



**Intendencia
de Montevideo**

PAI

**Programa de Actuación Integrada
Abreviado en sector APT-5 Este**

MEMORIA

marzo de 2025

PARQUE INDUSTRIAL

PAI - Programa de Actuación Integrada Abreviado

Sector APT 5 ESTE

Memoria

marzo de 2025

DATOS DEL PROGRAMA

Denominación del programa	Programa de Actuación Integrada (PAI) Abreviado en parte del Sector <i>APT5-ESTE</i> del suelo potencialmente transformable.
Localización	Noreste de Montevideo, con frente sobre Ruta 102
Promotor del PAI	ALTENIX S.A.
N° de expediente PAI	Exp. N° 2024-6470-98-000016

EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE DEL PAI

Propietario y desarrollador:
Altenix S.A.
Programa de Actuación Integrada:
Estrategias Urbanas Consultores. Arq. Federico Bervejillo
Plan Maestro:
CLC
Infraestructura Hidráulica:
Estudio Pittamiglio
Vialidad y Movilidad:
EnginLabs
Iluminación e Ingeniería Eléctrica:
Ing. Ricardo Hofstadter
Red eléctrica de media tensión:
Estudio Clerk
Infraestructura contra incendios:
Estudio Otto Vicente
Informe Ambiental Estratégico
GEA Consultores Ambientales
Agrimensura:
Estudio Boix – Agrimensores

ÍNDICE DEL CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	7
2	PROPUESTA DE DESARROLLO	8
2.1	<i>Un parque industrial avanzado</i>	8
2.2	<i>Integración en el nodo dinámico de R102 y R8</i>	8
2.3	<i>Proyectos motores del parque industrial</i>	9
2.4	<i>Régimen de propiedad y gestión del parque</i>	10
3	MARCO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL	12
4	ÁMBITO DEL PAI ABREVIADO	14
5	ORDENAMIENTO DEL PAI ABREVIADO	16
5.1	<i>Inserción metropolitana</i>	16
5.2	<i>Entorno cercano</i>	17
5.3	<i>Viabilidad de conexiones futuras en el APT5-Este y su entorno</i>	17
5.4	<i>Estructura del parque industrial</i>	18
5.5	<i>Regulación de la edificación</i>	20
6	ASPECTOS DE GESTIÓN	22
6.1	<i>Etapabilidad del desarrollo en el régimen de la Ley 17.292.</i>	22
6.1.1	<i>Descripción de las etapas</i>	22
6.1.2	<i>Marco jurídico para el desarrollo en dos etapas</i>	22
6.2	<i>Cesión de suelo</i>	24
6.3	<i>Obras de infraestructura</i>	24
6.3.1	<i>Equidistribución de cargas y beneficios con el resto del APT5 Este</i>	25
6.4	<i>Participación pública en la valorización del suelo</i>	27
7	ANTEPROYECTO DE VIALIDAD	28
7.1	<i>Infraestructuras existentes: estructura vial (Lámina 05)</i>	28
7.1.1	<i>Ruta Nacional N°102 “Perimetral Wilson Ferreira Aldunate”</i>	28
7.1.2	<i>Ruta Nacional N°8 “Brigadier General Juan Antonio Lavalleja”</i>	28

7.2	<i>Transporte</i>	29
7.2.1	Transporte de Cargas	29
7.3	<i>Propuesta</i>	30
7.3.1	Estructura Vial	30
7.3.2	Secciones tipo	31
7.3.3	Movilidad de Carga	32
7.3.4	Etapas en la construcción de la infraestructura vial	32
8	ANTEPROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	34
1.1	<i>Introducción</i>	34
8.1	<i>Sistema de abastecimiento de agua potable</i>	34
8.1.1	Estimación del caudal necesario	34
8.1.2	Sistema propuesto	34
8.2	<i>Desagües cloacales</i>	35
8.2.1	Red interna	35
8.2.2	Caudales esperados	35
8.2.3	Bombeo	35
8.2.4	Funcionamiento del sistema	36
8.2.5	Volumen útil de los pozos proyectados	37
8.2.6	Dimensionamiento del sistema de bombeo	37
8.2.7	Resultados	38
8.2.8	Cálculo de la carga de bombeo	38
8.2.9	Otros puntos que se considerarán para el proyecto	40
8.3	<i>Desagües pluviales y medidas de control de escurrimiento</i>	40
8.3.1	Determinación de las cuencas principales	41
8.3.2	Criterios de diseño	43
8.3.3	Metodología de modelación hidrológica	43
8.3.4	Metodología de diseño de las canalizaciones	46
8.3.5	Modelación hidráulica de canalizaciones	47

8.3.6	Cota de inundación TR100	48
8.3.7	Lagunas de amortiguación	49

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1: El nodo metropolitano de ruta 102 y ruta 8	9
Figura 2: Contexto de ordenamiento territorial (Lámina N° 6).....	12
Figura 3: Ámbito del PAI Abreviado y entorno	14
Figura 4: El sector noreste de Montevideo y sus conexiones metropolitanas.....	16
Figura 5: Estructura del parque industrial (Lámina 9)	19
Figura 6: Distribución de cargas de la red fundamental de vialidad en APT5.....	26
Figura 7: Zonas de carga	29
Figura 8: Planimetría general de la estructura vial (Lámina PG-01)	30
Figura 9: Sección tipo de calles del Parque Industrial (Lámina ST-01).....	31
Figura 10: Sección tipo de la Calle de Acceso (Lámina ST-01).....	31
Figura 11: Etapas de ejecución de la vialidad	33
Figura 12: Esquema del sistema propuesto	36
Figura 13: Macrocuena del cruce de la Ruta 102.....	41
Figura 14: Cuencas del proyecto.....	42
Figura 15: Estimación cota TR100	49
Figura 16: Tirantes máximos en cada nodo– TR10 Cuenca interior	55
Figura 17: Caudales máximos en cada cuneta/tubería – TR10 Cuenca interior.....	56
Figura 18: Tirantes máximos en cada nodo– TR10 Cuenca total	56
Figura 19: Caudales máximos en cada cuneta/tubería – TR10 Cuenca total	57
Figura 20: Caudales de entrada y salida a la laguna tajamar – TR10	57
Figura 21: Caudales de entrada y salida a la laguna Suroeste – TR10.....	58
Figura 22: Tirantes máximos en cada nodo– TR25	58
Figura 23: Caudales máximos en cada cuneta/tubería – TR25	59
Figura 24: Caudales de entrada y salida a la laguna tajamar – TR25	59

ÍNDICE DE LA CARPETA 1 - LÁMINAS DE INFORMACIÓN Y ORDENACIÓN

1. Inserción metropolitana del APT5-Este
2. APT5 Este y ámbito del PAI Abreviado en su entorno zonal
3. Entorno zonal: relieve e hidrografía
4. Ámbito del PAI Abreviado y entorno inmediato
5. Entorno del PAI Abreviado: rutas y vías principales
6. Contexto de ordenamiento territorial
7. Proyecto de fraccionamiento: deslinde del ámbito del PAI
8. Proyecto de fraccionamiento interno del PAI
9. Estructura del PAI Abreviado
10. Planta general del parque industrial

ÍNDICE DE LA CARPETA 2: ANTEPROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS

1. AP-01 Anteproyecto red de agua potable - Etapa 1
2. AP-02 Anteproyecto red de agua potable - Etapa 2
3. SAN-01 Anteproyecto red de saneamiento
4. PLU-01 Anteproyecto de pluviales - Etapa 1
5. PLU-02 Anteproyecto de pluviales - Etapa 2
6. PLU-03 Anteproyecto de pluviales - Planta y corte lagunas 1 y 2, detalle cunetas
7. PG-01 Vialidad - Planimetría general
8. PG-02 Vialidad - Planimetría general Etapas
9. ST-01 Vialidad - Sección Tipo

1 INTRODUCCIÓN

El presente PAI Abreviado se desarrolla en parte del sector de suelo transformable APT5-Este, con la finalidad de viabilizar el desarrollo de un Parque Industrial en el marco de la Ley 19.784 que regula y promueve este tipo de emprendimientos.

Por resolución 0999/24 del primero de marzo de 2024, la Intendencia de Montevideo definió la viabilidad urbanística del uso propuesto, a los efectos de la presentación de la iniciativa ante el Ministerio de Industria, Energía y Minería.

Con fecha 10 de septiembre de 2024, ALTENIX S.A. presentó a la Intendencia una solicitud para dar inicio a un PAI Abreviado, acompañada de un documento técnico inicial con la propuesta de urbanismo e infraestructuras correspondiente.

Por resolución 4347/24 del 9 de octubre de 2024, la Intendencia de Montevideo autorizó el inicio del PAI Abreviado en el sector suroeste del padrón N° 432187, con un área de 25,45 hectáreas, delimitado por Ruta Nacional N° 102, Camino Don Bosco, traza de la 5ª línea de bombeo de OSE, traza curva que conecta con paralela a 200 metros a Camino de las Palmeras. En el marco de la misma resolución, se establecieron las principales directrices para el ordenamiento del ámbito y se inició el trabajo técnico para completar y validar la propuesta del PAI. La presente memoria y la cartografía de ordenación que la acompaña son el resultado del trabajo coordinado entre el equipo técnico del proyecto y las direcciones de la Intendencia a cargo de los distintos aspectos del PAI.

El PAI Abreviado es el instrumento de ordenamiento territorial previsto en la legislación para transformar suelo cuando este ya cuenta con el atributo de potencialmente transformable y una definición del destino del suelo y las características del desarrollo a promover. En este caso, las DDOTDS de Montevideo categorizan el suelo como transformable a suburbano no habitacional intensivo, abarcando una gama de usos que incluye básicamente las actividades industriales y logísticas, y supone a la vez una previsión del tipo de morfología urbana y de edificación admisibles en este suelo. Las determinaciones de las DDOTDS fueron en este caso ampliadas y especificadas mediante la resolución de inicio del PAI en octubre de 2024.

El ámbito del parque tiene una superficie total de 25,45 ha, y un frente de 1.450m sobre la ruta 102, inmediatamente al oeste de su intersección con la ruta 8. El resto del sector APT5-Este permanecerá como suelo rural transformable.

El parque albergará actividades industriales livianas, centros logísticos, instituciones educativas, industrias creativas y de servicios. Ya cuenta con dos proyectos de inversión avanzados que aseguran, una vez transformado el suelo, una fase de desarrollo inicial de gran impacto en la economía local.

2 PROPUESTA DE DESARROLLO

2.1 Un parque industrial avanzado

Se promueve un PAI Abreviado como instrumento para planificar la transformación de suelo y hacer posible la instalación de un parque industrial en el marco de la Ley 19.784 que regula y promueve este tipo de desarrollos en Uruguay.

El parque industrial propuesto se localiza en una fracción de suelo adyacente a la Ruta 102, que forma parte del sector transformable APT5-Este definido por las DDOTDS de Montevideo.

Un parque industrial es un ámbito en el cual se proveen servicios e infraestructuras comunes a un conjunto de industrias, logrando de esta forma un uso más eficiente del recurso suelo y de la inversión urbanizadora. La concentración espacial de industrias tiene además ventajas desde el punto de vista del ordenamiento territorial frente a la dispersión de establecimientos en áreas suburbanas extensas.

Se espera que el funcionamiento de este parque se traduzca en un impulso genuino al desarrollo económico del departamento, así como al desarrollo social y urbano del eje de ruta 8 en el noreste montevideano.

2.2 Integración en el nodo dinámico de R102 y R8

El proyecto del parque industrial se integra en el nodo de actividades que rodea la intersección entre Ruta 102 y Ruta 8, hoy consolidado como un polo dinámico en el contexto montevideano y metropolitano, potenciado por la presencia de la Facultad de Veterinaria, el Estadio Campeón del Siglo y el proyecto de Ciudad Deportiva, el Instituto Rubino del MGAP, el parque empresarial y zona franca Zonamerica, y el centro de servicios de Jacksonville, además de los barrios de Don Bosco y Villa García de gran dinamismo demográfico. Este nodo ofrece una localización privilegiada en cuanto a conectividad, en particular asociada a las infraestructuras viales de jerarquía nacional. (Figura 1 y Lámina 04)

En esta ubicación, la población laboral del parque se verá beneficiada por buenas condiciones de acceso en distintos modos de transporte, privados y públicos, y contará con los servicios complementarios, comerciales, hoteleros y gastronómicos que ya están presentes en el núcleo vecino de Jacksonville, en el Km 16 de Ruta 8 en Villa Don Bosco, y en el Km 21 en Villa García.

La creación de nuevas fuentes de empleo para una diversidad de perfiles de calificación será, además, un factor favorable para el desarrollo social del entorno.

Figura 1: El nodo metropolitano de ruta 102 y ruta 8



Fuente: Google Earth 2024

2.3 Proyectos motores del parque industrial

El nuevo parque industrial cuenta desde el inicio con dos proyectos motores, que garantizan una primera fase muy dinámica y una base sólida para su desarrollo en el tiempo.

Entre los proyectos motores se destaca un campus audiovisual destinado a la producción fílmica, una industria dinámica en la cual Uruguay se ha posicionado como referencia regional y una industria farmacéutica con fuerte proyección exportadora.

Ambos proyectos se encuentran en fase avanzada de preinversión, completando sus estudios para poder gestionar los permisos correspondientes una vez aprobado el PAI.

Hub Audiovisual

La industria audiovisual se encuentra en franco crecimiento, con Uruguay posicionado como plaza estable y atractiva, tanto por la calidad del ecosistema como los beneficios del Programa Uruguay Audiovisual (PUA), implementados en 2019. Esto permite mayor visibilidad del Uruguay como plaza para rodaje de series y películas, además de comerciales. Esto ha incrementado la actividad de producción tanto en exteriores como en estudios. Reducto Audiovisual Hub, que comprende a Musitelli Film & Digital, un protagonista muy relevante en la industria, cuenta con 2 estudios que se encuentran con capacidad completa y perspectivas de alta demanda hacia el

futuro. Esto ha generado la necesidad de considerar su expansión y dar un salto de calidad en la infraestructura, para que Uruguay cuente con estudios de clase mundial.

Para ello se ha decidido crecer en forma complementaria al Hub actual y en formato “campus audiovisual” en un lugar que cuente con la necesaria infraestructura y servicios. El proyecto ha seleccionado el predio de Jacksonville sobre la ruta 102 como el lugar indicado y como oportunidad para establecer su operación bajo el régimen de Parque Industrial de la Ley 19.784.

Planta farmacéutica

Se trata del proyecto de expansión de una empresa regional de fabricación de medicamentos. Se construirá una planta de clase mundial donde se producirá con la más alta calidad disponible medicamentos para el mundo. De esta manera consolidará toda la producción nacional existente y el crecimiento proyectado del grupo en el nuevo Parque Industrial, duplicando la plantilla existente y previendo una inversión millonaria en sucesivas etapas de crecimiento

2.4 Régimen de propiedad y gestión del parque

Un parque industrial es una fracción de suelo delimitada donde se promueven actividades empresariales y se brindan servicios de alta calidad a las empresas instaladas, que además acceden a los beneficios extendidos de la ley de promoción y protección de inversiones.

Los usuarios de los parques industriales se benefician de un entorno dotado de todos los servicios e infraestructuras urbanas requeridas para cumplir sus actividades. Estos son provistos por un administrador o instalador, cuyos roles están claramente definidos en la ley vigente. Se benefician además de un entorno controlado, vigilado y monitoreado, y de un conjunto de áreas comunes cuidadas con servicio de paisajismo y jardinería a instancias de su aprovechamiento a favor del talento que trabaja en sus empresas. Los parques industriales definen al inicio un estatuto que contiene todas las normas para la regulación interna de los espacios y el funcionamiento, y obliga al instalador y a todas las empresas presentes.

Entre otros posibles, el régimen de propiedad que puede dar mejor respuesta a las características de un parque industrial es el de una urbanización en propiedad horizontal. El régimen de UPH permite combinar:

- a) una gestión centralizada de los sistemas, los servicios y las áreas comunes, y
- b) la propiedad y gestión autónoma de las instalaciones de cada empresa.

La opción de urbanización en PH genera unidades de suelo independientes, lo que posibilita que cada empresa pueda configurar su proyecto de edificación acorde a sus demandas específicas y tramitar sus permisos de forma individual sin interferencias o conflictos con el resto de las empresas instaladas. En esta opción los espacios comunes corresponden exclusivamente a las

calles que dan acceso a las distintas fracciones, mientras que las áreas verdes, servicios e instalaciones de infraestructuras son de propiedad del instalador.

Existen ya ejemplos de aplicación del régimen UPH (Ley 17.292) para parques industriales, que permiten apreciar sus ventajas.

3 MARCO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Las DDOTDS de Montevideo, aprobadas en el año 2013, definieron el sector transformable APT5–Este, con un total de 176.4 ha, ubicado al noroeste de la Ruta 8 y atravesado por la Ruta 102, y categorizaron el suelo de este sector como Rural Productivo, transformable a Suburbano No Habitacional Intensivo.

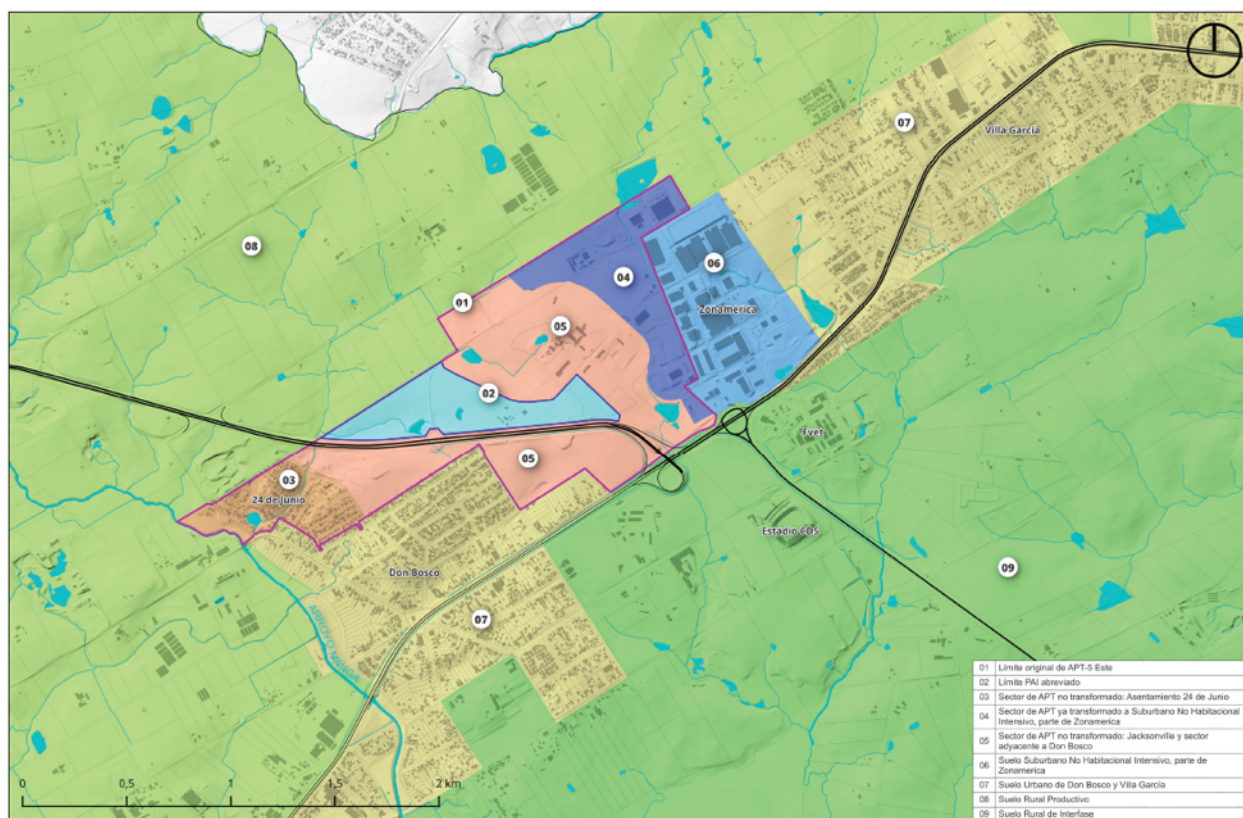
El parque industrial proyectado ocupa un total de 254.476 m², o 25,45 ha, dentro del mencionado sector transformable. (ver láminas N° 4 y N° 6)

El PAI abreviado permitirá transformar el suelo del proyectado parque industrial a la categoría de suelo suburbano no habitacional intensivo prevista en las DDOTDS.

La naturaleza de las actividades a realizarse dentro de un parque industrial, amparado en la legislación nacional respectiva, coinciden con las que se definen como destino del suelo Suburbano No Habitacional Intensivo en el planeamiento departamental.

Las determinaciones de ordenación del suelo en materia de subdivisión, urbanización y edificación serán coherentes con las previstas para la categoría asignada, y similares a las las definidas en las Normas Complementarias de Suelo Suburbano recientemente aprobadas.

Figura 2: Contexto de ordenamiento territorial (Lámina N° 6)



Fuente: Elaboración propia en base a Directrices de Ordenamiento Territorial de Montevideo.

La figura 2 (Lámina N° 6) muestra las categorías de suelo existentes en el entorno del PAI propuesto. El ámbito del APT5-Este original ya tuvo una modificación que reconoció como SNHI al sector que formaba parte del recinto franco de Zonamerica (en azul oscuro en el plano). El ámbito que se busca transformar mediante un PAI abreviado se indica en celeste. El resto del APT5-Este permanece como suelo rural transformable. El plano indica también las áreas de suelo urbano no consolidado en Villa Don Bosco y Villa García, el suelo rural productivo al norte, y el suelo rural de interfase al sur.

En relación con propuestas anteriores para el APT 5, el presente PAI Abreviado es un instrumento independiente desde el punto de vista técnico y jurídico. Las áreas dentro del APT 5 que no son abarcadas por este PAI Abreviado continuarán sujetas a las definiciones vigentes de las Directrices Departamentales, las que definen como destino del suelo la categoría de Suburbano No Habitacional Intensivo.

4 ÁMBITO DEL PAI ABREVIADO

El ámbito del PAI Abreviado, con una superficie de 25,45 ha, es una franja de suelo ubicada al norte de la ruta 102 con un frente de 1.450m sobre la ruta y con una profundidad variable de entre 120m y 315m. En la Figura 3 (Lámina 4) se presenta la delimitación del ámbito en su contexto territorial.

En la Lámina N° 7 se presenta el proyecto de deslinde del ámbito del PAI, identificado como Fracción N°2, que se deslinda de un padrón original mayor N° 432187. La fracción N° 1 remanente permanecerá como suelo rural transformable integrado en el APT 5 Este.

Además de limitar con la ruta 102 en su frente sur, el ámbito limita al noroeste con la traza de Camino Don Bosco que separa el suelo transformable del suelo rural no transformable, y al noreste con suelo rural transformable que es parte del sector APT 5 Este y alberga el centro de servicios y oficinas de Jacksonville.

Figura 3: Ámbito del PAI Abreviado y entorno



La altura del terreno es máxima en el extremo este (41m) y mínima en el extremo oeste de la franja (16m), donde coincide con la zona baja en torno a una cañada situada fuera del ámbito, en suelo rural, que discurre en sentido norte-sur y atraviesa la ruta. Existe una línea de

escurrimiento de agua que aporta a la mencionada cañada y se ubica en el frente del predio, paralela a la ruta en el tercio oeste de su longitud, y que alimenta un pequeño tajamar.

El ámbito es atravesado en dirección este–oeste por dos importantes infraestructuras territoriales: la quinta línea de bombeo de OSE y una conducción eléctrica de alta tensión. Ambas generan servidumbres de no construcción y restricción de usos en su recorrido, que fueron cuidadosamente consideradas e integradas en el diseño interno del Parque Industrial.

Como se aprecia en la Figura 4, el ámbito del PAI Abreviado, por ubicarse en la intersección de Ruta 8 y Ruta 102 – Anillo Perimetral, se conecta con facilidad con el oeste de Montevideo, con el Aeropuerto y la urbanización costera de Montevideo y Canelones, con el eje industrial de Ruta 101, y con los ejes interiores de las rutas 6, 7 y 8.

5.2 Entorno cercano

El ámbito del PAI Abreviado está situado en el cuadrante norte de la intersección de Ruta 8 con Ruta 102 y tiene frente sobre esta última en una longitud de 1.450m. Limita al noroeste con el Camino Don Bosco, al norte con espacios pertenecientes al APT5-Este que contienen el núcleo de servicios de Jacksonville, y al sur de la ruta con espacios que también integran el sector APT5-Este. Más allá de los límites del APT5-Este, el ámbito del PAI es vecino con Zonamerica al noreste y con Villa Don Bosco al Sur. Hacia el sureste, cruzando Ruta 8, se ubican el Instituto Rubino y la Facultad de Veterinaria. (Lámina N° 4)

En el entorno cercano, además de las dos rutas ya mencionadas, existe una trama de calles de conexión zonal. Las más destacadas son conexiones paralelas a Ruta 8, de norte a sur se destacan: Camino Cruz del Sur, que conecta por el espacio rural desde Ruta 102 hasta Melchor de Viana; Camino Don Bosco, que define el borde del suelo urbanizable y del suelo urbano de Villa García; y los caminos Mangangá y Siete Cerros al sur de Ruta 8. Se destaca también Camino Repetto, que conecta Villa Don Bosco hacia el suroeste con Punta Rieles y Piedras Blancas. En el otro sentido se destacan dos calles transversales a Ruta 8: Ángel Zanelli en Villa Don Bosco y Laudelino Vázquez en Villa García. (Lámina N° 5)

5.3 Viabilidad de conexiones futuras en el APT5-Este y su entorno

La propuesta para el PAI Abreviado es compatible con el diseño de futuras conexiones viales hacia el norte y el sur de Ruta 102, las que podrán concretarse cuando se complete la urbanización del sector APT 5 Este. (ver Figura 6)

Cuando se urbanice el conjunto del sector APT 5 Este, las calles del PAI Abreviado afectadas de uso público futuro quedarán integradas en la estructura vial que se defina para el conjunto del sector. Esto permitirá un funcionamiento integrado tanto del conjunto del sector como de sus vínculos zonales.

En particular, el futuro urbanizador del resto del sector APT 5 Este podrá resolver adecuadamente las siguientes conexiones:

- hacia Camino Cruz del Sur;
- hacia Zonamerica;
- hacia la Ruta 8;

- hacia el barrio Don Bosco.

De esta forma el diseño del PAI Abreviado cumple con un objetivo central del ordenamiento territorial que consiste en mejorar la conectividad entre áreas urbanas vecinas, en particular en las zonas de la periferia montevideana, contribuyendo a su consolidación.

5.4 Estructura del parque industrial

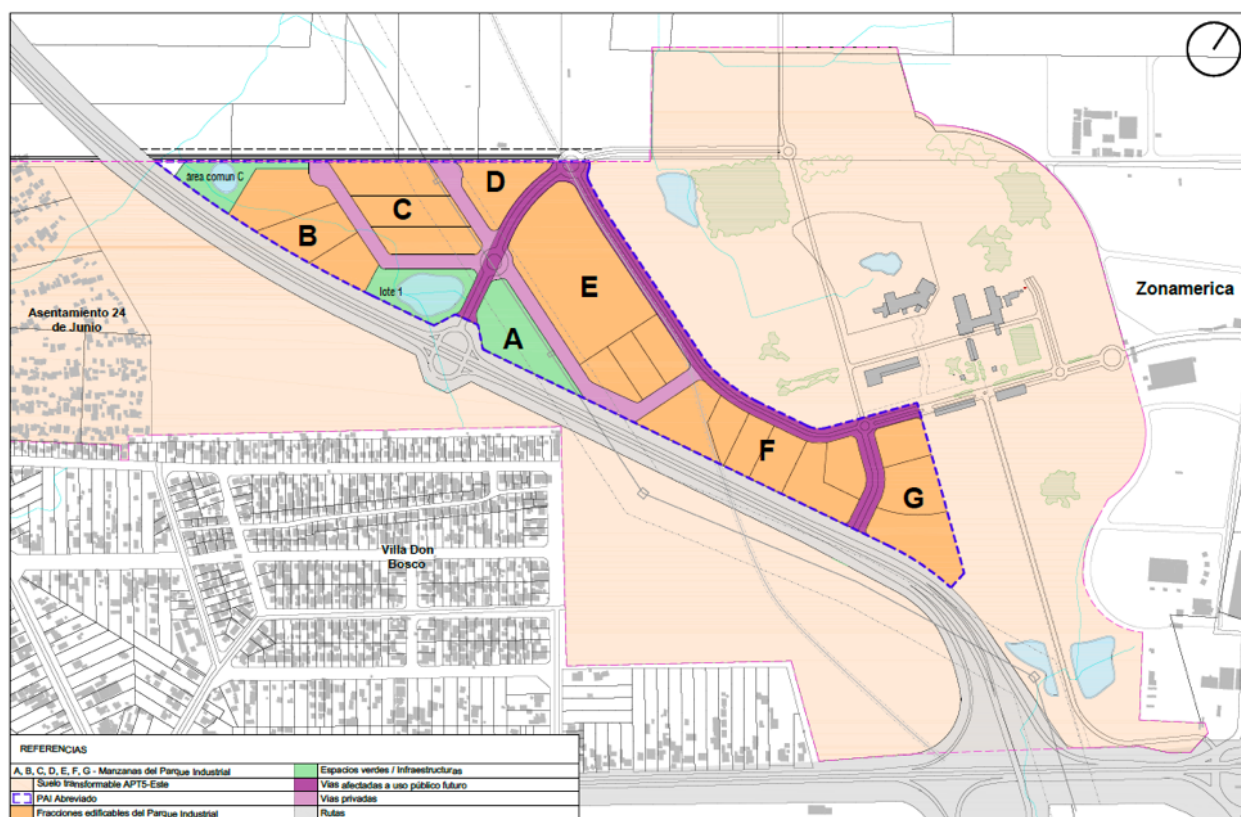
La estructura del parque se presenta en la Figura 5 (Lámina 9). Se organiza a partir del acceso principal sobre la ruta 102, mediante una red de circulación interna que da acceso a seis polígonos (manzanas) formados por fracciones edificables. El acceso desde la ruta está flanqueado por dos espacios verdes que otorgan valor al paisaje del parque, y albergan una de las lagunas de amortiguación de pluviales. En el extremo oeste se ubica otro espacio verde destinado a la segunda laguna de amortiguación de pluviales.

Las manzanas internas tienen forma y dimensiones variadas en respuesta a su ubicación y a las restricciones dadas por los límites externos y por las servidumbres que atraviesan el parque. Las fracciones edificables en estas siete manzanas reúnen una superficie total de 167.026 m², equivalente al 68% de la superficie del PAI.

La disposición de las fracciones edificables con frente a la ruta 102 permite generar una fachada de calidad arquitectónica y paisajística y definir una imagen de conjunto del parque.

La manzana A y la fracción 1 de la manzana B, a ambos lados del acceso principal, se destinan a espacios verdes y a componentes de los sistemas de saneamiento y drenajes pluviales. Reúnen una superficie de 24.004 m², equivalentes a un 9,43% del total. El espacio común C también se destina a una laguna de amortiguación del sistema de drenajes, y tiene una superficie de 7.711 m², que representa el 3,03% del total.

Figura 5: Estructura del parque industrial (Lámina 9)



La circulación interna se produce mediante calles que en todos los casos cuentan con una sección de más de 20m de ancho y en su proyecto ejecutivo se registrarán por el perfil de suelo suburbano elaborado por Departamento de Movilidad de la Intendencia. La superficie total asignada a circulaciones internas es de 55.197m², equivalentes a un 21,69% de la superficie del PAI.

Algunos tramos de las circulaciones del parque industrial estarán afectados de futuro uso público, ya que son compartidos con la estructura general del APT5-Este (ver Lámina 10 en Carpeta 1):

- La calle de acceso desde la rotonda de ruta 102 (Circulación común A);
- la calle que conforma el límite noreste del parque (Circulación común G y H); y
- el tramo hasta el borde sobre la ruta situado cerca del extremo este del parque (Circulación común I).

Las fajas públicas de estos tramos serán cedidas a la Intendencia junto con la aprobación del plano de fraccionamiento, y libradas al uso público cuando se urbanice el resto del sector APT5 al norte de Ruta 102.

Sumando la faja pública de la calle Don Bosco en el tramo más cercano a la ruta (faja que hoy se ubica en suelo rural no transformable) más la calle en el límite noreste del parque, se garantiza que el enclave industrial esté a futuro totalmente delimitado por calles públicas y por la ruta.

Las fajas de suelo destinadas a calles públicas serán cedidas a la Intendencia al completarse la urbanización del parque industrial, y cuando se concrete la transformación del resto del suelo del

APT5-Este serán libradas al uso público. La presencia de estas calles define tres padrones que cumplen con la normativa de superficie máxima de manzanas definida para el suelo suburbano no habitacional, y que en conjunto forman el parque industrial.

La tabla N° 1 presenta un resumen de las superficies asignadas a distintos destinos dentro de ámbito del PAI.

Tabla 5.1. Superficie asignada por destinos del suelo en el ámbito del PAI

Destino del suelo	Superficies (m2)	Porcentaje
Fracciones edificables	166.940	66%
Fracciones con espacios verdes e infraestructuras	24.004	9%
Circulaciones	55.197	22%
Area Común C	7.711	3%
Ochavas D, J, K	624	0%
Total PAI	254.476	100%

Fuente: Plano Proyecto de Fraccionamiento, Lámina 08

5.5 Regulación de la edificación

Se presentan los principales parámetros normativos para la regulación de la división y ocupación del suelo y la edificación.

- Superficie mínima de fracciones individuales: 3.500m²
- Tipos de edificación admitidos: naves logísticas e industriales, edificios bajos de oficinas.
- Factor de Ocupación del Suelo (FOS): hasta un máximo de 60% en relación con las fracciones de suelo privado, con pago de mayor aprovechamiento para valores superiores al 50%.
- Factor de Impermeabilización del Suelo (FIS): 80%, considerando que el parque contará con un sistema de drenajes pluviales compartido que garantice los caudales de salida acorde con las normas vigentes y cuente con la aprobación de SEPS.
- Altura máxima de la edificación: 17m
- Retiros sobre calles internas o perimetrales: frontal: 12m, retiro bilateral y de fondo: 5m.
- Retiro sobre frente de ruta: 15m.

- Diseño de los frentes de lotes hacia el perímetro del parque Industrial: los retiros frontales deberán incluir superficies verdes y arbolado como parte del proyecto arquitectónico, de acuerdo con lo definido en las Normas Complementarias de Suelo Suburbano.

6 ASPECTOS DE GESTIÓN

6.1 Etapabilidad del desarrollo en el régimen de la Ley 17.292.

6.1.1 Descripción de las etapas

El desarrollo propio del parque industrial se prevé en dos etapas delimitadas por la calle de acceso desde la rotonda de Ruta 102, que se describen a continuación en referencia a la Figura 5.

- La Etapa 1 consiste en el desarrollo del sector situado al este del acceso, incluyendo toda la vía de acceso. En esta etapa se construirá toda la infraestructura necesaria para poder fraccionar y comercializar las manzanas A, E, F y G, incluyendo la red vial, las redes de servicios y las conexiones con las redes urbanas.
- La Etapa 2 comprende las áreas situadas al oeste del acceso principal, abarcando las manzanas B, C y D y el área común C.

Cuando se urbanice el suelo transformable perteneciente al APT 5 situado al norte del parque industrial, el urbanizador del presente PAI Abreviado procederá a librar al uso público los tramos de circulación común previstos con ese fin y diferenciados en la Figura 5 y en las láminas 08 y 09.

Al urbanizar y fraccionar la Etapa 1 y mientras no se desarrolla la siguiente etapa, el resto del ámbito quedará englobado en una o más macrounidades o macrolotes de la propiedad horizontal, tal como se detalla a continuación.

6.1.2 Marco jurídico para el desarrollo en dos etapas

La urbanización y transformación del suelo en dos etapas es consistente con la normativa que regula el régimen de urbanización en propiedad horizontal. En efecto, en su Art. 49, la Ley 17292 prevé que, al momento de subdividir el padrón matriz en lotes de propiedad individual, se podrán reservar “macrounidades” para subdividir en etapas futuras de desarrollo:

Cada uno de los bienes inmuebles deslindados en el plano de fraccionamiento respectivo como fracciones individuales -con o sin construcciones- constituirá una unidad, y se individualizará como "padrón matriz/número de unidad".

Las unidades no serán a su vez divisibles en unidades menores, ni sobreelevadas, ni en subsuelo.

No obstante, en el proyecto del conjunto, podrán reservarse macrounidades destinadas a subdividirse en etapas futuras en unidades análogas a las primeras conforme se establezca en el respectivo Reglamento de Copropiedad.

Este artículo de la ley fue reglamentado por el Decreto N° 323/001 de 14/08/2001, el cual en su **Art. 18** establece lo siguiente:

Las macrounidades referidas en el artículo 49 de la ley que se reglamenta, en tanto no se tramite su subdivisión, serán consideradas como una unidad más de la urbanización.

El Reglamento de Copropiedad regulará las condiciones en que participarán las macrounidades referidas en la administración y mantenimiento de la copropiedad hasta tanto sean objeto de subdivisión.

Como comentario en relación con las macrounidades y su aplicación al desarrollo en etapas de un parque industrial, se plantean las siguientes consideraciones.

1. Definición: Una macrounidad o macrolote es una parcela o lote de grandes dimensiones dentro de una Urbanización de Propiedad Horizontal pensado para ser desarrollado en una etapa posterior por medio de obras de infraestructura y las aprobaciones Municipales correspondientes con el fin de convertirse en lotes o unidades que se suman a los lotes ya existentes desarrollados en etapas anteriores.
2. Dimensión: En las urbanizaciones de propiedad horizontal, el padrón puede estar dividido en varios macrolotes que podrán tener cualquier dimensión, forma y emplazamiento siempre que tengan la infraestructura mínima y accesibilidad de cualquier lote. Cada uno de estos macrolotes puede tener una reglamentación específica establecida en el Reglamento de copropiedad que permita su subdivisión en diferentes tipos de lotes o unidades.
3. Administración y Derechos: Los propietarios de los macrolotes tienen derechos similares a los de cualquier propietario en un régimen de propiedad horizontal, lo que incluye la participación en la asamblea de copropietarios y el pago de gastos comunes, si corresponde. Además, cada macrolote tiene una cuota de participación en las áreas comunes de la urbanización.
4. División: La subdivisión de macrolotes en lotes menores está sujeta a la normativa municipal correspondiente, lo que implica que se deben cumplir con los requisitos urbanísticos locales en cuanto a infraestructura, acceso, servicios, medio ambiente, entre otros. Además, debe estar aprobado dentro del proyecto general de urbanización, lo que incluye la previsión de accesibilidad a los lotes mediante circulaciones comunes y de la extensión de los servicios mínimos necesarios (agua potable, luz, saneamiento, etc.).

5. Ventas y Transferencias: Los macrolotes pueden ser vendidos o transferidos de manera independiente como cualquier lote y el comprador puede luego desarrollarlo de acuerdo con las previsiones establecidas en la reglamentación de la urbanización

6. Uso del Suelo: La ley, las normativas municipales y el reglamento de copropiedad determinan el uso del suelo dentro de los macrolotes, definiendo los usos admisibles, en este caso dentro de la definición general de usos para un parque industrial.

En conclusión, se considera que la Ley No.17.292, con sus modificativas y los decretos reglamentarios asociados, es adecuada para el desarrollo del parque industrial incluyendo sus macrolotes y etapas.

6.2 Cesión de suelo

El Art. No. 38 de la LOTDS Ley No.18.308 define las cesiones obligatorias de suelo para fines públicos, sin perjuicio del área destinada a las circulaciones, en un mínimo del 10% del sector a intervenir.

En consecuencia, para el cumplimiento de esta disposición, ALTENIX acordará con la Intendencia los suelos a ceder, que estarán localizados en el entorno del PAI Abreviado y serán no inundables, accesibles y aptos para urbanizar. Además de ceder el suelo, ALTENIX tendrá a su cargo su urbanización mediante la construcción de la vialidad y las redes de infraestructura.

6.3 Obras de infraestructura

Las cargas del desarrollador referidas a obras de infraestructura son las que se encuentran detalladas en las memorias técnicas que integran el PAI Abreviado y el proyecto de urbanización.

- Infraestructuras completas de vialidad y alumbrado dentro del recinto del PAI Abreviado.
- Infraestructuras completas y conexiones de agua potable, drenaje de pluviales y saneamiento.
- Acondicionamiento paisajístico de espacios comunes del parque.
- Infraestructura común para prevención de incendios exigida a los parques industriales.
- Infraestructuras de abastecimiento de energía y telecomunicaciones.

Todas las obras troncales de saneamiento y pluviales, y las obras de vialidad de las calles afectadas a futuro uso público deberán contar con aprobaciones de parte de la Intendencia de Montevideo para sus proyectos y ejecución.

6.3.1 Equidistribución de cargas y beneficios con el resto del APT5 Este

Considerando que el ámbito del PAI Abreviado forma parte del sector APT5 Este del suelo transformable, corresponde aplicar el principio de distribución proporcional de las cargas o costes de urbanización en relación con los beneficios a obtener al transformar el suelo. En esta distribución intervienen:

- a) El ámbito completo del propio PAI Abreviado
- b) El resto del sector transformable pendiente de urbanizar, al sur y al norte de Ruta 102.

Los usos y la edificabilidad previstos son similares en ambos casos, ya que su destino es el Suelo Suburbano No Habitacional Intensivo. En consecuencia, la distribución de los beneficios de uso y edificabilidad, y por lo tanto de valor del terreno, es proporcional a las superficies de suelo respectivas. De un total de 106,61 ha transformables, 25,45 ha corresponden al PAI Abreviado y 81,16 ha al resto: la proporción es de 23,9% para el PAI Abreviado y 76,1% para el resto.

Las cargas para distribuir en esa misma proporción corresponden a las cesiones de suelo y a las obras fundamentales de infraestructura, es decir a las redes troncales que sirven al conjunto.

En el caso de las cesiones de suelo para espacios libres y usos colectivos, la proporcionalidad está asegurada porque en cada PAI dentro del sector, la Intendencia aplicará los mismos porcentajes en función de las respectivas superficies de suelo bruto, al estar estos porcentajes definidos en la normativa general.

En relación con las infraestructuras hidráulicas: abastecimiento de agua potable, drenajes pluviales y saneamiento, el estudio realizado para el presente PAI Abreviado, y los correspondientes anteproyectos, permiten concluir que cada desarrollo dentro del APT5 deberá resolver por separado los respectivos sistemas, los que serán independientes entre sí. En consecuencia, no existen en este aspecto infraestructuras fundamentales que sean comunes a todo el sector y que puedan ser objeto de reparto.

Por su parte, la infraestructura fundamental de vialidad para el sector sí forma un sistema compartido que requiere la distribución proporcional de las cargas. Su definición indicativa es la que se muestra en la Figura 6, y está formada por las calles principales necesarias para conectar los subsectores del APT entre sí, con su entorno inmediato, y con las rutas N°102 y N°8.

En el caso del PAI Abreviado, la infraestructura fundamental de vialidad coincide con las calles que serán libradas al uso público cuando se urbanice el resto del sector al norte de la ruta 102 (indicadas en color azul en la Figura 6). En el resto del APT, el diseño indicativo de la vialidad fundamental (calles indicadas en color rojo en la Figura 6) permite estimar la magnitud de la inversión que corresponde a los subsectores al sur y al norte de Ruta 102. Este diseño podrá ser ajustado durante la elaboración de los futuros PAIs dentro del sector.

En la tabla 6.1 se presenta la distribución de las cargas de la red fundamental de vialidad basada en la longitud de calles principales que corresponde ceder y construir a cada ámbito (PAI Abreviado y resto del Sector), y se puede apreciar su buena correspondencia con la distribución de los beneficios medidos en función de la superficie de suelo a urbanizar.

El PAI Abreviado debe ceder y construir un porcentaje del 25,6% del total de las calles de la red fundamental, un valor que es algo superior a su participación en los beneficios definidos en función del porcentaje de suelo a urbanizar, que para el PAI Abreviado es del 23,9% del total.

Figura 6: Distribución de cargas de la red fundamental de vialidad en APT5

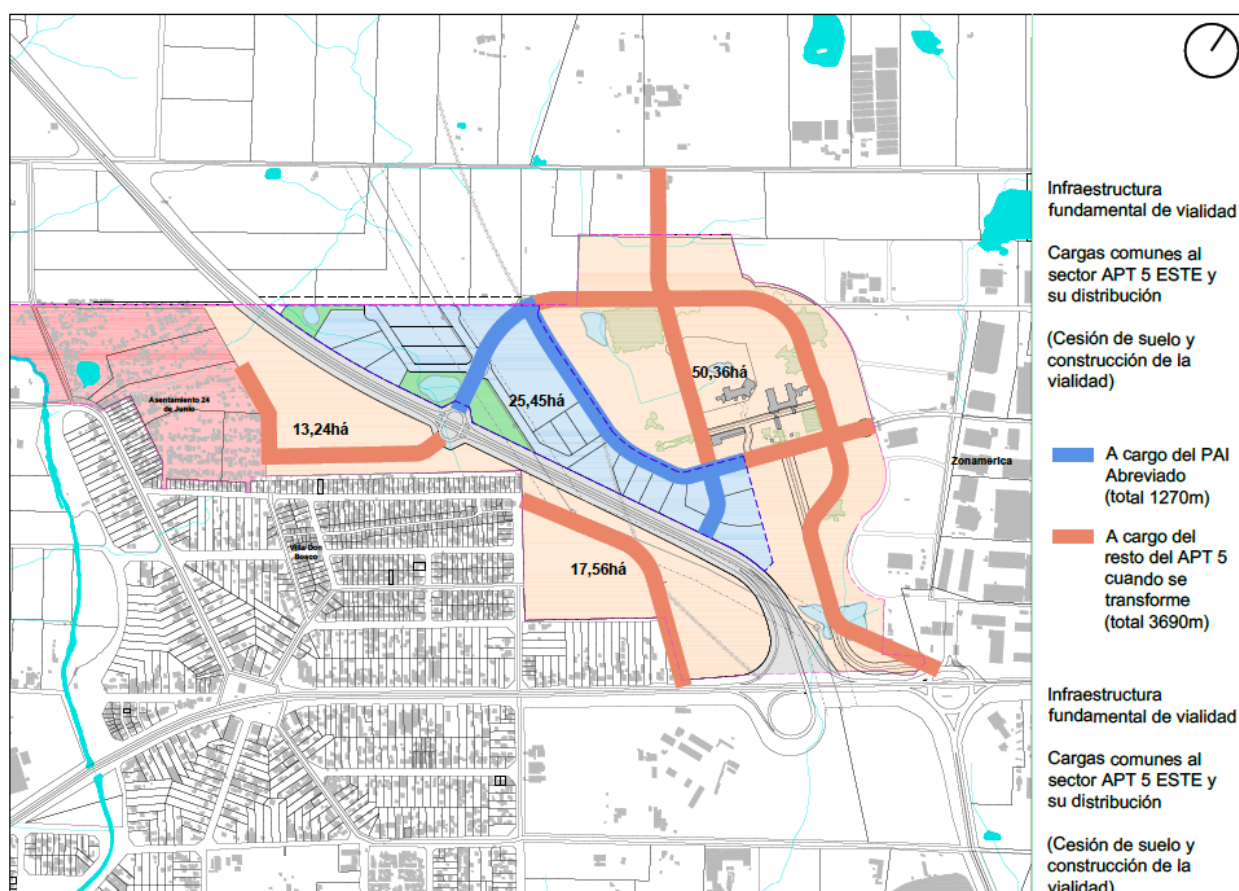


Tabla 6.1. Distribución de cargas de la red fundamental de vialidad

SUBSECTORES	SUPERFICIE		VIALIDAD TRONCAL	
	Has	%	m	%
PARQUE INDUSTRIAL	25,45	23,9%	1.270	25,6%
RESTO APT5	81,16	76,1%	3.690	74,4%
TOTAL	106,61	100,0%	4.960	100,0%

Nota: para el cálculo se considera el resto del APT 5 pendiente de transformar sin incluir el área del asentamiento 24 de junio.

6.4 Participación pública en la valorización del suelo

Con la transformación de categoría del suelo, de rural a suburbano no habitacional intensivo, se genera la obligación territorial de participación pública en la valorización del suelo que resulta del cambio normativo, de acuerdo con el Art. 46 de la Ley N° 18.308. La Intendencia definirá oportunamente el cálculo y la forma de hacer efectiva esta obligación por parte de Altenix SA.

7 ANTEPROYECTO DE VIALIDAD

7.1 Infraestructuras existentes: estructura vial (Lámina 05)

Dentro de la estructura vial del entorno de Parque Industrial se destaca la Ruta 102 y la Ruta 8. A partir de ambas rutas se da la conexión del parque con el viario nacional.

7.1.1 Ruta Nacional N°102 “Perimetral Wilson Ferreira Aldunate”

Es parte del inventario vial nacional y forma parte de la categoría ruta primaria. Vincula las Rutas Nacionales N°5, 6, 7, 8 y 101.

Se trata del límite Sur de este Programa de Actuación Integrada.

En la zona de influencia de este Programa de Actuación Integrada, la Ruta cuenta con dos calzadas de 7,20 metros de ancho con cuatro carriles en total, cantero separador y banquina a ambos lados. La demarcación horizontal en buen estado separa dos carriles por sentido. El pavimento de la calzada es de hormigón y el de las banquetas de carpeta asfáltica, todos en buen estado. No se cuenta con calles de servicio y el ancho de faja existente es de 50 metros.

La intersección entre esta ruta y la Ruta N°8 cuenta con un intercambiador a desnivel, permitiéndose la realización de todos los movimientos entre ellas.

7.1.2 Ruta Nacional N°8 “Brigadier General Juan Antonio Lavalleja”

Es parte del inventario vial nacional y forma parte de la categoría corredor internacional.

Se encuentra al Este de este Programa de Actuación Integrada.

En la zona de influencia de este Programa de Actuación Integrada, la Ruta cuenta con dos calzadas de 7,20 metros de ancho con cuatro carriles en total, cantero separador y banquina a ambos lados. La demarcación horizontal en buen estado separa dos carriles por sentido. El pavimento de la calzada es de hormigón y el de las banquetas de carpeta asfáltica, todos en buen estado.

La intersección entre esta ruta y la Ruta N°102 cuenta con un intercambiador a desnivel, permitiéndose la realización de todos los movimientos entre ellas.

7.2 Transporte

7.2.1 Transporte de Cargas

De acuerdo con lo establecido en el Artículo R.424.86.3 del Digesto Municipal, “a los efectos de regular la circulación de vehículos de carga se divide el Departamento de Montevideo en tres (3) zonas, mediante límites que podrán ser modificados si media la debida justificación técnica. Las zonas quedan definidas como se expresa a continuación en la Figura 8.

Figura 7: Zonas de carga



Este Programa de Actuación Integrada se encuentra situado dentro de la Zona C, que básicamente comprende el área rural al norte y oeste del departamento. Se admite la circulación de camiones de hasta 24 t de PBMA por toda la trama vial existente, sin restricción horaria. Para camiones de PBMA mayor a 24 t se habilita la circulación por vías preferentes de circulación sin restricción horaria.

Vale aclarar que, si bien se encuentra en la Zona C, está ubicado sobre el límite con la Zona B, donde se admite la circulación de vehículos de hasta 24 t de PBMA por toda la malla vial, sin restricción horaria.

Para el transporte de cargas por la Red Vial Nacional aplica la reglamentación correspondiente del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, que establece una carga bruta autorizada máxima de hasta 45 toneladas en función del tipo de vehículo y su configuración de ejes. Esto se detalla en el Boletín de Divulgación Técnica N°1 del MTOP.

7.3 Propuesta

Ver láminas PG-01 Planta General y ST-01 Secciones Tipo en la Carpeta 2: Anteproyectos de Infraestructura.

7.3.1 Estructura Vial

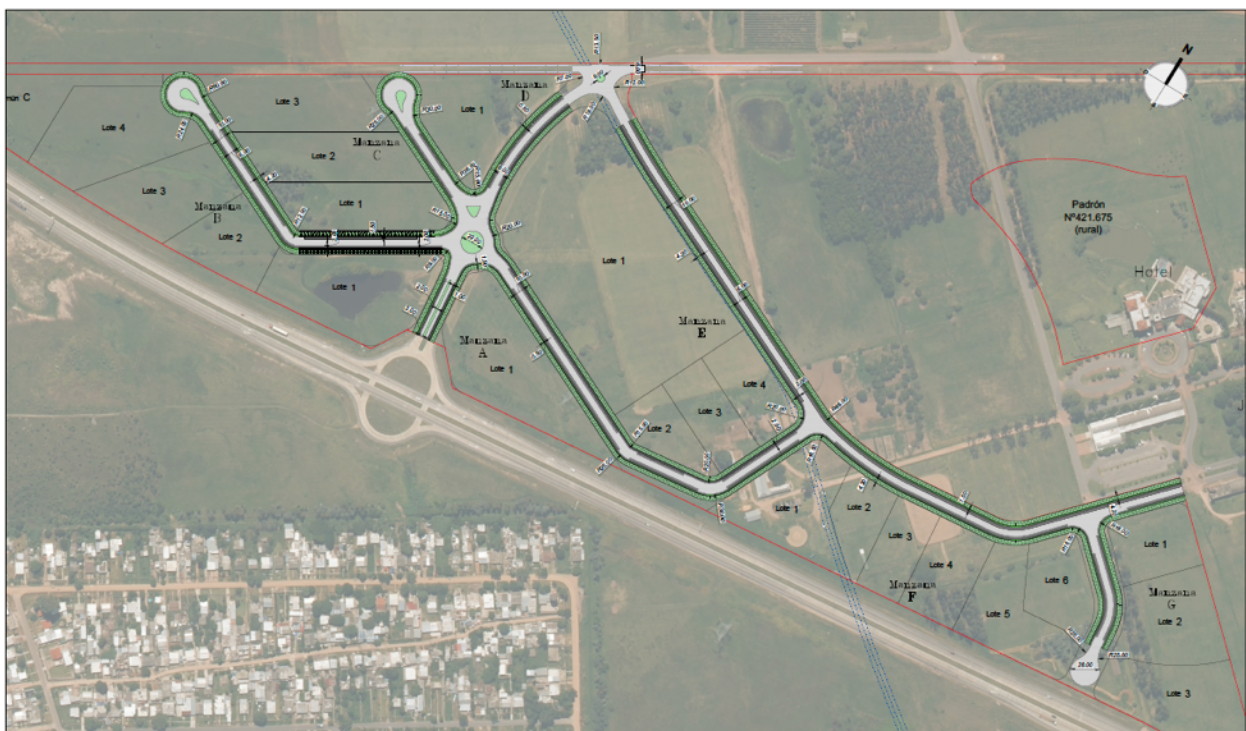
La red vial propuesta, representada en la Figura 7, se estructura a partir del acceso desde la rotonda de la ruta 102. Desde este acceso se conecta mediante una rotonda interior con las calles propias del Parque Industrial, que conectan con todas las manzanas y las fracciones.

Hacia el oeste del acceso se definen dos calles que culminan en sendos *cul de sac* cuando alcanzan el límite del parque con el suelo rural. Estas calles quedarán comunicadas con Camino Don Bosco cuando este tramo, que se encuentra fuera del PAI y del suelo transformable, sea construido en el futuro.

Hacia el este, partiendo de la rotonda de distribución, se extiende una calle que da acceso a las fracciones de este sector del parque. De ella se deriva un tramo vial que culmina en el borde de la ruta 102.

Se completa la estructura con un tramo de calle que acompaña el perímetro del PAI abreviado en el borde norte de la Manzana E, acompañando la traza de la Quinta Línea de Bombeo de OSE.

Figura 8: Planimetría general de la estructura vial (Lámina PG-01)



Parte de este sistema de calles está destinado al futuro uso público y quedará integrada con la red fundamental del APT5 Este, cuando se complete su transformación. (ver Figura 6)

7.3.2 Secciones tipo

Las secciones tipo adoptadas se muestran en la Lámina ST-01 de la carpeta de anteproyectos, y en las figuras siguientes. El ancho de faja de las calles, excepto la de acceso, es de 23m. Partiendo del eje de la calle se destinan a ambos lados: 3,25m para la media calzada, 1,55m para la banquina, 1,50m para la vereda, 1m para disponer el arbolado y las columnas de alumbrado, y 4,20m para la cuneta empastada. En la sección de la Figura 9 se indican además las franjas previstas para la canalización de las redes de servicios.

Figura 9: Sección tipo de calles del Parque Industrial (Lámina ST-01)

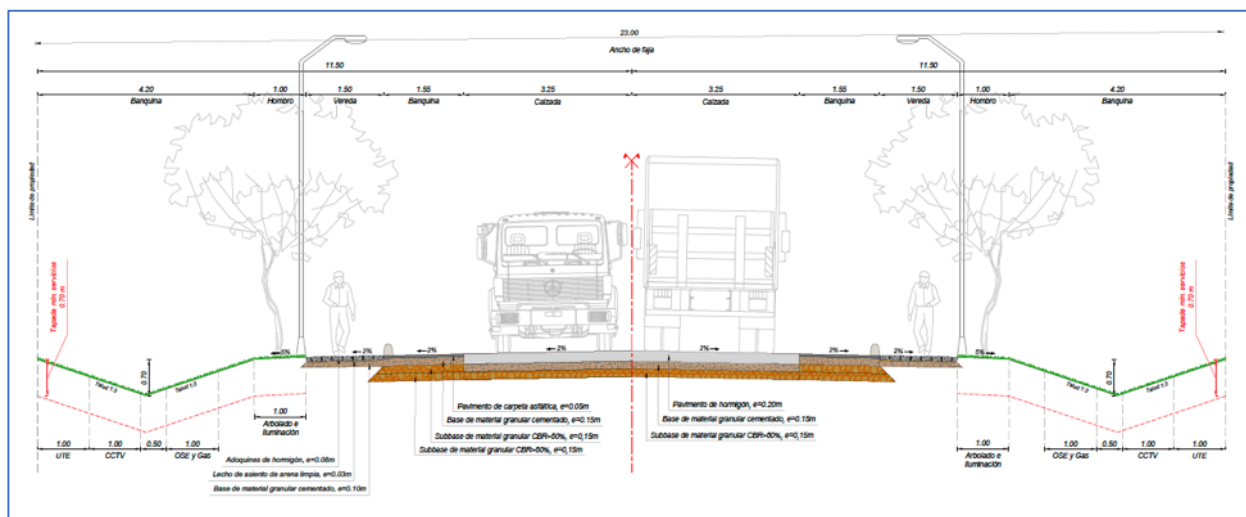
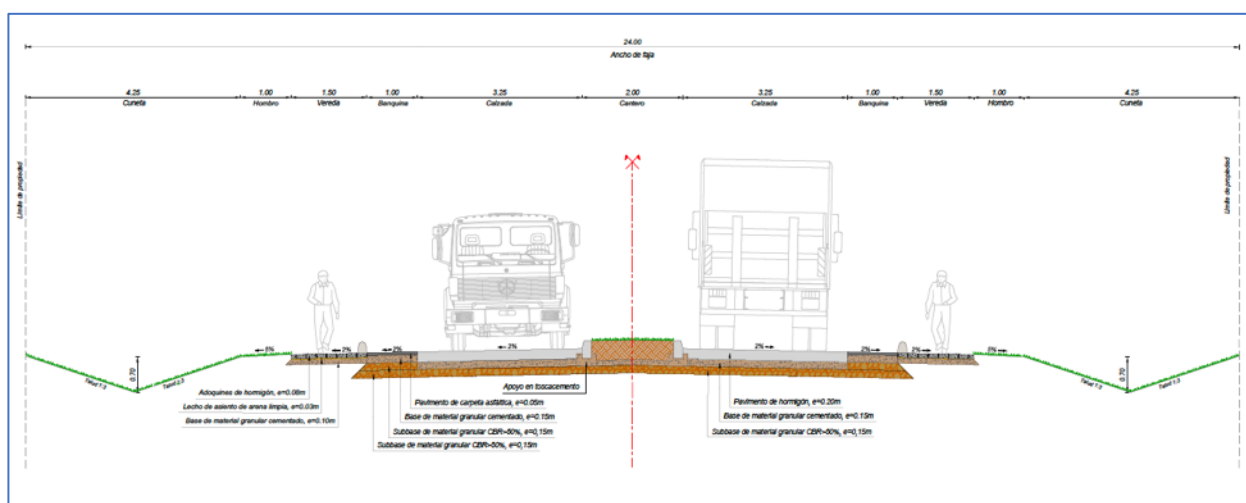


Figura 10: Sección tipo de la Calle de Acceso (Lámina ST-01)



En la Figura 10 se muestra la sección de la Calle de Acceso, entre la rotonda de Ruta 102 la rotonda de distribución. La faja es de 25m, y se dispone un cantero central de 2m de ancho separando las dos vías de la calle.

La construcción de las sendas peatonales pavimentadas en las veredas se realizará en todos los frentes que dan acceso a las fracciones del Parque Industrial, mientras que, en los frentes a espacios de uso común, a bordes del predio sobre la ruta o a espacios que permanecen rurales, se acondicionarán las veredas como espacios verdes sin pavimentar.

La construcción de las calzadas de las calles se prevé en dos fases de terminación. Al inicio se construirán las circulaciones viales en tosca cementada para el acceso a lotes de manera ordenada y limpia, dejando la pavimentación definitiva de las mismas para cuando cada etapa de desarrollo tenga avanzadas las construcciones de los usuarios. El criterio es que todo el tránsito de obra se desarrolle previo a la ejecución de la pavimentación definitiva. Para la primera etapa de desarrollo del plan se prevé la apertura de las calles con un paquete de tosca (CBR 60) de 30 centímetros. En segunda etapa se pasará a la pavimentación en Hormigón según el perfil que se presenta a continuación:

7.3.3 Movilidad de Carga

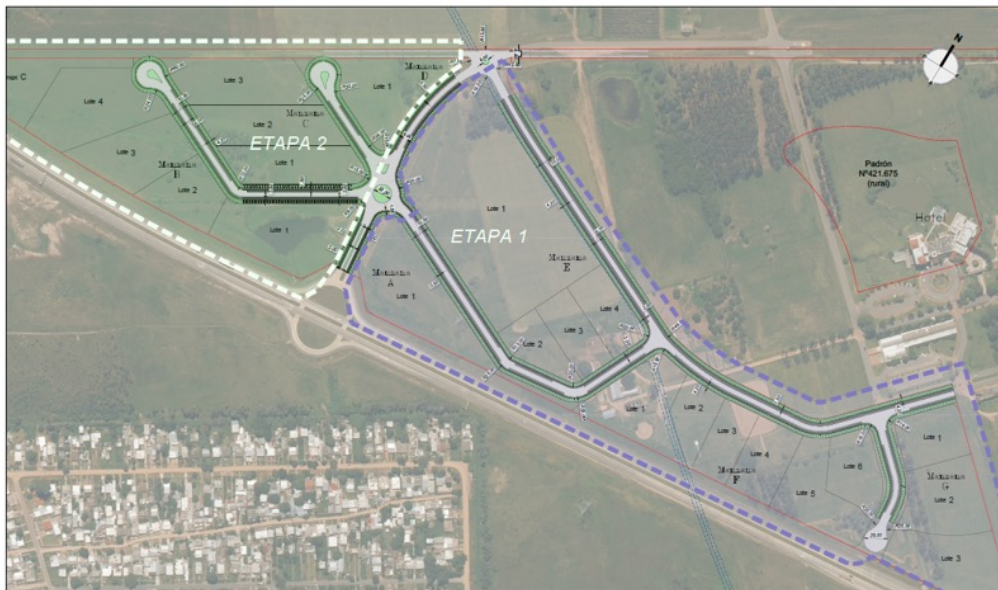
Será de admisión por todas las vías, la circulación de camiones con la carga admitida para rutas nacionales (45 Ton, C12-R12 con un largo máximo de 20mts y T12- S13 con largo máximo de 18,60mts).

7.3.4 Etapas en la construcción de la infraestructura vial

La construcción de la infraestructura vial acompaña las etapas previstas para el desarrollo del Parque Industrial, como se ilustra en la figura 11. Toda la vialidad debe estar realizada al momento de completar la ocupación del parque.

.

Figura 11: Etapas de ejecución de la vialidad



8 ANTEPROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

1.1 Introducción

El emprendimiento se desarrolla en parte de un padrón, ocupando unas 25,45 hectáreas, y define 4 Macro manzanas que se subdividirán en varios macro lotes. En total se prevé un máximo de aproximadamente 9,1 hectáreas construibles. En estas, se espera un total de 800 usuarios.

El predio es bordeado y atravesado por la quinta línea de bombeo de agua potable, y también es atravesado por una línea de alta tensión de UTE.

8.1 Sistema de abastecimiento de agua potable

Ver Lámina AP-01: Anteproyecto red de agua potable - Planta general en Carpeta 2: Anteproyectos de Infraestructuras.

8.1.1 Estimación del caudal necesario

Considerando que los edificios serán para uso como oficinas, para la proyección de la demanda de agua potable se considera una dotación de 80 L/día/persona.

Se calcula el caudal medio diario de la forma:

$$Q_{med, diario} = P_{ob} * D$$

Como se mencionó, se prevé una ocupación total de 800 usuarios.

De este cálculo, resulta que el consumo será de 64 m³/día.

Se propone realizar el abastecimiento a los usuarios a través de un sistema de tipo indirecto, por lo que los picos horarios serán absorbidos por el propietario.

Se adoptan el coeficiente de variación diaria de $k_1=1,5$, y no se considera variación horaria por lo mencionado, de modo tal que

$$Q_{pico} = k_1 * Q_{med, diario}$$

Resulta en que será necesario un caudal de al menos 96 m³/día.

8.1.2 Sistema propuesto

El sistema propuesto será de tipo indirecto y se presenta en la lámina N° 11.

Se realizará una conexión a la red de OSE, se colocará un macromedidor y se abastecerá a los tanques de reserva, aptos para agua potable.

Los tanques de almacenamiento se diseñan para 70 m³, cubriendo la demanda media diaria. Se instalarán 7 tanques de 10 m³ cada uno, y se dejará una previsión para un tanque adicional.

En principio se proyecta centralizar todos los tanques en un único punto del parque, desde donde se abastecerá los distintos macrolotes, a través de redes de tuberías a presión, internas al parque, de operación y mantenimiento privadas. .

Para esto se contará con equipos de presurización que cubran el abastecimiento demandado por los distintos edificios.

La red de tuberías será de PEAD PN10, de 110 mm en los tramos troncales, y 75 mm en los tramos que abastecen menos edificios.

Se colocarán llaves de paso en cada salida de una bifurcación y cada 100-150 m de tubería.

8.2 Desagües cloacales

Ver láminas: SAN-01 Planta general; SAN 02 Planta de impulsión, Planta de interferencias; y SAN 03 Detalle pozo de bombeo en Carpeta 2 – Anteproyectos de Infraestructuras.

8.2.1 Red interna

La red interna de saneamiento se proyecta por gravedad y conducirá todos los efluentes hacia dos puntos del predio, como se presenta en el plano SAN-01.

Las tuberías serán de PVC 200, con registros cada máximo 100 m.

8.2.2 Caudales esperados

Se planifica el parque industrial, previendo la disposición final a colector de hasta 200 m³/día de efluente, y bombeando caudales pico de 10 L/s.

8.2.3 Bombeo

El Parque Industrial contará con dos pozos de bombeo internos (de operación y mantenimiento privados), cuyas impulsiones individuales se unirán y conducirán los efluentes hacia la impulsión existente del pozo de bombeo Peñarol.

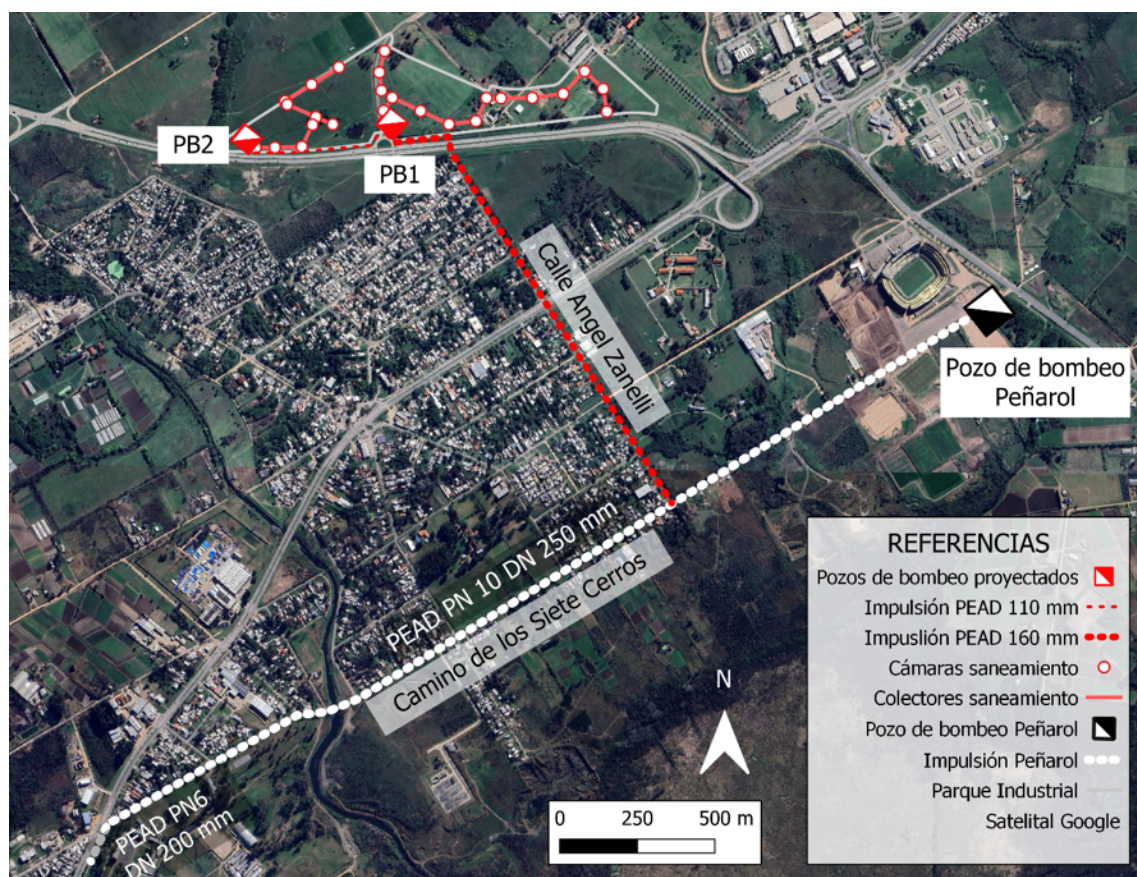
Cada pozo dispondrá de una impulsión de PEAD PN10 DN 110 mm.

Ambas impulsiones convergerán en una tubería de PEAD PN10 DN 160 mm, con una longitud aproximada de 1.500 m, que recorrerá la calle Ángel Zanelli. Esta tubería se conectará con la

impulsión existente ubicada en el Camino de los Siete Cerros, conformada aguas abajo por: 1.850 m de PEAD PN10 DN 250 mm y 370 m de PEAD PN6 DN 200 mm.

El esquema general del sistema se ilustra en la Figura 12.

Figura 12: Esquema del sistema propuesto



8.2.4 Funcionamiento del sistema

El bombeo del Parque Industrial se realizará aprovechando la impulsión existente del pozo Peñarol, pero únicamente cuando este último no esté en funcionamiento. Este enfoque garantiza que no se afecte la capacidad operativa del pozo de Peñarol.

Según las evaluaciones preliminares, el pozo de Peñarol permanece inactivo durante varias horas al día, lo que permite operar el sistema del Parque sin interferencias. No obstante, se recopilarán datos operativos del pozo Peñarol en etapas futuras para ajustar el proyecto de acuerdo con las horas de funcionamiento habituales y prever capacidades de almacenamiento adecuadas en los pozos del Parque.

8.2.5 Volumen útil de los pozos proyectados

Se estima que como mínimo los pozos deberán contar con una capacidad equivalente a 4 horas de retención. Asumiendo que el caudal que entra a ambos pozos de bombeo asciende a 1,875 L/s (un cuarto del caudal de bombeo con un factor pico de 1,5), cada pozo tendrá un volumen de al menos 27 m³. Este cálculo permite una capacidad suficiente para amortiguar los efluentes en períodos de inactividad del sistema de bombeo. Como se menciona en el punto anterior, el volumen preciso del pozo será definido en instancias de proyecto ejecutivo.

8.2.6 Dimensionamiento del sistema de bombeo

Criterios de cálculo de las pérdidas de carga

La pérdida de carga en las tuberías se calcula mediante la formulación de Hazen – Williams:

$$J = 10.643 \times (Q / C)^{1.85} \times D^{-4.87}$$

$$\Delta H = J \times L$$

Siendo:

ΔH : pérdida de carga (m)

Q: caudal (m³/s)

C: coeficiente Hazen Williams: Se utiliza 130 para tuberías de materiales plásticos

D: diámetro interno de tubería (m)

L: longitud total de tubería (m)

J: Pérdida de carga por unidad de longitud (m/m)

La longitud total de la tubería es la suma de la longitud real de la misma más la longitud equivalente de las piezas existentes a lo largo de ésta.

Las pérdidas localizadas se calculan como la suma de los coeficientes asociados a cada pieza (válvulas, llaves de paso, codos, etc.) por la velocidad al cuadrado como se muestra a continuación.

$$\Delta H = k v^2 / (2 \cdot g)$$

Siendo:

ΔH : pérdida de carga localizada (m)

k: coeficiente de pérdida localizada

v: velocidad (m/s)

g: aceleración de la gravedad (m/s²)

En la Tabla 8-1 se presentan los valores de los coeficientes considerados:

Tabla 8-1 Valores de coeficientes de pérdida de carga localizadas utilizados

Codo 90	Curva 90	Tee Directa	Tee lateral	Llave de paso	Válvula de ret.	Ampliación
0.9	0.4	0.6	1.3	0.2	2.5	0.3

8.2.7 Resultados

Verificación de las velocidades

Se prevé bombear un caudal total de 10 L/s. Si se estima que este se divide equitativamente entre ambos pozos, se bombearán 5 L/s en tuberías de 110 mm y 10 L/s en tubería de 160 mm.

Tabla 8-2 Velocidades de los tramos de impulsión proyectados

Caudal (L/s)	Tuberías			Velocidad (m/s)
	Material	DN (in)	Dint. (mm)	
5.00	pe10	4	97.1	0.68
10.00	pe10	6	141.2	0.64

Como se muestra en la siguiente tabla, se tiene velocidades algo mayores a 0,6 m/s, evitando la sedimentación de sólidos, pero permitiendo cargas de bombeo bajas, que redundan en una mayor eficiencia energética.

En el caso de la impulsión existente, las velocidades serán menores, lo que no implica un problema ya que por ellas se continuará conduciendo el efluente desde el pozo Peñarol, que asegura la limpieza de la impulsión.

8.2.8 Cálculo de la carga de bombeo

Se aplica la metodología descrita en el punto 0 y se calcula la presión necesaria en cada equipo de bombeo.

- PB1:

Tabla 8-3 Presión necesaria PB1

Impulsión PB1								
Tramo	Caudal (L/s)	Tuberías			Velocidad (m/s)	Longitud tramo (m)	J (m/m)	Pérdida de carga (m)
		Material	DN (in)	Dint. (mm)				
Proyectado 1	5.00	pe10	4	97.1	0.68	30	0.006	0.33
Proyectado 2	10.00	pe10	6	141.2	0.64	1500	0.004	5.47
Peñarol 1	10.00	pe10	10	220.6	0.26	1850	0.000	0.77
Peñarol 2	10.00	pe6	8	184.6	0.37	370	0.001	0.37
ΔH distribuida y localizada								6.9
ΔH geométrico								-5.0
Presión necesaria								1.9

Se proyectará el Pozo de bombeo para vencer una presión mínima de 2 mca. Por lo que las presiones estarán muy por debajo de las presiones nominales de las tuberías existentes y proyectadas. Se ajustará con un mayor grado de detalle del proyecto.

- PB2:

Tabla 8-4 Presión necesaria PB2

Impulsión PB1								
Tramo	Caudal (L/s)	Tuberías			Velocidad (m/s)	Longitud tramo (m)	J (m/m)	Pérdida de carga (m)
		Material	DN (in)	Dint. (mm)				
Proyectado 1	5.00	pe10	4	97.1	0.68	585	0.006	3.92
Proyectado 2	10.00	pe10	6	141.2	0.64	1500	0.004	5.47
Peñarol 1	10.00	pe10	10	220.6	0.26	1850	0.000	0.77
Peñarol 2	10.00	pe6	8	184.6	0.37	370	0.001	0.37
ΔH distribuida y localizada								10.5
ΔH geométrico								-5.0
Presión necesaria								5.5

Se proyectará el Pozo de bombeo para vencer una presión mínima de 5.5 mca. Al igual que para el otro pozo, las presiones estarán muy por debajo de las presiones nominales de las tuberías. El cálculo se ajustará con un mayor grado de detalle del proyecto.

8.2.9 Otros puntos que se considerarán para el proyecto

Criterios para diseño de infraestructura

- Velocidad máxima:

La velocidad máxima adecuada está relacionada directamente con la pérdida de carga en la tubería y las propiedades estructurales de la misma, por lo cual, se adoptarán los siguientes criterios:

- Para el manifold $V_{\text{máx}} = 3.0 \text{ m/s}$
- Para el resto de la tubería $V_{\text{máx}} = 2.0 \text{ m/s}$

- Pendiente mínima:

En los tramos ascendentes la pendiente mínima será de 0,3 %, mientras que en los tramos descendentes la pendiente mínima será de 0,6 %. Esto es para evitar que se formen bolsones de aire en las tuberías.

- Presión máxima:

Se verificará que la presión máxima en las tuberías no sobrepase el 70 % de la presión nominal.

- Válvulas de aire en tubería de impulsión

Las válvulas de aire cumplen la función de evacuar aire acumulado en puntos altos de la tubería. En estas condiciones se prevé la colocación de válvulas de aire en todos los puntos de cota máxima relativa de la tubería.

- Puntos de desagüe en tubería de impulsión

Se colocarán puntos de desagüe en los puntos bajos relativos de la tubería de impulsión con el objetivo de poder realizar un vaciado completo de la tubería.

- Verificación de golpe de ariete

Se realizará el estudio de transitorios hidráulicos para determinar la necesidad o no de equipos de protección contra los aspectos adversos del golpe de ariete, mediante el software HI-trans 4.0, verificando tanto las sobrepresiones como subpresiones en la tubería.

Se considera que las presiones admitidas serán:

- presión mínima admisible: -5 mca
- presión máxima admisible: 70% de la presión nominal de la tubería

Calidad del efluente

Se cumplirán con los criterios de calidad de vertido a colector según el Decreto 253/79.

8.3 Desagües pluviales y medidas de control de escurrimiento

Ver láminas PLU-01 Planta General y PLU-02 Planta y Corte Lagunas 1 y 2, Detalle Cunetas.

La presente memoria tiene por objeto justificar la solución pluvial que se anteproyectó para el nuevo emprendimiento que consistirá en un Parque Industrial. Se emplaza sobre la Ruta 102, al oeste de Jacksonville, en parte del Padrón N°432.187, en la ciudad de Montevideo.

Gran parte del emprendimiento tiene pendiente marcada hacia la esquina suroeste del predio, escurriendo hacia una cañada que cruza la Ruta 102. El escurrimiento pluvial será captado y conducido a través de una red de drenaje formada por cunetas y alcantarillas, y se tendrán 2 lagunas de amortiguación. La primera estará en la ubicación donde actualmente hay un tajamar, que se modificará con el fin de amortiguar. La segunda estará en la esquina suroeste, permitiendo amortiguar casi la totalidad del escurrimiento del predio.

8.3.1 Determinación de las cuencas principales

A partir de las curvas de nivel extraídas de Ideuy, se trazó la cuenca del cruce de la Ruta 102, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 13: Macrocuenca del cruce de la Ruta 102



Esta cuenca, se mantienen prácticamente idéntica en área en la situación inicial, anterior al proyecto, como en la situación final, con el proyecto construido. Sin embargo, el área impermeable aumenta, debido al proyecto. En la situación posterior al proyecto se considera que en el área de la de la cuenca dentro del proyecto es 60% impermeable. En la se presentan las áreas de la cuenca.

Tabla 8-5 Áreas macrocuencas

CUENCA	ÁREA TOTAL (m2)	ÁREA IMPERMEABLE (m2)
Cruce Ruta 102 inicial	2.092.577	104.162
Cruce Ruta 102 proyecto	2.092.577	230.480

Por otra parte, a partir de las curvas de nivel del relevamiento realizado por Estudio Boix en el predio, se trazaron cuencas que escurren a distintos elementos del sistema pluvial del proyecto. En la Figura 14 se muestran algunas de las cuencas pluviales que ingresan a distintos elementos de drenaje del emprendimiento. A partir de la caracterización de las mismas, se dimensionan las cunetas y alcantarillas.

Figura 14: Cuencas del proyecto



En esta etapa se considera que para todas las cuencas el área impermeable corresponde al 60%.

En la siguiente tabla se presenta el área de cada cuenca.

Tabla 8-6 Área cuencas

CUENCA	ÁREA (m²)
1	17707
2	38942
3	7425
4	5352
5	14560
6	24144
7	18019
8	5559
9	4096
10	13754
11	32135
12	40454
13	31490
14	11098

8.3.2 Criterios de diseño

Para el proyecto se realizan distintas verificaciones, que se enlistan a continuación, y se detallan más adelante en cada punto:

- Se estudia preliminarmente la cota de inundación para 100 años para período de retorno.
- Se diseñan las lagunas de amortiguación, que se verifican para 10 y 25 años de período de retorno.
- Se realiza el diseño de las canalizaciones abiertas para 2 años de período de retorno.
- Se proyectan las canalizaciones cerradas para 10 años de período de retorno.

Consecuentemente, la modelación hidrológica, abarcara 4 períodos de retorno distintos: 2, 10, 25 y 100 años.

8.3.3 Metodología de modelación hidrológica

8.3.3.1 Caudales de diseño

Para el cálculo del caudal de diseño de eventos extremos, se utilizará el Método Racional con las recomendaciones del manual DINASA “Diseño de Sistemas de Aguas Pluviales Urbanas”.

Este método, relaciona el caudal máximo a desaguar con la intensidad de lluvia, el coeficiente de escurrimiento y el área de la cuenca, a partir de la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{C * i * A}{60}$$

Siendo,

Q : Caudal (L/s)

A : Área de la cuenca (m²)

C : Coeficiente de escurrimiento

i : Intensidad de lluvia (mm/min)

Este método se utiliza para el diseño de las canalizaciones y de la cota de inundación TR100, mientras que las lagunas se diseñan con la tormenta anidada de la IM que se presenta en el punto 8.3.7.3.

8.3.3.2 Tiempo de concentración

8.3.3.2.1 Desbordes

Para el dimensionamiento de las canalizaciones, el tiempo de entrada considerado para las cuencas de menor tamaño es de 10 minutos.

Para las canalizaciones con cuencas de mayor tamaño, se calcula el tiempo de concentración con el método de desbordes recomendado para cuencas urbanas en el PDSDUM. Este indica lo siguiente:

$$T_c = T_o + 6.625 \cdot A^{0.30} \cdot P^{-0.38} \cdot C^{-0.45}$$

Donde:

T_c : tiempo de concentración (min)

T_o : tiempo de entrada (min)

A : área de la cuenca (há)

P : pendiente del cauce principal (%)

C : coeficiente de escorrentía

Se considera un tiempo de entrada de 5 minutos.

8.3.3.2.2 Kirpich

Para el cálculo del tiempo de concentración de la macrocuenca se utiliza Kirpich, que se ajusta mejor a las características de la cuenca.

El Tiempo de concentración está definido con la fórmula (Pág. 32 del manual), en el cual se establece la siguiente relación para el cálculo del tiempo de concentración:

$$T_c = 0,4 (L^{0,77}) / (S^{0,385})$$

Siendo:

L = longitud del cauce principal (km)

S = pendiente media del cauce principal (%)

T_c en Horas

8.3.3.3 Intensidad de lluvia

Para la determinación de las tormentas de diseño se calcula la intensidad de precipitación mediante la Ley de Montana, la cual afirma:

$$i = a * t^b$$

Siendo,

i : Intensidad de lluvia en mm/min

t : Duración de la tormenta. Se usa T_c .

Los coeficientes a y b que se utilizan, son los calibrados para la ciudad en la que se esté trabajando y el período de retorno considerado.

$$a = P(3,10,p) \cdot (0,1241 \cdot \ln(Tr) + 0,317)$$

$$b = -0,547$$

Considerando los períodos de retorno de 2, 10 y 100 años y $P_{3,10}=79$, los coeficientes a y b son los expresados en la Tabla 8-7.

Tabla 8-7 Coeficientes a y b según Tr

Tr (años)	a	b
2	31,84	-0,55
10	47,62	-0,55
100	12,06	-0,55

8.3.3.4 Coeficiente de escurrimiento

Para la definición de los coeficientes para áreas verdes y áreas permeables se toma como referencia el manual de DINASA “Diseño de Sistemas de Aguas Pluviales Urbanas”, el cual a su vez utiliza lo recomendado por el autor *Ven Te Chow*.

Tabla 8-8 Coeficiente de escorrentía según tipo de superficie

Características de la superficie	Período de Retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75 % del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se adoptan los valores señalados, en función del período de retorno. El coeficiente ponderado se calcula para cada cuenca mediante la siguiente relación:

$$C = \frac{A_{verde} * C_{verde} + A_{imp} * C_{imp}}{A_{total}}$$

Siendo

C = Coeficiente de escorrentía ponderado (adim)

A_{verde} = Área verde o permeable (m^2)

C_{verde} = Coeficiente para áreas permeables

A_{imp} = Área impermeable (m^2)

C_{imp} = Coeficiente para áreas impermeables

A_{total} = Área total (m^2).

Como se menciona anteriormente, para el diseño se consideró impermeable el 60% del área, valor a ajustar con el proyecto final, y los valores permitidos de áreas construibles. En principio se entiende que el valor es adecuado, por ser el valor esperado por el desarrollador.

8.3.4 Metodología de diseño de las canalizaciones

Para el diseño de las conducciones con flujo uniforme se calcula su capacidad máxima de acuerdo con la

fórmula de Manning:

$$Q = \frac{A * Rh^{\frac{2}{3}} * So^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Siendo,

Q : Caudal de diseño (m³/s)

A : Área de la tubería o canal (m²)

Rh : Radio hidráulico (m)

So : Pendiente (m/m)

n : Coeficiente de rugosidad de Manning

No se considera laminación en tuberías, badenes ni cunetas.

Para las cunetas y los badenes de pasto se asume un coeficiente de rugosidad de Manning $n=0,035$, para las cunetas protegidas compuestas se considera $n=0,025$, mientras que para las tuberías de hormigón, se considera $n=0,016$.

Las cunetas se diseñan de forma tal que el tirante sea menor o igual al 80% de la profundidad máxima para un período de retorno de 2 años. Las alcantarillas, se diseñan de forma tal que el tirante normal sea menor o igual al 75% de la altura de la sección en caso de flujo subcrítico, y 50% en caso de flujo supercrítico.

8.3.5 Modelación hidráulica de canalizaciones

8.3.5.1 Cálculo del tirante normal en cunetas

La sección de las cunetas será triangular, de talud lateral 1,5:1, y profundidad 0,50 m (C1), y 0,70 m (C2).

Se utiliza la fórmula de manning para calcular el tirante y asegurar el cumplimiento de los criterios mencionados. Se prueban distintas pendientes en función de las pendientes del terreno y mínimas, para seleccionar la cuneta tipo, y evaluar la necesidad de proteger las cunetas por erosión.

Tabla 8-9 Tirante normal en Cunetas (TR2)

Tramo	Á total (m ²)	Tc (min)	Caudal (L/s)	Pend (%)	Tipo	yn (m)	v (m/s)
1	17707	14	202	0,5%	c1	0,34	0,59
1+2	56649	18	563	1,1%	c2	0,43	1,03

Tramo	Á total (m²)	Tc (min)	Caudal (L/s)	Pend (%)	Tipo	yn (m)	v (m/s)
4	5352	10	73	0,5%	c1	0,23	0,46
5	14560	10	197	0,5%	c1	0,33	0,59
1+2+4+9	66097	19	654	1,2%	c2	0,44	1,11
6	24144	13	284	0,5%	c1	0,38	0,65
7	18019	12	218	0,5%	c1	0,35	0,61
5+8	20119	12	248	0,5%	c1	0,36	0,63
10	13754	14	158	0,5%	c1	0,31	0,56
11/3	10712	10	145	0,5%	c1	0,36	0,55
10+2*11/3	35177	14	406	3,0%	C1	0,28	1,78
14	11098	10	151	0,5%	c1	0,3	0,55

Por las grandes pendientes del terreno, y el caudal considerable que debe transportar, hay una cuneta que deberá ser protegida, además de la cuneta a la salida de la laguna al suroeste (cuya velocidad se obtiene del modelo de SWMM). Se indican en planos.

8.3.5.2 Cálculo de tirante normal en tuberías

Se estudian los tirantes normales para lluvias de 10 años de período de retorno. En la siguiente tabla se presenta el cálculo realizado para el dimensionamiento de las tuberías. Se definen las pendientes mínimas que puede tener cada alcantarilla.

Tabla 8-10 Diámetro necesario para distintas cuencas (TR10)

Cuencas	Á total (m²)	Tc (min)	Caudal (L/s)	CANTIDAD	DN	P. min (%)	yn (m)
1	17707	14	376	1	600	0,8%	0,44
1+2+4	62001	18	1143	2	800	0,5%	0,51
3+5	21985	10	553	1	800	0,5%	0,49
1+2+3+4+5+6+7+8+9	135804	22	2294	3	800	0,6%	0,58
10	13754	14	293	1	600	0,5%	0,40
10+11	45889	11	1097	2	800	0,5%	0,48

8.3.6 Cota de inundación TR100

Preliminarmente, se estima la cota de inundación de 100 años de período de retorno algo por debajo de 18.00 m. Para estimarla se calcula el tirante aguas arriba de la alcantarilla que cruza la Ruta 8, que se encuentra inmediatamente aguas abajo de la esquina suroeste del predio.

Para calcularlo se utiliza la herramienta computacional HY-8, que es un software de modelación hidráulica diseñado para cruces de pluviales a través de calzadas.

Este computa los perfiles de la superficie del agua a través de un cruce de alcantarillas, calculando la información hidráulica para cada componente de la alcantarilla incluyendo el caudal a desaguar, la geometría de la alcantarilla y de las calles, las condiciones aguas abajo del cruce, el tipo de cabezal, los materiales, etc.

Figura 15: Estimación cota TR100



Para calcular el caudal que llega al cruce se utiliza el método racional, que resulta en 35,4 m³/s, siendo este un valor conservador en relación a otros que se calcularon (tormenta de la IM, método NRCS). Asimismo, para hallar el tiempo de concentración se utiliza la fórmula de Kirpich, obteniéndose el tiempo de 33 minutos, siendo este el más adecuado por las características de la cuenca, y el que resulta en un número menor, por lo que se encuentra del lado de la seguridad.

Se proyecta el fondo de la laguna de amortiguación a cota 18.00 m, por encima de esta cota. Asimismo el depósito impermeable para cloacales, y cualquier otra infraestructura, se colocarán por encima de esta cota.

8.3.7 Lagunas de amortiguación

En cuanto a los escurrimientos de salida del predio se respetaran 2 criterios:

- Por un lado la IM exige que el caudal máximo de vertido para 10 años de período de retorno, sea el dado por una impermeabilización del 20%
- Por otra parte, al cruzarse la Ruta 102, el MTOP solicita amortiguar hasta impacto cero para 25 años de período de retorno.

Con el fin de cumplir este criterio, se propone ampliar el tajamar existente como medida de control de escurrimiento, y construir una laguna de amortiguación adicional en el suroeste del predio, que corresponde a un punto bajo del mismo. Se implantará por encima de la cota de inundación para 100 años de período de retorno.

Adicionalmente, se estudiarán qué otras intervenciones son necesarias para evitar empeorar la situación del asentamiento que se encuentra aguas debajo del cruce de la ruta 102.

8.3.7.1 *Laguna en tajamar*

El tajamar tendrá 5200 m² de área superficial y una profundidad de 2.0 m, y contará con una estructura de salida formada por una cámara con un oficio de 0.60 m, u otra equivalente. Además, si bien logra retener a toda una tormenta TR25, contará con un vertedero de excedencias para eventos de mayor magnitud. Actualmente, al tajamar ingresa una cuenca externa, que en caso de ser necesario se desviará.

8.3.7.2 *Laguna esquina suroeste*

Además, se tendrá una amortiguación en la esquina suroeste del predio, de área superficial de 1400 m² y 1.2 m de profundidad. Contará con una estructura de salida formada por una tubería de hormigón de 600 m, u otra que logre caudales de salida similares, y un vertedero de excedencias.

8.3.7.3 *Metodología de modelación de la laguna de amortiguación*

Para la modelación de la medida de control de escurrimiento se utiliza la herramienta computacional EPA SWMM 5.1 (Storm Water Management Model). Este software permite modelar el transporte de flujo a través de sistemas de canales y unidades de almacenamiento.

Mediante el programa se simuló el comportamiento de las lagunas de amortiguación y las conducciones entre ellas y de descarga hacia la cañada. Se consideran las cuencas de salida del predio para TR10 y se verifica el funcionamiento considerando toda la cuenca que cruza la Ruta 102, para un período de retorno de 25 años.

Se utilizan los hidrogramas de acuerdo a la explicación que se presenta a continuación.

8.3.7.3.1 *Modelación hidrológica*

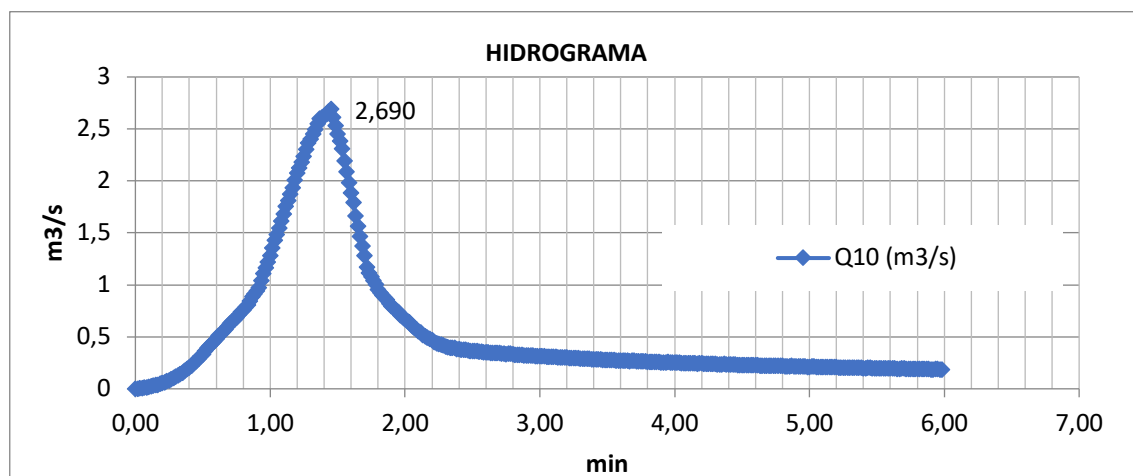
Para el modelo SWMM se utilizan los hidrogramas contruidos con la planilla que utiliza la tormenta anidada de 6 horas de duración y emplea un hidrograma unitario sintético triangular, proporcionada por el Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento, de la Intendencia de Montevideo. Se utiliza para 10 años de período de retorno y se ajusta para 25 años de período de retorno.

Se utiliza 33 minutos de tiempo de concentración para TR25 (ver 8.3.3.2.2), y 19 minutos de T_c para TR10 (ver 8.3.3.2.1) y el número de manning y el coeficiente de escurrimiento se hallan como se indica en los puntos 8.8.3.4 y 8.0, respectivamente.

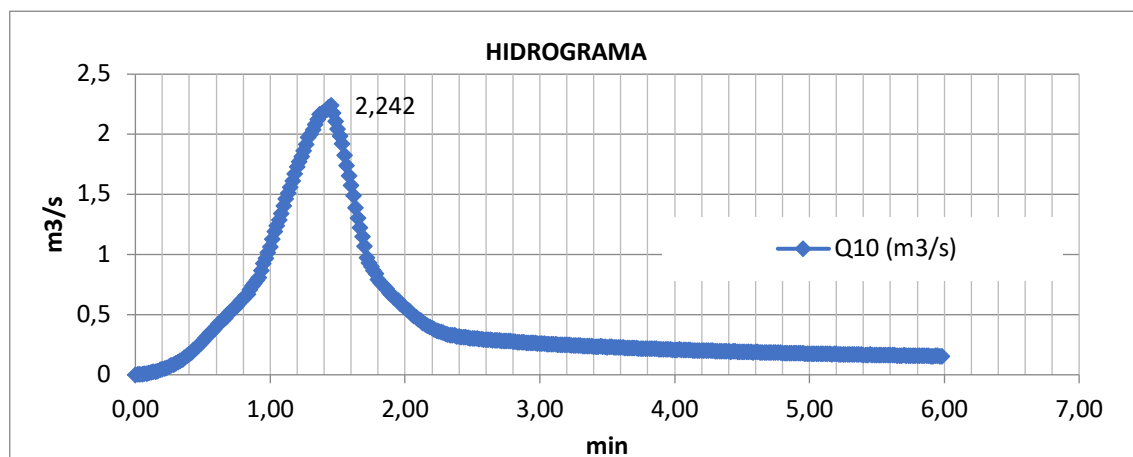
Considerando los criterios descriptos y la caracterización de las cuencas, se obtienen los hidrogramas de entrada a las lagunas para 10 y 25 años de período de retorno.

8.3.7.3.2 Hidrogramas

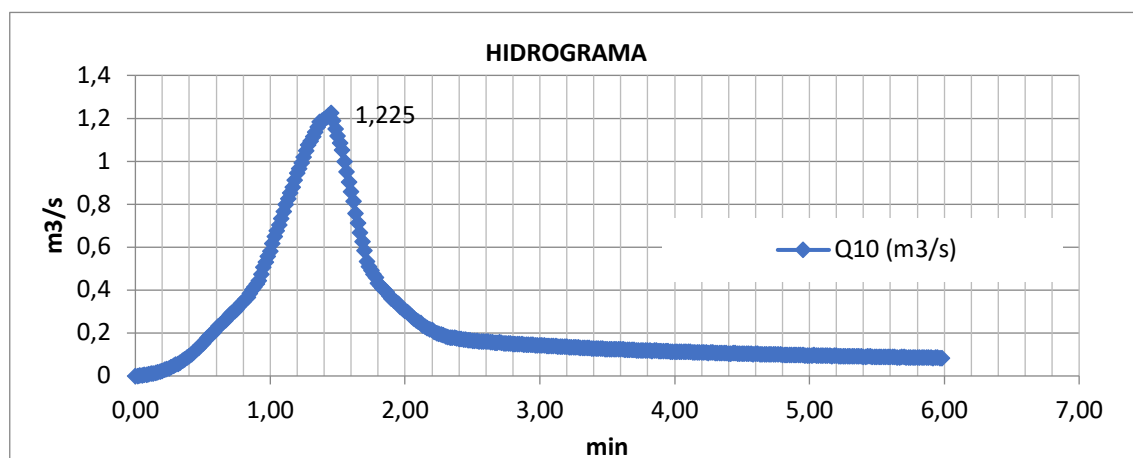
1) Situación 20% impermeable - Predio – TR10



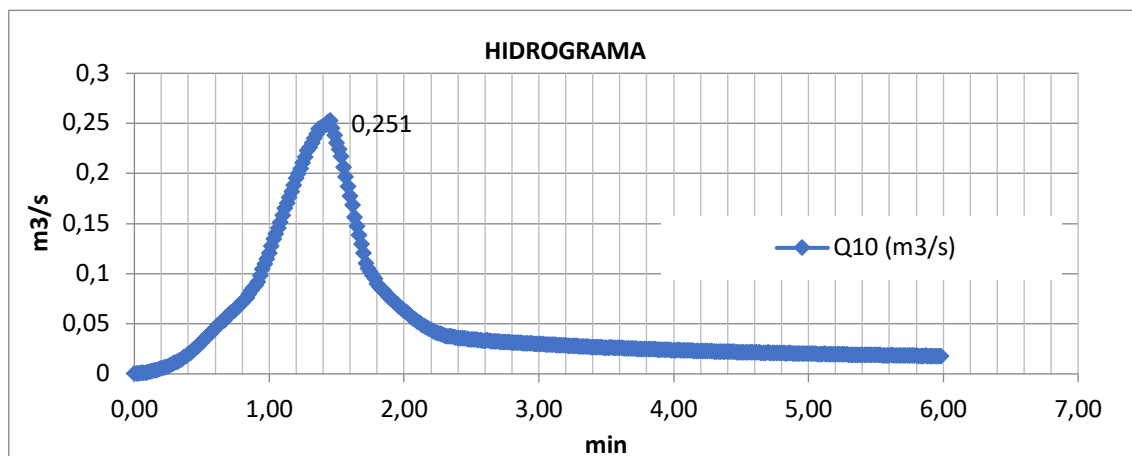
2) Situación Proyecto – Predio a Tajamar – TR10



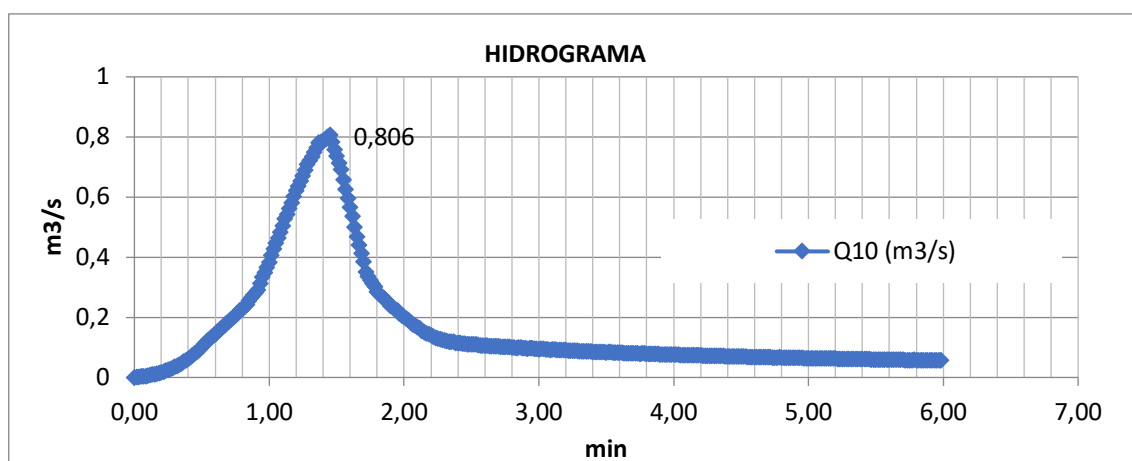
3) Situación Proyecto – Predio a Laguna SurOeste – TR10



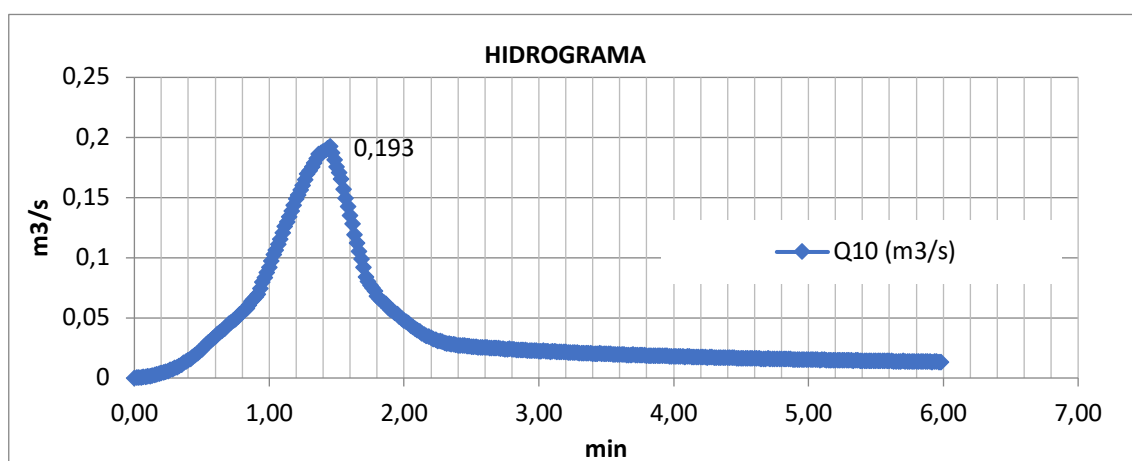
4) Situación Proyecto – Predio sin amortiguar – TR10



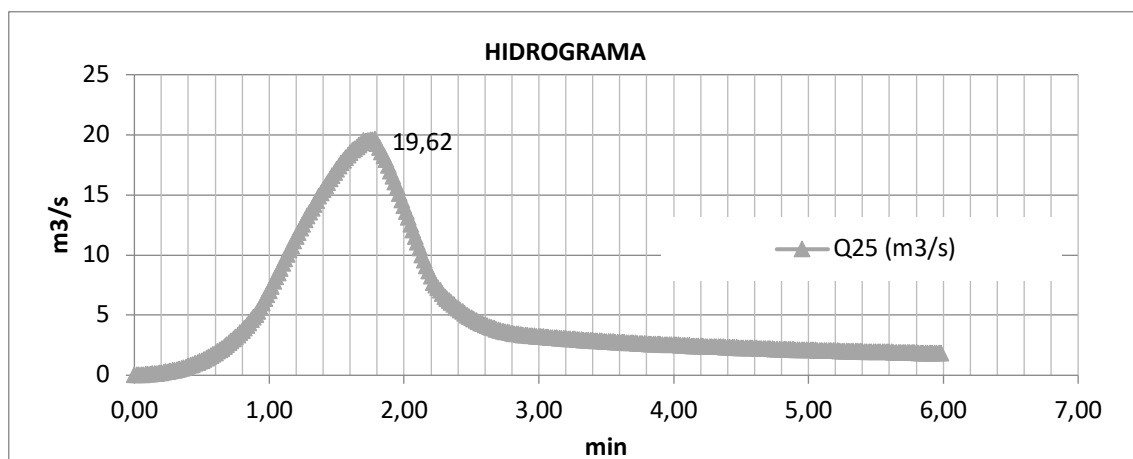
5) Situación Proyecto – Externa a Tajamar – TR10



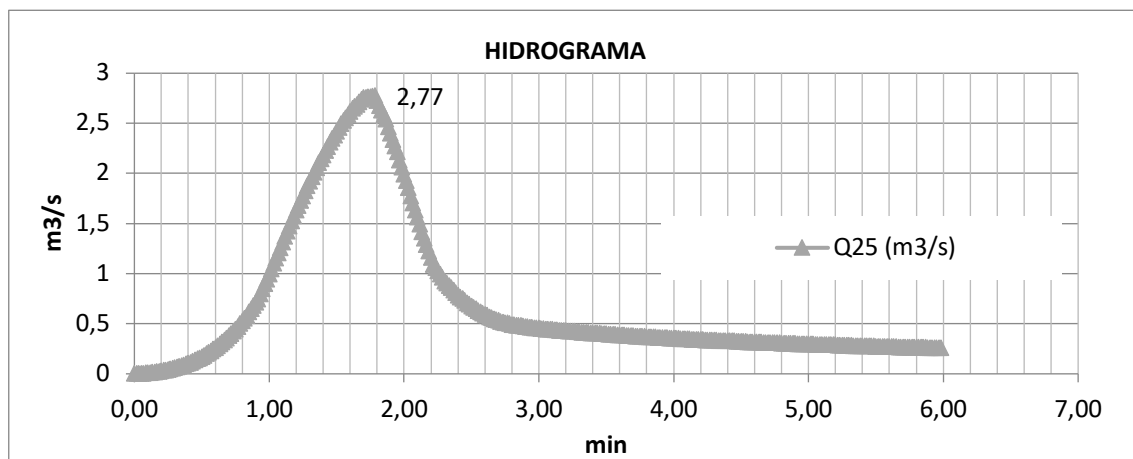
6) Situación Proyecto – Externa a Laguna SurOeste – TR10



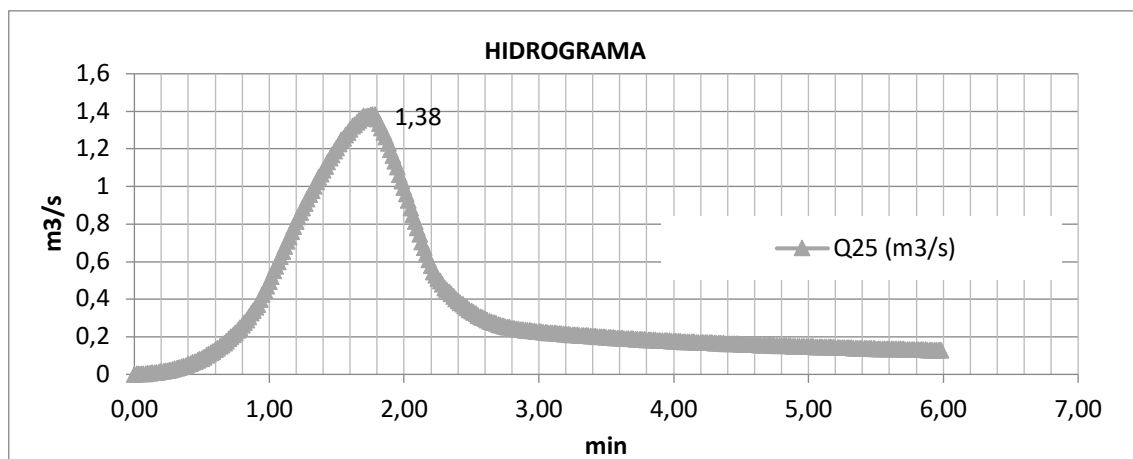
7) Situación Inicial Cruce Ruta 102 – TR25



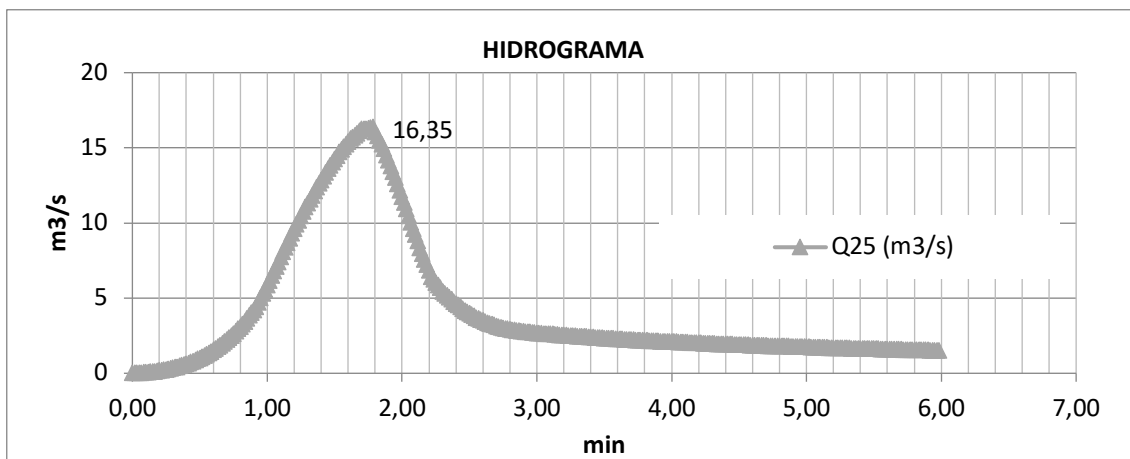
8) Situación Proyecto –a Tajar – TR25



9) Situación Proyecto –a Laguna SurOeste – TR25



10) Situación Proyecto - Cruce Ruta 102 – No amortiguado– TR25



8.3.7.4 Caudal a amortiguar

8.3.7.4.1 Criterio TR10 - IM

Debido a la impermeabilización prevista en el emprendimiento es necesario amortiguar caudales pico por el aumento de la escorrentía superficial.

Se debe cumplir que $1) \geq \text{Caudal Salida Laguna SurOeste} + 4$.

Por lo tanto el caudal de salida de la laguna suroeste deberá ser menor a:

$$Q_{\text{salida SurOeste}} \leq 2,69 - 0,25 = 2,44$$

Esto se debe cumplir en 2 escenarios. Por un lado, el escenario 1, que corresponde a que los caudales que ingresan a las lagunas tajamar y sureste son: 2), y 3), respectivamente. Y asimismo, en el escenario 2, con la misma laguna, se debe poder cumplir, que pueda ingresar 2) + 5), y 3) + 6), respectivamente. Caso contrario habrá que desviar a 5) y 6), cuencas externas.

8.3.7.4.2 Criterio TR25 - MTOP

Por otra parte, el MTOP exige que no se afecte el funcionamiento del cruce a la ruta 102 para TR25.

El caudal pico que cruza inicialmente la ruta 102 asciende a 19,62 m³/s para TR25.

La cuenca que escurre hacia la laguna se mantiene prácticamente igual en superficie, por lo que no hay caudales que en la situación inicial entraban a la laguna y que ya no ingresen a esta. El caudal de entrada en la situación de proyecto será de pico 2,97 m³/s al tajamar, y 1,38 m³/s a la Laguna SurOeste. Mientras que el pico del caudal que no se amortigua (en gran medida externo al predio), es de pico 16,35 m³/s.

Por consiguiente, se deberá amortiguar el caudal, para que de la laguna Suroeste salga un máximo de:

$$Q_{\text{salida SurOeste}} \leq 19,62 - 16,35 = 3,26$$

Esto permite mantener o reducir la afectación del escurrimiento sobre el cruce de la Ruta 102. Se debe verificar si las lagunas propuestas logran este fin.

8.3.7.5 Modelación en EPA SWMM

Se realizó la modelación de la laguna en el software EPA SWMM.

Los datos de entrada utilizados en el modelo fueron los datos de altura-área de las lagunas y los hidrogramas presentados anteriormente.

8.3.7.5.1 TR10

(a) Escenario 1

El elemento de almacenamiento correspondiente al tajamar recibe la tormenta de pico de 2,24 m³/s, mientras que el otro recibe el caudal de salida de la primera, y la tormenta de pico 1,23 m³/s.

(i) Resultados del modelo

En las figuras debajo se muestra el modelo SWMM de las lagunas, donde se puede observar, el tirante máximo en cada nodo del modelo (Figura 16) y el caudal máximo en cada elemento de conducción (Figura 17). Se observa que el caudal de salida máximo es de 1,56 m³/s, y por lo tanto, es menor al caudal admitido (2,45 m³/s), y que no se supera la altura máxima de ninguna de las dos lagunas (la altura útil de las lagunas es de 1.85 m y 1.05 m hasta el vertedero en las lagunas Tajamar y Suroeste, respectivamente).

Figura 16: Tirantes máximos en cada nodo– TR10 Cuenca interior

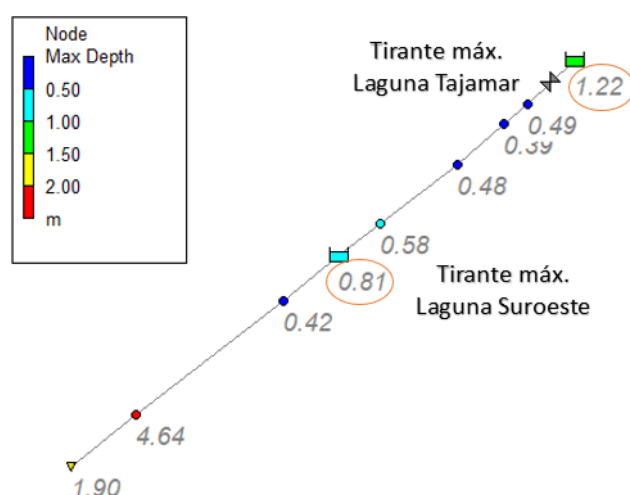
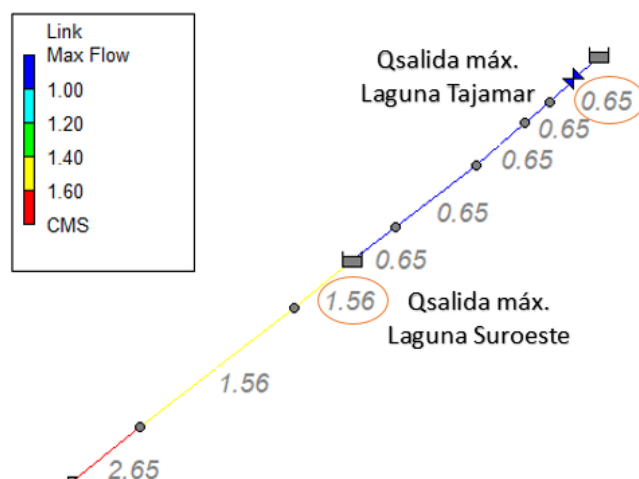


Figura 17: Caudales máximos en cada cuneta/tubería – TR10 Cuenca interior



(a) Escenario 2

El elemento de almacenamiento correspondiente al tajamar recibe la tormenta de pico de $2,24+0,81 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que el otro recibe el caudal de salida de la primera, y la tormenta de pico $1,23+0,19 \text{ m}^3/\text{s}$.

(i) Resultados del modelo

En las figuras se muestran los tirantes y caudales máximos para los elementos modelados, donde se puede observar que el caudal de salida es de $1,82 \text{ m}^3/\text{s}$, y por lo tanto, es menor al caudal admitido ($2,44 \text{ m}^3/\text{s}$), y que no se supera la altura máxima de ninguna de las dos lagunas.

Figura 18: Tirantes máximos en cada nodo– TR10 Cuenca total

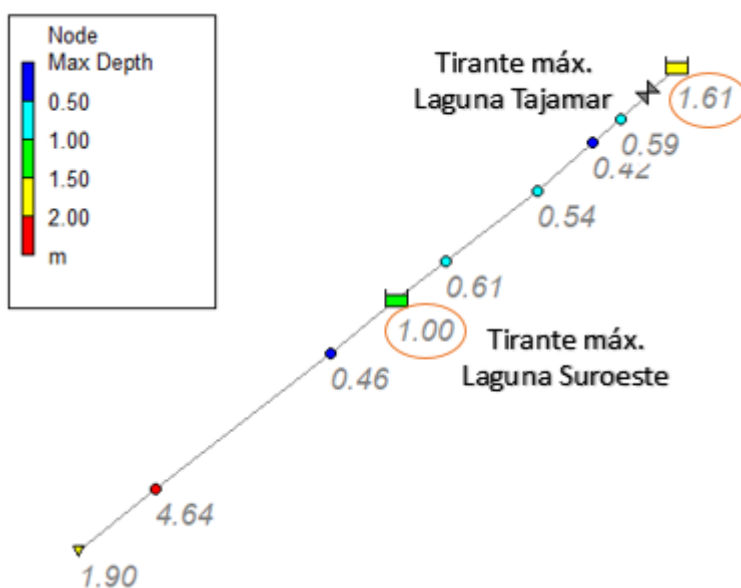
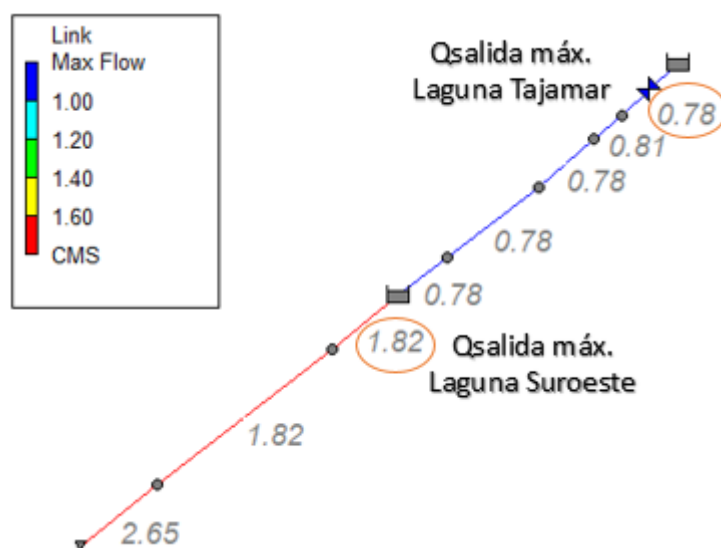


Figura 19: Caudales máximos en cada cuneta/tubería – TR10 Cuenca total



En las siguientes gráficas se presentan los caudales de entrada y salida de las lagunas de amortiguación para 10 años de periodo de retorno.

Figura 20: Caudales de entrada y salida a la laguna tajamar – TR10

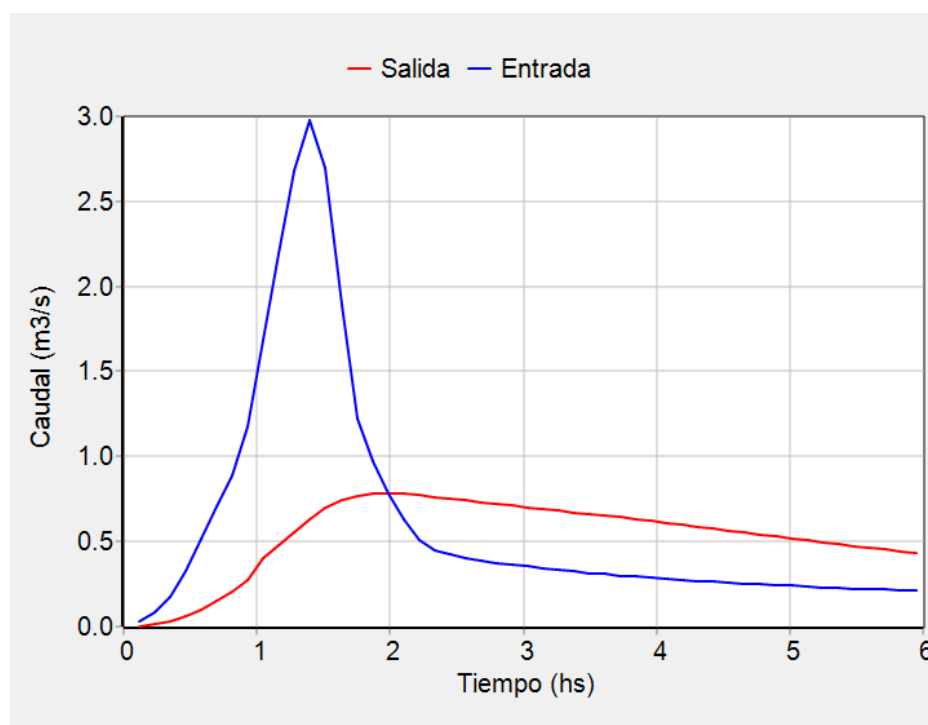
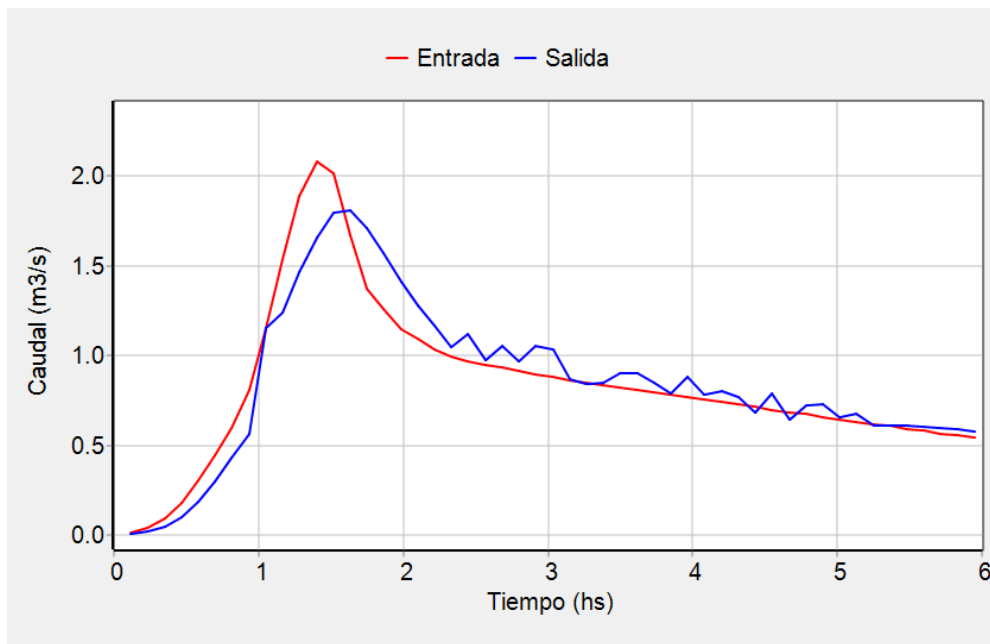


Figura 21: Caudales de entrada y salida a la laguna Suroeste – TR10



8.3.7.5.2 TR25

El elemento de almacenamiento correspondiente al tajamar recibe la tormenta de pico de 2,77 m^3/s , mientras que el otro recibe el caudal de salida de la primera, y la tormenta de pico 1,38 m^3/s .

(ii) Resultados del modelo

Igual que en los puntos anteriores, en las figuras se muestran los tirantes y caudales máximos para los elementos modelados, donde se puede observar que el caudal de salida es de 1,87 m^3/s , y por lo tanto, es menor al caudal admitido (3,26 m^3/s), y que no se supera la altura máxima de ninguna de las dos lagunas.

Figura 22: Tirantes máximos en cada nodo– TR25

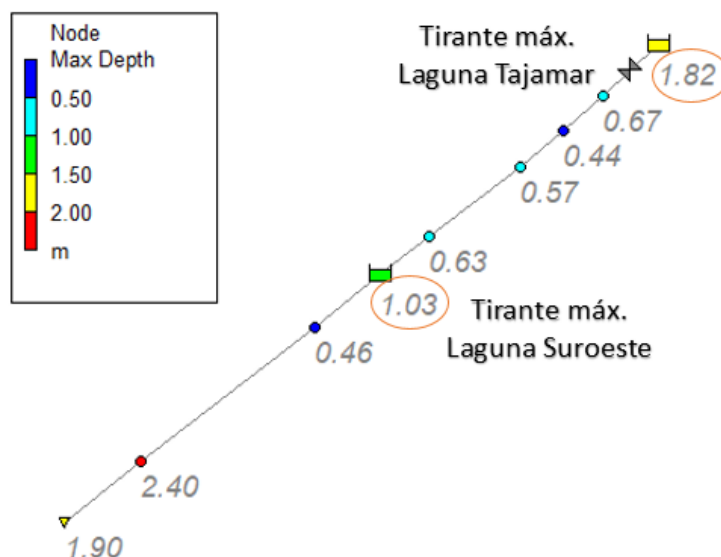
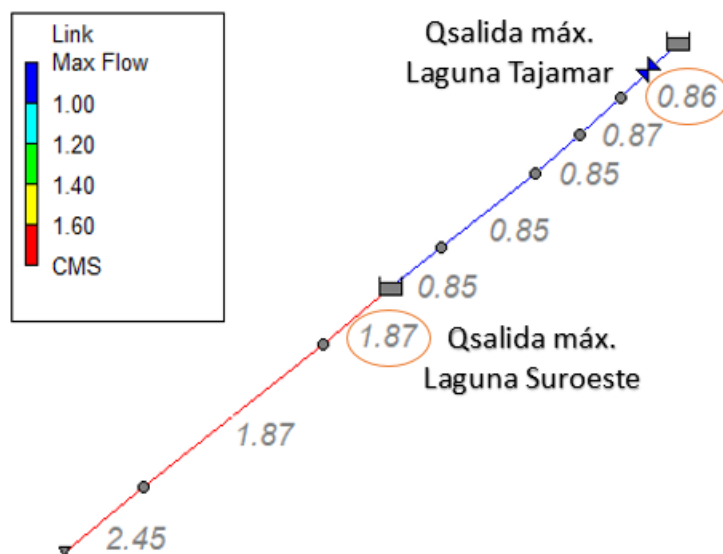


Figura 23: Caudales máximos en cada cuneta/tubería – TR25



En las siguientes gráficas se presentan los caudales de entrada y salida de las lagunas de amortiguación para 25 años de período de retorno.

Figura 24: Caudales de entrada y salida a la laguna tajamar – TR25

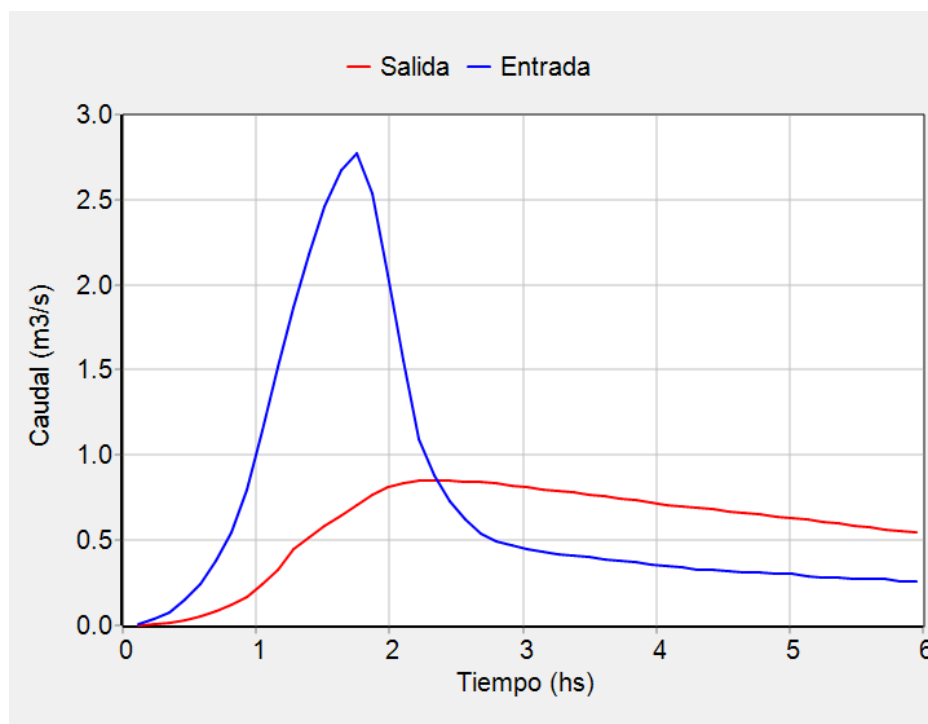
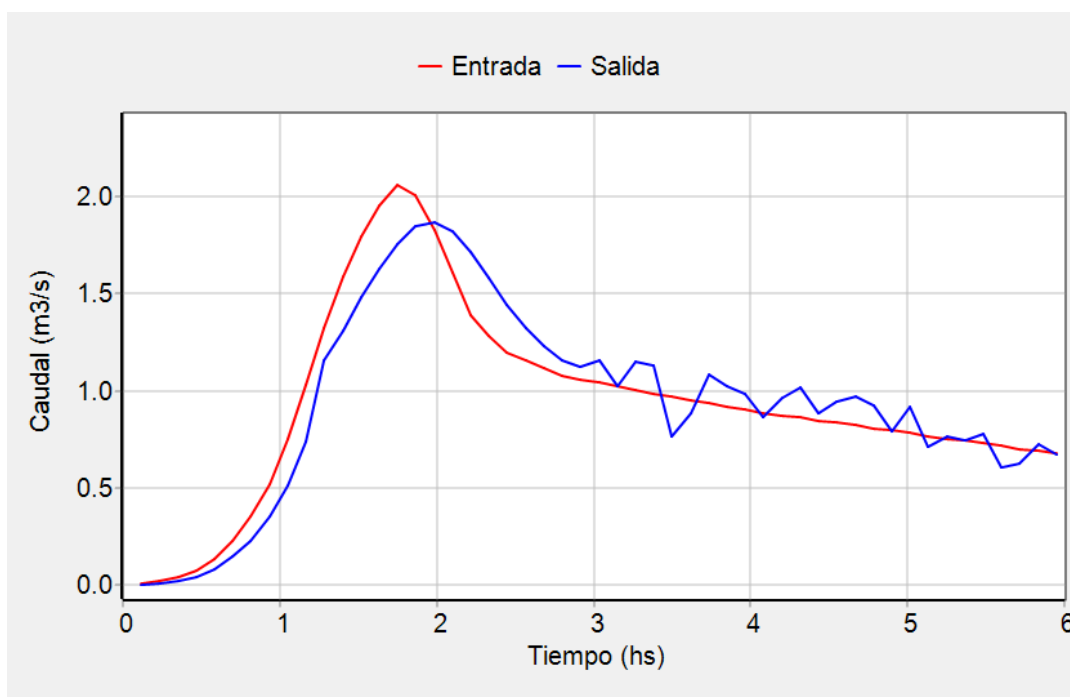


Figura 25: Caudales de entrada y salida a la laguna Suroeste – TR25



8.3.7.6 Resultados de las modelaciones de las medidas de control de escurrimiento

Los resultados de la modelación de las medidas de control de escurrimiento, utilizando la herramienta computacional EPA SWMM 5.1 (Storm Water Management Model), indican que se logra amortiguar lo necesario para compensar el aumento generado por la impermeabilización, según el Factor de Impermeabilización de Suelo, establecido por la IM, y los requerimientos del MTOP.

ANEXOS

Carpeta 1: Láminas de Información y Ordenación (en formato A3)

Carpeta 2: Anteproyectos de Infraestructuras (en formato A1)