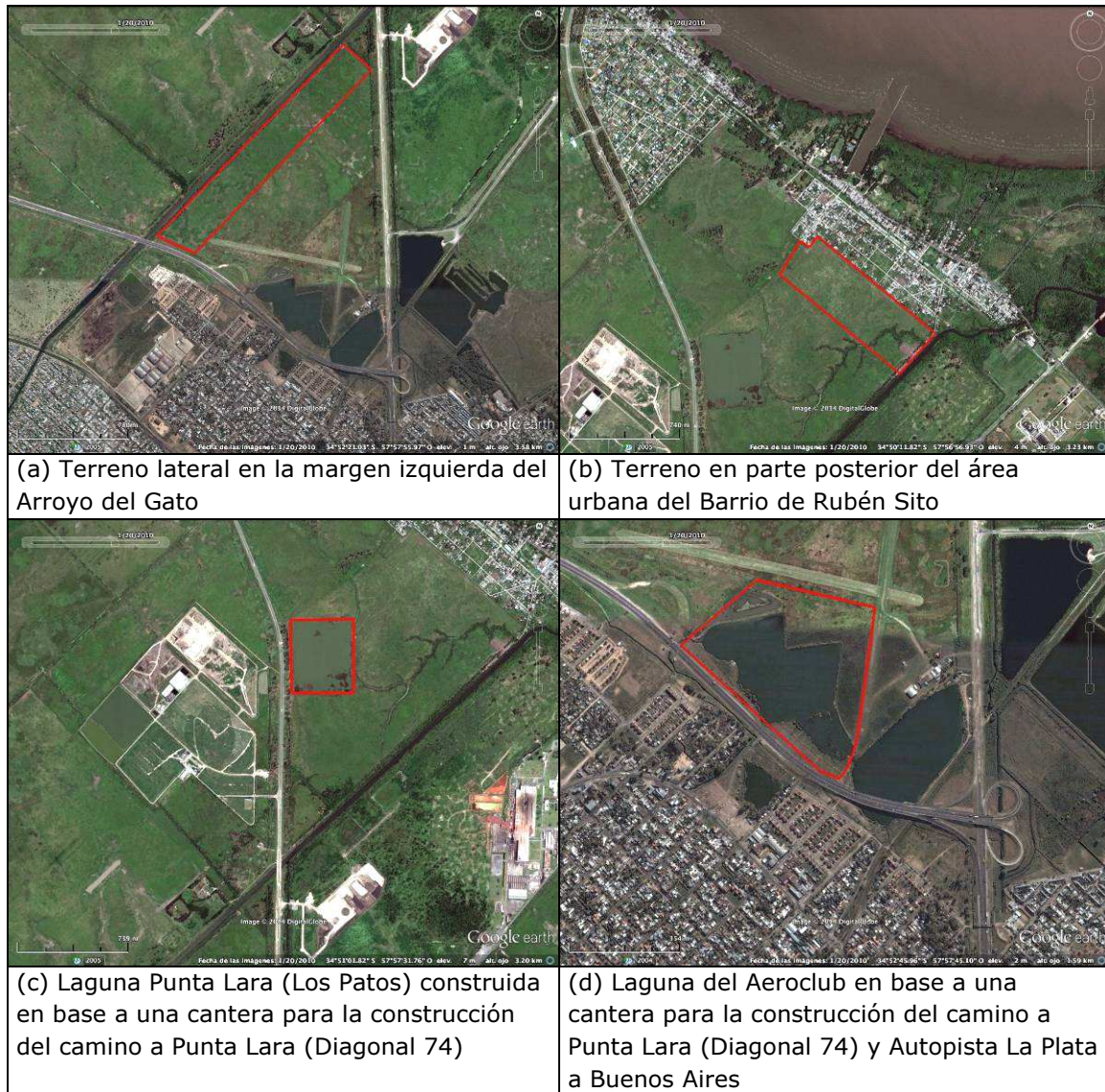
4.3.5. Remoción del terraplén existente y demolición de alcantarillas

Considerando que el terraplén ferroviario existente constituye una barrera al escurrimiento de las crecidas extremas en el valle de inundación del Arroyo del Gato, dificultando la evacuación de los volúmenes de agua en situaciones extraordinarias, se ha previsto su total remoción en coincidencia del tramo donde será construido el viaducto ferroviario. Ello implica un movimiento de materiales de no menos de 90.000m³ entre el balasto y el suelo de mala calidad que confirma el terraplén (FI UNLP; 2013), sin conocer los volúmenes proporcionales de cada material.

En base a reuniones mantenidas con las autoridades nacionales (UEC, Ministerio del Interior y Transporte de la Nación; las autoridades provinciales y las Municipales de La Plata y Ensenada) existirían diversas opciones para la disposición final de los materiales, considerando que el balasto será recuperado para el mantenimiento de obras ferroviarias. En cuanto al resto del material, y confirmada la calidad de medio inerte sin la presencia de contaminantes, se han identificado diversas opciones de disposición final.

Este EIAyS ha identificado preliminarmente cuatro predios en el partido de Ensenada, en los cuales se pudiera depositar el material, dos de los cuales podrán ser usados inicialmente para la disposición del material a ser dragado del arroyo El Gato (Figura 30).

Figura 30. Ubicación de cuatro predios identificados en una primera instancia como potenciales receptores del suelo del terraplén



Fuente: elaboración propia en base a identificación preliminar de la Municipalidad de Ensenada

En la Figura 31 se ha superpuesto un modelo digital del terreno sobre una imagen satelital en la cual se ha resaltado la ubicación de la traza del ferrocarril, el área del viaducto y la ubicación relativa de los predios. Como puede comprobarse, en todos los casos el nivel del terreno es inferior a la cota 2,5 m, por debajo de la cota 3,75 m (IGN) requerida para obtener la factibilidad hidráulica de un predio.

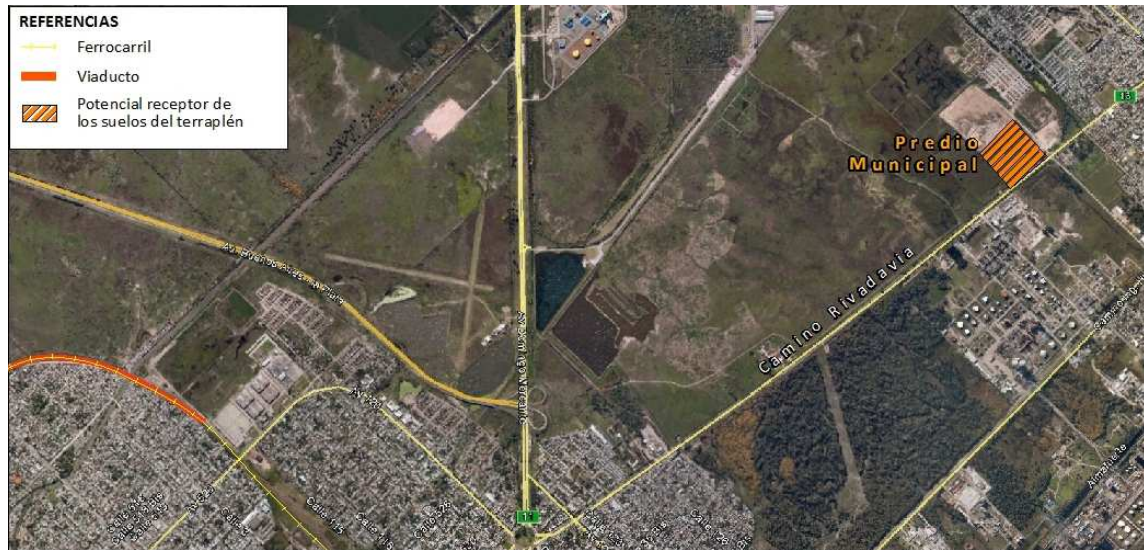
Figura 31. Modelo de Elevación del Terreno con la ubicación relativa del área del proyecto, las estaciones ferroviarias vecinas y los cuatro predios identificados preliminarmente como potenciales receptores del suelo del terraplén



Fuente: elaboración propia (2014)

Recientemente la Municipalidad de Ensenada, mediante una nota remitida el día 11 de abril de 2014 y firmada por el Intendente Dr. Mario Secco, se muestra interesada en recibir el material producido por el desmonte del terraplén ferroviario, el cual será colocado sobre un terreno de propiedad municipal, ubicado en la intersección de Camino Rivadavia (RP N° 23) y Camino Néstor Kirchner, de nomenclatura catastral Circ. IV – Parcela 154 A, tal como consta en la nota mencionada incluida en el Anexo 5 y como puede verse en la figura presentada a continuación.

Figura 32. Ubicación del predio identificado por la Municipalidad de Ensenada como potencial receptor del suelo del terraplén



Fuente: elaborado en base a Municipalidad de Ensenada (2014)

Por su parte, en una nota remitida el 9 de abril de 2014 por el Ing. Julio Bazzana, Subsecretario de Planeamiento y Obras Públicas de la Municipalidad de La Plata, se presenta el interés del municipio en recibir el material resultante de la deconstrucción del terraplén para contar con los metros cúbicos necesarios para realizar el saneamiento ambiental de distintas cavas, de dominio municipal y privado. Los detalles de esta manifestación de interés se presentan en el Anexo 5.

En la Figura presentada a continuación se muestran los predios potenciales receptores de los suelos del terraplén en un radio de 5 km y de 10 km en torno al área de emplazamiento del nuevo viaducto.

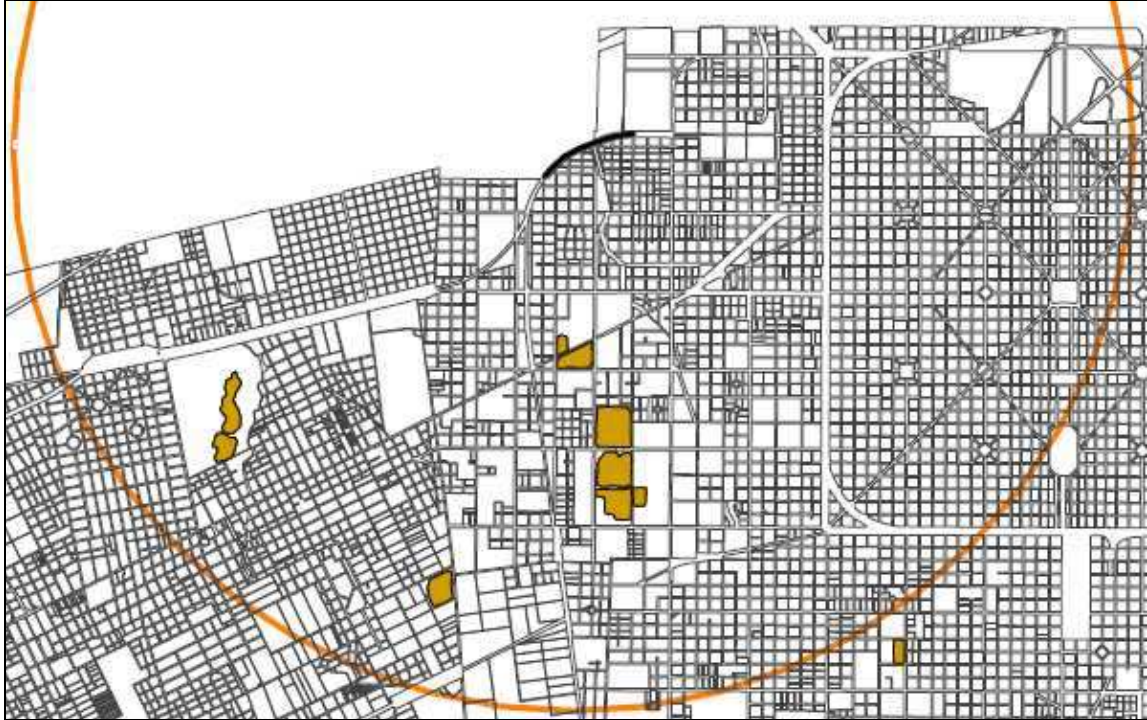
Figura 33. Ubicación de los predios identificados por la Municipalidad de La Plata como potenciales receptores del suelo del terraplén



Fuente: Municipalidad de La Plata (2014)

Los predios localizados dentro de un radio de 5 km en torno al emplazamiento del nuevo viaducto se muestran en la Figura 34.

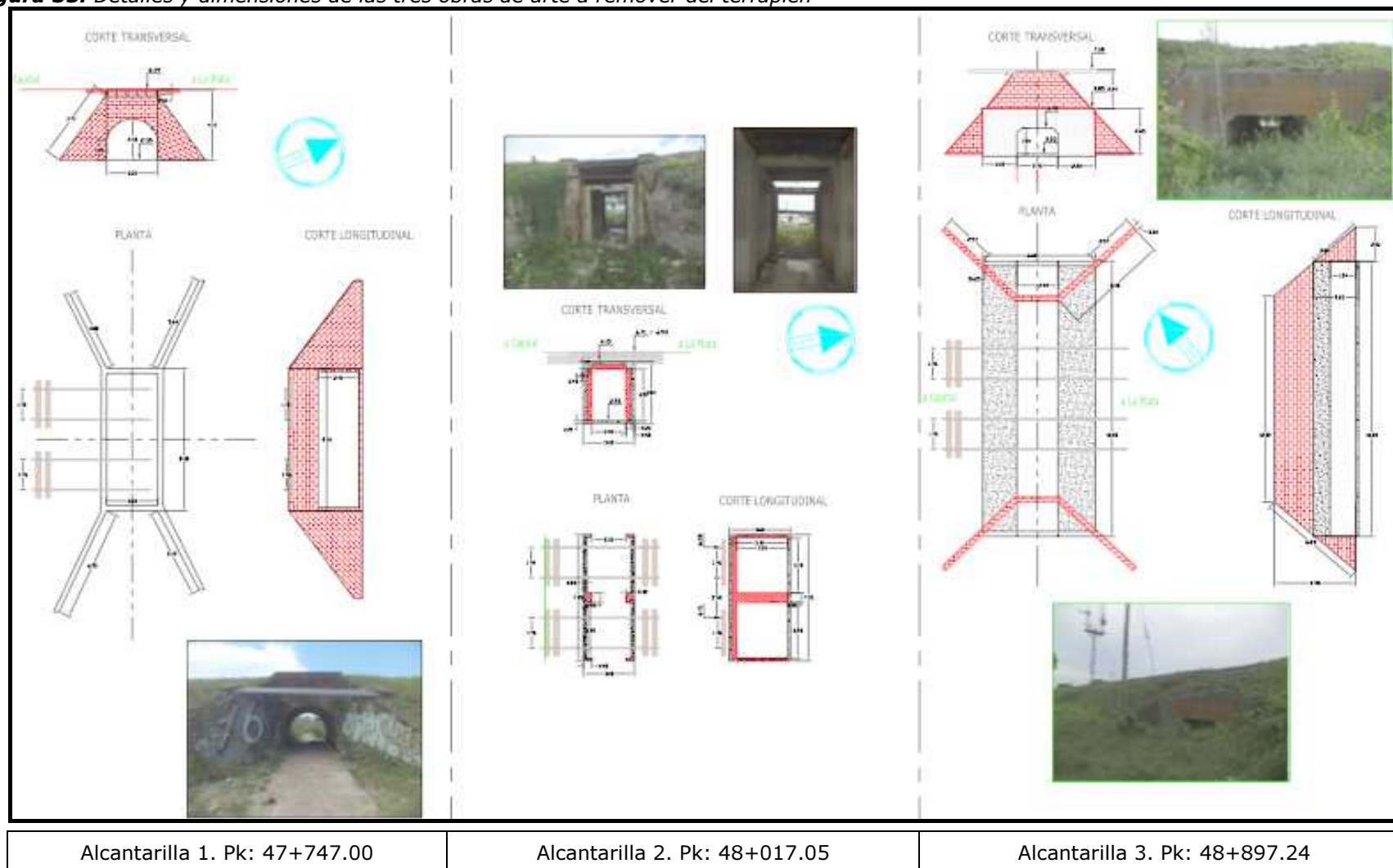
Figura 34. Ubicación relativa de los predios identificados por la Municipalidad de La Plata como potenciales receptores del suelo del terraplén en un radio de 5 km



Fuente: Municipalidad de La Plata (2014)

Asimismo, como parte del proyecto se prevé la demolición de tres alcantarillas y/o puentes alcantarillas que corresponden a las obras de arte existentes en el tramo objeto del proyecto (Figura 35). Si bien en el anteproyecto objeto de análisis no se especifica el destino final del material removido o demolido, el equipo proyectista conjunta con la UEC deberán decidir el destino de este material que constituye un residuo inerte y no peligroso.

Figura 35. Detalles y dimensiones de las tres obras de arte a remover del terraplén



Fuente: UIDIC-FI-UNLP

Se han preparado imágenes en base a fotomontajes que indican la situación actual, intermedia y potencial futura del viaducto ferroviario, así como vistas de detalle y aéreas (Figuras 36 a 38).

Figura 36a. Fotomontaje preliminar de la vista del Boulevard 1 entre 510 y 511 del Barrio de Ringuelet de la ciudad de La Plata (situación con viaducto y terraplén)



Fuente: Elaboración propia, marzo de 2014

Figura 36b. Fotomontaje preliminar de la vista del Boulevard 1 entre 510 y 511 del Barrio de Ringuelet de la ciudad de La Plata (situación con viaducto y terraplén)



Fuente: Elaboración propia, marzo de 2014

Figura 36c. Fotomontaje preliminar de la vista del Boulevard 1 entre 510 y 511 del Barrio de Ringuelet de la ciudad de La Plata (Situación con viaducto y remoción del terraplén)



Fuente: Elaboración propia, marzo de 2014

Figura 36d. Fotomontaje preliminar de la vista del Boulevard 1 entre 510 y 511 del Barrio de Ringuelet de la ciudad de La Plata (Situación con viaducto y remoción del terraplén)



Fuente: Elaboración propia, marzo de 2014

Figura 37a. Vista preliminar del Boulevard 1 entre 510 y 511 del Barrio de Ringuelet de la Ciudad de La Plata (Fotomontaje de situación con viaducto y terraplén)



Fuente: Elaboración propia, marzo de 2014

Figura 37b. Vista preliminar del cruce del Arroyo El Gato con el puente actual y el fotomontaje del viaducto ferroviario proyectado



Fuente: Elaboración propia, marzo de 2014

Figura 38a. Vista aérea de la situación actual de la traza del ferrocarril en el sector del viaducto proyectado



Fuente: Elaboración propia, marzo de 2014

Figura 38b. Fotomontaje preliminar de vista aérea de la situación de la traza del ferrocarril con el viaducto proyectado únicamente



Fuente: Elaboración propia, marzo de 2014

Figura 39. *Diferentes vistas del viaducto desde un observador en altura*

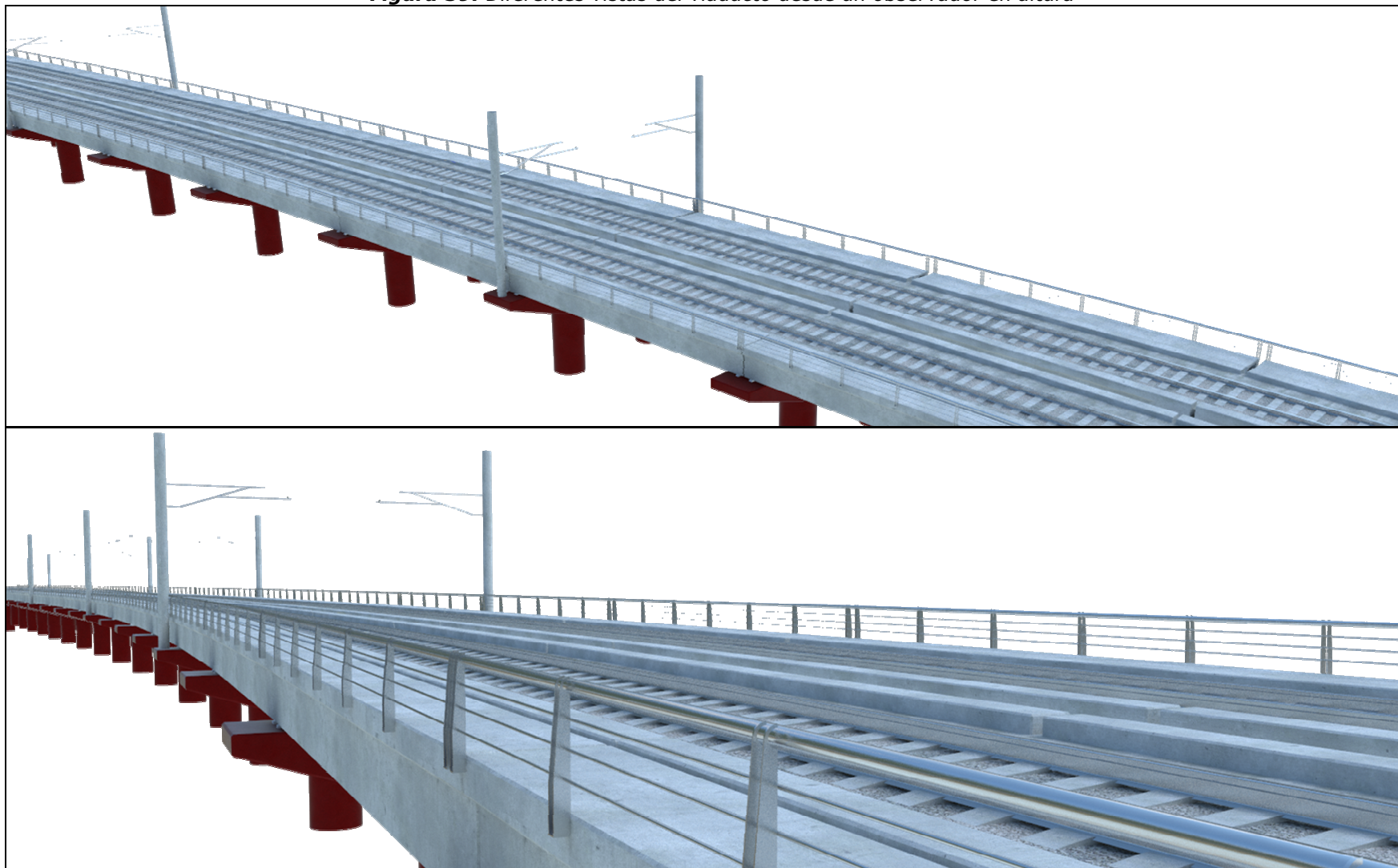
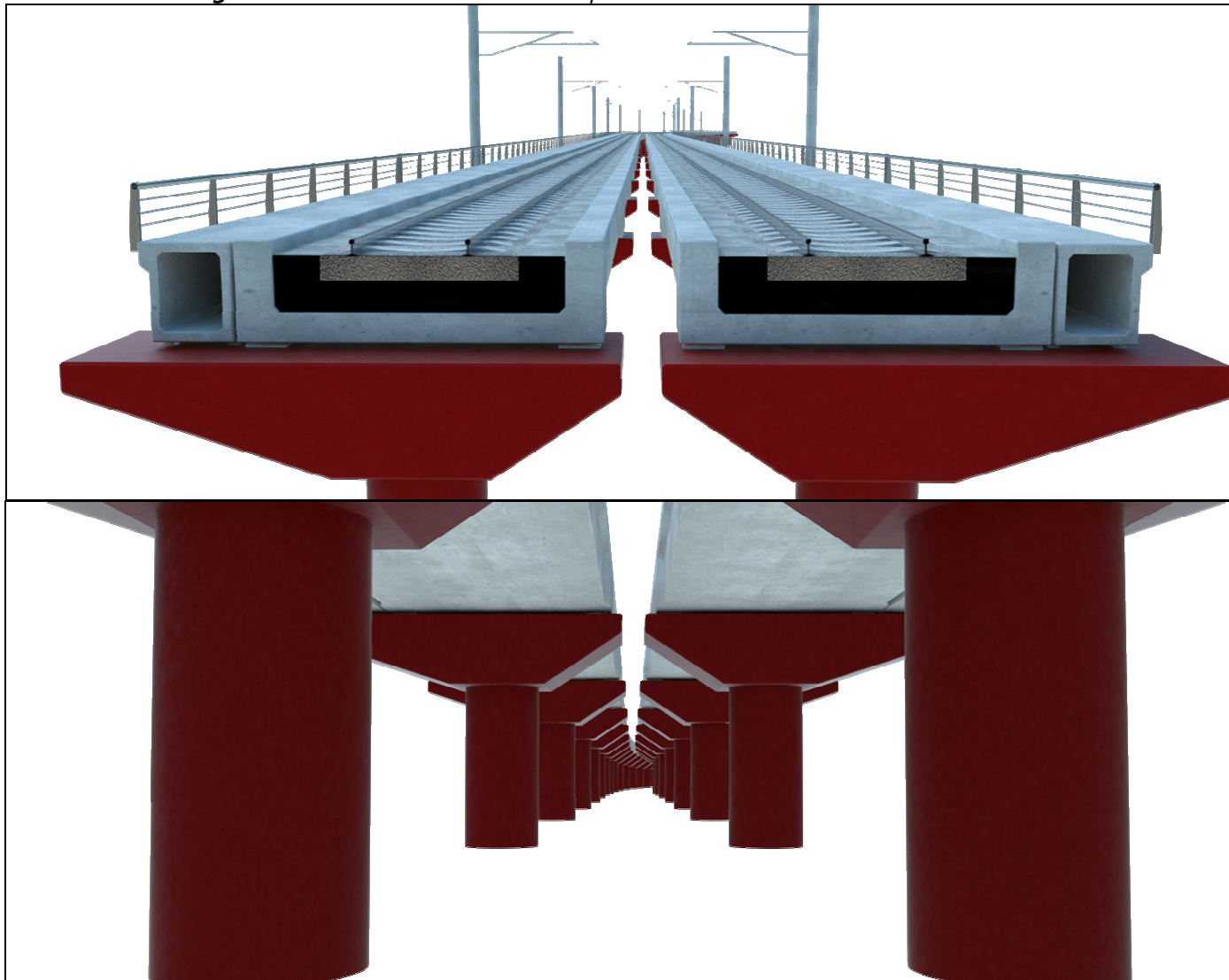


Figura 40. *Diferentes vistas de la superestructura e infraestructura del viaducto*



A fin de avanzar con las soluciones complementarias a la construcción del viaducto, será necesario elaborar los siguientes proyectos complementarios:

- » Proyecto de remoción del terraplén ferroviario y depósito del material en un sitio cercano y con el menor costo de transporte,
- » Proyecto de adecuación de la planicie de inundación del canal del arroyo del Gato
- » Proyecto de desagües pluviales complementarios de las obras consideradas.
- » Proyecto de adecuación de la zona de vías en sector con el viaducto

4.4. Etapas del proyecto y acciones de obra

La ejecución de las obras y posterior operación del viaducto incluye el siguiente grupo de actividades, alguna de las cuales podrá ser ejecuta en simultáneo:

1. Preparación
2. Prefabricación de la superestructura
3. Construcción de pilares, dinteles y estribos
4. Montaje del tablero
5. Construcción de vías y obras complementarias
6. Operación y mantenimiento

Cada uno de estas etapas (o subcomponentes) comprende un conjunto de acciones de obra específicas, las cuales se detallan a continuación y constituyen un insumo básico para la identificación y evaluación de los impactos ambientales de la obra, que se sintetizan en la Matriz que se presenta en el Capítulo 6 de este EsIAyS.

Listado detallado de acciones de obra por etapa:

1. Preparación

- 1.1. Estudios preliminares
- 1.2. Implantación del obrador en área del proyecto
 - 1.2.1. Movimiento de equipos (livianos y pesados) y personas
 - 1.2.2. Instalación de obrador (oficinas, laboratorio, inspección)
 - 1.2.3. Instalación de maquinaria
 - 1.2.4. Almacenamiento de herramientas, materiales y equipos
 - 1.2.5. Personal del obrador (incluye actividades administrativas)
- 1.3. Remoción de la vegetación
 - 1.3.1. Desbosque y destronque
- 1.4. Limpieza del área y retiro de alambrados
 - 1.4.1. Preparación del área de las obras

2. Prefabricación de la superestructura

2.1. Instalación de fábrica

2.1.1. Movimiento de vehículos (carga y descarga de materiales)

2.2. Fabricación de premoldeados

2.2.1. Preparación de moldes

2.2.2. Acopio de materiales (inertes)

2.2.3. Fabricación de premoldeados (Hormigón H-40)

2.2.4. Almacenamiento de premoldeados en playa

2.2.5. Movimiento de personal (incluye actividades administrativas)

2.2.6. Movimiento de equipos (grúas, camiones)

2.3. Transporte de pretensados y equipos de construcción de superestructura

2.3.1. Transporte de vigas premoldeadas (Ferrocarri)

3. Construcción de pilares, dinteles y estribos

3.1. Adecuación del terraplén

3.1.1. Preparación del área (suelo vegetal y pasto)

3.1.2. Remoción de vías y balasto de viaducto descendente/ascendente

3.1.3. Descabezamiento del terraplén y colocación de geomalla

3.1.4. Movimiento de equipos

3.1.5. Colocación de tablestacas de contención

3.1.6. Excavación y construcción de pilotes de contención

3.1.7. Hormigonado

3.1.8. Desvío de trenes (una sola vía en funcionamiento)

3.2. Construcción de pilares

3.2.1. Transporte de materiales

3.2.2. Preparación del área

3.2.3. Hincado de camisas

3.2.4. Colocación de armaduras en pozo

3.2.5. Hormigonado

3.3. Construcción de dinteles y estribos

3.3.1. Preparación y colocación de armaduras

3.3.2. Armado de encofrados

3.3.3. Hormigonado

3.4. Demolición de obras de arte

3.4.1. Demolición de alcantarillas y puente ferroviario

4. Montaje del tablero

4.1. Transporte de materiales

4.1.1. Izaje y carga de premoldeados

4.1.2. Transporte por FFCC (premoldeados)

4.2. Preparación para colocación de estructuras prefabricadas

4.2.1. Colocación de vigas de lanzamiento

4.2.2. Colocación de placas de neopreno reforzadas

4.3. Colocación de vigas U

4.3.1. Colocación de vigas U, pasarela y baranda

4.3.2. Soldaduras

5. Construcción de vías y obras complementarias

5.1. Construcción de la infraestructura ferroviaria

- 5.1.1. Transporte y colocación de balasto
- 5.1.2. Transporte y colocación de vías
- 5.1.3. Terminación mecánica de las vías
- 5.1.4. Instalación de infraestructura complementaria

5.2. Terminación de las obras

- 5.2.1. Pintura general del viaducto
- 5.2.2. Limpieza de obra y desmantelamiento de obradores

6. Operación y mantenimiento

6.1. Operación del viaducto

- 6.1.1. Circulación de trenes

6.2. Mantenimiento

- 6.2.1. Mantenimiento de vías
- 6.2.2. Mantenimiento de catenarias

6.3. Situaciones extraordinarias

- 6.3.1. Accidentes
- 6.3.2. Incendios
- 6.3.3. Atentados y vandalismo

4.5. Cómputo y presupuesto resumido de la obra

La etapa de construcción del viaducto ferroviario comprende los siguientes elementos:

Tabla 4. Cómputo de materiales del proyecto

Ítem del proyecto	Unidad	Cantidad
Local de inspección y equipamiento para laboratorio	gl	1
Demolición de alcantarillas	u	2
Desarme, demolición y retiro del puente existente	gl	1
Desbosque y destronque	gl	1
Camisas para pilotes-columna	m	820
Pilotes-columna excavados para viaducto	m ³	4.100
Pilotes excavados para contención del terraplén	m ³	180
Hormigón H-25 para dinteles	m ³	2.600
Hormigón H-40 para vigas peatonales de hormigón armado	m ³	1.341
Hormigón H-40 para vigas ferroviarias de hormigón pretensado	m ³	5.130
Mortero para carpetas	m ³	558,45
Acero para hormigón armado	tn	2.071
Acero para hormigón pretensado	tn	160
Puesta a tierra de la armadura	gl	1
Chapas guarda-balasto	u	136

Ítem del proyecto	Unidad	Cantidad
Cinta elástica de PVC	m	
Desagües de hierro fundido	u	804
Apoyos de policloropreno para vigas ferroviarias	u	536
Apoyos de policloropreno para vigas peatonales	u	536
Goterón de chapa galvanizada	m	2.000
Membrana asfáltica	m ²	7500
Baranda de hierro galvanizado	m	2000
Tablestacas de acero	m ²	1.200
Excavación y retiro de suelos no aptos	m ³	13.440
Geomalla	m ²	15.665
Construcción de terraplén	m ³	16.200
Suelo vegetal y pasto	m ²	8.616
Cerco perimetral	m	1.000
Ensayos de perfilaje sónico para pilotes (CSL)	u	136
Prueba de carga del viaducto terminado	u	2
Desmonte del terraplén existente	m ³	70.144
Pintura general del viaducto	gl	1
Movilidad	gl	1
Estimación obra ferroviaria (falta discriminar por ítem)	m	3.600

Fuente: UIDIC, FI UNLP, 2014

Como síntesis de los valores anteriores cabe señalar que el desmonte del terraplén implica un movimiento de 70.150 m³ de tierra y balasto, equivalentes a 10.000 camiones y un precio estimado en \$ 10 a \$ 12 millones de pesos. Por su parte, se estima que costo total del proyecto ronde los \$ 360 millones y un tiempo de construcción de 22 meses.

En cuanto a la fabricación de premoldeados para la superestructura, es probable que la empresa constructora monte su propia planta dentro del predio de los talleres de la estación Tolosa, próxima al lugar donde vayan a prefabricarse las vigas. El transporte del hormigón para estos elementos quedaría circunscripto al interior del predio.

Por su parte, la construcción de los pilotes y dinteles requerirá el traslado de mixers que llegarán a la obra por el Boulevard 1, calculando un movimiento de 20 viajes diarios en los momentos pico. Seguramente habrá un período inicial en el que la empresa deberá comprar hormigón elaborado a alguno de los proveedores locales, hasta concluir el montaje de su planta.

Tabla 6. Síntesis del cronograma de acciones de obra

