



Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Buenos Aires



UTN.BA
ESCUELA DE
POSGRADO

**TESIS PARA LA MAESTRÍA EN PLANIFICACIÓN Y
GESTIÓN DE LA INGENIERÍA URBANA**

**“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS SOBRE CRITERIOS COMPATIBLES
DE EFICIENCIA Y SUSTENTABILIDAD PARA EL USO DEL ESPACIO
PÚBLICO EN LA NUEVA OBRA VIAL ‘PASEO DEL BAJO’, CIUDAD
AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES”**

MAESTRANDA: ING. YAEL ZAIDENKNOP

DIRECTOR: MG. SC. ING. JORGE KORNITZ

CABA, BUENOS AIRES – ENERO 2020

Las ciudades son un conjunto de muchas cosas: memorias, deseos, signos de un lenguaje; son lugares de trueque, como explican todos los libros de historia de la economía, pero estos trueques no lo son sólo de mercancías, son también trueques de palabras, de deseos, de recuerdos.

(Italo Calvino)

Sin las calles y los atardeceres de Buenos Aires no puede escribirse un tango.

(Jorge Luis Borges)

AGRADECIMIENTOS

A mi Tutor y Director Mg. Ing. Jorge Kornitz por su empuje y ayuda que desinteresadamente me dio a lo largo de este proceso (y su infinita paciencia).

A mi padre el Prof. Mg. Benito Zaidenknop, tutor de mi educación, mentor de mi formación cultural y compañero de mis elecciones profesionales. Por la pasión que tiene y contagia a quien tiene la fortuna de estar cerca.

A mi novio, Ing. Fernando Bértolo, colega y compañero de aventuras, por compartir este camino, elegir leer una y otra vez todos mis proyectos y trabajos; y siempre acompañarme.

A mi familia, de los más grandes a los más chiquitos, por aconsejarme siempre que siga estudiando y haciendo lo que me gusta.

Al equipo técnico de Autopistas Urbanas, de las Contratistas, de las Inspecciones y las Consultoras de la obra con los que trabajamos codo a codo durante toda la obra y resultó tan enriquecedor.

A todos aquellos quienes directa o indirectamente colaboraron en la elaboración de este trabajo, por su tiempo y esfuerzo.

A mis formadores, profesores y maestros, desde la Escuela Técnica ORT, la Universidad de Buenos Aires, la Universidad Tecnológica Nacional, al Consejo Profesional de Ingeniería Civil por brindar su casa para formarnos.

A mi *Alma Mater* la Facultad de Ingeniería de la Universidad Buenos Aires y a la Universidad Tecnológica Nacional que me permitió seguir formándome en mi profesión.

RESUMEN EJECUTIVO

La planificación global de la ciudad cambió de paradigma. Son tiempos de integración de las disciplinas que intervienen en la configuración del espacio público, espacio de encuentro, intercambio y desplazamientos; entre los urbanistas, los sociólogos, politólogos, ingenieros, arquitectos y todo aquel interesado en hacer de la Ciudad el mejor ámbito para vivir.

Esta tesis tendrá por objeto estudiar el proyecto del Paseo del Bajo (Buenos Aires, Argentina) como caso para analizar la eficiencia del uso del espacio público a partir de la construcción del corredor vial.

Se pretende poner en juego los factores que permiten estudiar detalladamente las intervenciones en el espacio y sus ventajas para la Ciudad, a partir de la necesidad vial de conexión de las autopistas urbanas.

Específicamente se realiza una comparación técnica entre la solución finalmente construida en el proyecto que consiste en la ejecución de puentes peatonales, vehiculares y sistemas de puntales; con una alternativa que contempla techar la totalidad de la trinchera.

Se indica cómo deja de ser ya una obra vial solamente para convertirse en un gran proyecto urbano con capacidad de mejorar más aspectos que no son solamente la conexión de carreteras, se establece la relación entre la obra vial urbana del Paseo del Bajo y la mejora sostenible en los niveles de la calidad de vida, de seguridad, de eficiencia del transporte, de la movilidad y de la estructura adoptada.

Palabras Clave: Ingeniería urbana, infraestructura, transporte vial, movilidad urbana, Paseo del Bajo, espacio público, sostenibilidad, seguridad, trinchera (cut & cover)

ABSTRACT

The global planning of the city changed its paradigm. These are times of integration of disciplines, among urban planners, sociologists, political scientists, engineers, architects and anyone interested in making the City the best place to live, all taking part in the configuration of the public space, meeting space, exchange and displacements.

This thesis goal is to detail a case of study, Paseo del Bajo (Buenos Aires, Argentina) to analyze the efficient use of public space from the construction of the corridor.

Factors which allow to study in detail the interventions in the space and its advantages for the City are reviewed, based on the need of connecting urban highways.

Specifically, a technical comparison is made between the solution finally adopted in the project; consisting of pedestrian and vehicular bridges together with struts and beams system; versus a solution that contemplates roofing in greater percentage or even in its trench entirety.

Road work must not longer be just that, it has to become an urban project with the capacity to improve more aspects than road connection only; establishing the relationship between the urban road work of the Paseo del Bajo and the sustainable improvement in the levels of the quality of life, safety, transport efficiency, mobility and adopted structure.

Key Words: Urban engineering, infrastructure, road transport, urban mobility, Paseo del Bajo, public space, sustainability, safety, trench (cut & cover).

CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| Capítulo 1: Introducción | 15 |
| 1.1. Generalidades | 15 |
| 1.2. Organización de la tesis | 18 |
| 1.3. Glosario: Definiciones técnicas | 20 |
| Capítulo 2: Fundamentación del tema | 23 |
| 2.1. El transporte y la ciudad | 24 |
| 2.2. Sostenibilidad | 24 |
| 2.3. Movilidad urbana..... | 25 |
| 2.4. Calidad de vida | 26 |
| 2.5. Espacio público | 27 |
| Capítulo 3: Formulación del problema | 29 |
| 3.1. Punto de partida (el diagnóstico) | 30 |
| 3.2. Puerto Madero y Paseo del Bajo..... | 34 |
| Capítulo 4: Marco normativo..... | 37 |
| 4.1. Transporte y conectividad en las ciudades | 37 |
| 4.2. Los costos de la movilidad | 40 |
| 4.3. Espacios urbanos de calidad ambiental | 41 |
| 4.4. Seguridad en las obras soterradas | 43 |
| 4.5. Sistemas estructurales de sostenimiento..... | 45 |
| Capítulo 5: Objetivo de la Tesis | 49 |
| 5.1. Objetivo principal | 49 |
| 5.2. Objetivos específicos | 49 |
| 5.3. Hipótesis | 50 |
| Capítulo 6: Descripción del proyecto Paseo del Bajo..... | 51 |
| 6.1. Descripción vial y puntos de conexión..... | 53 |
| 6.2. Espacio urbano | 58 |
| 6.3. Aspectos ambientales y urbanos..... | 60 |

| | |
|--|------------|
| 6.4. Conformación estructural | 60 |
| 6.5. La Trinchera | 62 |
| 6.6. Puentes vehiculares y peatonales | 70 |
| 6.7. Seguridad en traza | 76 |
| Capítulo 7: Presentación de alternativas y análisis de resultados | 85 |
| 7.1. Transporte y conectividad | 86 |
| 7.2. Movilidad | 87 |
| 7.3. Espacio público | 88 |
| 7.4. Sostenibilidad e Impacto ambiental | 88 |
| 7.5. Sistema estructural | 90 |
| 7.6. Seguridad de la traza | 91 |
| 7.7. La tercera alternativa | 95 |
| 7.8. Matriz de ponderación..... | 96 |
| Capítulo 8: Conclusiones y futuras líneas de investigación..... | 105 |
| 8.1. Futuras líneas de investigación..... | 107 |
| Capítulo 9: Referencias bibliográficas | 109 |
| Capítulo 10: Anexos | 115 |

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 2-1: Tetraedro fundamental de la planificación urbana sostenible | 25 |
| Figura 3-1: Plano Topográfico de la Ciudad de Buenos Aires elaborado por Bacle en 1830 (Fuente: Modelo Territorial)..... | 30 |
| Figura 3-2: Proyecto Puerto Madero (Fuente: Modelo Territorial) | 31 |
| Figura 3-3: Esquema de autopistas urbanas existentes (previo al Paseo del Bajo)..... | 32 |
| Figura 3-4: Estado de av. Huergo previo a la ejecución de la obra del Paseo del Bajo (Fuente Revista Carreteras N° 198 – Agosto 2010) | 33 |
| Figura 3-5: Sector de estacionamientos entre av. M. de Justo y av. Huergo | 34 |
| Figura 3-6: Corredor Ribereño bajo diques..... | 35 |
| Figura 3-7: Corredor Ribereño en viaducto elevado | 35 |
| Figura 4-1: Imagen de los 17 objetivos del desarrollo sostenible (ONU)..... | 38 |
| Figura 4-2: Render de la trinchera del Paseo del Bajo con sistema cut & cover | 47 |
| Figura 6-1: Esquema de traza del Paseo del Bajo (planimetría) | 53 |
| Figura 6-2: Distribuidor Sur | 54 |
| Figura 6-3: Distribuidor Sur en detalle en el acceso a Paseo del Bajo..... | 54 |
| Figura 6-4: Fotografía aérea del Distribuidor Sur | 55 |
| Figura 6-5: Distribuidor Retiro | 56 |
| Figura 6-6: Fotografía aérea del Distribuidor Retiro | 56 |
| Figura 6-7: Distribuidor Norte | 57 |
| Figura 6-8: Fotografía aérea del Distribuidor Norte | 58 |
| Figura 6-9: Espacio público en zona Eje Histórico | 59 |
| Figura 6-10: Conexión av. Huergo y av. Alicia M. de Justo. Eje histórico | 59 |
| Figura 6-11: Conformación estructural en Puerto Madero | 61 |
| Figura 6-12: Conformación estructural en zona portuaria | 62 |
| Figura 6-13: Imagen de la trinchera y sus elementos..... | 63 |

| | |
|---|----|
| Figura 6-14: Fotografía aérea de trinchera. Sectores abiertos y techados en puentes | 63 |
| Figura 6-15: Fotografía aérea de trinchera. Sectores abiertos y techados en puentes (en construcción)..... | 64 |
| Figura 6-16: Fotografía aérea de trinchera. Sector abierto con puntales (en construcción) | 64 |
| Figura 6-17: Izq.: Imagen de cuchara para excavación de muro colado. Der.: Armadura | 66 |
| Figura 6-18: Imagen de la construcción de viga de coronamiento | 67 |
| Figura 6-19: Esquema de distribución de anclajes en losa de subpresión (arriba: plano en planta, abajo: imagen en etapa constructiva) | 68 |
| Figura 6-20: Imagen de la construcción de la losa de subpresión | 69 |
| Figura 6-21: Imagen de la membrana de PVC bajo la losa de subpresión | 70 |
| Figura 6-22: Posición de los puentes viales en zona de trinchera, Tramo B | 71 |
| Figura 6-23: Posición de los puentes viales en zona de trinchera, Tramo C | 71 |
| Figura 6-24: Posición de los puentes peatonales en zona de trinchera, Tramo B..... | 72 |
| Figura 6-25: Posición de los puentes peatonales en zona de trinchera, Tramo C..... | 72 |
| Figura 6-26: Imagen aérea de la distribución de los puentes | 73 |
| Figura 6-27: Esquema de redes de servicios enterrados | 73 |
| Figura 6-28: Imagen de la cañería dentro de una de las vigas cajón (en construcción)..... | 74 |
| Figura 6-29: Corte transversal del puente de Av. Belgrano..... | 75 |
| Figura 6-30: Esquema en planta de ternas de alta tensión en puente de Av. Belgrano | 75 |
| Figura 6-31: Accesos viales para casos de emergencia | 77 |
| Figura 6-32: Detalle de barrera móvil en defensa central..... | 78 |
| Figura 6-33: Imagen del simulacro de emergencia (8 de mayo de 2019)..... | 79 |
| Figura 6-34: Imagen y esquema de salida de emergencia en corte..... | 80 |
| Figura 6-35: Imagen de salida de emergencia tipo “compuerta” | 81 |
| Figura 6-36: Sala de bombas del Paseo del Bajo | 82 |
| Figura 6-37: Esquema en corte de sumidero corta fuego..... | 82 |
| Figura 6-38: Imagen del revestimiento lateral en trinchera | 84 |

| | |
|--|----|
| Figura 7-1: Esquema del sistema de ventilación del túnel en vista transversal | 92 |
| Figura 7-2: Esquema del sistema de ventilación del túnel en vista longitudinal | 93 |
| Figura 7-3: Modelo de simulación de incidente, sector en trinchera | 93 |
| Figura 7-4: Diagrama de temperaturas ante incendio | 94 |
| Figura 7-5: Distribución de sectores abiertos y techados en proyecto ejecutado..... | 96 |

LISTADO DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 6-1: Distribuidor Sur | 54 |
| Tabla 6-2: Distribuidor Retiro..... | 56 |
| Tabla 6-3: Distribuidor Norte | 57 |
| Tabla 7-1: Ponderación del criterio de transporte y conectividad | 98 |
| Tabla 7-2: Ponderación del criterio de movilidad..... | 98 |
| Tabla 7-3: Ponderación del criterio del espacio público..... | 99 |
| Tabla 7-4: Ponderación del criterio de sostenibilidad..... | 100 |
| Tabla 7-5: Ponderación del criterio del sistema estructural | 100 |
| Tabla 7-6: Ponderación del criterio de la seguridad en la traza | 101 |
| Tabla 7-7: Indicadores | 102 |
| Tabla 7-8: Matriz de ponderación de escenarios | 103 |

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En su embocadura están situadas dos ciudades: Montevideo y Buenos Aires, cosechando hoy, alternativamente, las ventajas de su envidiable posición. Buenos Aires está llamada a ser, un día, la ciudad más gigantesca de ambas Américas. Bajo un clima benigno, señora de la navegación de cien ríos que fluyen a sus pies, reclinada muellemente sobre un inmenso territorio, y con trece provincias interiores que no conocen otra salida para sus productos, fuera ya la Babilonia americana, si el espíritu de la pampa no hubiese soplado sobre ella y si no ahogase en sus fuentes, el tributo de riqueza que los ríos y las provincias tienen que llevarla siempre. Ella sola, en la vasta extensión argentina, está en contacto con las naciones europeas; ella sola explota las ventajas del comercio extranjero; ella sola tiene poder y rentas.

(Domingo F. Sarmiento)

1.1. Generalidades

“Los proyectos de transporte urbano tienen un gran potencial para influir en la configuración y carácter del espacio público de nuestras ciudades” (Navarro, Galilea, Hidalgo Rocio, & Hurtubia, 2018).

¿Por qué las ciudades se configuraron como hoy se las conoce? Es que, en épocas medievales, la estructura urbana era otra. Basada en la ciudad compacta y amurallada, la población vive y trabaja en el mismo lugar o en lugares muy cercanos entre sí. Es decir que sólo se desplaza largas distancias aquel que se dedica al comercio, ya sea de bienes, como de servicios, que permite el intercambio de mercancías, o la atención del médico de una ciudad a otra.

Las movilizaciones son a pie en forma intencionada: las tropas de soldados, las procesiones y peregrinaciones.

Pero haciendo un salto muy grande en la historia, de cerca de 500 años, y remontándose a la modernidad, con la irrupción del “progreso” y la gran invención del motor de dos tiempos, las ciudades se reconfiguran de modo impensado para esa época, y se convierten en lo que hoy se denomina como la “ciudad industrial”. Las ciudades dejan de ser como se las conocía, para pasar

a ser grandes espacios con nuevas funciones adicionales: vivir, trabajar, recrearse y circular. La gran migración desde el campo genera nuevos pobladores urbanos. Así las necesidades de la ciudad mutan para convertirse en otras nuevas y más exigentes.

Los niños ya no están en sus casas con sus padres, que salen y se desplazan para trabajar, así que deben trasladarse también a la escuela. Se reconfigura la concepción de la familia, la vivienda y las funciones de cada una de ellas en la sociedad.

Los trabajos que fueron de “sol a sol” se pautan en jornadas laborales y en las movilizaciones de gente en forma colectiva para cumplirlas en horarios determinados.

Ya las personas no están solas. Ahora se construye el concepto del “bien común”, en el que aparece alguien a quien atender, entender y respetar, un prójimo, todo el que habita el mismo espacio. Las necesidades son colectivas y más fuertes que las individuales.

Entonces, los placeres de algunos que cuentan con su vehículo personal que tienen la posibilidad de moverse de un lado a otro, para tomar vacaciones, por ejemplo, más lejos que en el patio de su casa pasa a ser el deseo colectivo; lo desean todos, no sólo los pudientes, la población aspira a poder moverse y las ciudades más alejadas desean recibirlos como fuente de turismo. Surge así, la movilización por vehículos de tipo colectivo (un invento argentino que empezó transportando gente de Plaza de Mayo a Floresta en 1928 por 20 centavos). Los colectivos de pasajeros permiten así, transportar a las personas y se generan nuevas formas de trabajo y de comercio. La gente puede trabajar en sectores más alejados que el radio que le permitía alcanzar a pie o con su caballo. Se establecen los centros de comercio y las zonas de residencia.

El transporte adquiere un papel destacado en los ejes urbanos. Las avenidas se transforman en vías de circulación que le confieren carácter vital de organismo en funcionamiento.

La Ciudad de Buenos Aires, locación de esta tesis, tiene una historia por demás particular, fundada por primera vez en el año 1536 (por Don Pedro de Mendoza), y por razones políticas, económicas, religiosas y monárquicas, fundada por segunda vez en el año 1580 (por Juan de Garay).

Buenos Aires como aquella ciudad portuaria que permitía enriquecerse a quien allí habitara y sacara rédito del comercio, y a quien no, alcanzar un simple puesto de trabajo en una ciudad pujante y en pleno crecimiento, la París de América del Sur.

Los privilegiados del Siglo XVI vivían en San Telmo, que fue la zona de las residencias más aristocráticas, cercana al centro del mundo, a la conexión vía puerto con Europa, para desarrollarse a su imagen y semejanza.

Escenario que se mantuvo hasta que dejó de serlo con la llegada de la fiebre amarilla. Condición disruptiva que obligó a la ciudad a reconfigurarse (una vez más). Esos mismos pudientes (o los que sobrevivieron a la maldita peste) migraron a la zona alta de la ciudad, y dejaron aquel San Telmo enfermo para los más desfavorecidos.

La ciudad presente, así reacomodada, demanda caminos para moverse hacia las chacras y las quintas y por supuesto, nuevas medidas sanitarias para mitigar aquella epidemia, o aprender para no repetir.

Pequeño legado, las “condiciones disruptivas” obligan a las ciudades a moverse, a mutar, a regenerarse, independientemente de la época y la zona geográfica. Las catástrofes, el avance de la tecnología, los cambios culturales, todo esto tiene a las ciudades en constante alerta, pendientes de adaptarse a cada novedad.

Los planificadores (por fin son nombrados), a diferencia de etapas anteriores en las que alcanzaba con repetir la grilla en damero, toman el rol que la sociedad demanda: pensar la ciudad, dejar de crecer en forma aleatoria para organizarse y optimizar los recursos, el espacio, el tiempo, los servicios y el traslado, lo que convierte a un conjunto desorganizado de gente en una urbanización.

La urbanización, entonces, es la sumatoria de todos, pero no como la suma de las individualidades, sino como el bien común (“El todo es más que la suma de las partes”, Aristóteles).

Por eso, aparece un objetivo que se autoimponen los planificadores urbanos, que no se había considerado hasta ahora: alcanzar el “bien común”. En términos más precisos: el bien común es lo que a lo largo de esta tesis se denominará “calidad de vida”.

“La calidad de vida como propósito superior de las políticas públicas aparece asociada a la satisfacción del conjunto de necesidades que se relacionan con la existencia y el bienestar de los ciudadanos” (Leva, 2005).

Concretamente, esta introducción se propone acercar al lector al tema que la tesista tiene para estudiar en profundidad: la intervención urbana que implicó la construcción del proyecto corredor vial del Paseo del Bajo, situado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Obra requerida y analizada desde aquel denominado Corredor Ribereño en el año 1960, hasta estos días.

Actualmente, se considera que planificar las ciudades y organizarlas ya no es sólo un tema del planificador vial en lo que a transporte se refiere, sino que es un eje fundamental que contribuye a mejorar la calidad de vida de los habitantes, y requiere de una planificación estratégica, que

determine prioridades para la construcción de infraestructura de acuerdo con las necesidades insatisfechas y optimice los recursos existentes.

1.2. Organización de la tesis

La metodología adoptada para la elaboración de esta tesis es cualitativa, descriptiva y explicativa, aplicada al caso de estudio. Se definen las variables que se van a relacionar, mediante las interpretaciones de la tesista sobre el problema elegido y se analiza y profundiza en los fenómenos en estudio, sin hacer uso del análisis cuantitativo (en cifras); y así conseguir definir cabalmente el tema elegido. Caracterizar los conceptos que deben ser tenidos en cuenta al planificar grandes obras de infraestructura; y analizar alternativas a nivel cualitativo del uso eficiente del espacio urbano que se genera en superficie a partir de la ejecución del sector en trinchera en la obra del Paseo del Bajo.

En esta tesis se hace uso de información secundaria¹. Se adjunta la nota de respaldo del uso de la información, por parte de Autopistas Urbanas S. A., en el Anexo I.

Los propósitos del trabajo de tesis se materializan a través de la concreción de las siguientes tareas que se explican, se detallan y se enumeran a continuación.

Primeramente, se procede a la aplicación de técnicas de investigación documental; a un relevamiento, obtención y profundización en la investigación bibliográfica seleccionada que presenta y sintetiza el estado del arte del tema; donde se aplican técnicas de observación, a fin de comprender la interacción de los múltiples factores urbanos del escenario en cuestión.

En una segunda etapa, se explican los conceptos relevantes para la comprensión del punto de vista de la tesista, entre los que se destacan las definiciones de grandes obras de infraestructura y sus implicancias en la Ciudad, la sostenibilidad, la calidad de vida, entre otras (estas definiciones se encuentran en los próximos capítulos).

En una etapa posterior, se realiza el análisis del proyecto de estudio: Paseo del Bajo y su impacto en ciudad de emplazamiento, para comprender el impacto en la sostenibilidad y la calidad de vida de sus habitantes; mediante la definición de los criterios de estudio adoptados: el uso del espacio público, la movilidad, el transporte, la calidad ambiental, la seguridad y el sistema constructivo.

¹ Información primaria: basada en la toma de datos en forma primaria, a diferencia de la secundaria, que es aquella que ya se encuentra organizada y elaborada que puede ser producto del análisis de las fuentes primarias.

Con estas definiciones ya explicadas, se hace la presentación de una alternativa al diseño de los espacios que se proyectan sobre la trinchera a nivel de superficie; para finalmente hacer el análisis cualitativo y comparativo entre dichas distintas alternativas, mediante una matriz de ponderación.

Finalmente, se realiza la inferencia de las conclusiones y se esbozan futuras líneas de investigación.

La tesis está organizada en capítulos, cada uno de los cuales responde a los propósitos mencionados. De esa forma, resulta:

Capítulo 1: Introducción

En el presente capítulo se realiza una presentación del tema de la tesis, su organización y definiciones de los conceptos técnicos que se usarán a lo largo del documento.

Capítulo 2: Fundamentación del tema elegido

En este capítulo se plantea el tema en forma detallada. Para ello se trata la complejidad del problema y se reseñan los antecedentes respecto a los temas fundamentales, como ser el transporte, sostenibilidad, la movilidad y la calidad de vida y espacio público en la ciudad.

Capítulo 3: Formulación del problema

Se caracteriza el punto de partida de la problemática de circulación y movilidad.

Capítulo 4: Marco normativo

Se desarrollan las definiciones de los criterios y se los fundamenta: el transporte, la movilidad, la calidad ambiental, la seguridad y el sistema estructural y constructivo.

Capítulo 5: Objetivo de la tesis

Se explicita el objetivo principal y los objetivos específicos que de él se desprenden; y que permiten formular hipótesis sujetas a evaluación posterior.

Capítulo 6: Descripción del proyecto Paseo del Bajo

Se detallan los criterios fundamentales que rigen el proyecto que posibilitarán hacer un estudio de por lo menos una alternativa adicional a la solución adoptada que fue construida.

Capítulo 7: Presentación de alternativas y análisis de resultados

Se propone una alternativa adicional al diseño ejecutado y se las compara con criterios técnicos en lo que se refiere a las fortalezas y debilidades tanto del diseño ejecutado, como de su alternativa, mediante el uso de una matriz de ponderación.

Capítulo 8: Conclusiones y futuras líneas de investigación

Se presentan las conclusiones obtenidas y se hacen propuestas de continuidad, que eventualmente pueden derivar en recomendaciones.

Capítulo 9: Referencias bibliográficas

Capítulo 10: Anexos

1.3. Glosario: Definiciones técnicas²

Es imprescindible brindar algunos conceptos técnicos que son utilizados a lo largo del presente documento y que requieren ser comprendidos por el lector de forma específica en el marco de esta tesis. Se los destaca debido a la importancia que tienen en la definición del proyecto y de las relaciones que se hacen con el espacio público.

Obras de infraestructura: aquellas intervenciones que sirven de soporte para el desarrollo de servicios públicos. Se destacan las obras de tipo viales, hidráulicas, tendido de cañerías, entre otros. Su construcción suele ser de carácter público también, debido a los montos económicos que se comprometen para su ejecución.

Segregación del transporte: separación física de la circulación de los vehículos de determinada tipología respecto de otra. En este caso se utiliza para la separación de los vehículos pesados (camiones y ómnibus de larga distancia de transporte de pasajeros) y livianos (autos particulares, combis y colectivos urbanos). Dentro de la segregación se encuentran los carriles que se utilizan para flujo pasante, es decir que no se detienen y van de origen a destino; y los de flujo frentista, los que tienen la posibilidad de detenerse durante el camino.

Carril: sector por donde circulan los vehículos que resulta señalizado horizontalmente. Se suele utilizar el sistema de nomenclatura de tipo 2+2, 3+3 y 4+4, que representa la cantidad de carriles con una tipología singular. Por ejemplo: sentidos de circulación, 2+2 significa que existen dos carriles de circulación en cada sentido en la traza mencionada. Otro caso, es 2+2 en avenidas urbanas, donde se refiere a dos carriles frentistas y dos carriles pasantes, todos en el mismo sentido de circulación.

Par vial: denominado así el par que se conforma entre las avenidas A. M. de Justo y Huego-Madero, donde la primera tiene todos sus carriles sentido sur-norte y la segunda en sentido inverso. El par vial fue implementado durante la etapa de la construcción de la obra; previamente ambas

² Definiciones por orden de secuencia conceptual.

avenidas eran de doble mano. Esta configuración determinó el cambio de flujos de circulación de los vehículos, que incluye pares rotacionales de vinculación entre dichas avenidas, que son los puentes sobre la trinchera (será explicado en detalle en el Capítulo 6: Descripción del proyecto Paseo del Bajo. Ver página 51).

Vialidad urbana: fuera de la traza exclusiva del Paseo del Bajo, se encuentra la vialidad que es utilizada para los vehículos livianos a nivel de terreno natural, en el ejido urbano típico.

Napa freática: corresponde al agua acumulada en el terreno natural que proviene de los acuíferos contenidos en el mismo. En este caso, la presencia de la napa freática debido a la cercanía de la obra con el Río de la Plata, es elevado, con valores medios cercanos a los 2,50m por debajo del nivel de terreno natural.

Viaducto: sistema estructural elevado del nivel de terreno natural por donde circulan los vehículos a distinto nivel de la trama urbana.

Trinchera: acepción que viene de la trinchera militar, zanja utilizada para resguardarse y defenderse de ataques. En esta tesis, este término se utiliza como sistema estructural enterrado que permite la construcción de un corredor vial en su interior. Se caracteriza por una excavación a cielo abierto, denominada cut & cover (ver Figura 6-11).

Sustancias peligrosas: aquellas sustancias que pueden producir daños en caso de derrame en la traza. En este caso, que pudieran ser transportadas en vehículos pesados tipo camión de carga. Son las sustancias inflamables, tóxicas, patógenas, radiactivas, corrosivas, entre otras. Según el Decreto 779/95 en su anexo S, establece para el Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera, “las reglas y procedimientos para el transporte por carretera de mercancías que, siendo imprescindibles para la vida moderna, son consideradas peligrosas por presentar riesgos para la salud de las personas, la seguridad pública o para el medio ambiente. Esta catalogación de peligrosas se realiza de acuerdo a la Clasificación y Numeración enunciadas en las Recomendaciones para el Transporte de Mercancías Peligrosas de las Naciones Unidas y en el Listado de Mercancías Peligrosas aprobado en el ámbito del MERCOSUR - Acuerdo sobre Transporte de Mercancías Peligrosas y sus Anexos, que incluye los Códigos de Riesgo y las Cantidades Exentas por sustancia”.

Corredor vial: conjunción de varios de los conceptos mencionados. Es el sistema que se compone por la sumatoria de la traza principal (en trinchera o en viaducto), las arterias laterales, el espacio público, las veredas, bicisendas, puentes y toda otra intervención en la zona de afectación de la obra del Paseo del Bajo.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN DEL TEMA

*Dije ya de tu puerto, el segundo argentino,
por donde los cereales se procuran camino,
hecho como esperando que en días venturosos
a su lado le crezcan edificios colosos. (...)
a un paso del Atlántico, y al interior ligada
por ríos y por rieles, puerta privilegiada.
Primero te agrupaste sobre el río: no eras
Más que un montón de casas mirando las riberas,
Pero violento goce de crecer dióle guerra
Y, privándolo al río, te corriste en la tierra.
Hoy te integran palacios y, como tus hermanas,
A los siglos te ofreces dividida en manzanas. (...)
Un terreno baldío... un palacio... una casa...
Así creces sin orden, sin medida y sin tasa. (...)
Su adoquinado vientre surca una doble vía,
Y por igual camino te llena y te vacía.*

(Alfonsina Storni)

El primer paso para el diseño y la planificación de un proyecto es el diagnóstico; que incluye la descripción de las condiciones de borde; para luego, establecer una comparación con la situación deseada; y una vez elaborados ambos escenarios, proceder a la etapa de diseño que permitirá alcanzar el objetivo planteado. Es de destacada importancia el uso del suelo y del subsuelo (recurso escaso), previendo siempre el uso actual, el proyectado, el futuro y la posible expansión.

Este procedimiento es de vital aplicación en el planteo de planes que involucren la ejecución de obras de infraestructura, como es el caso de estudio de la presente tesis.

2.1. El transporte y la ciudad

El transporte es fundamental para las ciudades, en cuanto constituye el medio en que las personas se desplazan para satisfacer sus necesidades y llegar a sus destinos (Navarro, Galilea, Hidalgo Rocio, & Hurtubia, 2018).

Según Miralles-Guasch (2002), el transporte es un elemento necesario para el desarrollo de la ciudad moderna, sin el cual las ciudades no serían lo que son. No es posible pensar en ciudad separada del transporte. Son parte de una relación compleja entre personas, sus necesidades y los servicios que las vinculan (Navarro, Galilea, Hidalgo Rocio, & Hurtubia, 2018).

En la actualidad, se entiende que, en muchas partes del mundo, los sistemas de planificación urbana han cambiado muy poco, y han creado a menudo más problemas urbanos en lugar de funcionar como herramientas para la mejora humana y ambiental (ONU Hábitat, 2009).

Por este motivo, es necesario insistir en la planificación global de la ciudad, mediante la integración particularmente de las disciplinas que intervienen en la configuración del espacio público de la calle, espacio de encuentro, intercambio y desplazamientos (Navarro, Galilea, Hidalgo Rocio, & Hurtubia, 2018).

Son oportunas las palabras del Dr. Nicholas You: “La planificación integral con frecuencia sufre por la visión de sectores independientes por parte de jurisdicciones que compiten entre sí y la falla de los gobernantes por no ver la ciudad como una sola entidad” (Economist Intelligence Unit y patrocinado por Siemens, 2010).

2.2. Sostenibilidad

Se define “desarrollo sostenible” como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propios requerimientos.³ El desarrollo sostenible ha emergido como el principio rector para el progreso mundial a largo plazo. Consta de tres pilares que deben equilibrarse a fin de alcanzar la sostenibilidad buscada: el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del ambiente (Asamblea General de las Naciones Unidas). En este trabajo se considera al triángulo fundamental como la base de la planificación urbana sostenible, tal como se muestra en la Figura 2-1.

³ Nuestro futuro común (1987), Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.

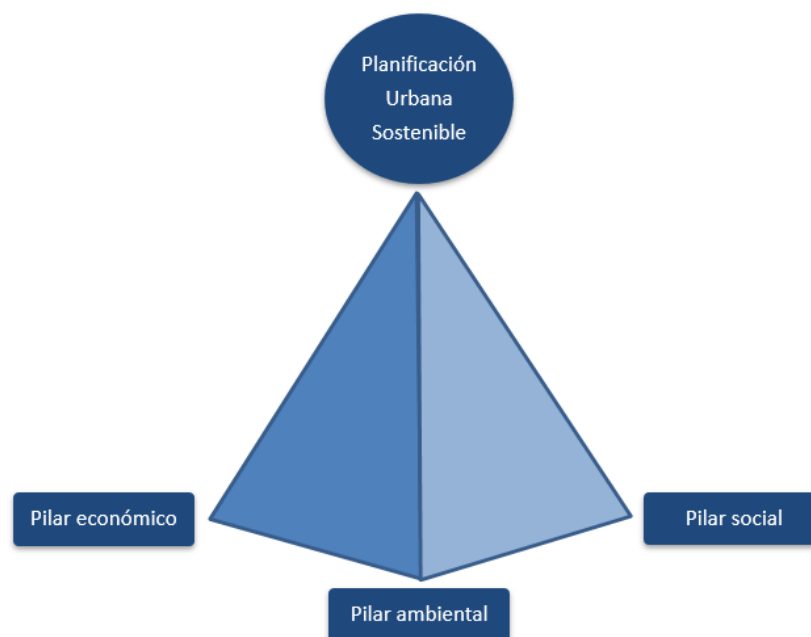


Figura 2-1: Tetraedro fundamental de la planificación urbana sostenible

Si la planificación urbana tiene este objetivo específico, entonces definir nuevos enfoques que integren soluciones de manera fluida debería estar en el centro de los intentos.

Varios de los autores referentes en materia de transporte y sostenibilidad, indican que, en esta línea, se piensa en transformar un concepto reduccionista, basado en el estudio casi excluyente de flujos vehiculares de tránsito y transporte, en uno más amplio referido a la movilidad (Herce Vallejo & Magrinyà, 2012).

2.3. Movilidad urbana

La movilidad urbana, como factor amplificador del concepto de transporte, es determinante tanto para la productividad económica de la ciudad como para la calidad de vida de sus ciudadanos y el acceso a servicios básicos de salud y educación.⁴

Lamentablemente, se pierde la visión integradora y se adoptan, en cambio, abordajes sesgados, planes producto de divorcios entre urbanistas por un lado y especialistas en flujos de transporte y autopistas por otro (Herce Vallejo & Magrinyà, 2012). Si este trabajo, logra clarificar un mensaje; éste es la importancia de una mirada de conjunto. Se busca entonces, una sinergia entre transporte, movilidad y gestión urbana. “La palabra gestión no es un capítulo de los libros

⁴ Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)

sobre gerenciamiento, es algo más que eso, es la interpelación y un llamado de atención a los ideólogos, de que las formas de organización y su eficacia son un asunto ineludible en lo que atañe a la política” (Abraham, 2012).

2.4. Calidad de vida

Para Aristóteles la democracia debería ser plenamente participativa y su meta debería ser buscar el bien común. Para lograrlo es menester asegurar una “relativa igualdad” para todos (Chomsky, 2001).

El hombre es el centro de estudio de la planificación urbana y su bienestar el objetivo primordial. La Ciudad es de, para y con sus habitantes. El planificador debe incluir al actor fundamental en la toma de las decisiones, pues el apoyo y aporte de los ciudadanos, permite a los planificadores promover diseños inclusivos, donde la gente acompaña el proceso de las obras y comprende el alcance y el futuro de las mismas, teniendo en cuenta que a veces las etapas constructivas son complejas y molestas, pero deben ser transitadas a fin de alcanzar el objetivo común.

El concepto “Calidad de vida” será utilizado desde la perspectiva urbana (Leva, 2005). Calidad ambiental urbana será entendida como: “Las condiciones óptimas que rigen el comportamiento del espacio habitable en términos de confort asociados a lo ecológico, biológico, económico productivo, socio-cultural, tipológico, tecnológico y estético en sus dimensiones espaciales. De esta manera, la calidad ambiental urbana es por extensión, producto de la interacción de estas variables para la conformación de un hábitat saludable, confortable, capaz de satisfacer los requerimientos básicos de sustentabilidad de la vida humana individual y en interacción social dentro del medio urbano” (Luengo, 1998).

En la misma línea, pero avanzando sobre el individuo, la calidad de vida urbana se refiere a la existencia de: “Unas condiciones óptimas que se conjugan y determinan sensaciones de confort en lo biológico y psicosocial dentro del espacio donde el hombre habita y actúa, las mismas en el ámbito de la ciudad están íntimamente vinculadas a un determinado grado de satisfacción de unos servicios y a la percepción del espacio habitable como sano, seguro y grato visualmente” (Pérez Maldonado, 1999).

En el sentido ambiental, las áreas verdes y el espacio público cumplen un rol importante en la calidad de vida de la población y dentro de la ecología urbana (Terraza, Rubio Blanco, & Vera, 2016).

Se percibe así, la importancia de una planificación estratégica integral. Particularmente este documento se focalizará en el proyecto del Paseo del Bajo, específicamente en el análisis de la intervención en el espacio urbano superficial generado.

2.5. Espacio público

“El espacio público es el componente esencial de una ciudad, en tanto es el principal espacio ambiental, por su función amortiguadora del espacio privado-construido y por la función de espacio principal de socialización y circulación” (Borja, 1998). Particularmente, los espacios verdes son una parte esencial del espacio público (Ministerio de Desarrollo Urbano, 2009).

El indicador de superficie de espacios verdes por habitante es un valor representativo de los parámetros que se pretenden estudiar. Por eso, se detallan a continuación, algunos valores a tener en cuenta.

La Organización Mundial de la Salud establece un mínimo y un ideal de espacios verdes en relación con la cantidad de población residente. El valor mínimo considerado es de 10 metros cuadrados por habitante (m^2/hab), mientras que el ideal es de $15 m^2/hab$. Si se tiene en cuenta la superficie verde actual de 1.129ha de la Ciudad de Buenos Aires (Ministerio de Desarrollo Urbano, 2009) y una población de 2.890.151 habitantes (Censo 2010), el valor actual es de $3,9m^2/hab$. Para el año 2060, se estima que la cantidad de habitantes ascenderá a 4.500.000, por lo que este valor, de no aumentar la superficie de espacios verdes, se reducirá a $2,5m^2/hab$.

El espacio público es un concepto jurídico: un espacio sometido a una regulación específica por parte de la Administración Pública, propietaria o que posee la facultad de dominio del suelo y que garantiza su accesibilidad a todos y fija las condiciones de su utilización y de instalación de actividades. El espacio público moderno proviene de la separación formal (legal) entre la propiedad privada urbana (expresada en el catastro y vinculada normalmente al derecho a edificar) y la propiedad pública (o dominio público por subrogación normativa o por adquisición de derecho mediante cesión) que normalmente supone reservar este suelo libre de construcciones (excepto equipamientos colectivos y servicios públicos) y cuyo destino son usos sociales característicos de la vida urbana (esparcimiento, actos colectivos, movilidad, actividades culturales y a veces comerciales, referentes simbólicos monumentales, entre otros) (Borja, 1998) .

Si se hace uso del Modelo Territorial como referencia, en los ejes del plan estratégico, se destaca la ciudad ambiental, mediante el cuidado del entorno como un activo cultural; ciudad productiva, creativa y de innovación, que atrae actividades sustentables y de alto valor agregado; la ciudad proyectual, que brinda un especial énfasis en reestructurar el planeamiento urbano para

lograr una ciudad más equilibrada, sustentable y de mejor calidad de vida; la ciudad segura; la ciudad metropolitana, que busca avanzar hacia una total interacción con la región, con la elaboración en conjunto de políticas tendientes a la solución de problemas comunes. Es necesario brindar especial atención a este punto que contempla el concepto de integración, donde un corredor vial es uno de los pilares para su cumplimiento (Ministerio de Planificación Federal, 2011).

CAPÍTULO 3: FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Pero lo peor del caso es que la culpa no es de los folletos de turismo. La ciudad tampoco se parece a sí misma y no se deja mostrar. Existen ciudades de belleza contundente y hasta chillona. Río de Janeiro, Venecia, Granada. Sus encantos son evidentes y no requieren mayor esfuerzo por parte del visitante. Buenos Aires no es así. Su hermosura hay que buscarla más profundamente, más allá de la chata geografía, de las calles siempre iguales, de los horripilantes rascacielos. Este hecho –apuntado por Sábato antes y mejor– puede aplicarse a todas las creaciones de los argentinos de la Pampa. La música: confidencial y recatada, inocente de marimbas. La literatura: austera, seca, tajante. Lejos de la facundia y el pintoresquismo de estos coloridos libros llenos de selva y de naturaleza, que uno no sabe si guardar en la biblioteca o en la heladera. La sobriedad y el estilo despojado son –parece– características de nuestra gente y de nuestro paisaje. No parecen atributos muy apropiados para atraer a los turistas, siempre ganosos de cascadas espectaculares, de mares cristalinos, de pájaros tropicales y de muchachas en oferta. (...)

(De Buenos Aires) Y si no les gusta, que se embromen. Que sigan sin conocernos. A nosotros nos quedará esta amada punta de rieles del mundo, que no se disfruta con los ojos, si no con el alma. Y a ellos les quedará el insospechado bochorno de haber estado en la ciudad más hondamente hermosa del universo sin haberlo sabido.

(Alejandro Dolina)

En esta Tesis, se analiza el corredor vial del Paseo del Bajo, como referencia del uso del recurso generado a partir de la construcción de la obra; y se plantean alternativas para el espacio generado sobre el sector de la trinchera a fin de aprovecharlo como nuevo espacio público ganado a la Ciudad; con la visión eficiente del uso del suelo urbano, desde un marco global de la movilidad, la calidad de vida, la sostenibilidad y el espacio público.

La segregación física de la obra vial respecto a la Ciudad es provechosa desde el aspecto ambiental, pues reduce también los niveles de contaminación visual, sonora y de polución. La

Ciudad de Buenos Aires, tiende a aumentar los espacios verdes con sus políticas de incorporación de espacios públicos. Pero, en esta tesis se intenta mostrar que en esta obra existía una alternativa que maximizaba este punto en particular, con la incorporación de espacios públicos (en línea con las recomendaciones internacionales de la ONU a las cuales la política local también adhiere), mediante la implementación de una trinchera techada en mayor porcentaje al aplicado o incluso en su totalidad.

En contrapartida a la hipótesis mencionada anteriormente, se buscará justificar la construcción de un sistema abierto de trinchera, que brinda permeabilidad entre el corredor exclusivo para transporte de vehículos pesados y los espacios públicos recreativos.

3.1. Punto de partida (el diagnóstico)

Como se puede ver en la Figura 3-1, la Ciudad originalmente no llegaba a abarcar la zona que actualmente es Puerto Madero. Ese sector era el Río de la Plata, como se muestra en la imagen que la línea final estaba a la altura de la Plaza de Mayo y ya luego el Río (1830). El proceso de crecimiento y de ganancia de terreno al Río, comenzó en el año 1872 con el muelle del que sería el Puerto de Buenos Aires y sus depósitos, para finalmente en 1989 empezar a conformar la urbanización de Puerto Madero, a partir de la firma del convenio entre el Ministerio de Obras y Servicios Públicos, el Ministerio del Interior y la Municipalidad de Buenos Aires, en el que acuerdan constituir la sociedad anónima denominada “Corporación Antiguo Puerto Madero S. A.” (ver Figura 3-2).

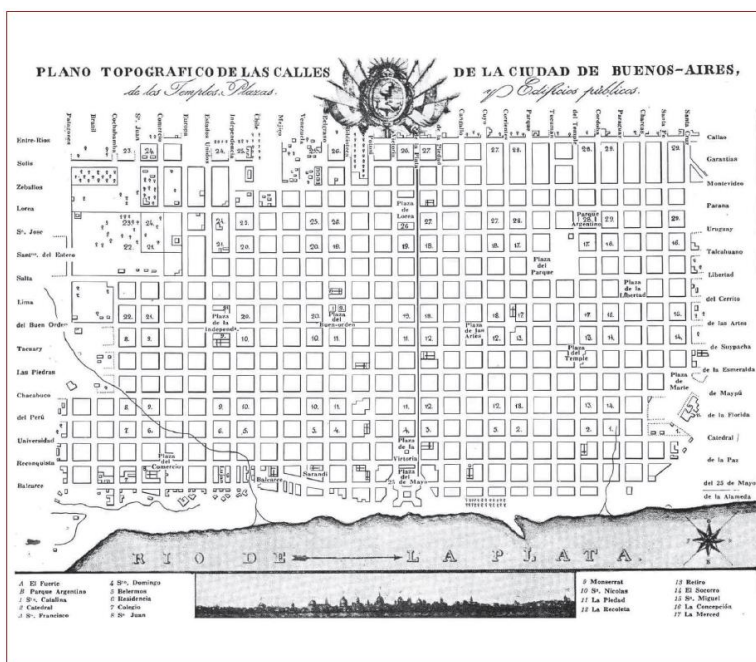


Figura 3-1: Plano Topográfico de la Ciudad de Buenos Aires elaborado por Bacle en 1830 (Fuente: Modelo Territorial)

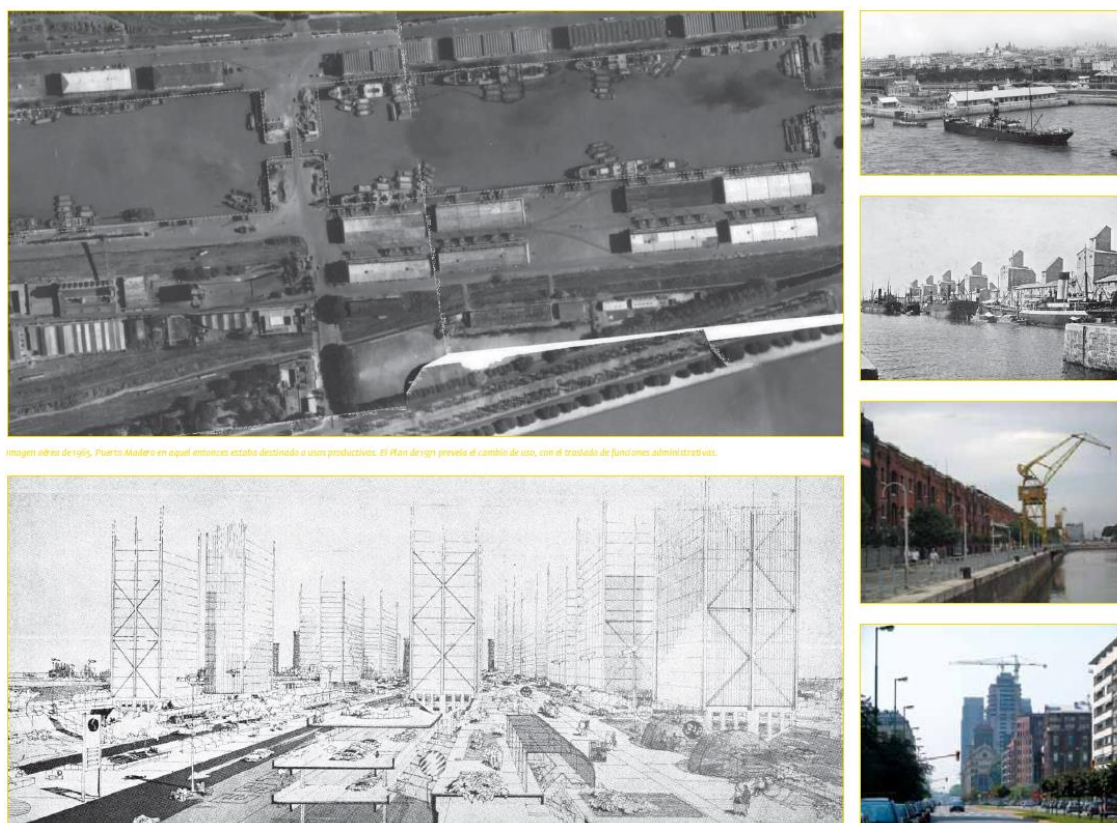


Figura 3-2: Proyecto Puerto Madero (Fuente: Modelo Territorial)

El emplazamiento de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires es de vital importancia para el comercio nacional e internacional, debido a la presencia del Puerto de Buenos Aires en su costa. Esto la ha posicionado como una ciudad clave en la región.

La Ciudad no contaba con el sistema de red vial necesario para dar soporte logístico al movimiento comercial del Puerto.

En este apartado se plasman los requerimientos que el Comitente (conjunto del gobierno de la Ciudad de Buenos Aires y del gobierno Nacional) planteó a los planificadores de la obra, a fin de comprender cuáles fueron las condiciones de borde del proyecto del Paseo del Bajo.

La conexión de las autopistas existentes: como se verá más adelante, la desconexión entre las trazas de las autopistas urbanas requería la ejecución de una obra vial que las vinculara, sin implicar el acceso de los vehículos a la trama urbana.

La generación de nuevos espacios públicos: contemplar un proyecto que sumara además a la zona espacios públicos y zonas verdes.

La seguridad: segregar los vehículos pesados de los livianos y proteger la circulación peatonal y la de los ciclistas.

3.1.1. Desconexión de accesos a la Ciudad

Se presenta el escenario reinante hasta 2015, de una desconexión vial entre el Norte y el Sur de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Surge la necesidad de plantear un proyecto de integración cuyo objetivo es la vinculación entre las Autopistas 25 de Mayo y Ricardo Balbín (Buenos Aires-La Plata), que confluyen en un nodo de vinculación a la altura de la Av. Brasil, al sudeste de la ciudad; con la Autopista Illia, que finaliza su traza en el área de Retiro, al noreste. En el esquema de la Figura 3-3 se puede ver la configuración de las trazas existentes marcadas en naranja.

La desconexión en el este de la Ciudad muestra la necesidad urbana de “cerrar” la circunvalación vial existente, con el objetivo principal de evitar el ingreso de los vehículos pesados pasantes al ejido urbano.

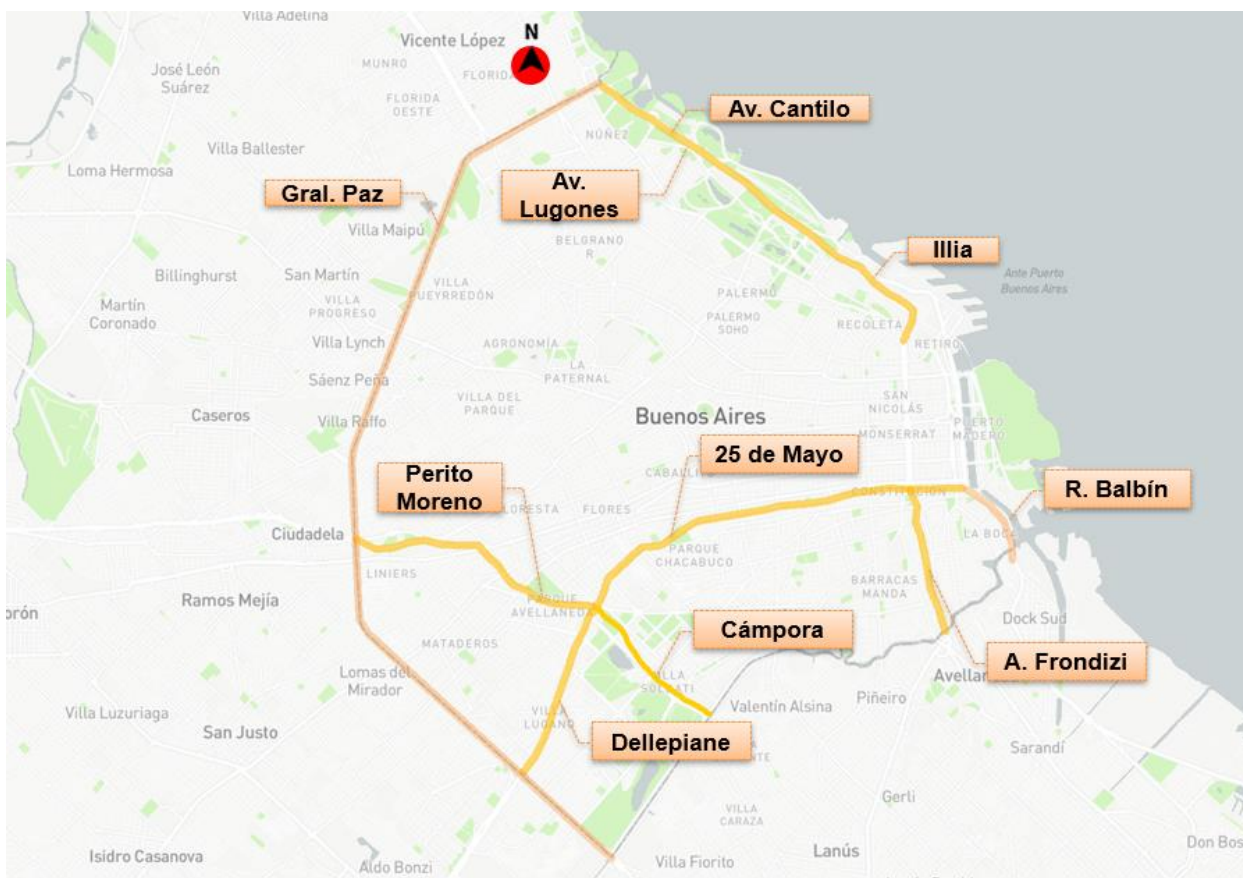


Figura 3-3: Esquema de autopistas urbanas existentes (previo al Paseo del Bajo)

3.1.2. Convivencia de tránsito de vehículos pesados y livianos

Se apreciaba la alta circulación de tránsito pesado y vehículos livianos pasantes y por el eje Madero-Huergo.

El uso mixto de las calles, tanto para los vehículos livianos, como para los pesados, traía múltiples inconvenientes en lo que se refiere a la transitabilidad, seguridad, sostenibilidad y a la calidad de vida, tal como se definió anteriormente.

Los automóviles y las motocicletas circulaban en convivencia con camiones (como se ve en la Figura 3-4). Principalmente, existía la afectación de los peatones en el cruce de las avenidas con la presencia de camiones y ómnibus, que, dado su porte en algunos casos, no alcanzaban a visualizarlos; fue causal de reiterados accidentes.

El sólo hecho de separar físicamente la circulación de los vehículos, significa una eficiencia en el consumo de energía y un aumento en el nivel de seguridad de la zona y sobre todo una descongestión vial (segregación del transporte).



Figura 3-4: Estado de av. Huergo previo a la ejecución de la obra del Paseo del Bajo (Fuente Revista Carreteras N° 198 – Agosto 2010)

3.1.3. Barrera urbanística

El área específica donde se desarrolla la traza se encontraba atravesada por una barrera urbanística, visual y circulatoria generada por el gran caudal de vehículos de tránsito pesado circulando a nivel en el eje Madero-Huergo. Esto, además, tenía una importante influencia en otros factores como las contaminaciones del aire y la acústica, la cantidad de accidentes, entre otros.

La barrera que se menciona era de gran impacto sobre todo en el flujo peatonal que buscaba atravesar transversalmente los ejes Huergo-Madero y A. M. de Justo.

A esta barrera vial se adicionaba la barrera física producida por los espacios de estacionamientos construidos entre ambas avenidas. A modo representativo, se pueden ver sombreados en la Figura 3-5 el sector de estacionamientos privados entre las calles Lavalle y Viamonte. Sin embargo, este problema se presentaba en todo el sector en estudio.



Figura 3-5: Sector de estacionamientos entre av. M. de Justo y av. Huergo

3.2. Puerto Madero y Paseo del Bajo

¿Qué motivó a pensar el proyecto llamado la “Autopista Ribereña” en la década de 1960?

La ciudad requería conectividad, primeramente, como ya se mencionó en lo que se refiere a transporte.

Existieron muchos proyectos desde dicha época hasta la actualidad, y se generaron múltiples alternativas de diseño.

A continuación, se muestran algunos ejemplos analizados antes de la selección del proyecto finalmente ejecutado, que proponían desde un único tramo en altura hasta una autopista en coincidencia con el río.

En la Figura 3-6, se muestra una de las alternativas mencionadas que planteaba un diseño bajo los diques de Puerto Madero.

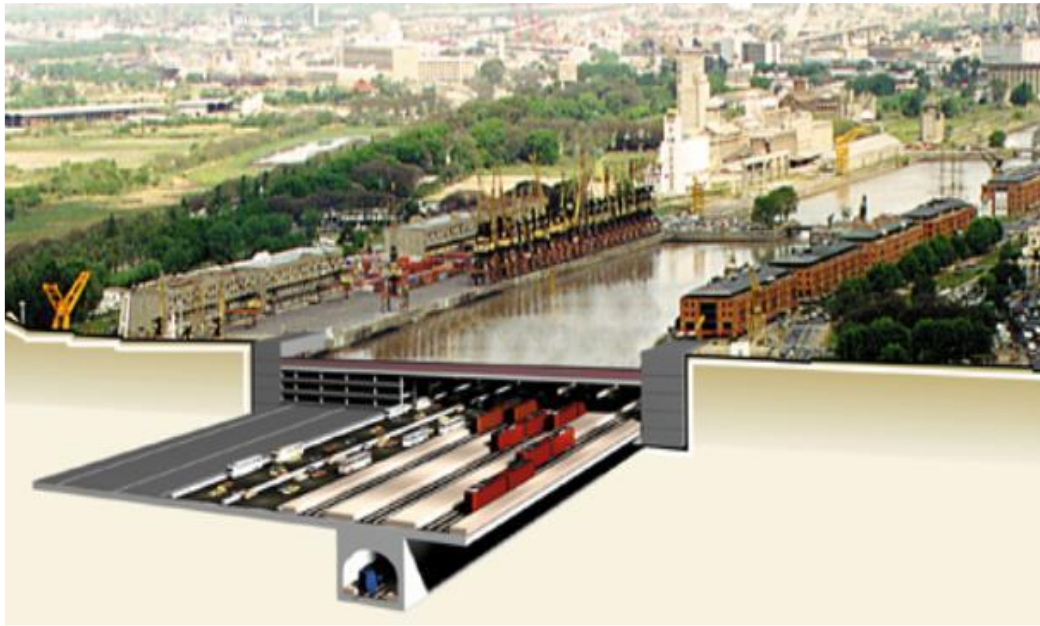


Figura 3-6: Corredor Ribereño bajo diques

En la Figura 3-7 se muestra otra de las alternativas emblemáticas del proyecto. Constaba de un viaducto entre las avenidas Alicia Moreau de Justo y Huergo, que dejaba espacios públicos cubiertos debajo de la estructura.



Figura 3-7: Corredor Ribereño en viaducto elevado

Finalmente, esta obra logra su concreción debido a que el Ministerio de Transporte de la Nación accede a un crédito que le permite dar curso al proyecto tantas veces postergado de la conexión de las autopistas al norte y al sur, avanzando con la construcción de la ya famosa Autopista Ribereña.

Así es que, se inicia el análisis de un proyecto que principalmente soluciona los más importantes problemas enumerados.

CAPÍTULO 4: MARCO NORMATIVO

De Buenos Aires tendría que decir muchas cosas... Que es mi vida, que es el tango, que es Gardel, que es la noche... Que es la mujer, el amigo... Tendría que decir muchas cosas y muchas no sabría cómo decirlas... Pero anote esto: agradezco haber nacido en Buenos Aires.

(Aníbal Troilo)

Las fuentes de información asociadas al Paseo del Bajo, son propias del proyecto, del cual, quien escribe ha formado parte, por lo que la información del diseño, proyecto y ejecución de la obra es fidedigna.

Se describen a continuación los ejes de estudio y análisis para establecer criterios de comparación de distintas alternativas de diseño del proyecto, que servirán para evaluar las bondades de cada de ellas en términos de fortalezas y debilidades.

Las alternativas que se compararán serán detalladas en el Capítulo 7: “Presentación de alternativas y análisis de resultados”, pero aquí se brinda el marco normativo que luego será aplicado para el análisis concreto.

Para esto, es necesario explicar algunos conceptos asociados a la tunelería, que servirán de herramienta de comparación y serán imprescindibles para el caso en que el Paseo del Bajo sea totalmente cubierto.

4.1. Transporte y conectividad en las ciudades

Se deben entender a las ciudades, como núcleos del proceso de urbanización. La existencia misma de una ciudad supone la aglomeración de hogares y puestos de trabajo que movilizan a las personas.

El 92% de la población de la República Argentina habita en ciudades (Censo Nacional de Población, hogares y Viviendas, 2010).

Los beneficios en términos de productividad y calidad de vida de las ciudades dependen del balance entre ganancias de aglomeración y costos de congestión (Jefatura de Gabinete de Ministros, Presidencia de la Nación, 2019).

Se hizo referencia oportunamente a la calidad de vida asociada a la sostenibilidad, pero en este apartado se hará foco en la accesibilidad; otro de los ejes principales para evaluar la calidad de vida en la ciudad. La accesibilidad se puede pensar desde la capacidad que tiene la ciudad de generar empleos, de atraer y formar trabajadores calificados, de dónde se ubican las zonas comerciales y las zonas residenciales en el territorio urbano y de cómo las personas pueden trasladarse dentro de él.

Merece una mención aparte la movilidad peatonal en la zona de intervención del proyecto motivo de la presente tesis, el sector específico de Puerto Madero y la zona de las inmediaciones de la Estación Terminal de Ómnibus de Retiro, que son espacios con gran flujo de personas. La movilidad peatonal está últimamente siendo una idea rectora de los proyectos en América Latina y especialmente en la Ciudad de Buenos Aires (entre los ejemplos más destacados está la peatonalización del Microcentro Porteño).

Un eje rector de estos conceptos es la agenda reelaborada en el año 2015, sobre los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) cuya meta aspira a ser alcanzada en el año 2030. En la Figura 4-1 se ven estos objetivos:



Figura 4-1: Imagen de los 17 objetivos del desarrollo sostenible (ONU)

En lo que compete a este estudio, se focalizará en los objetivos 9 y 11 asociados a la infraestructura y a las ciudades sostenibles:

Objetivo 9: “... se necesitan inversiones en infraestructura (*transporte*, regadío, energía, tecnología de la información y las comunicaciones). Estas son fundamentales para lograr un desarrollo sostenible, empoderar a las sociedades de numerosos países, fomentar una mayor estabilidad social y conseguir ciudades más resistentes al cambio climático.”

Los datos más destacables respecto a este objetivo que la ONU menciona son “La infraestructura básica, como las carreteras, las tecnologías de la información y la comunicación, el saneamiento, la energía eléctrica y el agua, sigue siendo escasa en muchos países en desarrollo”

En lo que se refiere a metas específicas, algunas son de plena aplicación a este caso: “De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.”

Objetivo 11: “... son muchos los problemas que existen para mantener ciudades de manera que se sigan generando empleos y siendo prósperas sin ejercer presión sobre la tierra y los recursos. Los problemas comunes de las ciudades son la *congestión*, la falta de fondos para prestar servicios básicos, la falta de políticas apropiadas en materia de tierras y vivienda y el deterioro de la infraestructura.”

Una de las metas asociadas a este objetivo, es prácticamente la idea rectora de este documento: “De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad.”

Esta meta se refiere a las mejoras requeridas en el transporte y sobre la seguridad vial. Con esta idea rectora, el proyecto pone al descubierto que la Ciudad tenía una deuda con la seguridad vial y que ya era hora de tomar cartas en el asunto.

La movilidad es una política de Estado relacionada con el uso del suelo, transporte y vivienda. La optimización del uso de suelo; y en este caso, del subsuelo, son la clave para darle el enfoque preciso al tema de estudio. La movilidad urbana determina la magnitud de las economías de aglomeración, así como la de los costos de congestión. La movilidad deficiente puede considerarse como una de las principales causas de los costos de congestión, del que forman parte el tráfico vehicular, la contaminación del ambiente, los accidentes viales y otros fenómenos que afectan negativamente el bienestar (Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), 2017).

Uno de los factores determinantes de la accesibilidad urbana es la oferta de infraestructura de servicios y particularmente de transporte, que indica cómo se mueven las personas y las mercancías, caso que afecta particularmente al tema de la presente tesis, dado que el Paseo del Bajo es un corredor vial exclusivo para transporte de cargas y pasajeros; su objetivo es el traslado comercial, que deja a la vialidad urbana exclusiva para vehículos particulares y transporte urbano de pasajeros, claramente también afectados positivamente.

4.2. Los costos de la movilidad

Si se hace referencia al costo de la movilidad, se infiere que se está hablando del gasto en dinero y del tiempo insumido en el viaje estudiado. Este costo corresponde al costo privado de cada persona que se moviliza, que incluye el vehículo y su mantenimiento, la amortización, el combustible, el seguro, entre otros varios costos contemplados en este factor.

Pero el costo total debe considerar además el “costo social del transporte”. Éste es el que incluye la congestión vial, y la contaminación urbana, temas que ya fueron mencionados.

Los costos, en este caso, son también los costos de la seguridad vial. En trazas segregadas, la circulación es ordenada y en este caso, los peatones no se cruzan con los camiones, lo que implica una disminución de ocurrencia de accidentes, y por lo tanto redundando en una disminución de los costos de la salud pública para la ciudad.

El transporte es una actividad no deseada en sí misma, por este motivo, se busca minimizar la cantidad de transporte producida o requerida para un cierto nivel dado de actividad económica. Este factor se minimiza al jugar con las variables que lo integran, el costo y el tiempo.

Congestión vial es por definición, el estudio de los costos marginales de circular, que se incrementan por las demoras, estrés, gastos por el funcionamiento y la contaminación que resulta de cada vehículo adicional añadido al flujo de tránsito.

“La congestión vial provoca pérdidas económicas como consecuencia del aumento en la cantidad de tiempo que la población dedica a los desplazamientos urbanos, de la suba de los costos del transporte y la distribución de bienes y servicios, y del incremento de la cantidad de contaminantes que emiten los vehículos motorizados” (Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), 2017).

4.3. Espacios urbanos de calidad ambiental

Las tendencias en lo que respecta a planificación vial urbana es priorizar el entorno asociado a la obra, que enmarca la intervención, no sólo en una obra vial, sino que se suman en el estudio la implicancia social que trae aparejada.

La calidad de vida de los ciudadanos es un tema sociológico, en el que no sólo los gobernantes y planificadores toman decisiones, sino que también se involucra al ciudadano común, que tiene voz para elegir los destinos de su ciudad mediante los sistemas de audiencia pública y consultas populares, muy habituales ya en la Ciudad de Buenos Aires (la Ciudad democrática).

La Ciudad de Buenos Aires tenía una deuda clara con la conexión vial del proyecto de estudio de esta tesis. Anteriormente los proyectos y alternativas que se tenían en estudio (y que algunos de ellos fueron reseñados anteriormente), no hacían mención del entorno urbano o cada uno contemplaba lo que creía conveniente, sin un lineamiento claro; que tomaban como único eje la problemática vial. En algunos casos se buscaba, al menos, que el impacto visual de la obra fuera menor, pero no se contemplaba como parte integral del proyecto, el efecto socio ambiental que la obra causa al entorno.

En etapa de ejecución de la obra, temas como el ruido en las obras de infraestructura es cada vez más un tema de estudio en la etapa de proyecto inicial. No es posible pensar este tema fuera del plazo de diseño y esperar a que los constructores lo tomen como un problema en la etapa de ejecución de la obra. Los planificadores de los proyectos deben tener en radar estos temas en la etapa de diseño, para incorporar las herramientas necesarias para minimizar el impacto que pudiera tener la obra en su entorno.

Ahora, en etapa de operación del proyecto, entre los ejemplos más destacados asociados a este tema, están los análisis de las zonas verdes que se utilizan como mantos absorbentes de agua de lluvia, de ruido y CO₂. Alternativas respecto al uso de materiales, en este caso en particular, el uso de pavimentos de textura abierta, o el más común, el uso de pantallas acústicas en corredores (como es el caso de las recientes obras inauguradas del Viaducto del Ferrocarril San Martín y el Viaducto del Ferrocarril Mitre). Otra alternativa es contemplar la colocación de revestimientos interiores con características absorbentes de sonido (usado en anfiteatros y grandes espacios con aglomeración de personas).

El impacto visual de una obra en su entorno también es una de las claves que se toman en cuenta en la actualidad. La sociedad espera que la obra cumpla su función y además contribuya estéticamente.

En el caso de este trabajo, mencionar obras en sistema de viaducto o en sistema soterrado es una diferencia que debe ser comprendida por el lector. En los casos en que los recursos lo permiten, las ciudades tienden a soterrar sus servicios y sistemas de transporte. Entre los ejemplos más destacables están todas las obras de infraestructura de las ciudades como Londres y Nueva York, donde la mayor conectividad está dada por los subtes; que son obras totalmente soterradas, que minimizan el impacto en la superficie, con accesos y sistemas de abastecimiento a la red.

La planificación urbana actual, en plena crisis de paradigma, tiene un enfoque en la implantación y acción de políticas a corto plazo. La ONU cuestiona este tema e indica que se debe pensar a la planificación con el objetivo de producir nuevas formas espaciales que surgen para dar respuesta a un crecimiento urbano sostenible (ONU Habitat, 2009).

Ante el crecimiento de las ciudades, y una búsqueda sustentable en relación con la calidad de vida de las personas, es menester integrar el espacio público, el transporte y el desarrollo urbano (Navarro, Galilea, Hidalgo Rocio, & Hurtubia, 2018).

En esta línea, las áreas verdes toman una relevancia especial en la configuración urbana. Sistemas de zonas verdes y espacios libres estructurantes de la vida urbana, adecuados en cantidad y calidad con los requerimientos sociales particularizados de cada emplazamiento, son los que permiten zonas ambientalmente saludables. Un nuevo planteamiento de la naturaleza en la ciudad requiere considerar la habitabilidad de los espacios libres, la continuidad de espacios verdes y la biodiversidad. Lo que se busca es tratar de ordenar y gestionar el suelo urbano como recurso valioso, único y de la manera más eficiente (Higueras Garcia, 2009).

La calidad de vida en las urbanizaciones está íntimamente relacionada con los espacios públicos recreativos que contienen. El espacio público es el lugar donde cualquier persona tiene el derecho de circular. Esta definición tiene por contracara a los espacios privados, donde el paso de las personas se encuentra restringido. La línea divisoria es una separación en su concepto jurídico, pero es, sobre todo, un punto de contacto entre lo público y lo privado. Fachadas y calles son dos caras de una misma moneda (Herce Vallejo & Magrinyà, 2012). Mediante redes de zonas verdes se mejora la conservación de la vida y la biodiversidad, los cinturones verdes y las avenidas verdes (parques lineales) pueden servir como corredores biológicos.⁵

⁵ FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación)

Es interesante tratar un indicador que está muy vigente actualmente: El Gas de Efecto Invernadero (GEI). Es por definición la suma de los componentes gaseosos de la atmósfera que absorben y emiten radiación infrarroja (tanto naturales, como antrópicos).

La teoría indica que el incremento de estos gases provoca aumento de la temperatura del planeta y modifica el clima. Es por esto que este indicador es vital para estudiar el impacto de las acciones humanas en su entorno.

4.4. Seguridad en las obras soterradas

En ciudades con su espacio urbano limitado, es un “deber” pensar y planificar los servicios subterráneos (Kolymbas, 2005).

Existen múltiples antecedentes de obras soterradas en sistema de túnel que han experimentado a lo largo de la historia incidentes de gran impacto en pérdidas de vidas humanas. Esto promueve un estudio continuo para la mejora de los proyectos, por ejemplo, con la actualización de la normativa que resulta cada vez más restrictiva respecto de las condiciones de diseño que deben contemplarse.

Se tratan a continuación los tópicos más relevantes en lo que a seguridad se refiere.

4.4.1. Ventilación

La ventilación forzada de los túneles cumple la principal función de permitir el ingreso de aire limpio y de renovar el aire viciado interior. Este procedimiento es vital sobre todo en caso de un incendio y gran acumulación de humo en el interior, donde circula el oxígeno y los usuarios pueden sufrir asfixia. Para materializar la ventilación, se suelen utilizar ventiladores, ubicados en la parte superior del túnel, que por su geometría consumen parte de la altura útil del interior, lo que implica construir una estructura de mayor envergadura, para alojar estos elementos.

Para el caso de este proyecto en particular debe contemplarse que en traza puede darse la colisión entre dos vehículos de transporte con carga peligrosa; por ejemplo, camiones de transporte de combustible. Según el modelo de propagación de humo (realizado en etapa de diseño del proyecto del Paseo del Bajo), se estima una carga de 200 MW (Killinger & Rimauro, 2019). Este tema será detallado en el apartado 7.6: Seguridad de la traza.

4.4.2. Salidas de emergencia

Deben contemplarse salidas seguras para las personas que se encuentran en el interior de una infraestructura soterrada. La valorización de las vidas es un condicionante tanto para el diseño de las trazas de transporte, como para el diseño de sus dimensiones mínimas, a fin de asegurar una

correcta evacuación de las personas en caso de emergencia. Los lineamientos generales están dados por la normativa de referencia norteamericana que es de amplia aplicación en la Argentina (National Fire Protection Association NFPA), porque aún no contamos localmente con normas de cumplimiento obligatorio para obras con estas condiciones.

4.4.3. Sistemas contra incendio

El diseño está basado en las recomendaciones emitidas por la NFPA, por carecer de normativa local específica, para casos como éste.

Entre las recomendaciones, que son múltiples, se destaca la NFPA130, que explica detalladamente los requerimientos de diseño que deben ser tenidos en cuenta para la protección contra un incendio en vías para pasajeros soterradas.

Además, se menciona con especial cuidado la recomendación NFPA30, que brinda los lineamientos para el diseño contra incendio de los espacios sometidos a uso de sustancias peligrosas específicamente; tema que debe ser tenido en cuenta en este caso, dado que parte de los vehículos que circulan por la traza del Paseo del Bajo, transportan sustancias de ese tipo.

Si bien los accidentes en túneles son poco frecuentes, en el caso de ocurrencia, el daño puede llegar a ser muy grave, tanto para las personas, como para la economía del transporte (PIARC Technical Committee, 2009).

4.4.4. Ejemplos

Se citan a continuación ejemplos de conocimiento público que brindan un aprendizaje respecto a los siniestros en túneles.

El primer ejemplo relevante es el del túnel del Mont Blanc (que une Francia con Italia), tiene casi 12 kilómetros de longitud y es un único túnel. Se produjo un incendio en el año 1999, que causó 39 muertos. El accidente se originó a partir del incendio de un vehículo, en el que el conductor se bajó al prenderse fuego y dejó abandonado en la traza incendiándose. Se sucedieron eventos que agravaron el incidente: el accionamiento del sistema de emergencia se demoró, lo que originó que más vehículos siguieran ingresando al túnel, sin salida posible; no se accionaron los sistemas de ventilación oportunamente; y los refugios para las personas, que funcionaron correctamente, no tenían salida segura al exterior, por lo que las personas que lograron llegar a ellos quedaron atrapadas.

Otro ejemplo relevante se corresponde con el proyecto de San Gotardo (Suiza) de 17 kilómetros de longitud con un único túnel (a la fecha del siniestro), donde en el año 2001 se produjo un accidente entre dos camiones, uno de ellos cargado con neumáticos, que chocaron entre sí. Se

generó una gran nube tóxica. Los refugios de seguridad funcionaron correctamente y por eso se estima que la cantidad de personas evacuadas fue elevada, que deja como aprendizaje la experiencia recién mencionada del túnel de Mont Blanc. La cantidad de muertos fue de 11⁶.

Estos ejemplos son mencionados a fin de comprender que las obras deben contemplar los costos asociados a un sistema de detección y de protección contra incidentes, con procedimientos de operación en caso de emergencias que pueden llegar a ser muy complejos. Sirven, además, lamentablemente, como aprendizaje y de ellos debe tomarse el estudio para no repetir condiciones desfavorables. Deben proporcionarse criterios de diseño y construcción seguros para nuevos túneles, y reorganizar la administración y la configuración de los túneles en servicio, y proporcionar al administrador del mismo las herramientas de seguridad adecuadas para la toma de decisiones, que permite hacer un seguimiento del estado de seguridad y garantizar siempre la información y mejores comunicaciones con los usuarios del túnel (PIARC Technical Committee, 2009).

4.5. Sistemas estructurales de sostenimiento

Los sistemas más utilizados en la Ciudad de Buenos Aires para la construcción de túneles son lo que se mencionan y se explican a continuación.

4.5.1. Sistema de tuneladora Tunnel Boring Machine (TBM)

Una máquina de escudo frontal perfora dentro del suelo y en su avance va colocando las dovelas que conforman los anillos del revestimiento del túnel. Su progreso se da a partir del empuje contra el túnel ya ejecutado, que se usa como punto fijo. Es de amplia aplicación en túneles profundos, con tapadas (altura del suelo sobre la parte superior del túnel) que superan al menos 2 veces el diámetro del conducto. Tiene algunas limitantes respecto a los radios de curvatura (radio de la curva en planta o en elevación) que pueden lograrse. El diámetro de excavación prácticamente ya no es un problema, dado que las máquinas son cada vez de mayor envergadura.

Este sistema requiere de la fabricación de la máquina, que suele ser a medida del proyecto, el escudo frontal, que depende del tipo de suelo a perforar, la planta de fabricación de las piezas prefabricadas (dovelas) que permiten hacer el revestimiento del túnel y toda la logística asociada al abastecimiento de los productos y a la salida del producto de la excavación.

⁶ World Road Association (PIARC): <https://tunnels.piarc.org/es/aspectos-generales-seguridad/experiencia-de-los-accidentes>

4.5.2. Sistema de pipe jacking

Es un sistema de excavación con máquina que empuja tramos de túnel por hincado en el suelo.

El uso es similar al mencionado anteriormente, que depende de temas logísticos, geotécnicos y del diámetro y extensión de los conductos a ejecutar, para poder optar por uno u otro sistema, entre otros puntos destacables.

4.5.3. Sistema de tunnel liner

Es un sistema de excavación por tramos con la inmediata colocación de un revestimiento provisorio metálico constituido por chapas corrugadas que conforman anillos. De ser necesario, podrá ir revestido interiormente. El uso más característico es para tendido de servicios de infraestructura, como cloacas y gas.

Como en los casos anteriores, requiere del abastecimiento de las secciones metálicas, la logística de traslado de material, tanto el que se quita, como el que debe ser colocado.

Es de destacar que el uso de los tres sistemas recién explicados es ideal en lo que respecta a casos en los que se deba pasar por debajo de estructuras existentes, y así evitar la obstrucción de las mismas. De esta forma, la superficie no se ve afectada por el paso del túnel por debajo, así la intervención en superficie es mínima y sólo se requiere de los espacios de obradores y fábricas, que pueden estar ubicados más alejados de ser necesario; y la ocupación en superficie de las cabeceras del túnel para introducir y retirar material.

4.5.4. Sistema de excavación manual en caverna

Se avanza con la construcción del túnel mediante un proceso de excavación manual o con pequeña maquinaria, que permite quitar el suelo e ir completando el revestimiento; lo que habilita a seguir avanzando con el siguiente tramo de excavación.

El sistema logístico de provisión de insumos y retiro de material es similar a los mencionados anteriormente.

4.5.5. Sistema cut & cover

Es el procedimiento de construcción más típicamente utilizado en los túneles superficiales. Se excava desde la superficie a cielo abierto y luego se cubren los sectores que quedarán techados. De ser necesario, puede alterarse la forma interior con un sistema de falso túnel. En la Figura 4-2 se ve cómo es este sistema.

El uso de este sistema es ideal en casos en los que las tapadas son muy pequeñas, es decir, en los casos en los que la excavación no es profunda (Kirkland, Flatley, Kelly, Halawa, & Rizkalla, 2014).

Este sistema tiene una ocupación superficial en la zona de avance de la construcción, pues se ejecuta desde la superficie. Requiere de la maquinaria para la ejecución de la estructura (cuchara para la excavación de los muros laterales, maquinaria para excavación del relleno, camiones para su movilización) en cada sector de avance.

En conclusión, el sistema de excavación a cielo abierto y luego la construcción de la parte superior es el que se aplicó para la construcción de la trinchera del Paseo del Bajo.



Figura 4-2: Render de la trinchera del Paseo del Bajo con sistema cut & cover

CAPÍTULO 5: OBJETIVO DE LA TESIS

*Mi Buenos Aires querido,
cuando yo te vuelva a ver,
no habrá más penas ni olvido. (...)*

*Mi Buenos Aires, tierra florida
donde mi vida terminaré.*

*Bajo tu amparo no hay desengaños,
vuelan los años, se olvida el dolor.*

(Letra de Alfredo Le Pera y Música de Carlos Gardel)

5.1. Objetivo principal

Identificar y analizar el espacio urbano en superficie generado a partir de la construcción de la trinchera del Paseo del Bajo, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, para comparar urbanística y técnicamente la solución adoptada en el proyecto que consistió en la ejecución de puentes peatonales, vehiculares y sistemas de puntales; con una solución que contempla techar la totalidad la trinchera (o un mayor porcentaje que el construido).⁷

5.2. Objetivos específicos

- Establecer cuál de las alternativas es más eficiente desde el punto de vista del sistema de transporte y el diseño vial, en lo que respecta a que su traza cuente con menores cambios de pendiente, ya sean horizontales y/o verticales.
- Comparar y definir cuál de las alternativas prevalece en el aspecto de la movilidad, mediante las posibles conectividades que pueden generarse en un modelo o en el otro.

⁷ Se destaca que se tratarán exclusivamente los espacios en la zona sobre el corredor vial y no se contemplarán los espacios urbanos aledaños que pertenecen a otros proyectos cuya superficie es aún mayor. Para no abarcar un área que escapa al alcance de esta tesis, se limitará solamente a los espacios generados a partir de la ejecución de la obra vial para determinar la relación entre la obra vial urbana del Paseo del Bajo y la mejora sustentable en los niveles de la calidad de vida.

- Concluir cuál es la alternativa que genera la mayor ganancia de superficies de espacios públicos de calidad, entre los que se destacan espacios verdes.
- Demostrar en cuál de las alternativas propuestas el sistema estructural y constructivo genera un consumo menor de materiales, mano de obra y de plazos, considerando que ambas opciones cumplen el resto de las funciones indicadas.
- Deducir cuál de las alternativas propuestas es más eficiente desde el punto de vista de la seguridad y la protección acústica en las obras soterradas.⁸

5.3. Hipótesis

¿El techado parcial de la trinchera de la obra vial del Paseo del Bajo no maximiza el uso eficiente (y sustentable) del espacio público superficial, tal como fue construido?

Con el programa de necesidades presente y con el fin de satisfacer los requerimientos del Comitente, se proponen alternativas de diseño del espacio superficial sobre la trinchera, que cumplen estas condiciones mencionadas, que son a su vez las condiciones de borde del problema.

El planificador urbano tiene la importante tarea de diseñar el proyecto que satisface estos requerimientos y son el punto de partida del diseño, además de contemplar los criterios urbanísticos que ya fueron explicados a lo largo del presente documento.

La conjunción de los puntos mencionados brinda al proyecto la eficiencia que la Ciudad espera obtener y su población demanda.

⁸ Esta tesis pretende generar un conocimiento de las distintas alternativas posibles del uso del espacio y su optimización, al ejecutar obras de infraestructura en las ciudades; cómo optimizar el uso del terreno donde se vayan a implantar futuras obras de infraestructura, y tener en cuenta que suelen ser promovidas por organismos públicos, quienes serán los posibles beneficiarios de los resultados que pudieran desprenderse de esta tesis. Finalmente, satisfacer las necesidades de toda la población.

CAPÍTULO 6: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO PASEO DEL BAJO

Para un ciego, de esos ciegos que tienen las orejas y los ojos bien abiertos inútilmente, nada hay para ver en Buenos Aires, pero, en cambio, ¡qué grandes, qué llenas de novedades están las calles de la ciudad para un soñador irónico y un poco despierto! ¡Cuántos dramas escondidos en las siniestras casas de departamentos! ¡Cuántas historias crueles en los semblantes de ciertas mujeres que pasan! ¡Cuánta canallada en otras caras! (...)

Más aún: he llegado a la conclusión de que aquél que no encuentra todo el universo encerrado en las calles de su ciudad, no encontrará una calle original en ninguna de las ciudades del mundo. Y no las encontrará, porque el ciego en Buenos Aires es ciego en Madrid o Calcuta...

(Roberto Arlt)

El proyecto se concibió con el fin de alcanzar lo solicitado en el programa de necesidades e impuesto por el Comitente. Se buscó resolver la problemática que ya se mencionó en el Capítulo 3: “Formulación del problema”, mediante la concreción de las siguientes premisas:

Conectividad:

- Generar la conectividad Norte-Sur entre las trazas de las autopistas existentes.
- Promover la movilidad regional e integración de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires con el Área Metropolitana.
- Lograr la integración de las autopistas 25 de Mayo; Ricardo Balbín (Buenos Aires-La Plata) e Illia con el acceso al Puerto de Buenos Aires y la Estación Terminal de Ómnibus de Retiro.

Descongestión:

- Agilizar la circulación vehicular Sur-Norte/Norte-Sur para el tránsito general.
- Eliminar el tránsito pesado del eje de las avenidas Madero-Huergo.
- Promover la separación modal entre el transporte liviano y el pesado.

Desarrollo urbano sostenible:

- Lograr un desarrollo armónico del área portuaria y su entorno.
- Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero y los ruidos.
- Mejorar la seguridad vial.
- Reducir los costos logísticos asociados al comercio exterior y al abastecimiento interno.

El Paseo del Bajo se conforma por un corredor de vinculación del Norte con el Sur en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

La obra materializa una vía preferencial central a distinto nivel para el tránsito pesado, que permite segregar estos vehículos del tránsito general.

A su vez, plantea un reordenamiento de la red vial en torno al nuevo corredor, con la modificación de la lógica de las avenidas con doble sentido circulatorio, para la constitución de un par vial, donde cada una de dichas vialidades tiene sentido único.

Con el reordenamiento vehicular, las avenidas Huergo y Madero adquieren sentido Norte-Sur, y la avenida Alicia Moreau de Justo, Sur-Norte; y se mantienen como calles laterales al Paseo del Bajo y exclusivas para tránsito liviano y transporte público urbano de pasajeros.

Las calles mencionadas se vinculan por medio de cruces transversales que se ubican sobre la traza en trinchera mediante puentes y permiten conectar perpendicularmente los dos sectores de la Ciudad, a ambos lados del corredor.

La obra permite también vincular, además de las cabeceras, directamente con la Red vial al Puerto de Buenos Aires y a la Estación Terminal de Ómnibus de Retiro.

La longitud de la traza es de 7,1 kilómetros de corredor bidireccional, a lo que se suman las ramas de vinculación, como puede observarse en la Figura 6-1 donde se muestra un esquema general de la traza de la denominada obra Paseo del Bajo.

El proyecto inició su etapa de licitación en el año 2016 con su ingeniería de anteproyecto. En la segunda mitad del año 2016 se adjudicaron las obras y se trabajó en la etapa de ingeniería de detalle. En diciembre de 2017 se iniciaron las obras en campo, la construcción propiamente dicha; y se finalizó su obra principal en mayo de 2019, con la apertura al uso público.

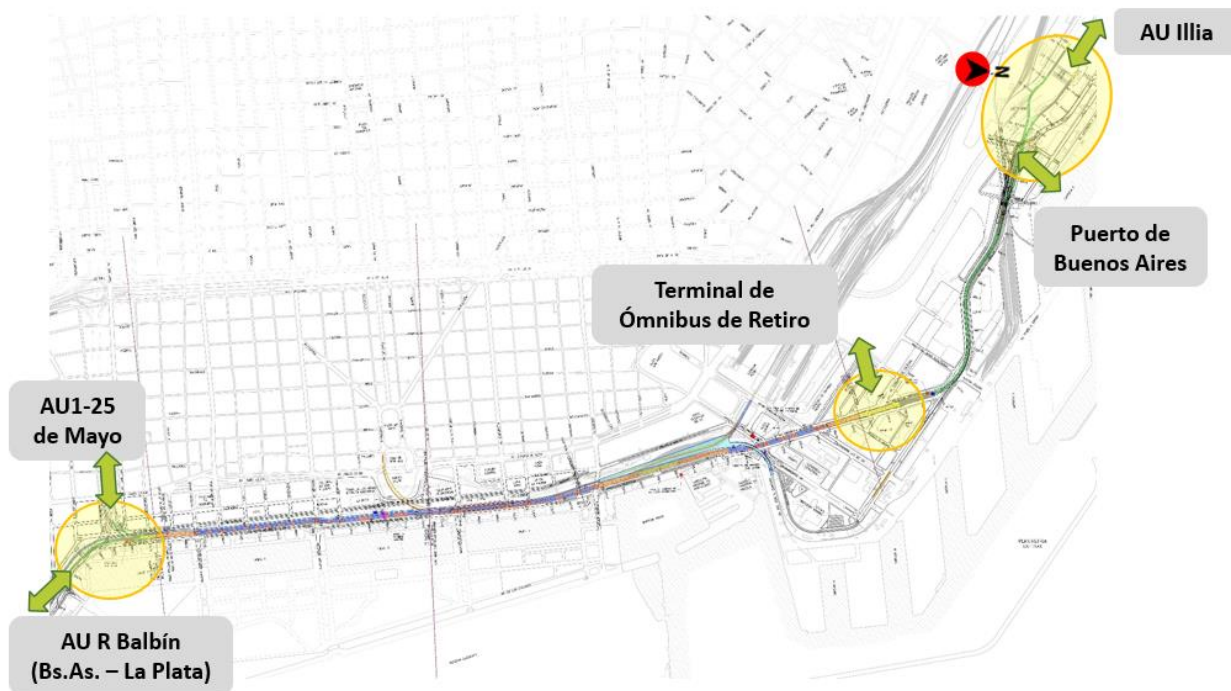


Figura 6-1: Esquema de traza del Paseo del Bajo (planimetría)

6.1. Descripción vial y puntos de conexión

El distribuidor sur es el empalme de las autopistas Buenos Aires La Plata y 25 de Mayo. Se completa con los siguientes movimientos que se detallan en la Tabla 6-1 y en la Figura 6-2 y la Figura 6-3:

- 1) Conexión Au. Buenos Aires La Plata con Au. 25 de Mayo; y Conexión Au. 25 de Mayo con Au. Buenos Aires la Plata.
- 2) Bajada en Km 4 de la Au. Buenos Aires La Plata para vehículos livianos y transporte urbano hacia Av. Huergo; y Subida a Au. Buenos Aires La Plata desde Av. Huergo.
- 3) Reconfiguración de la bajada de la Au. 25 de Mayo (ex bajada de pesados) hacia Av. Huergo y conexión con Azopardo; y reconfiguración de la subida a Au. 25 de Mayo desde la Av. Huergo.
- 4) Conexión Au. Buenos Aires la Plata con Paseo del Bajo (Ramas troncales)
- 5) Conexión Au. 25 de Mayo con Paseo del Bajo. Rama S1 que brinda la Conexión hacia el Norte: Empalme Au. 25 de Mayo hacia Paseo del Bajo; y Rama S2 que brinda la Conexión hacia el Oeste. Empalme con Au. 25 de Mayo.
- 6) Conexión a nivel con Alicia Moreau de Justo y Av. Huergo para emergencia. Ramas S3 y S4.

Tabla 6-1: Distribuidor Sur

| Rama | Desde | Hacia | Sentido | Función |
|-----------|----------------------------|-----------------------|---------|----------------------|
| Principal | AU Bs. As. – La Plata | Paseo del Bajo | Norte | Vinculación |
| Principal | Paseo del Bajo | AU Bs. As. – La Plata | Sur | Vinculación |
| S1 | AU1 - 25 de Mayo | Paseo del Bajo | Norte | Vinculación |
| S2 | Paseo del Bajo | AU1 - 25 de Mayo | Sur | Vinculación |
| S3 | Av. Alicia Moreau de Justo | Paseo del Bajo | Norte | Acceso de Emergencia |
| S4 | Paseo del Bajo | Av. Ing Huergo | Sur | Acceso de Emergencia |

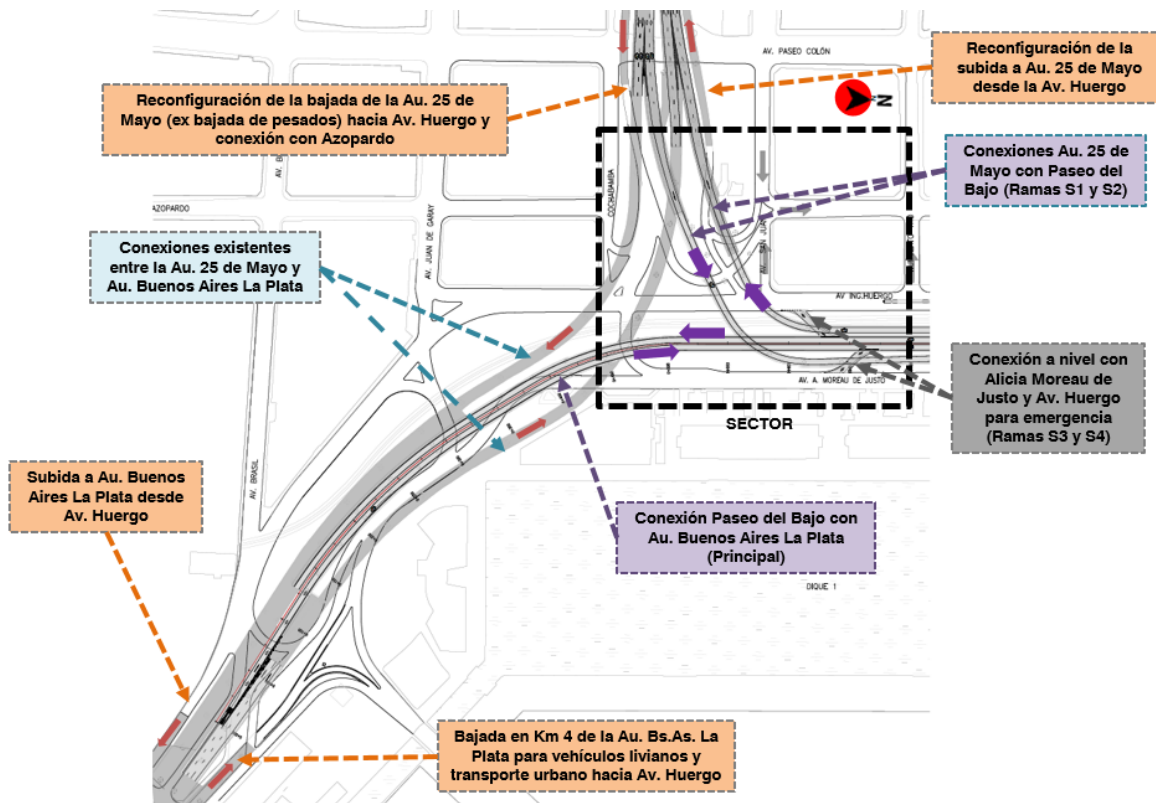


Figura 6-2: Distribuidor Sur

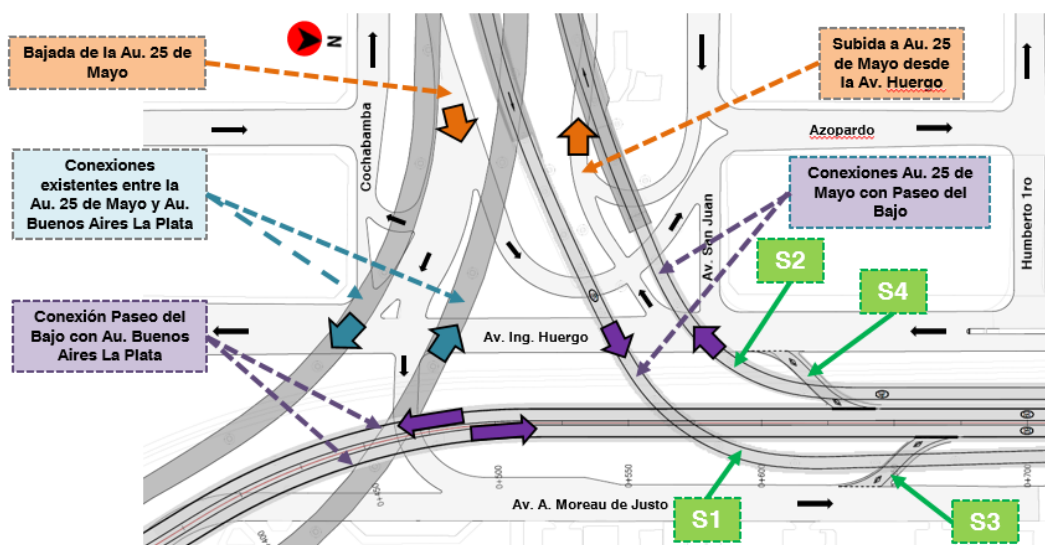


Figura 6-3: Distribuidor Sur en detalle en el acceso a Paseo del Bajo

En la Figura 6-4 se aprecia el sector mencionado ya construido.



Figura 6-4: Fotografía aérea del Distribuidor Sur

En cuanto al distribuidor en el sector de la Estación Terminal de Ómnibus de Retiro. Se encuentra a nivel como se explica en la Tabla 6-2 y en la Figura 6-5; y los movimientos permitidos son los siguientes:

- 1) Ingreso a la Estación Terminal
 - a. Ómnibus provenientes del sur salen por la rama R1 y recorren por Av. Antártida Argentina hacia el retome bajo viaducto en cercanías de la intersección con Av. Ramón Castillo, para retomar la Av. Antártida Argentina hacia el sur e ingresar a terminal por la calle Perete.
 - b. Ómnibus provenientes del Norte salen por la rama R4 y recorren la Av. Antártida Argentina hacia la calle Perete para ingresar a la terminal.
- 2) Salidas de la Estación Terminal
 - a. Ómnibus con destino hacia el Sur salen de la Av. Gendarmería Nacional e ingresan en la rama R2.

- b. Ómnibus con destino hacia el Norte recorren la Av. Antártida Argentina y toman el retome sobre el puente de Paseo del Bajo situado en Av. De los Inmigrantes para ingresar en la rama R3.

Tabla 6-2: Distribuidor Retiro

| Rama | Desde | Hacia | Sentido | Función |
|------|-------------------------|-------------------------|---------|---------|
| R1 | Paseo del Bajo | Av. Antártida Argentina | Norte | Egreso |
| R2 | Av. Antártida Argentina | Paseo del Bajo | Sur | Ingreso |
| R3 | Av. Antártida Argentina | Paseo del Bajo | Norte | Ingreso |
| R4 | Paseo del Bajo | Av. Antártida Argentina | Sur | Egreso |

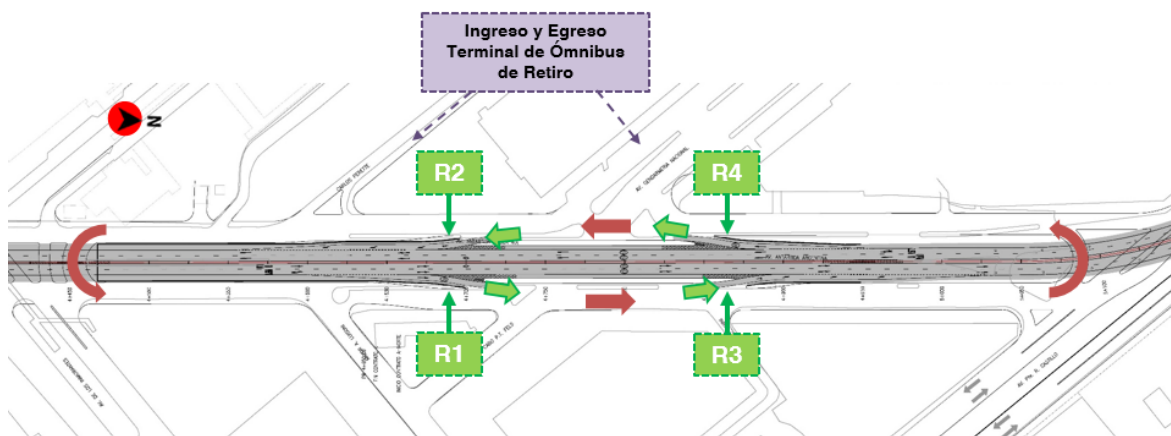


Figura 6-5: Distribuidor Retiro

En la Figura 6-6 se aprecia el sector mencionado ya construido.



Figura 6-6: Fotografía aérea del Distribuidor Retiro

Finalmente, el distribuidor norte posee dos conexiones. La primera es la conexión con el Norte propiamente dicha, que cierra la circunvalación formada por Paseo del Bajo; y la segunda es la comunicación con el Puerto de Buenos Aires.

Las Ramas N1 y N2, si bien cierran el anillo de conexión Sur-Norte, son consideradas como ramas de enlace debido a que se desdoblán para conectar con la Au. Illia y modifican el eje de la traza principal, no así su sección transversal. Se consideraron como ejes independientes y su sección transversal continúa con la cantidad de carriles y ancho de banquetas que el tramo principal.

Luego las Ramas N3 y N4, poseen las características de rama consideradas para el resto de los distribuidores, debido a que enlazan con el entorno urbano sobre Calle 14 y la Av. Ramón Castillo, lo que conduce al Puerto de Buenos Aires.

Los movimientos permitidos en este distribuidor se indican en la Tabla 6-3 y en la Figura 6-7; y son los siguientes:

- 1) Conexión Norte con Au. Illia; y Conexión Sur desde Au. Illia con Paseo del Bajo.
- 2) Rama Descendente desde Paseo del Bajo hacia Calle 14; y Rama Ascendente a Paseo del Bajo desde Calle 14 y desde la Av. Ramón Castillo.

Toda esta configuración se detalla en.

Tabla 6-3: Distribuidor Norte

| Rama | Desde | Hacia | Sentido | Función |
|------|-------------------------|----------------|---------|-------------|
| N1 | Paseo del Bajo | Au. Illia | Norte | Vinculación |
| N2 | Au. Illia | Paseo del Bajo | Sur | Vinculación |
| N3 | Paseo del Bajo | Calle 14 | Norte | Egreso |
| N4 | Calle 14 / Av. Castillo | Paseo del Bajo | Sur | Ingreso |

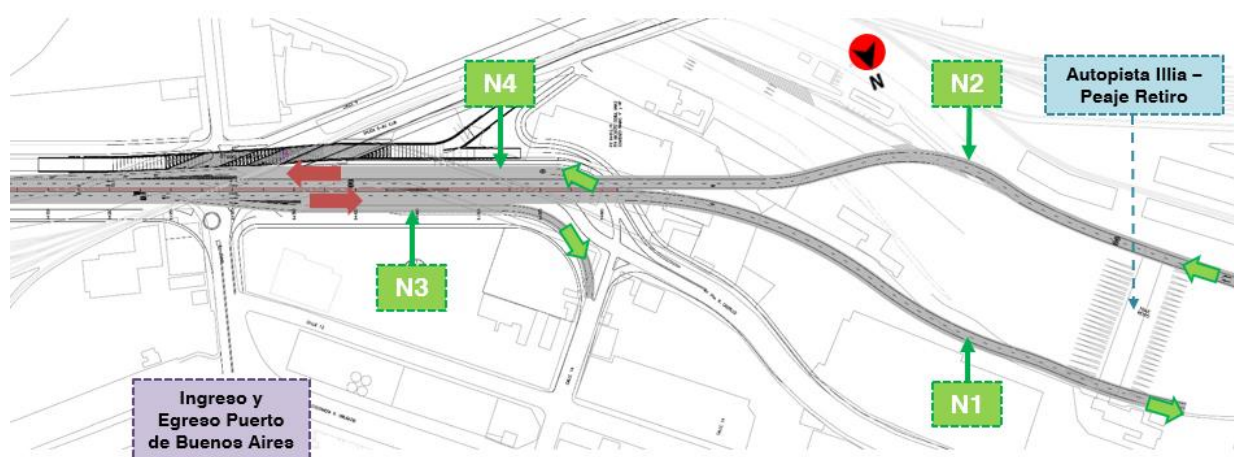


Figura 6-7: Distribuidor Norte

En la Figura 6-8 se aprecia el sector mencionado ya construido.



Figura 6-8: Fotografía aérea del Distribuidor Norte

6.2. Espacio urbano

En este proyecto se buscó además del ordenamiento vial, agregar valor a la calidad de vida de los ciudadanos.

Con un foco importante en la zona de lo que se denomina el eje histórico de la Ciudad, los urbanistas hicieron un especial trabajo en mejorar la calidad de circulación peatonal, al diseñar espacios verdes y conformaciones de circulación que invitan a caminar la zona, antes abandonada y hostil ante la presencia de camiones y falta de espacios de circulación peatonal seguros. En la Figura 6-9 se ve un esquema de la proyección de la urbanización pública diseñada en forma integral, en el marco de las obras del Paseo del Bajo, cuyo diseño estuvo a cargo de la Corporación Puerto Madero.

En el marco de estas obras, se hizo una puesta en valor de los parques y espacios públicos en toda la zona que se denomina “El Bajo de la Ciudad de Buenos Aires”.

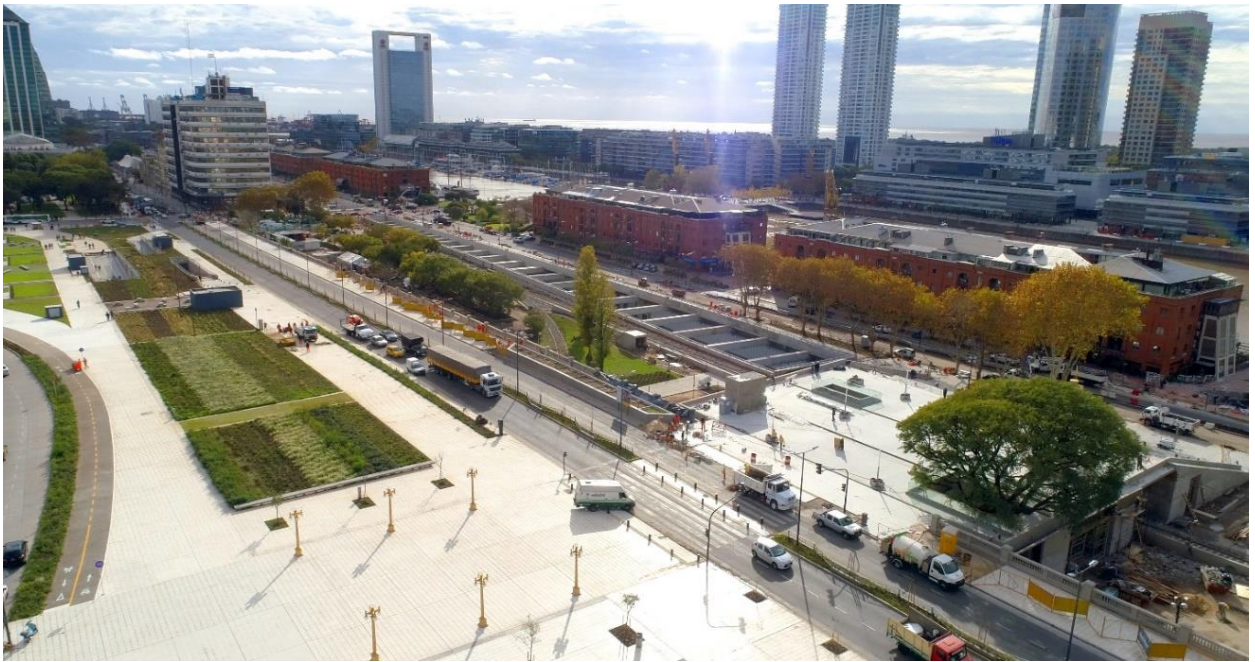


Figura 6-9: Espacio público en zona Eje Histórico

En la imagen de la Figura 6-10 que se muestra a continuación, se puede apreciar una nueva conexión generada que la Ciudad no tenía. Debido a un desnivel entre las avenidas Alicia Moreau de Justo y Huergo-Madero en el sector, no existía una conexión peatonal entre El Bajo y Puerto Madero. Esta intervención urbana, conformada por una gran explanada y una escalinata, permitieron vincular ambos espacios, respetando la limitante existente, la presencia de los ferrocarriles, tanto el que se encuentra soterrado bajo la Av. Huergo (salida del ferrocarril Sarmiento), como el tren de cargas que circula paralelo a la traza del Paseo del Bajo.



Figura 6-10: Conexión av. Huergo y av. Alicia M. de Justo. Eje histórico

6.3. Aspectos ambientales y urbanos

Uno de los principales factores que genera deterioro ambiental en la Ciudad de Buenos Aires y que incrementa la contaminación del aire, está asociado a los elevados niveles de congestión vehicular que se registran en diversas zonas de la Ciudad, generadores de una importante polución aérea y sonora. Dichos niveles de congestión son a su vez una consecuencia directa de la dinámica desordenada con la que funciona el transporte, tanto público como privado.

Con la construcción del proyecto se logra una mayor integración funcional del área Central - Puerto Madero con el resto de la Ciudad; mediante la mejora de las condiciones de movilidad y conectividad, que incluyen componentes de diseño que minimizan el efecto de barrera urbana, tanto estructural como funcionalmente materializado en el eje Madero-Huergo.

Evitar la coexistencia a nivel de vehículos pesados con vehículos livianos, reduce el fuerte impacto visual que tenía el tránsito en las avenidas mencionadas, y hace factible la vinculación de ambas zonas de la ciudad.

La disminución del tránsito prevista en el eje Madero-Huergo (que fluye por la trinchera) es complementada con el desarrollo de ese eje como un nuevo corredor verde de la Ciudad, que, liberado del tránsito pesado, alcanza condiciones que le brindan otra escala y lo integran a la trama urbana de la Ciudad.

Además, la obra contribuye con un desarrollo urbano sostenible. Debe entenderse que el proyecto del Paseo del Bajo incluye el tratamiento de la movilidad, que impacta fuertemente y por igual en la actividad económica, en la reformulación del entorno urbano, en la articulación entre la red de autopistas y el ejido de la Ciudad, en la inclusión de mejoras ambientales y del transporte público; y permite la reformulación de una serie de servicios esenciales a través de la renovación de sus redes de infraestructura.

6.4. Conformación estructural

Se presentan diferentes tipologías constructivas: principalmente se encuentran los tramos en **viaducto** (estructura elevada) donde se vincula la traza a las Autopistas existentes (este sector se encuentra fuera del alcance de esta tesis); y los tramos en **trinchera** (estructura soterrada) con zonas cubiertas para materializar cruces vehiculares y peatonales a nivel superficial (puentes, ver Figura 6-11).⁹ Los tramos en trinchera se extienden por tres kilómetros y se corresponden con una

⁹ Las definiciones de “Viaducto” y “Trinchera” se encuentran en el apartado 1.3: Glosario: Definiciones técnicas.

estructura enterrada que deja al corredor aproximadamente 7,00m por debajo de la superficie. Este tramo de la obra es el sector de estudio del presente documento.

La estructura típica de la zona de Puerto Madero es la que se puede ver en la Figura 6-11.

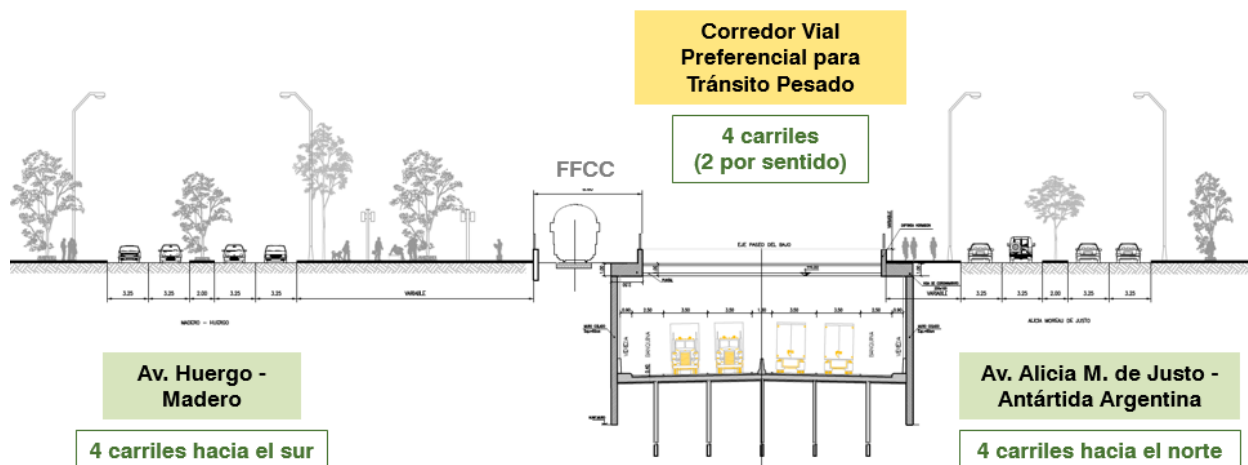


Figura 6-11: Conformación estructural en Puerto Madero

La traza cuenta con los carriles exclusivos para vehículos pesados en la trinchera, con una conformación de 2+2 (ver definiciones en apartado 1.3). Luego están los carriles que se corresponden con la traza de los vehículos livianos en superficie, donde se pueden ver en las avenidas laterales a la obra, con una conformación de 4+4. Se destaca que estos carriles cuentan con un boulevard central, que deja en los dos carriles centrales una tipología de “pasante” y los laterales de tipo “frentistas”, que permiten el giro en las calles transversales.

En la zona de acceso al Puerto la estructura sale de la trinchera para pasar a una conformación de viaducto. En la Figura 6-12 se aprecia la tipología adoptada. Los vehículos pesados pasantes, con destino a Au. Illia siguen en la zona en viaducto con la misma conformación de 2+2. Luego, en el nivel de superficie, se ubican los vehículos livianos segregados, con una conformación de 3+3; y por último los vehículos pesados con destino final en el Puerto, que van por superficie en una conformación de 2+2.

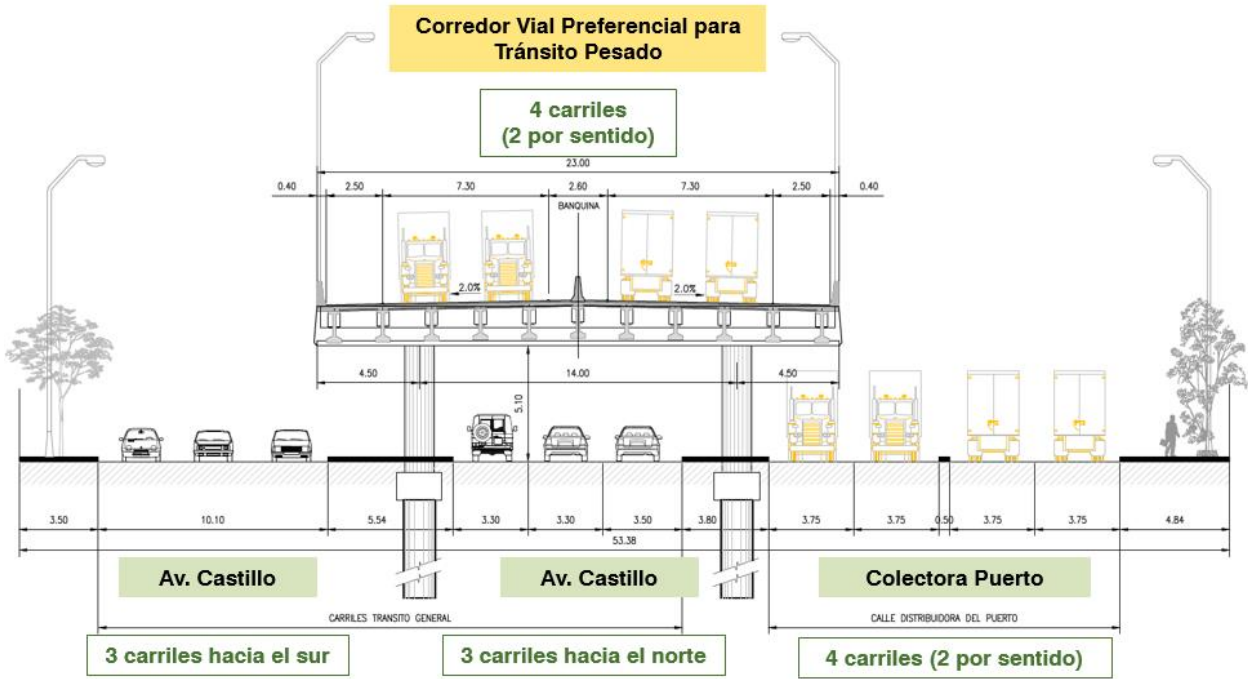


Figura 6-12: Conformación estructural en zona portuaria

6.5. La Trinchera

La trinchera es una construcción soterrada conformada por muros en sus laterales y estructura de fondo, que se genera bajo la superficie del terreno natural, donde circulan los vehículos pesados. En la superficie, al techar la trinchera, se consigue un espacio segregado entre lo que sucede sobre ella y lo que sucede dentro de ella, como se muestra en la Figura 6-13.



Figura 6-13: Imagen de la trinchera y sus elementos

A continuación, se muestran varias fotografías aéreas de la zona de estudio (Figura 6-14, Figura 6-15 y Figura 6-16).



Figura 6-14: Fotografía aérea de trinchera. Sectores abiertos y techados en puentes



Figura 6-15: Fotografía aérea de trinchera. Sectores abiertos y techados en puentes (en construcción)

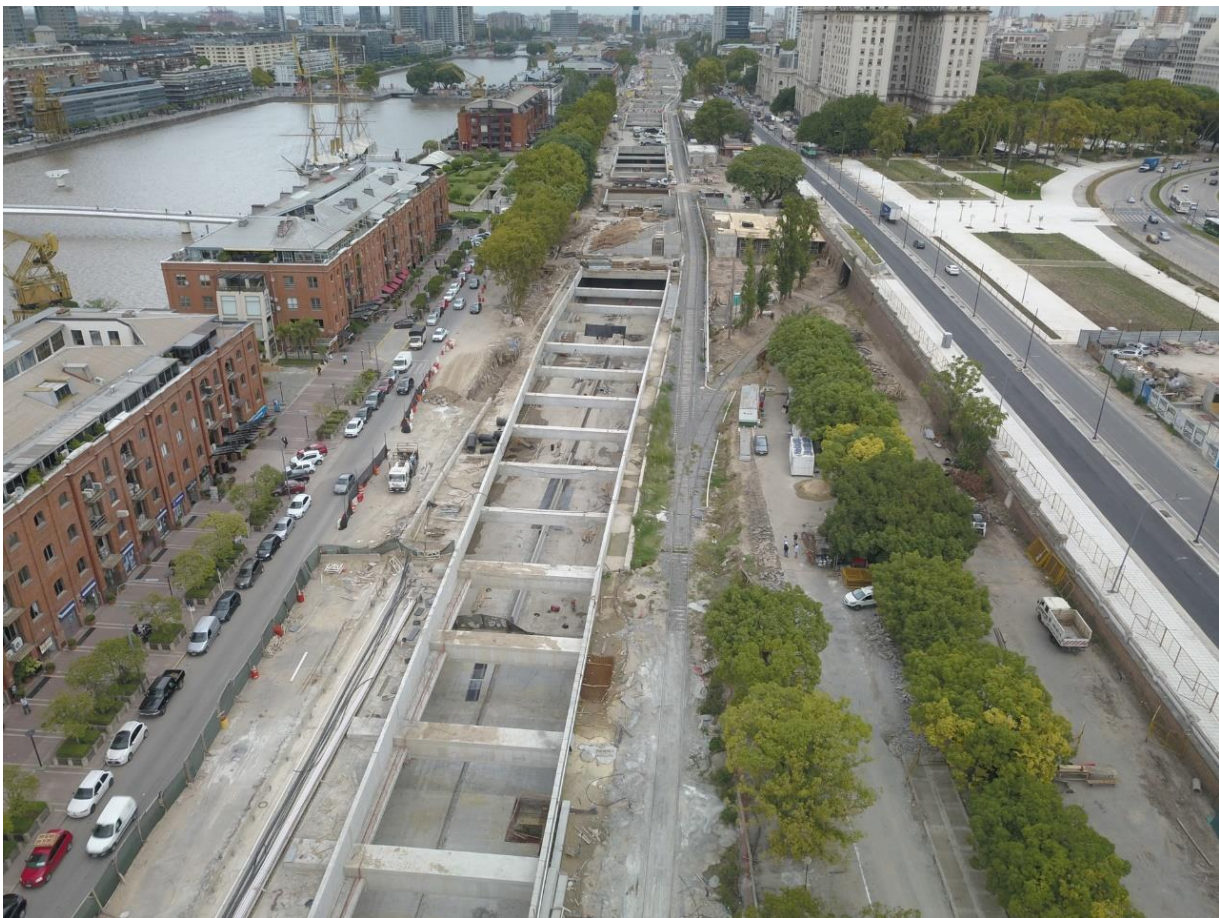


Figura 6-16: Fotografía aérea de trinchera. Sector abierto con puntales (en construcción)

Los elementos que componen la trinchera son:

- El muro colado, elemento estructural utilizado en la trinchera para contener los laterales de la caja que se conforma bajo el nivel del terreno natural, que tiene un espesor promedio de 50cm y una ficha mínima de 2,50m. La ficha es la parte del muro que queda enterrada luego de la excavación y le sirve de apoyo inferior.
- La losa de fondo o losa de subpresión, elemento estructural utilizado en la trinchera para contener el fondo, por donde luego circulan los vehículos encima. Es la estructura inferior de la trinchera que permite contener el empuje de la carga debido a la presencia de la napa freática alta (cerca de 8t/m^2), con un espesor promedio de 45cm, anclada mediante micropilotes de tracción; y vinculada a los muros colados en sus extremos laterales.
- Los micropilotes de tracción, son estructuras de sostenimiento de la losa de subpresión.
- La estructura superior, conformada por puentes peatonales y/o viales; o estructuras de puntales y vigas.
- El tablero inferior, por donde circulan los vehículos pesados tiene una defensa central de hormigón tipo New Jersey, con un nivel de seguridad TL-5.¹⁰

6.5.1. Trinchera abierta

Esta acepción se utiliza en las zonas donde la trinchera no tiene un puente encima, por lo que no queda completamente techada.

Dado que el sistema siempre es considerado con apoyo superior en el muro colado (por condiciones de diseño estructural), debe brindarse un soporte en dicha posición. Esto se logró mediante una viga lateral de coronamiento (sección de 2,5m de ancho por 1,0m de alto), en coincidencia con el muro colado y puntales que brindan apoyo transversal, distribuidos cada 22,00m, cuya sección típica es de 1,0mx1,0m hueco, con caras de 20cm.

A continuación, se detalla la secuencia constructiva empleada para la ejecución de la estructura de contención:

- Construcción de muros colados: En este caso, debido al tipo de suelo del estrato superior, debieron ejecutarse previamente muros guía, que permiten que la cuchara (elemento para la excavación) penetre en el suelo en forma vertical, que guía la primera etapa de la

¹⁰ Este parámetro normativo contempla la capacidad de absorción del impacto de la estructura ante la colisión de un vehículo pesado, según norma AASHTO.

excavación. Son dos vigas laterales al espesor del muro y se les brinda una holgura adicional al espesor de 5cm aproximadamente, para la correcta penetración de la cuchara. Además, por esta misma razón, durante las operaciones de perforación, se inyectó un fluido de perforación llamado lodo bentonítico, para luego colocar el refuerzo y proceder al hormigonado. El lodo se fabrica con bentonita, y al ser introducido en la zona de excavación, forma sobre sus paredes interiores una costra impermeable que impide filtrar material al terreno y garantizar la presión hidrostática que se opone al desmoronamiento de las paredes durante el proceso de construcción.

Una vez realizada toda la perforación se baja dentro de la excavación realizada la armadura que compone la jaula estructural del muro, toda atada de modo que no se muevan las armaduras durante su posicionamiento (ver Figura 6-17).

Los muros se ejecutan desde el plano de trabajo del nivel de terreno natural. Al hormigonar, el hormigón desplaza por su peso al lodo bentonítico. Al finalizar esta etapa, el primer segmento del muro, se desmocha (se pica) y finalmente se vincula su armadura de espera a la viga de coronamiento que se ejecuta en una etapa posterior.

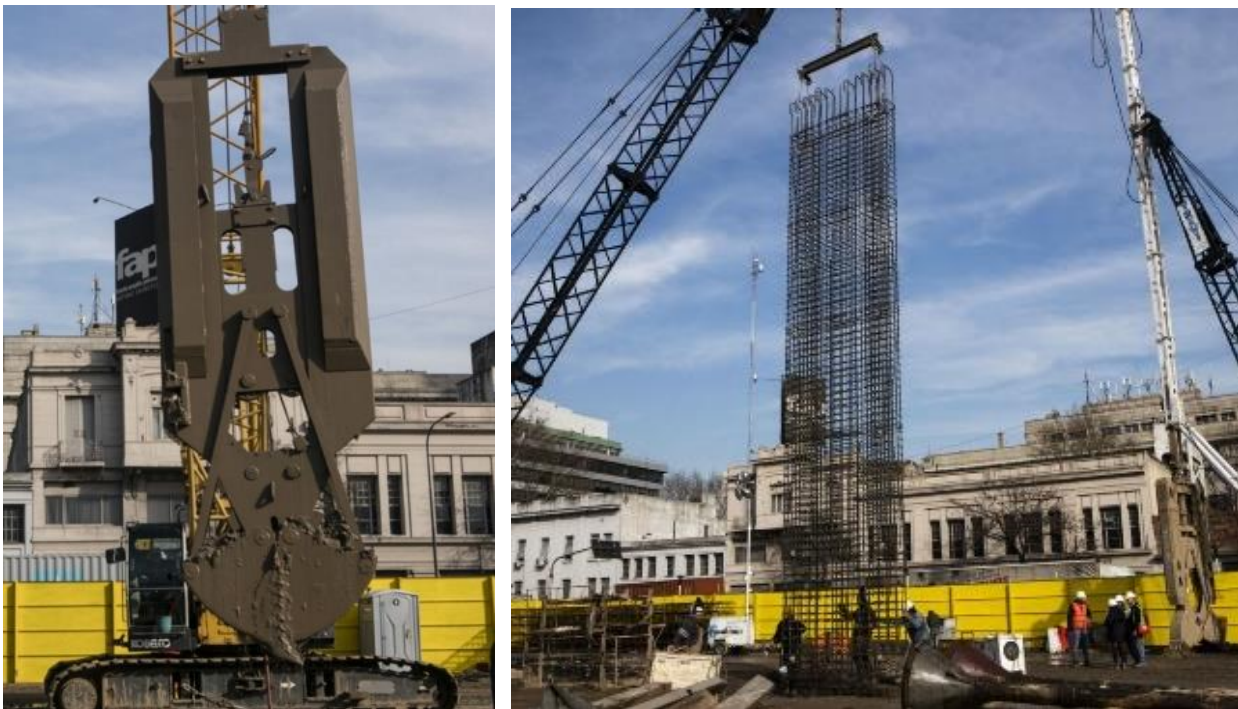


Figura 6-17: Izq.: Imagen de cuchara para excavación de muro colado. Der.: Armadura

- Construcción de estructura superior: Se considera que ya se ha completado la construcción total de los muros del tramo en cuestión, como se indicó en el apartado anterior y se ejecuta una viga de coronamiento perimetral con su armadura correspondiente, que implica una

excavación superficial que permite ejecutar estas tareas que se encuentran enterradas (ver Figura 6-18).

Con el fin de que la estructura tenga un apoyo superior, se construyen puntales transversales vinculados a la viga de coronamiento, que funciona como una viga a flexión horizontal. Dependiendo del sector de obra, algunos puntales se trajeron premoldeados prefabricados y el nudo fue hormigonado in situ; y en otros sectores fueron hormigonados in situ completamente.

Luego se detallará el caso particular de las zonas de puentes que funcionan como apoyo superior.



Figura 6-18: Imagen de la construcción de viga de coronamiento

- Abatimiento de la napa y excavación de la trinchera: El proceso de construcción de la trinchera implicó la depresión de la napa freática para poder pasar a la etapa de excavación. Entonces, una vez finalizada la construcción de la estructura de contención, se procede al abatimiento de la napa mediante pozos de depresión laterales exteriores a la trinchera, que finalmente permiten avanzar con la excavación desde la superficie (cut & cover) en seco, hasta alcanzar el nivel de fondo de excavación.
Permanece la napa deprimida hasta finalizar la estructura del sector y luego es liberada. Naturalmente la napa vuelve a subir a su estado original.
- Ejecución de anclajes de tracción: Una vez alcanzado el nivel de fondo de excavación, se construyen los micropilotes que funcionan como apoyos de la losa de fondo. Se coloca una placa para vincularse a la misma, que se aprecia en la Figura 6-19.

La tipología de anclajes que se utilizó es el sistema IRS, que se compone de una inyección primaria y luego una secundaria.

La losa lleva una línea de cinco anclajes de longitud variable según la sollicitación de diseño, pero que van entre 7,00m y 12,00m separados longitudinalmente 3,00m promedio, con capacidades entre 70 y 95 toneladas (ver Figura 6-19).

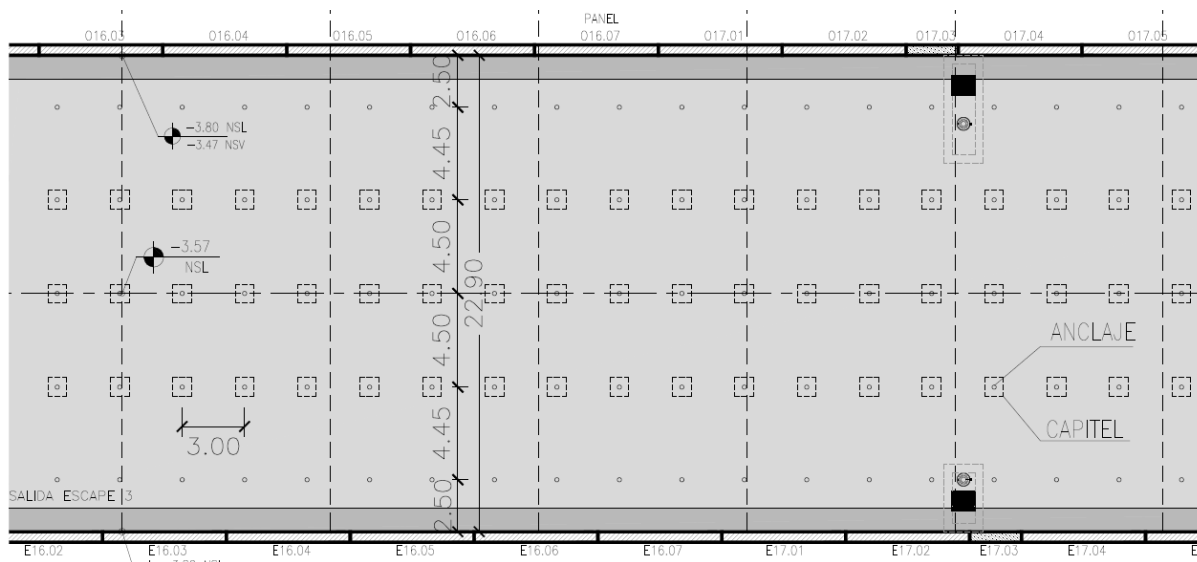


Figura 6-19: Esquema de distribución de anclajes en losa de subpresión (arriba: plano en planta, abajo: imagen en etapa constructiva)

- Construcción de losa de Subpresión: Finalmente, y antes del inicio de la tarea específica, se realiza el hormigón de limpieza (capa inferior en contacto con el suelo que protege a la estructura de la losa propiamente dicha), se ejecuta la losa de subpresión con su correspondiente armadura, que conforma la estructura de contención inferior (ver Figura 6-20).

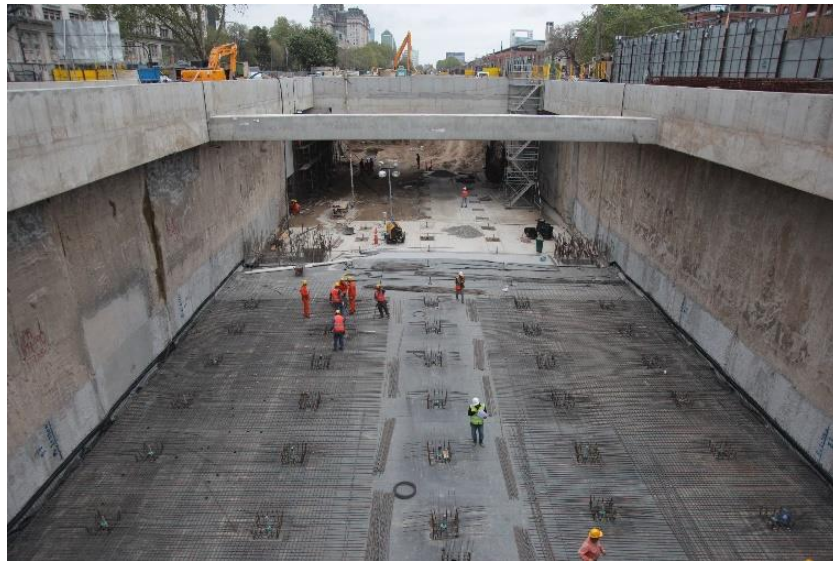


Figura 6-20: Imagen de la construcción de la losa de subpresión

6.5.2. Impermeabilización de la trinchera

En la zona de implantación de la obra, los suelos están compuestos básicamente por rellenos en su capa superior y un nivel de la napa freática elevado, que ronda -2,50m respecto al nivel de terreno, como ya fue mencionado.

En la etapa de diseño, se planteó el desafiante objetivo de alcanzar una estructura que impidiera el ingreso de agua desde el suelo (estructura estanca). Esta condición es limitante para el diseño de la impermeabilización de la trinchera, cuyo objetivo es impedir el ingreso de agua desde el suelo hacia su interior.

Por este motivo, se implementó un sistema integral de impermeabilización que se describe a continuación.

Dado que el sistema de muro colado no permite la colocación previa de una membrana, debido al procedimiento de ejecución explicado, se procede a la colocación de un revoque cementicio interior en segunda etapa, y se descartaron otras opciones, debido a que este muro no lleva un revestimiento secundario que pudiera contener una membrana de PVC entre ambos revestimientos.

En el caso de la losa de fondo, se colocó previamente a su hormigonado una membrana de PVC (ver Figura 6-21) por debajo que se vinculó a la impermeabilización lateral recién explicada mediante una junta lateral.



Figura 6-21: Imagen de la membrana de PVC bajo la losa de subpresión

Se destaca que dicha membrana fue perforada intencionalmente para el pase de los anclajes (micropilotes), por lo que se adoptó un collar de PVC que brindó continuidad a todo el sistema.

6.6. Puentes vehiculares y peatonales

Como se puede apreciar en las imágenes precedentes, parte de la trinchera se encuentra techada y cubierta por los puentes. Estos puentes tienen dos usos bien diferenciados: los puentes viales y los puentes peatonales.

Puentes viales: son estructuras utilizadas para el cruce de flujo vehicular, que incluyen veredas para cruce peatonal. Suelen ser coincidentes con la trama vial de la Ciudad en la zona y en la Figura 6-22 y la Figura 6-23 se pueden ver su distribución.

Dichos cruces se disponen en las siguientes arterias:

- Rosario Vera Peñaloza (continuación de Estados Unidos) – Sentido al Este
- Encarnación Ezcurra (continuación de Avenida Independencia)– Sentido al Oeste
- Azucena Villaflor (continuación de Avenida Belgrano)– Sentido al Este
- Continuación de calle Moreno (Nueva vialidad)– Sentido al Oeste
- Macacha Güemes (continuación de J. D. Perón)-Doble mano

- Trinidad Guevara (continuación Avenida Corrientes)– Sentido al Este
- Victoria Ocampo (continuación Lavalle)– Sentido al Oeste
- Mariquita Sánchez de Thompson (continuación Viamonte)– Sentido al Este
- Cecilia Grierson (continuación Avenida Córdoba)– Sentido al Oeste

Adicionalmente a estos cruces sobre la trinchera se disponen otros sectores cubiertos para uso peatonal exclusivo.

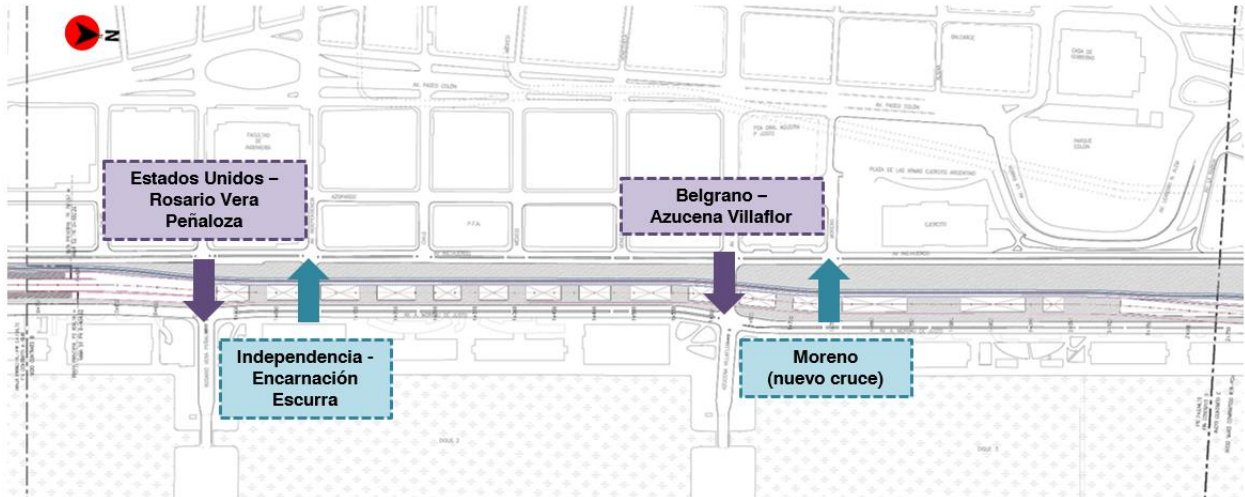


Figura 6-22: Posición de los puentes viales en zona de trinchera, Tramo B

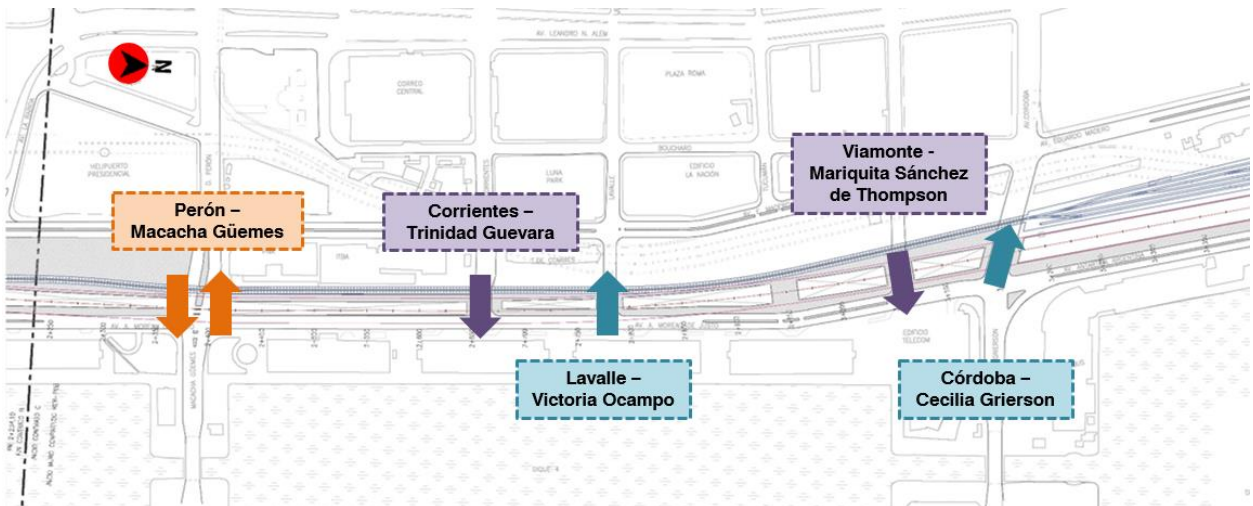


Figura 6-23: Posición de los puentes viales en zona de trinchera, Tramo C

Puentes peatonales: se los denomina así, pues no se permite la circulación vehicular por ellos, sino exclusivamente peatonal. Su uso es de tipo espacio público. Estos espacios son también el

objeto de estudio de esta tesis. También puede verse su ubicación en la Figura 6-24 y en la Figura 6-25.

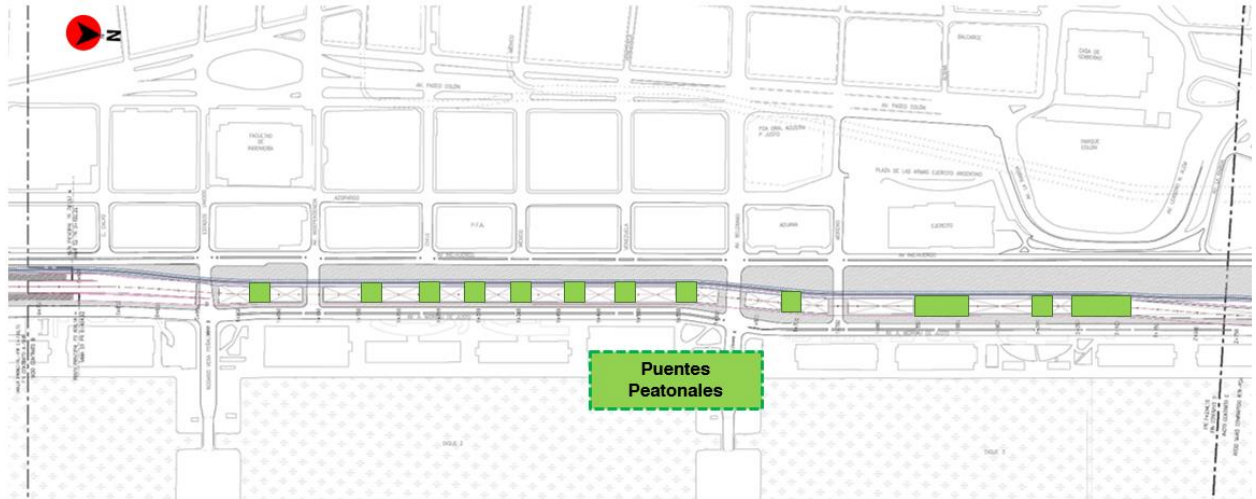


Figura 6-24: Posición de los puentes peatonales en zona de trinchera, Tramo B



Figura 6-25: Posición de los puentes peatonales en zona de trinchera, Tramo C

En la Figura 6-26 se puede ver cómo se distribuyen los puentes a lo largo de la traza, ya construida.



Figura 6-26: Imagen aérea de la distribución de los puentes

6.6.1. Tratamiento de interferencias

¿A qué se denomina interferencia? A aquellos servicios públicos que cruzan o requieren una intervención en coincidencia con el proyecto de estudio. Esto implica que el planificador debe estudiar las alternativas asociadas a un cambio de diseño del proyecto; o a la remoción y/o relocalización del servicio en cuestión.

En la Figura 6-27 se muestra un ejemplo típico de una calle con el tendido de los servicios públicos por debajo; y cómo el diseño de una estructura soterrada interfiere.

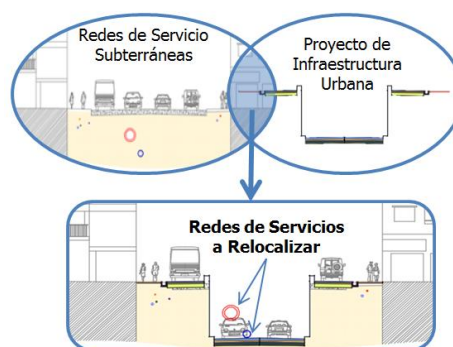


Figura 6-27: Esquema de redes de servicios enterrados¹¹

¹¹ Imagen tomada del informe elaborado por Autopistas Urbanas SA, Ing. Diego T. Ficalora; Arq. Claudio E. Rimauro; Ing. Daiana P. Zafrán, Procedimiento para la Detección Temprana de Interferencias Subterráneas en Proyectos de Infraestructura Urbana.

En el proyecto del Paseo del Bajo, por un criterio de diseño, se decidió hacer uso de los puentes y sus estructuras para hacer el paso de los servicios públicos en forma transversal a la traza. Esto se debe a que, al ejecutarse la obra, se atraviesa todo el sector de intervención con un corte en el terreno de más de 12.0m de profundidad, que impide el cruce de servicios a nivel superficial (redes de agua, cloaca, electricidad, gas, telecomunicaciones).

La conformación estructural que se materializa en los puentes vehiculares tiene una particularidad: se aplica un sistema de vigas tipo cajones, como se ve en la Figura 6-28, cuyo diseño permite el cruce de servicios públicos en su interior. Estos cajones se utilizan para el pase de los servicios actuales, pero el proyecto contempla cajones vacantes para requerimientos futuros, lo que evitaría la rotura de la estructura para la instalación de servicios. Así es que se utilizaron las estructuras de estos puentes para pasar a través de ellas todas las interferencias que debieron ser removidas y/o relocalizadas.



Figura 6-28: Imagen de la cañería dentro de una de las vigas cajón (en construcción)

A modo de ejemplo, con el fin de mostrar la complejidad de estas tareas, se vuelca en las Figura 6-29 y Figura 6-30 un corte y una planta del puente de Av. Belgrano en su cruce sobre el Paseo del Bajo, donde se aprecian ternas de alta tensión relocalizadas.

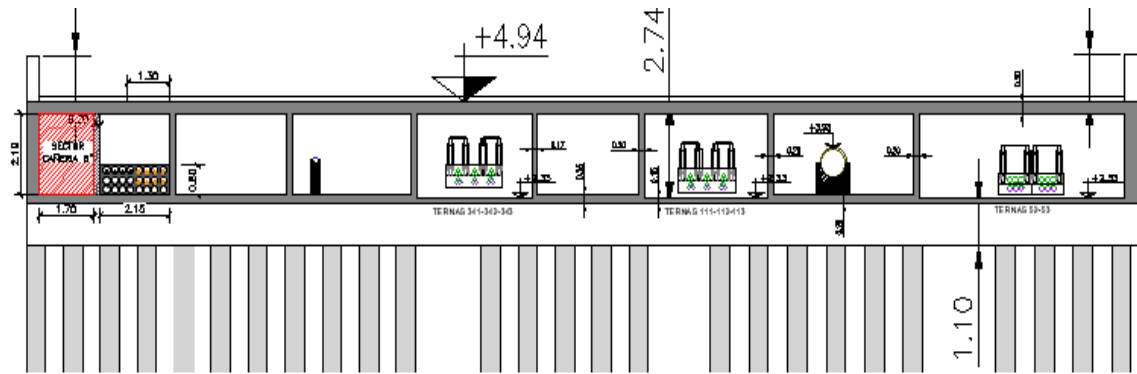


Figura 6-29: Corte transversal del puente de Av. Belgrano

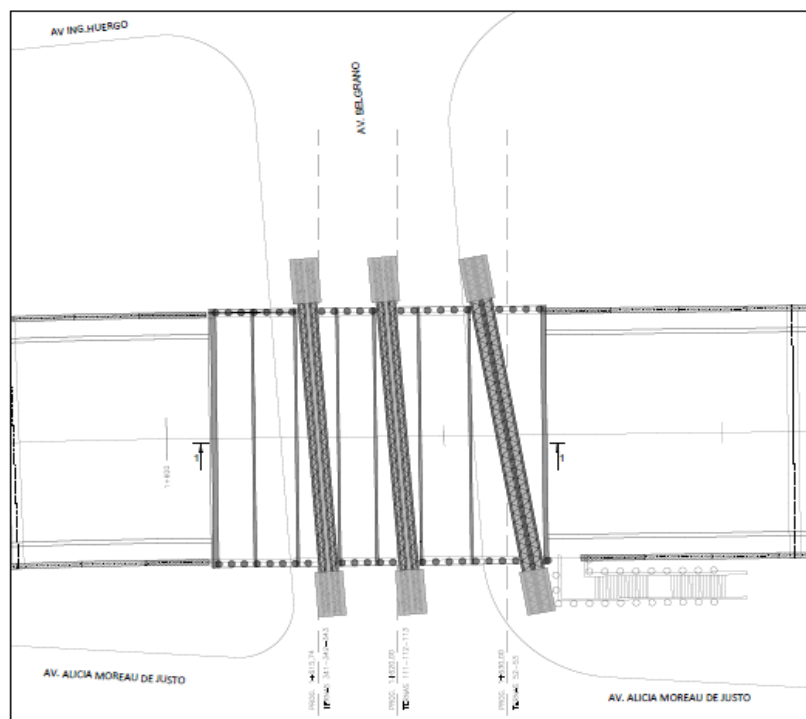


Figura 6-30: Esquema en planta de ternas de alta tensión en puente de Av. Belgrano

Es importante mencionar en este momento, por el motivo enunciado previamente, que los planificadores urbanos deben hacer foco en la generación de nuevos espacios públicos que eleven los estándares de calidad de vida, y por ello, se considera apropiado tratarlo en el marco de esta tesis.

La mencionada interacción entre la obra de infraestructura, el desarrollo urbano y la calidad de vida, se pone en juego en el estudio de caso de la obra del Paseo del Bajo, específicamente en lo que se refiere al análisis del nuevo espacio público generado a partir de la construcción de la

trinchera: ¿qué alternativas pueden implementarse para modificar en forma radical el espacio urbano que se genera sobre la obra?

6.7. Seguridad en traza

A los efectos de facilitar los accesos de los servicios de emergencias, ya sean médicos, bomberos, seguridad vial, policía y demás móviles de auxilio, Paseo del Bajo cuenta con un acceso exclusivo de emergencia en el sector sur. El mismo lo constituyen las denominadas ramas S3 y S4, que generan un franco camino al sector de trinchera para los servicios de socorro (ver Figura 6-31).

En las inmediaciones de este sector, se encuentra emplazado uno de los dos edificios de seguridad vial de Paseo del Bajo.

Otro de los accesos, también exclusivo para emergencias, se encuentra frente a Dársena Norte, con una apertura en la defensa lateral de la traza de 16m, y una barrera móvil central para poder acceder a ambos sentidos de circulación. En la Figura 6-32 se muestra una de las barreras móviles colocadas.

Por último, en el sector de Retiro se desarrolla un distribuidor a nivel, en el ingreso y egreso a la Estación Terminal de Ómnibus, que genera, a la vez, otro acceso directo al sector de trinchera. En las inmediaciones de este sector se encuentra emplazado el segundo edificio de seguridad vial del Paseo del Bajo.

Dichos accesos minimizan los tiempos de respuestas de los servicios de emergencias y las distancias a los lugares de los posibles incidentes.

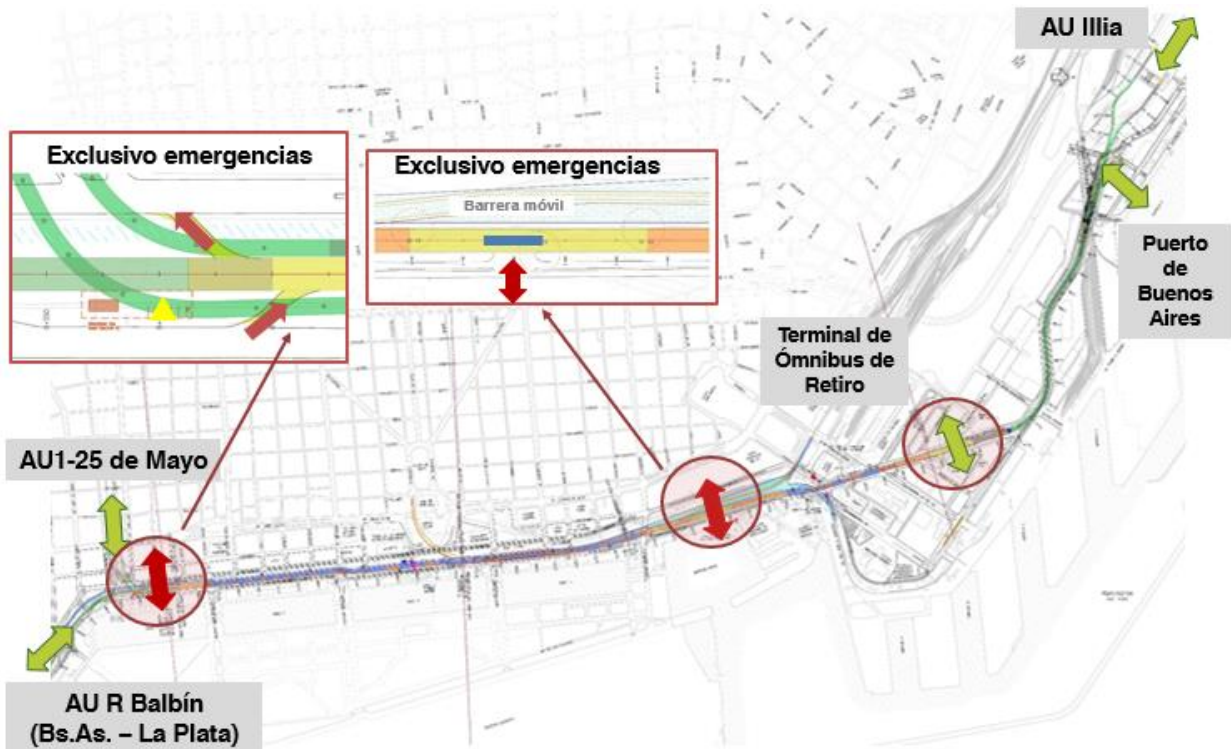


Figura 6-31: Accesos viales para casos de emergencia

A lo largo de toda la traza, ya no sólo en trinchera, están previstas cada 500m barreras móviles ubicadas sobre las defensas centrales del corredor. Dado que la defensa central (como ya se explicó) es de hormigón, se encuentra anclada a su fundación y no es posible correrla, se coloca un tramo de barrera que, con el equipo adecuado, es posible moverla y generar una apertura. La maniobra de las barreras móviles se realiza ante la existencia de un siniestro de tránsito con el objetivo de dar acceso a los móviles de emergencias asistenciales y para poder dar fluidez al tránsito cuando sea posible, muchas veces generando un bypass en contracarril o lo que resulte necesario para garantizar el funcionamiento del sistema.



Figura 6-32: Detalle de barrera móvil en defensa central

6.7.1. Procedimientos de emergencias

La planificación de la emergencia en Paseo del Bajo garantiza la actuación coordinada de los servicios de socorro, por lo que está protocolizada una estructura y dirección, así como recursos para facilitar la intervención inmediata de los servicios.

El manejo del centro de control es responsabilidad de Autopistas Urbanas SA, que es la empresa concesionaria y el órgano centralizador de la gestión de seguridad vial y de las emergencias sobre la traza. Éste recibe y envía las señales de alerta y alarma, y coordina la atención inicial de todos los eventos, cualquiera sea su nivel de gravedad o complejidad.

La detección de la existencia de un evento en el **Paseo de Bajo** se puede dar de diferentes formas:

- Mediante una llamada al teléfono de emergencias.
- A través del sistema de monitoreo del circuito cerrado de televisión (CCTV).
- Por la activación de los sensores en las salidas de emergencias.
- Por la activación del sistema de extinción de incendios.

El monitoreo de la traza se lleva a cabo con el CCTV en forma permanente. Dentro de las funcionalidades está la detección de humo y la detección automática de incidentes (vehículo detenido, congestión de tránsito, vehículo en banquina, entre otros).

La comunicación con los usuarios que circulan por la traza se lleva a cabo con el sistema de mensajería variable, que son los carteles dinámicos electrónicos. A través de esta cartelería, los operadores del centro de control informan a los conductores de incidentes, congestión potencial o condiciones meteorológicas con suficiente antelación como para guiar al usuario mediante indicaciones y/o medidas apropiadas.

Con la detección de un incidente, el centro de control se comunica con los servicios propios y externos para que se aboquen a la atención de la contingencia, se precisan los lugares más adecuados para acceder al lugar del hecho. En particular, desplaza en forma urgente móviles de seguridad vial al lugar del hecho, quienes efectúan la primera evaluación.

Luego, el personal de seguridad vial comienza con las tareas de delimitación del sector donde ocurrió el siniestro y solicita de inmediato los recursos necesarios a su juicio para superar la contingencia.

Al finalizarse de la obra y previo a su apertura al servicio público se efectuó un simulacro de emergencia, que permitió poner en práctica el procedimiento mencionado y ajustar los protocolos. En la Figura 6-33 se puede ver una imagen del simulacro, donde participaron los servicios de AUSA, policía, defensa civil, bomberos y otros organismos municipales.



Figura 6-33: Imagen del simulacro de emergencia (8 de mayo de 2019)

6.7.2. Salidas de Emergencia

Las salidas de emergencias que se distribuyen a lo largo de la trinchera consisten en puertas ubicadas en los laterales de manera de quedar intercaladas cada 250m y desfasadas en tresbolillo. Éstas facilitan la evacuación y el acceso de los servicios de emergencias, que permite una reducción de los tiempos de respuesta.

En superficie, las salidas se desarrollan en forma de casetas donde desembocan directamente las escaleras que ascienden desde la trinchera (ver Figura 6-34).

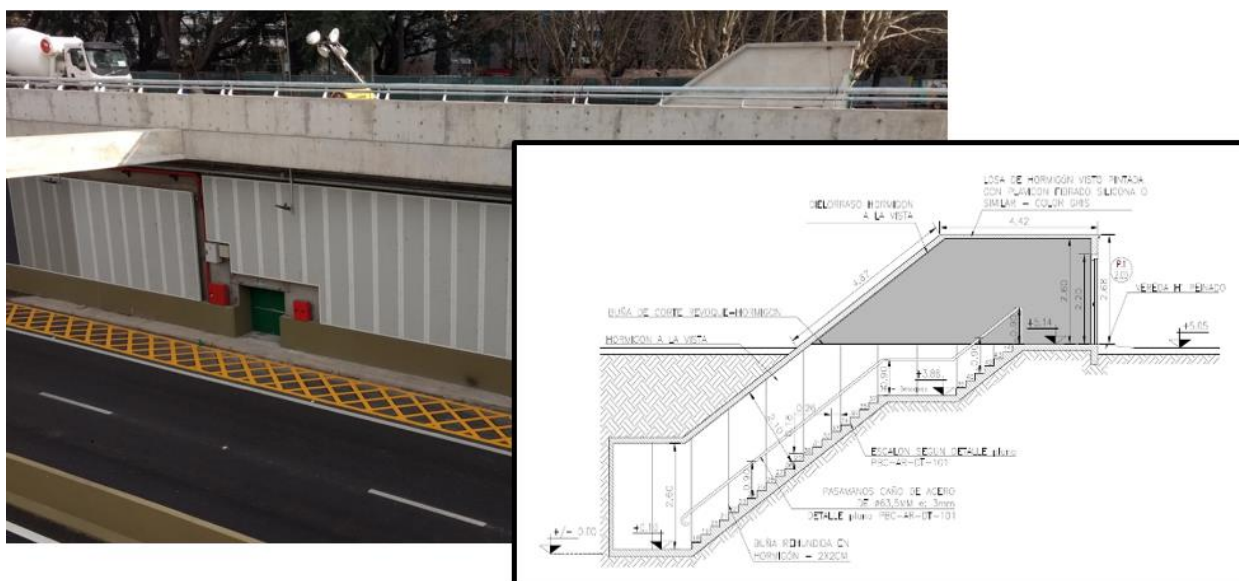


Figura 6-34: Imagen y esquema de salida de emergencia en corte

En casos particulares, estas salidas a superficie consisten en un juego de “tapas” metálicas que se ubican en la vereda de la superficie, de apertura desde el interior o desde el exterior en forma exclusiva para los servicios de emergencias. Las tapas en superficie están señalizadas para asegurar que se encuentren liberadas de cualquier objeto que pudiera impedir su accionamiento (ver Figura 6-35).



Figura 6-35: Imagen de salida de emergencia tipo “compuerta”

En el interior de la trinchera, una vereda se extiende a lo largo de toda la traza, que conecta las salidas de emergencias y logra garantizar un camino seguro para abandonar la trinchera sin vehículo.

6.7.3. Abastecimiento de agua para el combate de incendios

A lo largo de la trinchera se extiende la red exclusiva de abastecimiento de agua del Paseo del Bajo, que permite tener disponible agua para hacer uso por parte de los servicios de emergencia en caso de un siniestro en la trinchera o en sus inmediaciones.

Los hidrantes se ubican junto a las salidas de emergencia de la trinchera marcadas visiblemente, y en posiciones intermedias sobre la vereda de circulación de la trinchera.

En superficie, se ubican válvulas teatro de $\text{Ø}2\frac{1}{2}''$ en las salidas de emergencia, y postes hidrantes cada 300m aproximadamente, para el reabastecimiento de agua de las autobombas de los bomberos.

Dos fuentes de agua alimentan el sistema de hidrantes con bombas de $94,6\text{L/s @ }1,0\text{MPa}$. Una de ellas, cuenta con una reserva de agua exclusiva 340m^3 y otra con una toma directa del Río de la Plata (lo que se considera teóricamente un abastecimiento infinito). Esta red permite abastecer de agua a los servicios de emergencias tanto en trinchera como desde la superficie (ver Figura 6-36 con la sala de bombas principal).

A una profundidad aproximada de 7,00m por debajo del nivel de superficie, se ubican las tomas de agua del río, de las cuales succionan los equipos de bombeo.



Figura 6-36: Sala de bombas del Paseo del Bajo

6.7.4. Sistemas para evitar la propagación del fuego

Dentro de las hipótesis de accidente contempladas en Paseo del Bajo, está la posibilidad de que un vehículo genere un derrame de combustible en la trinchera (tener presente que los vehículos que circulan por la traza pueden llevar sustancias peligrosas). Ante un incendio de este líquido, el fuego puede propagarse, con la posibilidad de expandirse a lo largo de la traza por la vena líquida. Para evitarlo, los drenajes pluviales están diseñados para aislar el fuego del oxígeno y frenar su avance más allá de la cámara, es decir, que cada cámara pluvial funciona como una cámara corta fuego, cuyo esquema se muestra en la siguiente figura.

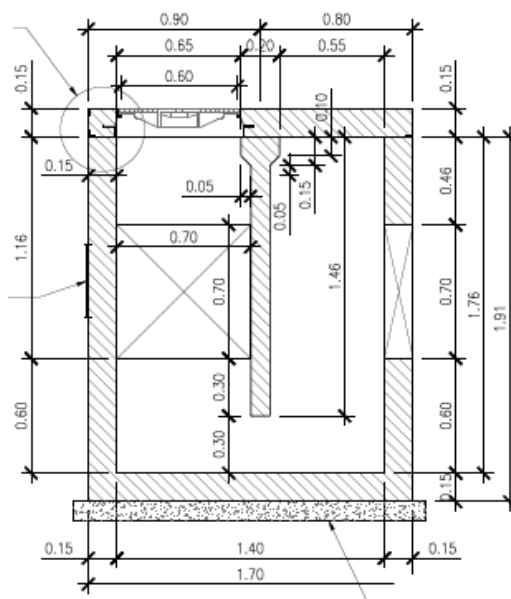


Figura 6-37: Esquema en corte de sumidero corta fuego

En caso de que el combustible llegue a los pozos de bombeo pluvial (apagado, por supuesto, debido al sistema corta fuego), se instalaron en ellos detectores para identificar la presencia de hidrocarburos y de esta forma, recibir una alerta temprana en el centro del control, a fin de tomar las medidas de contingencia necesarias.

Esto evitaría la propagación del fluido hacia la disposición final de las aguas, es decir al Río de la Plata; y se cumple la doble función de:

- Seguridad. Mantener al sistema protegido, al evitar posibles incendios y/o explosiones en caso de un incidente.
- Prevención de la contaminación. Evitar la disposición final de un fluido “peligroso”¹² al Río de la Plata, quedando encerrado en la estación de bombeo para su adecuado tratamiento, mediante servicios de emergencias de sustancias peligrosas, de ser necesario.

6.7.5. Revestimiento de los muros y techos de la trinchera

Otro de los aspectos que hace a la protección de Paseo del Bajo es el revestimiento de la trinchera, que fue concebido bajo los parámetros de incombustibilidad para proteger a la estructura en caso de incendio de un vehículo que transporta combustible, y para reducir los niveles de ruido. Estos paneles son de fácil reposición en caso de que se destruyeran por un accidente de tránsito, y funcionan además como revestimiento final de terminación del muro colado, donde están colocados en las paredes de la trinchera y en los techos de los puentes (es similar a un cielorraso).

El panel es tipo sándwich de lana mineral cuya resistencia es de 120 minutos a 1100°C, que se muestra en la Figura 6-38. La integridad y el aislamiento térmico en la cara no expuesta que se verificó en los diferentes ensayos realizados sobre los paneles, garantizan la protección de la estructura y minimizan la aparición de spalling explosivo (pequeños desprendimientos de material que estallan a altas temperaturas), lo que facilita las labores del personal de emergencia y evita víctimas en los usuarios de la trinchera. En la Figura 6-38 se muestra el sistema de colocación de dichos paneles.

¹² Remitirse a la definición en el apartado 1.3: Glosario: Definiciones técnicas.



Figura 6-38: Imagen del revestimiento lateral en trinchera

CAPÍTULO 7: PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

*Antes yo te buscaba en tus confines
que lindan con la tarde y la llanura
y en la verja que guarda una frescura
antigua de cedrones y jazmines.
En la memoria de Palermo estabas,
en su mitología de un pasado
de baraja y puñal y en el dorado
bronce de las inútiles aldabas,
con su mano y sortija. Te sentía
en los patios del Sur y en la creciente
sombra que desdibuja lentamente
su larga recta, al declinar el día.
Ahora estás en mí. Eres mi vaga
suerte, esas cosas que la muerte apaga.*

(Jorge Luis Borges)

El presente capítulo se enfoca en el planteo y la comparación de dos alternativas técnicas diferentes (la construida y su alternativa) que presupone la optimización del uso del espacio público superficial que se genera sobre la trinchera del Paseo del Bajo; mediante el análisis en cada caso de las fortalezas y debilidades en términos de eficiencia técnica:

- Desde el punto de vista del transporte y la conectividad,
- Desde el aspecto de la movilidad,
- Desde la gestión del espacio público y la sostenibilidad,
- Desde el aspecto del sistema estructural,
- Desde el aspecto de la seguridad en la traza.

La alternativa consiste en la construcción completa de la superficie superior de la trinchera y su cierre total, lo que convierte al interior en un túnel. Se busca entender aquí, que la ejecución de la obra vial trae como consecuencia una reestructuración de la superficie y eso debe ser visto integralmente, no sólo desde la mirada del especialista en transporte; sino que también se tengan en cuenta los demás criterios mencionados, con participación de los especialistas urbanos y los planificadores.

Estos criterios de análisis de las alternativas fueron detallados en el marco teórico ya elaborado. Debe destacarse que en lo que se refiere a la gestión urbana, los recursos disponibles para la construcción de cualquier obra pública son limitados, especialmente el espacio, el tiempo y plazo de obra y los costos; y dado que no es intención tratar el tema de los costos económicos de las obras, se profundizará en los criterios enunciados.

7.1. Transporte y conectividad

La segregación de los vehículos pesados de los livianos es un cambio crucial en lo que refiere a sostenibilidad en el transporte. Esto también se materializa en una obra a nivel de terreno natural, sin necesidad de generar la obra de trinchera o en túnel. La obra no deja de cumplir su objetivo de conexión vial entre los puntos requeridos, cualquiera sea la tipología utilizada, pues ambas alternativas plantean segregar a los vehículos pesados y con eso ya satisfacen el requerimiento solicitado en este aspecto en particular.

Pero ¿cuál de las dos alternativas es más eficiente desde este punto de vista? Y la respuesta es: aquella que en su traza cuente con menores cambios de pendiente, ya sean horizontales y/o verticales. En los casos que se estudian en esta tesis, todos ellos tienen como fundamento la segregación de los vehículos, por lo que este tópico no es una peculiaridad, según se adopte trinchera abierta o cerrada. Por lo que una traza que no se encuentre excesivamente soterrada, será preferible respecto a aquella que requiera mayor profundidad, pues las pendientes de transición serán mayores para conectar ambos extremos.

En síntesis, ambas alternativas cumplen la función de conectar, pero la más superficial es la más eficiente en lo que a pendientes se refiere, dado que dichos extremos de la traza están a 20 metros sobre el nivel de terreno natural.¹³

¹³ Para más información sobre el transporte y la conectividad, referirse al marco teórico ya explicado (apartado 4.1: Transporte y conectividad en las ciudades).

Además, es de destacar la posibilidad de poder materializar conexiones intermedias, es decir, el Puerto y la Terminal de ómnibus de Retiro; que en caso de diseñar un túnel profundo es más complejo.

7.2. Movilidad

El criterio de movilidad incluye especialmente la circulación peatonal porque el objetivo siempre debe ser priorizar el desplazamiento del más vulnerable y brindar un cruce seguro,¹⁴ (requerimiento solicitado por el Comitente, en este caso por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, junto con el Ministerio de Transporte de la Nación). Esto se alcanza con la creación de un desnivel entre la circulación de los vehículos pesados y el cruce peatonal. Al generarse una estructura más profunda para los vehículos pesados, los peatones circulan a nivel de terreno natural, y mediante semáforos interactúan solamente con los vehículos livianos, como resulta en la mayoría de los cruces peatonales en zonas urbanas. Existen casos donde la segregación se genera al mismo nivel, como en los carriles exclusivos en avenidas, y por lo tanto, se manifiesta la interacción no deseada en este caso con el peatón.

En el caso de techar por completo la traza, se pueden proponer mayores alternativas de cruces, tanto para vehículos livianos, como para los peatones, que generarían múltiples y más variadas formas de movilizarse.

Los puentes construidos según el diseño original permiten pases a ambos lados de la traza, en coincidencia con las calles que se corresponden con el ejido urbano presente (ver Figura 6-22 y Figura 6-23).

Si se techara por completo la trinchera, estos cruces transversales a la traza se pueden reconfigurar en otros o en más, incluso más cercanos entre sí, lo que permitiría generar retomes y nuevos diseños viales optimizados; y que los peatones circulen más libremente sobre la zona del corredor vial.

También cabe mencionar que la movilidad de los ciclistas se vio contemplada en ambas alternativas.¹⁵

¹⁴ De acuerdo con la normativa nacional, ley 24.314: Accesibilidad de personas con movilidad reducida.

¹⁵ Para más información sobre los costos de la movilidad, referirse al marco teórico ya explicado (apartado 4.2: Los costos de la movilidad).

7.3. Espacio público

El espacio del que se dispone para ejecutar la trinchera es aquel utilizado, con las condiciones de borde propuestas, entre las que se destacan no expropiar terrenos privados y utilizar el espacio disponible entre las avenidas Alicia Moreau de Justo y Huergo-Madero. Estas limitantes, condicionan la ubicación y el ancho máximo del corredor. El espacio entre las avenidas mencionadas ya estaba delimitado, y este valor fue el máximo utilizado para la implantación de la obra, pero contemplando además que durante la etapa de su construcción las avenidas se ocuparon parcialmente.

En este punto en particular, el mayor aprovechamiento de la superficie superior a la trinchera es óptimo para la gestión del espacio. Se logran adicionar metros cuadrados de ámbito público tanto a nivel de terreno, como a nivel de subsuelo. Es la optimización por excelencia del espacio.

Diseñar un techado completo, permite generar nuevos espacios públicos de calidad, entre los que se destacan espacios verdes, como ya fue explicado en el marco teórico.¹⁶ Este cambio de diseño implica un total de espacios sobre la trinchera de 6,3Ha¹⁷. Todo este espacio sería utilizado también para la circulación vial, peatonal y de ciclovías.

7.4. Sostenibilidad e Impacto ambiental

Las condiciones contempladas en el diseño en estudio con el fin de minimizar el impacto ambiental de la obra en ruido y contaminación son principalmente los aspectos asociados a la colocación de paneles acústicos y a la fluidez del tránsito.

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) son un parámetro en discusión que actualmente está muy presente en la comunidad, con alto nivel de repercusión social, por la influencia directa en el cambio climático.

La lucha contra al cambio climático hace referencia a evitar que siga subiendo la temperatura media de la atmósfera, mediante la generación de gases que absorban y emitan energía infrarroja.

Se aplica en este caso específicamente al impacto en la reducción de la emisión de estos gases con la ejecución de la obra del **Paseo de Bajo**. Este indicador se calcula a partir de la estimación

¹⁶ Para más información sobre los usos de los espacios urbanos, referirse al marco teórico ya explicado (apartado 4.3: Espacios urbanos de calidad ambiental).

¹⁷ El valor correspondiente a 6,3Ha se calculó considerando el 100% del espacio sobre la trinchera techado, como espacio público.

estadística de la circulación de vehículos por la traza y la comparación entre los tiempos de circulación de dichos vehículos por la zona de estudio, antes de la ejecución de la obra y después.

De aquí, resulta que se reduce un total de 15.700 toneladas de CO_{2eq} al año¹⁸. Este valor “per se” no parece relevante, pero en contexto, equivale a las mejoras asociadas a la ejecución de 130 pasos bajo nivel a lo largo de toda Ciudad.

Hasta antes de la inauguración del proyecto un vehículo pesado demoraba aproximadamente 40 minutos en completar el tramo desde Retiro hasta Constitución, mientras que, con la traza exclusiva activa, el mismo vehículo cubre el mismo tramo en 7 minutos.

La fluidez del tránsito permite disminuir drásticamente las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, al evitarse en gran medida la combustión generada en las esperas y atascos. Esto vale para ambas alternativas de diseño planteadas, ya que no hay cambio en este criterio de diseño, sea el ejecutado o el alternativo.

El sólo acto de separar físicamente la circulación de los vehículos pesados y los livianos logra mayor eficiencia en el consumo de energía, la descongestión vial, la reducción de los niveles de ruido y por sobre todo el aumento en el nivel de seguridad de la zona.

Específicamente, en lo que se refiere al impacto ambiental acústico positivo del proyecto, se produce a partir de la circulación en desnivel de los vehículos pesados. La estructura de la trinchera (hormigón armado) a una profundidad de aproximadamente 8.0m genera un aislamiento acústico muy importante del entorno (en el caso de la construcción tipo túnel, éste sería del 100%). La suma de los paneles acústicos genera una absorción de la energía acústica que reduce las ondas reflejadas que se propagan al exterior a nivel de superficie.¹⁹

Para el caso de túnel, el consumo energético asociado a la iluminación interior, obviamente, no se logra mediante un aprovechamiento del asoleamiento, lo que implica sumar un gasto energético adicional para mantener la traza iluminada durante las 24 horas. Si bien, en trinchera abierta también se requiere de iluminación artificial a fin de minimizar el efecto visual estroboscópico que generan los puntales, el consumo es sensiblemente menor. De lo que se deduce

¹⁸ Autopistas Urbanas, Ing. Fernando Bértolo Narganes, Informe Ambiental de Gases de Efecto Invernadero (2019).

¹⁹ Para que el lector dimensione este impacto, en los proyectos de pantallas acústicas tan solo de 4.0m de altura existentes en autopistas en viaducto se han obtenido reducciones de hasta 10dBA a dos metros de las pantallas, donde hay vecinos frentistas. Caso pantallas AU1 25 de Mayo, altura Parque Chacabuco.

que los grupos electrógenos de abastecimiento necesarios para casos de corte del suministro de energía deben ser diseñados para dar servicio simultáneo e inmediato a todos los equipos de la traza.

7.5. Sistema estructural

En acuerdo con los aportes teóricos de los estructuralistas, el traslado, la segregación del transporte y el soterramiento mejoran ampliamente la calidad de vida en superficie, lo que trae aparejado además un beneficio económico (Kolymbas, 2005).

En este caso en particular, la estructura del Paseo del Bajo al ser de sección semicubierta, reduce el consumo menor de material respecto al que se utiliza para el techado completo.

La estructura utilizada en el proyecto construido hace uso de vigas y puntales (ver Figura 6-16), de secciones menores que aquellas necesarias para la ejecución de puentes.

Similar solución estructural fue adoptada en el proyecto vial en Santiago de Chile en la cercanía al Río Mapocho, denominada Autopista Costanera Norte, con un sistema enterrado con sostenimiento superior mediante puntales y puentes.

En los volúmenes de hormigón manejados en esta obra, es menester tener en cuenta la logística asociada a un aprovisionamiento constante de camiones de hormigón preelaborado, acero en barras que se coloca dentro de las secciones como refuerzo de armadura.

Respecto al plazo de la obra, fue muy reducido en su totalidad desde la firma de contratos el 2 de enero del 2017 a su habilitación al servicio el 27 de mayo del 2019, totalizando 28 meses, con un plazo de ejecución de estructuras masivas de 12 meses y un plazo de excavación de la trinchera de 8 meses también; existió superposición de estos tiempos en forma parcial, lo que implicó que en la etapa de construcción debió asegurarse el espacio disponible para la circulación y maniobrabilidad de vehículos con los materiales de aprovisionamiento y para los camiones que trasladaban el producto de la excavación.

En cambio, si se optara por un sistema constructivo de túnel profundo, la intervención en superficie sería mínima y sectorizada en las cabeceras, a diferencia del sistema de cut & cover (utilizado en la construcción) que requiere del equipamiento posicionado en el frente de trabajo que se está haciendo.²⁰

²⁰ Para mayor información sobre el sistema mencionado dirigirse al marco teórico en el apartado 4.5: Sistemas estructurales de sostenimiento.

7.6. Seguridad de la traza

El criterio de seguridad es el punto de inflexión entre ambas alternativas extremas.

Se retoman los conceptos ya explicados en el apartado correspondiente del marco teórico (apartado 4.4: Seguridad en las obras soterradas): la seguridad de un túnel completamente techado es tanto más compleja de alcanzar satisfactoriamente, que en un espacio semicubierto. Se detallan a continuación los puntos a contemplar en el túnel.

- La ventilación del túnel ya no puede ser natural, bajo condiciones de uso habitual, a partir de la circulación del flujo de aire por las zonas abiertas de la trinchera, sino que debe hacerse con un sistema de ventilación forzada que implica una sección mayor disponible y por supuesto un consumo energético asociado a su constante funcionamiento de los equipos.
- En caso de incendio, es una condición obligatoria, forzar la circulación del aire, a fin de permitir alcanzar los tiempos de evacuación necesarios para sacar a los usuarios en forma segura.
- El acceso de personal para atender una emergencia en un túnel queda restringido a los accesos diseñados a tal fin únicamente. Ahora bien, en el caso de la trinchera abierta, el personal de rescate puede acceder por ellos, mediante cuerdas, lo que además facilita evacuar a las personas damnificadas con camillas en forma directa sin hacer uso de las escaleras de emergencias, tal como se mostró en las imágenes del simulacro realizado en la traza (ver Figura 6-33) y en los protocolos que AUSA elaboró de respaldo el día 8 de mayo de 2019.

7.6.1. El modelo de ventilación y evacuación

Acorde a los aspectos mencionados en el apartado anterior, en la etapa de diseño del proyecto, se realizó un modelo matemático con un análisis detallado de distintos escenarios de incidentes en la condición de túnel, con distintas situaciones de incendio en diferentes posiciones de la traza. Se modeló “túnel” debido a que es la condición más restrictiva, y en etapa de estudio de proyecto era preponderante para la toma de decisiones a fin de alcanzar un “diseño seguro”. El estudio fue elaborado mediante el uso de programas de cálculo por volúmenes finitos. Se utilizaron los sistemas FDS (Fire Dynamics Simulation) y EVAC (Evacuation).

Una de las premisas modeladas fue que “En funcionamiento normal deberá mantener los túneles limpios de contaminantes producto de la emisión de los motores DIESEL.”

Los criterios normativos tenidos en cuenta para el análisis fueron los de la NFPA 502, edición 2014: “Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways” y el “Handbook of Fire Protection” emitido por Society of Fire Protection Engineering (SFPE).

A fin de verificar los parámetros que permiten validar el sistema de ventilación se utilizó como programa de análisis el Fire Dynamics Simulation (FDS), versión v.5.5. Es un programa de modelación computacional de dinámica de fluidos (CFD: Dinámica de fluidos computacional) que resuelve los modelos mediante el uso de las ecuaciones de Navier-Stokes, con énfasis en la modelación de fluidos de baja velocidad de flujo como el humo).

Con este modelo se busca diseñar el sistema de ventilación requerido para una carga equivalente al incendio producido por el choque de un camión de combustible. A tal fin y según las normativas específicas se estableció una carga máxima de 200MW, teniendo en cuenta que se iban a utilizar sistemas adicionales de lucha contra el fuego (una opción era inyección de agua nebulizada).

Esta carga se llama “fuego de diseño” y corresponde al incendio de un camión de combustible considerando una potencia de fuego de 200MW con flash over (combustión generalizada) en 10 minutos.

Tomando las consideraciones de diseño establecidas en la norma ya citada se analizaron diferentes sistemas de ventilación, los que han sido validados o desechados por el modelo, para finalmente proponer, un sistema con equipos tipo Jet Fan. Un Jet posee un ventilador axial unidireccional (de mejor rendimiento que el reversible) cuyo diámetro es 900mm, posee un motor eléctrico de 22KW de potencia y gira a 1450rpm.

En las siguientes figuras se muestra a modo representativo un esquema de la sección que se modeló con los ventiladores en la parte superior:

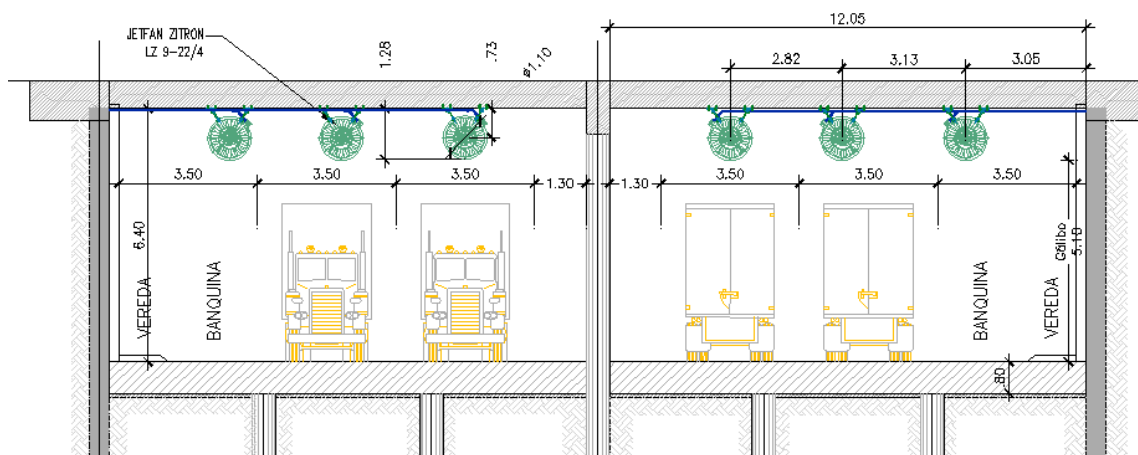


Figura 7-1: Esquema del sistema de ventilación del túnel en vista transversal

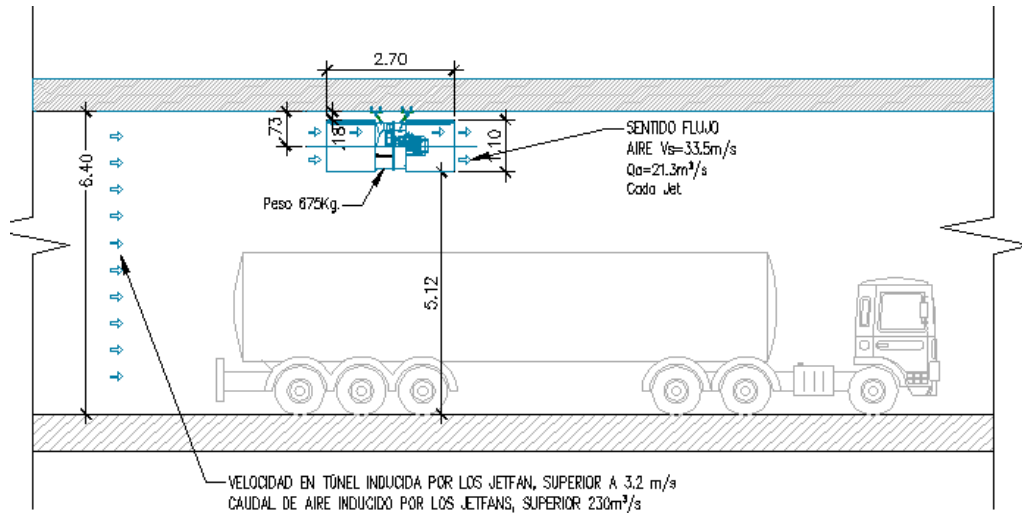


Figura 7-2: Esquema del sistema de ventilación del túnel en vista longitudinal

Del análisis de estas imágenes se desprende también la necesidad de hacer una excavación más profunda a fin de colocar sobre el gálibo vertical requerido, la altura adicional que ocupan los equipos mencionados.

Además, en el proceso de carga del modelo, se incluyeron como parámetros, los materiales que componen a la estructura, paredes y techo de hormigón armado y el material del piso de asfalto.

Para la confección de la maqueta electrónica se discretizaron los diferentes sectores del proyecto como prioritarios para la evaluación del modelo. En el siguiente gráfico, a modo de ejemplo, se muestra un sector del modelo en trinchera.

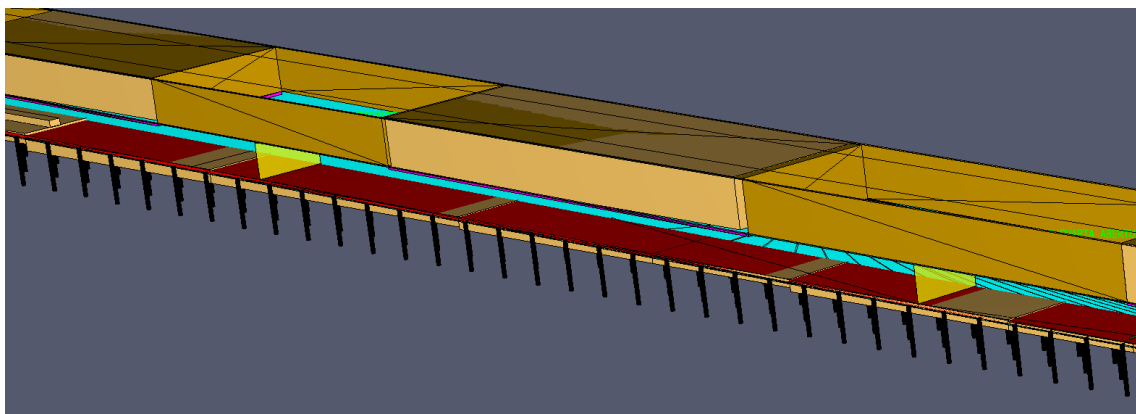


Figura 7-3: Modelo de simulación de incidente, sector en trinchera

Se estudian las secciones transversales marcadas en amarillo en la figura, donde se evalúan las magnitudes físicas de flujo de aire y de calor ante el incidente.

Respecto al modelo de evacuación, éste se desarrolló mediante una simulación numérica confeccionada con el programa EVAC; que posee la característica de correr sobre el programa FDS con el fin de simular en un solo modelo los flujos de evacuación de las personas y la evolución de los humos. Este programa permite evaluar ciertos parámetros sobre los evacuados como velocidad, FED (Fractional Effective Dose), presión entre personas y tiempo de evacuación.

Las hipótesis de modelación de la evacuación contemplan los siguientes parámetros: el caudal de personas en corredores; la cantidad de personas a evacuar ante un incendio; y las características de los pasajeros.

El tiempo de evacuación mínimo se calculó a partir del cumplimiento de parámetros toxicológicos y físicos para salvaguardar el bienestar de los usuarios durante el período de evacuación ante una situación de emergencia.

En la Figura 7-4 se muestra la variación de temperatura en un plano horizontal ubicado a 2.0m del plano de evacuación, que contempla la ocupación de las personas.

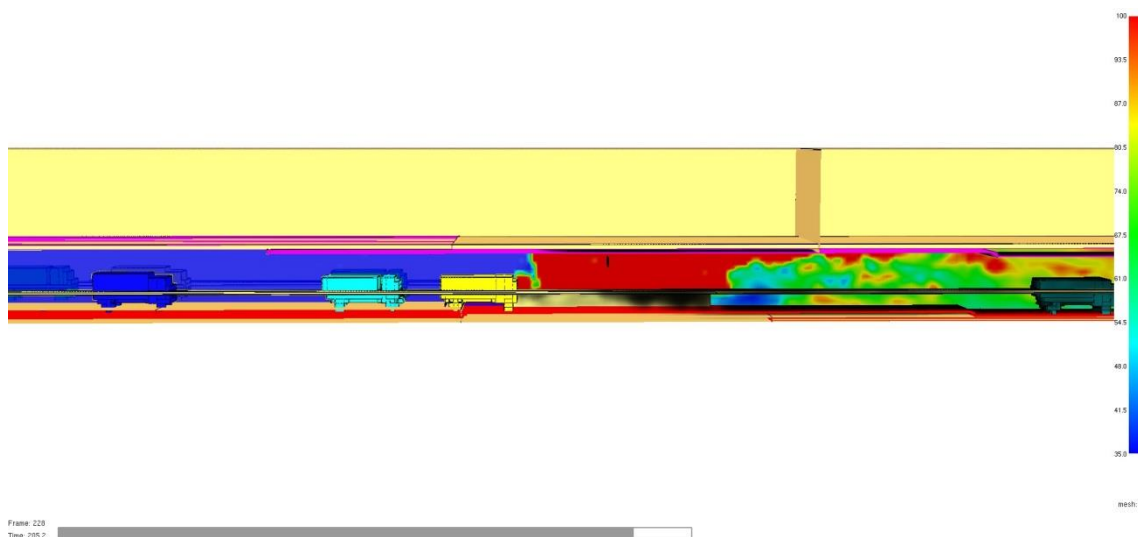


Figura 7-4: Diagrama de temperaturas ante incendio

Se verificaron varias condiciones de seguridad, entre las que se destacan: que las concentraciones de CO (monóxido de carbono), y CO₂ (dióxido de carbono) son menores a las admisibles (según Handbook SFPE 4^o Edición); y que la visibilidad resulta mayor a 10.0m en los caminos de evacuación.

Se evitan mayores precisiones a fin de no abundar en datos que no hacen al núcleo de esta tesis.

7.7. La tercera alternativa

Una tercera alternativa que no fue tomada en cuenta en el análisis por no ser objetivo de estudio, pero es posible mencionar, es techar la trinchera parcialmente, pero en mayor porcentaje respecto del que finalmente se utilizó en la obra.

Cabe mencionar que el diseño de las superficies techadas estuvo a cargo del equipo técnico de la Secretaría de Transporte de la Nación en acuerdo con la Corporación Antiguo Puerto Madero; y el equipo técnico de AUSA ajustó y validó técnicamente este diseño.

Mediante los modelos mencionados a lo largo de todo el documento (modelos viales, estructurales, de seguridad, entre otros), en corridas sucesivas con distintas alternativas de diseño del proyecto y variados escenarios de incidentes, se concluyó preliminarmente que era posible adicionar una porción de cobertura a la trinchera cercana a 1,6Ha, siempre conservando la premisa de asegurar las condiciones de seguridad y evacuación indicadas y por sobre todo, de no recurrir a la colocación de ventilación forzada.²¹ Esta superficie debería ser distribuida estratégicamente a lo largo de la traza para seguir conservando las condiciones mencionadas; es decir adicionado porciones de superficie en las posibles posiciones y simulando los distintos incidentes ya explicados.

De esta forma sería beneficioso en términos del aprovechamiento del espacio, según se detalló en el apartado 7.3 (Espacio público) y no sería contraproducente para el resto de los criterios mencionados a lo largo de este capítulo.

La proporción construida de espacios cerrados respecto a la superficie total disponible para ser techada es de 49%, como se puede ver en la Figura 7-5.

²¹ Estos modelos fueron preliminares y a sólo efecto de estudio de etapas de anteproyecto, por lo que no se cuenta con mayores detalles.

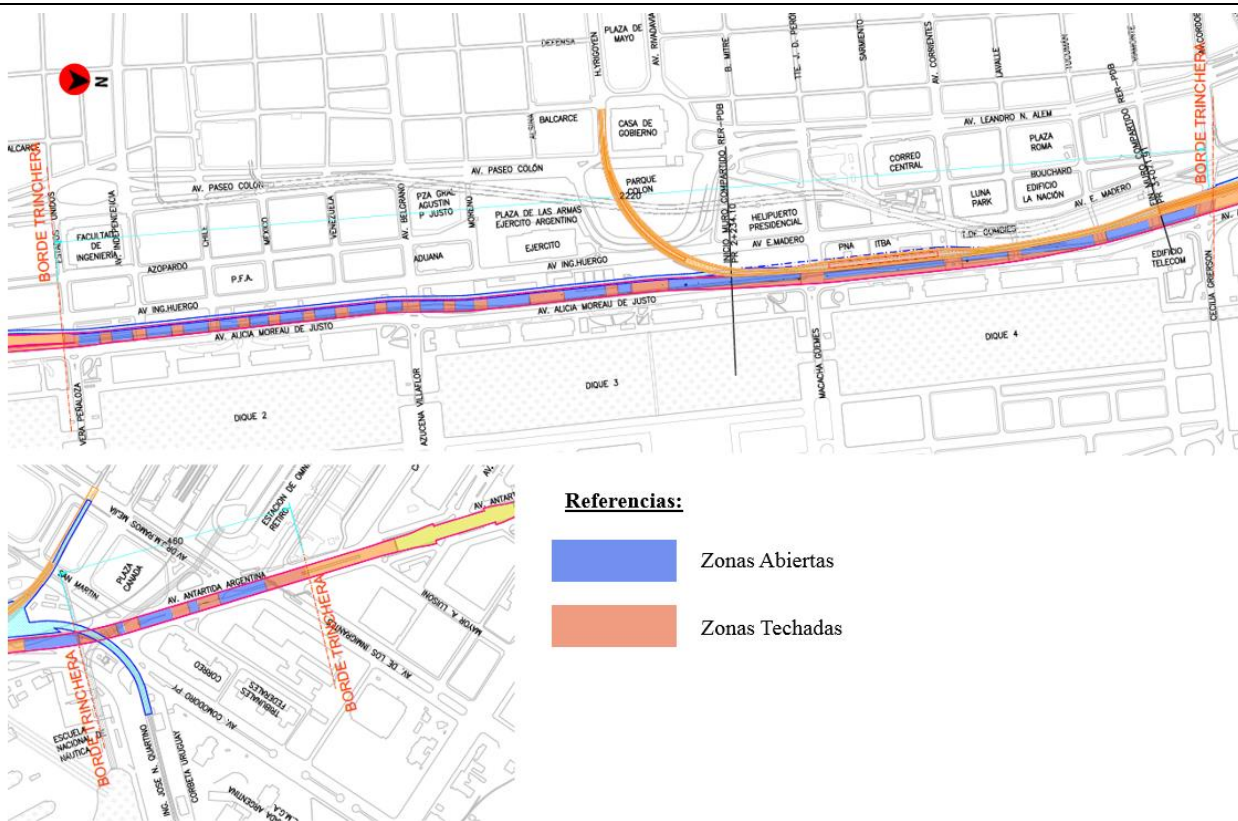


Figura 7-5: Distribución de sectores abiertos y techados en proyecto ejecutado

Según se explicó la razón por la que se cree que el 100% puede ser excesivo, es posible alcanzar un 74% de cobertura, que se corresponde con la superficie de 1,6Ha ya mencionada.

7.8. Matriz de ponderación

Como es criterio profesional habitual en el ejercicio de la ingeniería, se trabaja con sistemas que permiten analizar distintos escenarios en forma cualitativa y cuantitativa. Un método muy habitual es el uso de matrices de análisis multicriterio.

Se realiza, a modo de resumen, una matriz de ponderación valorizada de los escenarios presentados y los criterios que rigieron todo el texto. Esta matriz es explicada a lo largo del presente apartado, hasta llegar a su consolidación final que se muestra en la Tabla 7-8.

Los escenarios que se comparan en la matriz son:

- E. 1: Trinchera actual. Representa a la obra construida, con un techado del 49% de la superficie disponible.
- E. 2: Trinchera con mayor cobertura. Representa a la trinchera teórica con techado igual a 74% de cobertura.
- E. 3: Túnel. Representa al espacio completamente techado.

Los aspectos de comparación de alternativas se dividen en los “Criterios generales” que se trataron a lo largo de todo el presente capítulo. Estos son: transporte y conectividad, movilidad, espacio público, sostenibilidad (impacto ambiental), sistema estructural y seguridad en traza.

Luego se establece si el impacto del criterio afecta en forma definitiva y permanente a la Ciudad o si solamente tiene una afectación provisoria. Esto se ve claramente en la “Etapa” constructiva y su afectación al espacio de suelo. De aquí se desprende el valor asignado a la “Ponderación criterio general”, que a excepción del criterio afectado sólo en etapa de la ejecución de la obra, al que se asignó un valor de 10%; al resto se dividieron en forma equitativa, con un valor de 18%.

Para brindar una mayor precisión al análisis, se subdividieron los criterios generales mencionados en “Variables” que finalmente son sopesadas en cada escenario. Estas variables fueron ponderadas dentro de cada criterio, en lo que se denomina “Ponderación variable”. Estos valores porcentuales se colocaron acorde al criterio y experiencias profesionales adquiridas durante el desarrollo profesional y en particular relacionado al Paseo del Bajo.

Se desprende la “Ponderación global” como la multiplicación de cada variable y el peso del criterio.

Finalmente se asigna el valor a cada escenario en función de si se clasifica como: positivo, negativo o neutro; y se obtiene el resultado de cada ponderación puntual. Se valora como “Positivo” el caso en el que este criterio se ve afectado positivamente en la alternativa en estudio y se le asigna el valor máximo de la ponderación global. Si se valora “Negativo”, el criterio en estudio se ve perjudicado en la alternativa de análisis y así el valor que se asigna es el negativo del valor de la ponderación global. Por último, si se define como de clasificación “Neutro”, quiere decir que este escenario no se ve afectado por esta variable, lo que vale cero (0).

A continuación, se brinda una explicación de los valores asignados en la tabla a fin de facilitar su comprensión.

Se irá explicando cada criterio general y cómo se analizó cada uno de ellos con valores concretos. Estos valores son resultado del análisis detallado que se hizo a lo largo de todo este capítulo, que es el respaldo de los valores que se resumen más abajo.

7.8.1. Transporte y conectividad

El primero de los criterios fue subdividido en las variables que se habían ido mencionando a lo largo de los apartados anteriores, donde se detallan tres variables que serán evaluadas en cada escenario respecto a si afectan en forma positiva, negativa o neutra.

Se analizaron las siguientes variables: la capacidad de la traza de segregar de vehículos livianos y pesados; la posibilidad de conectar los puntos existentes; y si las pendientes longitudinales de la traza son adecuadas para los vehículos que por allí circulan. Dado que la última variable resulta la más preponderante, se asignó un 40% de incidencia, mientras que a las primeras se les asignó una incidencia de 30%. El resumen de este criterio global se ve en la Tabla 7-1.

Tabla 7-1: Ponderación del criterio de transporte y conectividad

| # | Criterio general | Variable | Ponderación Variable | Ponderación Global | E. 1: Trinchera Actual | | E. 2: Trinchera con mayor cobertura | | E. 3: Túnel | |
|---|---------------------------|---------------------------------|----------------------|--------------------|------------------------|----|-------------------------------------|----|-------------|-----|
| | | | | | | | | | | |
| 1 | Transporte y conectividad | Segregación liviano-pesado | 30% | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% |
| 2 | | Conexión en puntos requeridos | 30% | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% |
| 3 | | Pendiente longitudinal adecuada | 40% | 7% | Positivo | 7% | Positivo | 7% | Negativo | -7% |

En este caso en particular, los tres escenarios cumplen positivamente con las variables de análisis, a excepción de las pendientes longitudinales en el caso de un túnel, dado que si éste es profundo y no superficial, genera conexiones forzadas entre puntos elevados y puntos profundos de la traza.

7.8.2. Movilidad

El criterio de la movilidad fue subdividido en cuatro variables: la capacidad de la libre circulación peatonal; la capacidad de una versátil circulación vehicular en la vialidad urbana; si se ejecuta un desnivel en la circulación entre los vehículos pesados y los livianos (pueden estar segregados, pero a un mismo nivel en superficie); y por último la posibilidad de incorporar la circulación de ciclistas en forma segura y con rutas variadas.

Dado que las tres primeras variables son las más importantes desde el punto de vista de esta traza en particular, se las ponderó con un 30% a cada una, mientras que la última fue afectada con un 10%. Los resultados de este criterio se resumen en la Tabla 7-2.

Tabla 7-2: Ponderación del criterio de movilidad

| # | Criterio general | Variable | Ponderación Variable | Ponderación Global | E. 1: Trinchera Actual | | E. 2: Trinchera con mayor cobertura | | E. 3: Túnel | |
|---|------------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------|------------------------|-----|-------------------------------------|----|-------------|----|
| | | | | | | | | | | |
| 4 | Movilidad | Circulación peatonal libre | 30% | 5% | Negativo | -5% | Neutro | 0% | Positivo | 5% |
| 5 | | Circulación vehicular en superficie | 30% | 5% | Negativo | -5% | Neutro | 0% | Positivo | 5% |
| 6 | | Desnivel circulación pesados-liviano | 30% | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% |
| 7 | | Circulación segura de ciclistas | 10% | 2% | Neutro | 0% | Neutro | 0% | Positivo | 2% |

En lo que se refiere a circulación en vialidad urbana, los escenarios se muestran en forma creciente, es decir que mejora la variable a medida que aumenta el porcentaje de cobertura de la trinchera, pues brinda mayor diversidad de circulación y conexiones.

Los tres escenarios tienen desnivel físico entre la circulación de los vehículos, por lo que son positivos.

La circulación de los ciclistas es positiva en el escenario de túnel pues, además de poder ser diversa, minimiza los obstáculos en calle.

7.8.3. Espacio público

El criterio del espacio público fue subdividido en cuatro variables: la condición de afectación del ancho del corredor (esto se refiere a si el diseño del ancho de la traza se ve afectado por las condiciones de su entorno); si existe el requerimiento de hacer expropiaciones en terrenos cercanos a la obra; si se suman espacios verdes y su tamaño; y por último, si se suman espacios para la circulación vial en superficie.

En este caso, es preponderante la suma de espacios verdes y por eso se asigna el 60% de la incidencia. Luego se destaca con un 20% al requerimiento de hacer expropiaciones, para darle finalmente a los otros dos el 10% a cada uno. Los resultados de este criterio se resumen en la Tabla 7-3.

Tabla 7-3: Ponderación del criterio del espacio público

| # | Criterio general | Variable | Ponderación Variable | Ponderación Global | E. 1: Trinchera Actual | | E. 2: Trinchera con mayor cobertura | | E. 3: Túnel | |
|----|------------------|---|----------------------|--------------------|------------------------|------|-------------------------------------|----|-------------|-----|
| 8 | Espacio público | Ancho del corredor | 10% | 2% | Neutro | 0% | Neutro | 0% | Positivo | 2% |
| 9 | | Expropiaciones de terrenos | 20% | 4% | Neutro | 0% | Neutro | 0% | Positivo | 4% |
| 10 | | Espacios verdes nuevos | 60% | 11% | Negativo | -11% | Neutro | 0% | Positivo | 11% |
| 11 | | Espacio para circulación vial en superficie | 10% | 2% | Negativo | -2% | Neutro | 0% | Positivo | 2% |

A modo general, los escenarios se ven mejorados en forma creciente, es decir que estas variables se ven afectadas positivamente, al generar mayor cobertura en la trinchera.

7.8.4. Sostenibilidad (impacto ambiental)

Este criterio contiene varias variables relacionadas: por un lado se evalúa el impacto del ruido en el exterior y por otro lado en el interior; el impacto en la generación de los Gases de Efecto Invernadero que está relacionado con la fluidez del tránsito, como ya se explicó; la incidencia en el impacto visual (si la obra está completamente tapada, es invisible); y por último el nivel de consumo de energía debido a la necesidad de instalar iluminación artificial en la traza.

Al momento de ponderar las variables, se destaca la importancia de la emisión de gases y el impacto visual por ser condiciones importantes para este proyecto en particular, ambos con una ponderación del 30%, y al consumo energético con 25%, mientras que los valores asociados al ruido son más bajos. El análisis de este factor se ve reflejado en la Tabla 7-4.

Tabla 7-4: Ponderación del criterio de sostenibilidad

| # | Criterio general | Variable | Ponderación Variable | Ponderación Global | E. 1: Trinchera Actual | | E. 2: Trinchera con mayor cobertura | | E. 3: Túnel | |
|----|------------------------------------|--|----------------------|--------------------|------------------------|----|-------------------------------------|----|-------------|-----|
| | | | | | | | | | | |
| 12 | Sostenibilidad (Impacto ambiental) | Ruido ambiental (exterior) | 8% | 1% | Neutro | 0% | Neutro | 0% | Positivo | 1% |
| 13 | | Ruido dentro del corredor (interior) | 7% | 1% | Neutro | 0% | Neutro | 0% | Negativo | -1% |
| 14 | | Fluidez del tránsito y Generación de gases GEI | 30% | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% |
| 15 | | Impacto visual | 30% | 5% | Neutro | 0% | Neutro | 0% | Positivo | 5% |
| 16 | | Consumo energético en iluminación | 25% | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | Negativo | -5% |

El análisis del impacto de cada factor se ve reflejado en la clasificación de cada escenario, donde, en general, todos los casos poseen similar impacto según cada variable.²²

7.8.5. Sistema estructural

Se recuerda que el criterio del sistema estructural responde a condiciones en etapa de obra (impacto temporal), por lo que su incidencia es menor que en el resto de los criterios mencionados (impacto permanente). Se subdivide en cinco variables: el consumo de materiales para la ejecución de la obra, donde el mayor consumo es considerado negativo; el costo requerido en logística de obra, donde las obras en trinchera tienen una ocupación importante en superficie que las hace más complejas en la etapa constructiva, mientras que las obras con tecnología de tunelería tienen ocupación en cabeceras y en algún sector puntual intermedio; el plazo de obra está asociado a la complejidad de la tecnología adoptada y los plazos de aprovisionamiento previos al inicio de la obra propiamente dicha; la ocupación de espacio en superficie en la etapa de obra hace muy complejo su avance pues debe contemplarse como un requerimiento imprescindible la ejecución de los desvíos que permiten asegurar el flujo seguro.

En este caso en particular, el plazo era un factor preponderante y por este motivo, aquí se le asignó una incidencia alta, del 35%. El resto de las variables fueron ponderadas en forma similar. En la Tabla 7-5 se puede ver el resumen de este análisis.

Tabla 7-5: Ponderación del criterio del sistema estructural

| # | Criterio general | Variable | Ponderación Variable | Ponderación Global | E. 1: Trinchera Actual | | E. 2: Trinchera con mayor cobertura | | E. 3: Túnel | |
|----|---------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------|------------------------|-----|-------------------------------------|-----|-------------|-----|
| | | | | | | | | | | |
| 17 | Sistema estructural | Consumo de materiales | 20% | 2% | Positivo | 2% | Positivo | 2% | Negativo | -2% |
| 18 | | Costos logística en etapa de obra | 15% | 2% | Negativo | -2% | Negativo | -2% | Neutro | 0% |
| 19 | | Plazos de obra | 35% | 4% | Positivo | 4% | Neutro | 0% | Negativo | -4% |
| 20 | | Intervención con obra en superficie | 15% | 2% | Negativo | -2% | Negativo | -2% | Positivo | 2% |
| 21 | | Desvíos tránsito en obra | 15% | 2% | Negativo | -2% | Negativo | -2% | Positivo | 2% |

²² El análisis se encuentra detallado en el punto 7.4: Sostenibilidad e Impacto ambiental.

Como resultado de este análisis en particular, todas las variables asociadas a la ocupación son afectadas negativamente en los escenarios de las trincheras (E. 1 y E. 2), los costos y plazos tienen un impacto positivo.

7.8.6. Seguridad en la traza

La seguridad en la traza tiene tres subdivisiones que son muy similares entre sí por su importancia, donde es levemente menor la incidencia de las salidas de emergencia, respecto a las otras dos variables que son la posibilidad de los servicios de emergencia de acceder a un sector particular de la traza en caso de siniestro, y el requerimiento de ejecutar una ventilación forzada en caso de carecer de ventilación natural. En la siguiente tabla se refleja el análisis de este criterio.

Tabla 7-6: Ponderación del criterio de la seguridad en la traza

| # | Criterio general | Variable | Ponderación Variable | Ponderación Global | E. 1: Trinchera Actual | | E. 2: Trinchera con mayor cobertura | | E. 3: Túnel | |
|----|-----------------------|--|----------------------|--------------------|------------------------|----|-------------------------------------|----|-------------|-----|
| 22 | Seguridad en la traza | Accesibilidad Servicios para emergencias | 35% | 6% | Positivo | 6% | Positivo | 6% | Negativo | -6% |
| 23 | | Ventilación de la traza | 35% | 6% | Positivo | 6% | Positivo | 6% | Negativo | -6% |
| 24 | | Salidas de emergencia peatonal | 30% | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | Negativo | -5% |

Como se ve en la calificación de cada escenario, definitivamente, la ejecución de un túnel es la alternativa más riesgosa en lo que a seguridad se refiere.

7.8.7. Indicadores

A modo descriptivo, se agregó Tabla 7-7, en la que se proponen “Indicadores” que permiten analizar las variables de estudio y darles, en una etapa posterior, una ponderación para su análisis detallado y su seguimiento. Esto permite hacer un estudio más profundo y cuantificado de alternativas y escenarios de distintos proyectos en general. Estos indicadores son sólo un puntapié de ideas para generar un criterio de análisis con el uso de matrices.

Tabla 7-7: Indicadores

| # | Criterio general | Variable | Indicador |
|----|------------------------------------|--|--|
| 1 | Transporte y conectividad | Segregación liviano-pesado | . Long. Segregación / Long. total del Corredor . Tipo de Pesados Segregados / Tránsito total |
| 2 | | Conexión en puntos requeridos | Cantidad de puntos conectados efectivos / Puntos de conexión ideal |
| 3 | | Pendiente longitudinal adecuada | 0%<i>i</i><2% / 2%<i>i</i><5% (proyectos con i>5% quedan fuera del estudio) |
| 4 | Movilidad | Circulación peatonal libre | Anchos de paso / Long. total de corredor |
| 5 | | Circulación vehicular en superficie | Anchos de paso / Long. total de corredor |
| 6 | | Desnivel circulación pesados-liviano | Long. Segregación Peatón-Pesado / Long. total del Corredor |
| 7 | | Circulación segura de ciclistas | Long. sin interferencias/ Long. Total de ciclovía |
| 8 | Espacio público | Ancho del corredor | Long. sin interferencias/ Long. Total del Corredor |
| 9 | | Expropiaciones de terrenos | . Cantidad de expropiaciones . Superficie a expropiar / Superficie total del corredor |
| 10 | | Espacios verdes nuevos | Superficie espacios verdes/ Superficie total del proyecto |
| 11 | | Espacio para circulación vial en superficie | Superficie circulación vial/ Superficie total del proyecto |
| 12 | Sostenibilidad (Impacto ambiental) | Ruido ambiental (exterior) | Nivel de presión sonora inicial - Nivel de presión sonora final (sobre fachada de vecinos frentistas linderos) |
| 13 | | Ruido dentro del corredor (interior) | Nivel de presión sonora origen - Nivel de presión sonora final (en traza) |
| 14 | | Fluidez del tránsito y Generación de gases GEI | Δ factor de emisión*consumo de combustible*tiempo ahorrado*cantidad y tipo de vehículos |
| 15 | | Impacto visual | Long. Desobstruida visualmente/ Long. total del corredor |
| 16 | | Consumo energético en iluminación | 1- (Consumo eléctrico / Consumo eléctrico total) |
| 17 | Sistema estructural | Consumo de materiales | Volumen de material / Long. del corredor |
| 18 | | Costos logística en etapa de obra | Presupuesto logística / Long. Del corredor |
| 19 | | Plazos de obra | Meses |
| 20 | | Intervención con obra en superficie | Superficie afectada por la obra / Superficie total de afectación del proyecto * Tiempo de afectación |
| 21 | | Desvíos tránsito en obra | . Cantidad de desvíos . Días |
| 22 | Seguridad en la traza | Accesibilidad Servicios para emergencias | Tiempos de respuesta de emergencia simulados |
| 23 | | Ventilación de la traza | . Tipo de ventilación (natural o forzada) . Si forzada ==> 1- (Consumo eléctrico / Consumo eléctrico total) |
| 24 | | Salidas de emergencia peatonal | Tiempos de evacuación de usuarios simulado en caso de incidente |

Finalmente, en la Tabla 7-8 se muestra el resumen consolidado de toda la tabla, que permite hacer el diagnóstico integral de las alternativas presentadas.²³

Como resultado de los valores que se desprenden de la matriz, se puede deducir en forma cualitativa y con datos representativos, que es más beneficioso, en etapa de análisis de proyecto, hacer un estudio más detallado y profundizar en la “tercera alternativa”, llamado el escenario 2.

²³ Todos los valores de las tablas de la matriz fueron redondeados (se muestran sin decimales) para facilitar la lectura. El respaldo digital está en una planilla de cálculo.

Tabla 7-8: Matriz de ponderación de escenarios

| # | Criterio general | Etap | Ponderación Criterio General | Variable | Indicador | Ponderación Variable | Ponderación Global | E. 1: Trinchera Actual | | | E. 2: Trinchera con mayor cobertura | | | E. 3: Túnel | |
|----|--|--|------------------------------|---|--|----------------------|----------------------------|--|------|----------|-------------------------------------|----------|--------|-------------|----------|
| | | | | | | | | H = D*G | I | J | K | L | M | N | |
| A | B | C | D | E | F | G | H = D*G | I | J | K | L | M | N | | |
| 1 | Transporte y conectividad | Definitiva | 18% | Segregación liviano-pesado | Long. Segregación / Long. total del Corredor Tipo de Pesados Segregados / Tránsito total | 30% | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | | |
| 2 | | | | Conexión en puntos requeridos | Cantidad de puntos conectados efectivos / Puntos de conexión ideal | 30% | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | | |
| 3 | | | | Pendiente longitudinal adecuada | 0% <= 2% / 2% <= 5% (proyectos con >= 5% quedan fuera del estudio) | 40% | 7% | Positivo | 7% | Positivo | 7% | Positivo | 7% | Negativo | -7% |
| 4 | Movilidad | Definitiva | 18% | Circulación peatonal libre | Anchos de paso / Long. total de corredor | 30% | 5% | Negativo | -5% | Neutro | 0% | Positivo | 5% | | |
| 5 | | | | Circulación vehicular en superficie | Anchos de paso / Long. total de corredor | 30% | 5% | Negativo | -5% | Neutro | 0% | Positivo | 5% | | |
| 6 | | | | Desnivel circulación pesados-liviano | Long. Segregación Peatón-Pesado / Long. total del Corredor | 30% | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% |
| 7 | | | | Circulación segura de ciclistas | Long. sin interferencias/ Long. Total de ciclovia | 10% | 2% | Neutro | 2% | Neutro | 0% | Neutro | 0% | Positivo | 2% |
| 8 | Espacio público | Definitiva | 18% | Ancho del corredor | Long. sin interferencias/ Long. Total del Corredor | 10% | 2% | Neutro | 0% | Neutro | 0% | Positivo | 2% | | |
| 9 | | | | Expropiaciones de terrenos | Cantidad de expropiaciones | 20% | 4% | Neutro | 4% | Neutro | 0% | Neutro | 0% | Positivo | 4% |
| 10 | | | | Espacios verdes nuevos | Superficie a expropiar / Superficie total del corredor | 60% | 11% | Negativo | -11% | Negativo | -11% | Neutro | 0% | Positivo | 11% |
| 11 | | | | Espacio para circulación vial en superficie | Superficie espacios verdes/ Superficie total del proyecto | 10% | 2% | Negativo | -2% | Negativo | -2% | Neutro | 0% | Positivo | 2% |
| 12 | | | | Sostenibilidad (Impacto ambiental) | Definitiva | 18% | Ruido ambiental (exterior) | Superficie circulación vial/ Superficie total del proyecto | 8% | 1% | Neutro | 0% | Neutro | 0% | Positivo |
| 13 | Ruido dentro del corredor (interior) | Nivel de presión sonora inicial - Nivel de presión sonora final (sobre fachada de vecinos frentistas linderos) | 7% | | | | 1% | Neutro | 1% | Neutro | 0% | Neutro | 0% | Negativo | -1% |
| 14 | Fluidez del tránsito y Generación de gases GEI | Δ factor de emisión*consumo de combustible*tiempo ahorrado*cantidad y tipo de vehículos | 30% | | | | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% |
| 15 | Impacto visual | Long. Desobstruida visualmente/ Long. total del corredor | 30% | | | | 5% | Neutro | 5% | Neutro | 0% | Neutro | 0% | Positivo | 5% |
| 16 | Consumo energético en iluminación | 1- (Consumo eléctrico / Consumo eléctrico total) | 25% | | | | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | Negativo | -5% |
| 17 | Consumo de materiales | Volumen de material / Long. del corredor | 20% | | | | 2% | Positivo | 2% | Positivo | 2% | Positivo | 2% | Negativo | -2% |
| 18 | Sistema estructural | Ejecución obra | 10% | Costos logística en etapa de obra | Presupuesto logística / Long. Del corredor | 15% | 2% | Negativo | -2% | Negativo | -2% | Neutro | 0% | | |
| 19 | | | | Plazos de obra | Meses | 35% | 4% | Positivo | 4% | Positivo | 4% | Neutro | 0% | Negativo | -4% |
| 20 | | | | Intervención con obra en superficie | Superficie afectada por la obra / Superficie total de afectación del proyecto * Tiempo de afectación | 15% | 2% | Negativo | -2% | Negativo | -2% | Negativo | -2% | Positivo | 2% |
| 21 | | | | Desvíos tránsito en obra | Cantidad de desvíos Días | 15% | 2% | Negativo | -2% | Negativo | -2% | Negativo | -2% | Positivo | 2% |
| 22 | Seguridad en la traza | Definitiva | 18% | Accesibilidad Servicios para emergencias | Tiempos de respuesta de emergencia simulados | 35% | 6% | Positivo | 6% | Positivo | 6% | Negativo | -6% | | |
| 23 | | | | Ventilación de la traza | Tipo de ventilación (natural o forzada) Si forzada ==> 1- (Consumo eléctrico / Consumo eléctrico total) | 35% | 6% | Positivo | 6% | Positivo | 6% | Positivo | 6% | Negativo | -6% |
| 24 | | | | Salidas de emergencia peatonal | Tiempos de evacuación de usuarios simulado en caso de incidente | 30% | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | Positivo | 5% | Negativo | -5% |
| | | | | | | | 100% | 29% | | | 49% | | | 26% | |

CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Siempre he sentido que hay algo en Buenos Aires que me gusta. Me gusta tanto que no me gusta que le guste a otras personas. Es un amor así, celoso.

(Jorge Luis Borges)

La conocida frase de Patrick Geddes “Think Global, Act Local”, quiere decir “piensa global y actúa local”, es inspiradora en lo que a planificación urbana se refiere. Contempla los aprendizajes de la historia internacional y de la experiencia y aspira a que sean de utilización para articular enseñanzas en la aplicación local. Actuar cerca, en el entorno cercano, al hacer uso de las experiencias ya adquiridas, pues “no hay nada nuevo bajo el sol”, entonces es cuestión de cada equipo maximizar el uso del conocimiento y de articular las experiencias adquiridas en proyectos urbanísticos que pueden sentar precedentes técnicos y sociológicos por igual.

“Éste es el horizonte de algunos de los que nos dedicamos a la filosofía, nuestros símbolos de emulación. Es una larga marcha de la historia del pensamiento la que se interpone entre aquellos fundadores y nuestro presente. Los héroes epónimos y los ejemplos de la actitud desafiante del pensador urbano -en su antigua acepción de Polis: comunidad de ciudadanos- tienen muchos nombres y cada uno de nosotros elegirá a los que siente más cercanos a sus convicciones. Todos ellos nos enseñaron que pensar es buscar un problema donde hay un mandato, un dilema donde se enuncia una vía regia, una dificultad cuando las cosas se presentan fáciles, una novedad cuando todo parece destinado y necesario, una salida cuando se nos impone un Sistema” (Abraham, 2012).

Fue el objeto de la presente tesis analizar el espacio urbano que se generó a partir de la construcción de la obra vial del Paseo del Bajo en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Se hizo la presentación de la problemática que dio lugar al estudio de la implantación de la obra mencionada y su impacto urbanístico en la Ciudad. El área de intervención está en el corazón turístico, financiero y de servicios de Buenos Aires, y de ahí la relevancia de este análisis para la planificación urbana.

Este proyecto, por tantos años postergado (desde el año 1965) era una deuda con el transporte, específicamente el comercial de mercancías; con la movilidad y sobre todo con la seguridad tanto de la circulación vehicular, como la peatonal.

El estado actual del arte impone la consideración conjunta de la planificación vial y la planificación urbana general por la relación íntima que la vincula; y cómo deben ser pensadas como un único núcleo interdisciplinario.

Una vez clarificado el problema de la desconexión vial entre el sur y el norte de la Ciudad, los perjuicios ambientales, de movilidad y de seguridad que se derivan de la mezcla de la circulación de vehículos pesados y livianos, la Ciudad pudo encarar a través de la gestión articulada de sus tres poderes gubernamentales, la planificación de semejante intervención, su posterior licitación conforme a la ley de obra pública (Ley 13.064); y finalmente su ejecución.

El marco teórico que se sustenta en el conocimiento académico, en la bibliografía especializada, y en la experiencia profesional en planificación y gestión de la ingeniería urbana, permitió dar respaldo a las premisas que luego fueron usadas para explicar la hipótesis que rigió la tesis, mediante la definición y detalle de los conceptos que eran necesarios para luego comprender el análisis de las alternativas planteadas al diseño de la obra que fue construido.

Esto, a su vez, implicó detallar el diseño integral del Paseo del Bajo, sus condicionantes y los conceptos que rigieron la geometría y la conformación adoptada para cada sector de la traza.

Así se pudieron plantear alternativas más eficientes en función de los criterios mencionados del transporte, la movilidad, la sostenibilidad y la eficiencia del uso del espacio público, la estructura y la seguridad, con las fortalezas y debilidades de cada una; y puesto que ambas tienen pros y contras la toma de una decisión se vuelve dilemática (Abraham, 2012) porque enriquece académica, técnica y profesionalmente el ejercicio de “pensar la Ciudad”.

Finalmente, se concluye que, a partir de los criterios expuestos y analizados en este documento, cabía la posibilidad de estudiar, en la etapa de diseño, en mayor detalle un techado de mayor proporción, sin llegar a cubrir por completo la trinchera, tal como se detalló en lo que se llamó el apartado “La tercera alternativa”, que en función de análisis interdisciplinarios generaba un aprovechamiento optimizado del espacio, siempre con los criterios que se usaron a lo largo de toda la tesis como los rectores del estudio.

Se ha de recordar siempre que los proyectos tienen un objetivo primario y la capacidad de alcanzar otros objetivos secundarios, no menos importantes para la Ciudad o área de emplazamiento. No olvidar que, en este caso, el Paseo del Bajo fue generador de una conexión vial segura entre las autopistas existentes, pero que además fue un proyecto de reconfiguración urbana, lo que requirió no sólo la mirada del especialista en transporte; sino también la de los especialistas en urbanismo.

8.1. Futuras líneas de investigación

En el caso de encarar un futuro estudio con mayor nivel de detalle, que el que esta tesis presenta, los resultados probablemente hubieran diferido en lo que respecta a la decisión del diseño de la conformación en la vialidad urbana, sobre la trinchera, pues el gran objetivo que se busca siempre con la obra pública es alcanzar el bien común.

Fue intención de la tesis dejar además una herramienta para el futuro análisis de proyectos, apenas delineada como matriz de ponderación y promueve poder utilizarla en forma sistemática para estudio de futuros escenarios de proyectos viales urbanos.

Los proyectos de obra pública tienen muchas aristas que escapan a la capacidad de los técnicos que intervienen, donde se ponen en juego otros temas urbanos, decisiones políticas y temas de financiamiento con condiciones de diseño específicas asociadas.

“¿Y si la política no fuera sólo un asunto de ideología, ni se definiera por la gestión, por los encantos del carisma, ni por las cualidades morales? ¿Si también fuera una manera de hacer, una tradición de invocar, unos principios que respetar, una forma de pensar? No me refiero a una retórica previsible ni a las habituales declamaciones de tribuna, sino a un ejercicio efectivo de la conducción de los intereses colectivos. No hay política de Estado sin la visión de conjunto” (Abraham, 2012).

Así, se deja la propuesta a los planificadores (“Think Global”) de asumir la tarea de analizar sistemáticamente los distintos escenarios y alternativas de proyectos a través del uso de matrices multicriterio y análisis de indicadores con su correspondiente ponderación (“Act Local”), dado que técnicamente es la forma que tenemos los ingenieros de valorar los proyectos y tomar las mejores decisiones.

Incorporar estos conocimientos adquiridos a partir de la formación académica, y el ejercicio profesional, permiten enriquecer los equipos multidisciplinarios y hacer un aporte que deje una impronta para la Ciudad en estudio, sobre todo en lo que respecta a la calidad de vida de las personas que allí residen, circulan, trabajan y disfrutan el esparcimiento.

Es la misión de los planificadores, jugar este juego con la mayor astucia posible y obtener de cada proyecto la mejor alternativa que satisfaga a la Ciudad.

CAPÍTULO 9: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, T. (2012). *La lechuza y el caracol*. Buenos Aires: Sudamericana.
- Abuauard, R., & Milnes, T. (2008). *Nudo Estoril. De la obra de infraestructura al proyecto urbano*.
- Allard, P. (2000). *Costanera norte. Mitos, verdades y lecciones de una autopista urbana*.
- Área de pensamiento estratégico. (2012). *Plan de obras de infraestructura-Análisis y estructuración de financiamiento para el inventario de obras de construcción 2012-2021*. Buenos Aires: Cámara Argentina de la Construcción.
- Arias, F. (1999). *El proyecto de Investigación-Guía para su elaboración*. Caracas: Editorial Episteme.
- Ascher, F. (2005). *Ciudades con velocidad y movilidad múltiples: un desafío para los arquitectos, urbanistas y políticos*(60), 11-19.
- Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). (2013). *Qué es la movilidad urbana*.
- Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). (2017). *Crecimiento urbano y acceso a oportunidades: un desafío para América Latina*. Reporte de Economía y Desarrollo (RED).
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2011). *Sostenibilidad urbana en América Latina y el Caribe*.
- Bilbao, M. (s.f.). *Buenos Aires desde su fundación hasta nuestros días*. Buenos Aires.
- Borja, J. (Octubre de 1998). *Ciudad y Espacio Público*(12). Caracas.
- Café de las Ciudades*. (s.f.). Obtenido de <http://www.cafedelasciudades.com.ar/>
- Calvino, I. (1972). *Las ciudades invisibles*. Roma: Giulio Einaudi.
- Carmona, M., Heath, T., Oc, T., & Tiesdell, S. (2003). *Public places urban spaces-The dimensions of urban design*. Oxford: Architectural Press.
- Cavedo, C., Galilea, D., Pasqualini, M., & Noya Gasparetti, M. (2013). *Inventario de obras propuestas-Actualización al 31-12-13*. Buenos Aires: Cámara Argentina de la Construcción.

- Cavedo, C., Galilea, D., Seminara, J., & Wajnszyld, M. (2012). *Plan de obras 2012-2021-Inventario de obras propuestas-Actualización al 31-12-12*. Buenos Aires: Cámara Argentina de la Construcción.
- Chamarra, A., Cavedo, C., Galilea, D., & Lago, F. (2006). *La construcción como herramienta del crecimiento continuado-Inventario de obras propuestas*. Buenos Aires: Cámara Argentina de la Construcción.
- Chomsky, N. (2001). *El bien común*. Buenos Aires: Siglo veintiuno editores.
- Del Rosso, A., & Ghia, A. (2010). *Análisis de requerimientos de infraestructura e inversiones en el sistema eléctrico del área Metropolitana*. Buenos Aires: Cámara Argentina de la Construcción.
- Echebarría Miguel, C., & Aguado Moralejo, I. (2002). *La planificación urbana sostenible*. Economist Intelligence Unit y patrocinado por Siemens. (2010). *Índice de Ciudades Verdes de América Latina*. Munich: Siemens AG.
- Fernandez Guell, E. (1997). *Planificación estratégica de ciudades*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Garitano, Á., & Burgos, Z. (2016). *Desarrollo urbano sostenible una visión desde la biología*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Garzonio, O. (2010). *Infraestructura de agua, saneamiento y desagües pluviales de la Ciudad de Buenos Aires*. Buenos Aires: Cámara Argentina de la construcción.
- Guzmán, D., & Lagos, M. (2008). *Estudio de caso Proyecto Las Lilas*. Pontificia Universidad de Chile, Trabajo final curso Gestión y ciclo de vida del proyecto. Magíster en Administración de la Construcción.
- Harvey, D. (2014). *Ciudades reveldes. Del derecho a la ciudad a la revolución urbana* (1° ed.). Buenos Aires, Argentina: Akal Ediciones.
- Herce Vallejo, M., & Magrinyà, F. (Abril de 2012). *El espacio de la movilidad urbana*. Obtenido de Café de las ciudades: http://www.cafedelasciudades.com.ar/imagenes%20131/Indice_prologos_movilidad.pdf
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Higuera García, E. (2009). *Desarrollo urbano sostenible y criterios de diseño urbano para ordenaciones residenciales*. DAPP.

- IHOBE. (mayo de 2003). Criterios de sostenibilidad aplicables al planeamiento urbano. *Serie programa marco ambiental*(22).
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). (s.f.). *Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles (CIRSOC)*. Secretaría de Obras Públicas.
- Jefatura de Gabinete de Ministros, Presidencia de la Nación. (2019). *Argentina 2030*.
- Killinger, C., & Rimauro, C. (2019). Sistema de protección contra incendio y seguridad humana de Paseo del Bajo. *Carreteras*.
- Kirkland, D., Flatley, A., Kelly, R., Halawa, E., & Rizkalla, E. (2014). Innovative Approach for Construction of Urban Cut and Cover Structures and Tunnels. *World Tunnel Congress 2014 - Tunnels for better Life. Foz do Iguazu, Brazil*.
- Kolymbas, D. (2005). *Tunelling and Tunnel Mechanics. A Rational Approach to Tunelling*. Berlin: Springer.
- Krekel, C., Kolbe, J., & Wüstemann, H. (2016). The greener, the happier? The effect of urban land use on residential well-being. *Ecological Economics*(121), 117–127.
- Leva, G. (2005). *Indicadores de calidad de vida urbana*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quimes.
- Ley 2930. (2008). *Plan Urbano Ambiental*. Buenos Aires.
- Ley 8912. (1977). *Ley de ordenamiento territorial y uso del suelo*. Buenos Aires.
- Ministerio de Desarrollo Urbano, S. d. (2009). *Modelo Territorial Buenos Aires 2010-2060*. Buenos Aires.
- Ministerio de Planificación Federal, I. P. (2011). *Plan Estratégico Territorial Avance II*. Buenos Aires: Letra Viva.
- Miralles-Guasch, C. (2002). *Ciudad y transporte: el binomio perfecto*. Barcelona: Ariel Geografía.
- National Fire Protection Association (NFPA). (s.f.). *An International Codes and Standards Organization*.
- Navarro, I., Galilea, P., Hidalgo Rocio, & Hurtubia, R. (Mayo de 2018). Transporte y su integración con el entorno urbano: ¿cómo incorporamos los beneficios de elementos urbanos en la evaluación de proyectos de transporte? *EURE*, 44(132), 133-151.

- Oficina de Evaluación y Supervisión (OVE). (2016). *Evaluación de la iniciativa Ciudades emergentes y sostenibles del BID*. New York: BID.
- ONU Habitat. (2009). Planificación de ciudades sostenibles: Orientaciones para políticas-Informe global sobre asentamientos humanos 2009. *Programa de la Naciones Unidas para Asentamientos humanos*. Londres, Reino Unido.
- Organización para las Naciones Unidas (ONU). (2016). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
- Organización para las Naciones Unidas (ONU). (1992). *Programa 21*. Río de Janeiro: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales - División de Desarrollo.
- Organización para las Naciones Unidas (ONU). (2016). *Agenda de desarrollo sostenible 2030*. New York.
- Ornés Vásquez, S. (enero-junio de 2014). La gestión urbana sostenible: conceptos, rol del gobierno local y vinculación con el marketing urbano. (U. d. Andes, Ed.) *Provincia*(31), 147-171.
- Pazos, N. (2010). *Ingeniería Argentina: obras, ideas y protagonistas (1960-2010)*. Consejo Profesional de Ingeniería civil, Buenos Aires.
- PIARC Technical Committee. (2009). *Tools for Tunnel Safety Management*. París.
- Plataforma urbana*. (s.f.). Obtenido de <http://www.plataformaurbana.cl/>
- Poduje, I. (2008). Participación ciudadana en proyectos de infraestructura y planes reguladores. *Instituto de estudios urbanos y territoriales facultad de arquitectura, diseño y estudios urbanos UC*, 3(22).
- Risuleo, F. (2010). *Infraestructura de gas natural en la Ciudad de Buenos Aires*. Buenos Aires: Cámara Argentina de la Construcción.
- Rueda. (2013). El urbanismo ecológico: Un nuevo urbanismo para abordar los retos de la sociedad actual. *Urban-e*(004).
- Sanguinetti, J. (2012). *Plan de infraestructura de transporte terrestre: propuesta de financiamiento*. Buenos Aires: Cámara Argentina de la Construcción.
- Seminarios de clases. (2015 y 2016). *Maestría en Planificación y Gestión de la Ingeniería Urbana*. Buenos Aires, Argentina.
- Smolka, M. (s.f.). *Lincoln Institute Land Policy*. Obtenido de <http://www.lincolninst.edu>

-
- Soengas, C., Gerardi, C., Botto, G., Zapata, M., & Botasso, G. (29 de Mayo de 2019). Comparación de resultados de coeficiente de aborsorción acústica, microtextura y macrotextura entre microaglomerados en caliente realizados con asfalto AM-3 vs asfalto caucho. *Revista Carreteras*.
- Tella, G. (2012). *Construir Ciudad-Evaluación cualitativa sobre el posicionamiento de Buenos Aires*. Buenos Aires: Cámara Argentina de la construcción.
- Terraza, H., Rubio Blanco, D., & Vera, F. (2016). De ciudades emergentes a ciudades sostenibles. *ARQ*.
- Zaidenknop, Y., & Rimauro, C. (2019). Descripción técnica del corredor Paseo del Bajo. *Carreteras*.
- Zaidenknop, Y., Rimauro, C., & Vergara, C. (2019). Sistema estructural y procedimiento constructivo del Paseo del Bajo. *Carreteras*.

CAPÍTULO 10: ANEXOS

Anexo I: Carta Autopistas Urbanas S. A.

Este anexo tiene la carta de respaldo por parte del Gerente Técnico del Proyecto del Paseo del Bajo, donde autoriza a la Tesista a utilizar la información del proyecto para escribir esta Tesis.²⁴

²⁴ La nota en su versión original firmada forma parte del expediente del Plan de Tesis (Número de solicitud: 340691-1/2017, con fecha 03/11/2017). Se adjunta una copia.

Buenos Aires, 07 de Agosto de 2017

Destino: Autopistas Urbanas S. A. – Paseo del Bajo

Dirección: Juana Manuela Gorriti 1225, CABA

Asunto: Solicitud de autorización

Sr. Gerente Técnico Paseo del Bajo-AUSA

Estimado Arq. Claudio Rimauro,

De mi mayor consideración,

me dirijo a Usted a fin de solicitar el permiso de uso de información técnica relacionada con proyecto y obra denominados "Paseo del Bajo"

La solicitud se encuadra en el marco de la Tesis para la Maestría en Gestión y Planificación de la Ingeniería Urbana, regulada académicamente por la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), con aprobación de la CONEAU mediante Resolución: RESFC-2017-187-APN-CONEAU#ME.

La información se utilizará sólo para fines académicos y no será difundida por ninguna otra vía que no sea la publicación y defensa posterior de dicha tesis.

Agradezco de antemano su respuesta.

Le ruego tenga a bien suscribir al pie la presente como prueba de conformidad.

Saluda Atentamente,

Ing. Yael Zaidenknop

DNI 29.076.441

Arq. CLAUDIO RIMAURO
Gerente Técnico
Paseo del Bajo
Autopistas Urbanas S.A.

Matrícula CPIC N° 16694