



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Civil

Evaluación y Modelación Hidráulica del Interceptor del Río Tomebamba.

Trabajo de graduación previo a la obtención de título de:

Ingeniero Civil

Autores:

Ricardo Gabriel Cuesta Vargas

Víctor Sebastián Verdugo Calle

Director:

Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez PhD.

CUENCA – ECUADOR

2025

DEDICATORIA

Con mucho amor y gratitud, a mis padres. Mamá, gracias por tu paciencia y comprensión en todo este proceso. Por ser mi ejemplo, mi refugio constante y mi fuerza en los momentos más duros. Tu amor incondicional ha sido el motor que me impulsó a seguir adelante, incluso cuando no se veía un camino que seguir. Papá, a quien guardo una profunda admiración, gracias por darme cada día una lección de responsabilidad, honestidad y dignidad. Aprendí de ti, sin necesidad de muchas palabras, a ser un buen hombre, a no rendirme, a respetar a los demás y, sobre todo, a respetarme a mí mismo. Tu confianza y tu exigencia me impulsaron a crecer. A mi hermana, cuya presencia constante ha sido parte silenciosa pero valiosa de este camino. En los días buenos y malos, saber que estabas ahí me dio paz y fortaleza. Gracias a ustedes, hoy logré un objetivo muy importante en mi vida. Cada error que cometí fue una oportunidad para aprender y para levantarme con más fuerza. Este logro académico es el resultado de sus sacrificios, su apoyo y su fe en mí, incluso cuando yo mismo dudaba. Este triunfo no es solo mío, es también de ustedes. Porque sin su amor, su esfuerzo y su guía, nada de esto habría sido posible. Una vez más, con todo mi corazón, gracias.

Ricardo Gabriel Cuesta Vargas

DEDICATORIA

A mis padres, con amor y gratitud eternos. Ellos han sido el cimiento firme de mis valores, mi constancia y mi perseverancia. Su ejemplo de esfuerzo silencioso y sacrificio incondicional ha sido la luz que ha guiado cada paso de este camino académico. Esta meta alcanzada es tanto mía como suya. A mis hermanos, compañeros de vida, con quienes comparto alegrías, retos y sueños. Su apoyo ha sido una fuente constante de motivación. Y, sobre todo, a Dios, por ser guía infalible en los momentos de incertidumbre y fortaleza. Que su luz siga iluminando el sendero que hoy comienza: el camino de ejercer esta profesión con compromiso, humildad y vocación de servicio.

Víctor Sebastián Verdugo Calle

AGRADECIMIENTOS

De manera especial, agradecemos a quienes, más allá de ser compañeros, se convirtieron en una segunda familia: Carlos, Francisco, Fernando, Mateo M., Mateo T., Jeisson, Christian, Carolina, Valentina, Danna y Paula. Compartir esta etapa con ustedes le dio sentido, alegría y fuerza a cada desafío. Su amistad ha sido un pilar invaluable en este camino. Y de igual manera nuestro más sincero agradecimiento a todos los docentes que formaron parte de este proceso académico.

Ricardo Gabriel Cuesta Vargas y Víctor Sebastián Verdugo Calle

RESUMEN

El presente trabajo analiza el comportamiento hidráulico de los interceptores del margen izquierdo del río Tomebamba con el apoyo del software SewerGEMS con capacidad para realizar varias simulaciones, mediante la recopilación de la información proporcionada por ETAPA EP y el INEC para el cálculo de caudales presentes y futuros en condiciones de flujo constantes y variables, aplicando curvas de variación horaria. Con la finalidad de un análisis y evaluación de la situación actual y futura del modelo hidráulico digital de los interceptores se realizó la identificación de tramos críticos mediante herramientas gráficas, tablas de resultados y perfiles hidráulicos. Para conocer, a partir de los resultados obtenidos, las debilidades operativas del sistema, con el fin de mejorar su desempeño hidráulico y plantear alternativas que permitan optimizar el funcionamiento de los interceptores. El resultado de este trabajo es contribuir a la sostenibilidad y eficiencia del sistema además de la planificación de futuras intervenciones del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Cuenca.

Palabras clave: Modelo hidráulico, interceptor sanitario, pozos, caudal, estado estático, periodo extendido, alcantarillado.

ABSTRACT

The present work analyzes the hydraulic behavior of the interceptors on the left bank of the Tomebamba river with the support of SewerGEMS software with the capacity to perform several simulations, through the compilation of information provided by ETAPA EP and INEC for the calculation of present and future flows under constant and variable flow conditions, applying hourly variation curves. In order to analyze and evaluate the current and future situation of the digital hydraulic model of the interceptors, critical sections were identified using graphic tools, tables of results and hydraulic profiles. Based on the results obtained, the operational weaknesses of the system were identified in order to improve its hydraulic performance and propose alternatives to optimize the operation of the interceptors. The result of this work is to contribute to the sustainability and efficiency of the system in addition to the planning of future interventions of the sanitary sewerage system of the city of Cuenca.

Keywords: Hydraulic model, sanitary interceptor, manholes, flow rate, steady-state condition, extended-period analysis, sewer.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v

1. Capítulo I: Recopilación de Información del Interceptor del Margen Izquierdo del Río

Tomebamba.....	1
1.1. Introducción	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Justificación	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.3. Marco Teórico	3
1.3.1. Alcantarillado Sanitario	3
1.3.2. Tipos de Alcantarillado	4
1.3.2.1. Alcantarillado Convencional.....	4
1.3.2.2. Clasificación de los Alcantarillados Convencionales	5
1.3.2.2.1 Alcantarillado Separado	5
1.3.2.2.2 Alcantarillado Sanitario	5
1.3.2.2.3 Alcantarillado Pluvial.....	5
1.3.2.2.4 Alcantarillado Combinado	5

1.3.2.3. Alcantarillado No Convencional.....	5
1.3.2.4. Clasificación de los Alcantarillados No Convencionales	6
1.3.2.4.1 Alcantarillado Simplificado	6
1.3.2.4.2 Alcantarillado Condominial.....	6
1.3.2.4.3 Alcantarillado No Convencional.....	6
1.4. Partes de un Sistema de Alcantarillado	7
1.4.1. Atarjeas	7
1.4.2. Colectores	7
1.4.3. Interceptor	8
1.4.3.1. Modelos de Configuración Para Interceptores.....	8
1.4.3.1.1 Modelo Perpendicular.....	9
1.4.3.1.2 Modelo Radial.....	10
1.4.3.1.3 Modelo de Interceptores	11
1.4.3.1.4 Modelo de Abanico	12
1.4.4. Emisor	13
1.4.5. Parámetros de Diseño	13
1.4.5.1. Población.....	13
1.4.5.2. Tasa de Crecimiento Poblacional.....	13
1.4.5.3. Periodo de diseño	13
1.4.5.4. Población Futura	13
1.4.5.5. Dotación.....	14
1.4.6. Caudales de Funcionamiento	15
1.4.6.1. Agua Residual Doméstica	15

1.4.6.1.1 Coeficiente de Aporte de Agua Residual (R).....	16
1.4.6.2. Agua Residual Industrial.....	16
1.4.6.3. Infiltración y Conexiones Ilícitas.....	17
1.4.6.4. Aguas Pluviales.....	18
1.5. Revisión de Estudios Previos.....	18
1.6. Recopilación de Información de Catastros y Levantamientos Topográficos.....	34
1.7. Revisión de Estudios Existentes de la Red de Alcantarillado.....	36
2. Capitulo II: Modelación del Interceptor en el Software SewerGEMS	36
2.1. Parámetros Generales del Software SewerGEMS	36
2.1.1. Parámetros de Entrada y Configuración del Modelo Digital.....	37
2.2. Modelo hidráulico.....	38
2.2.1. Simulación en Estado Estacionario y No Estacionario.....	38
2.2.2. Análisis de Pérdidas de Carga.....	38
2.3. Validación y Calibración del Modelo.....	38
2.4. Generación del Modelo Digital en SewerGEMS.....	39
2.4.1. Tipos de Simulación Disponible en el Software SewerGEMS	39
2.4.1.1. Estado Estático (Steady State)	39
2.4.1.2. Periodo Extendido/Cuasi-estático (Extended period).....	39
2.4.1.3. Régimen No-permanente (Dynamic wave)	39
2.4.2. Motores de Cálculo del Software SewerGEMS.....	40
2.4.2.1. Solución Implícita (SewerGEMS Dynamic Wave)	40
2.4.2.2. Solución Explícita (EPA-SWMM Solver)	40
2.4.2.3. GVF-Convex (SewerCAD).....	40

2.4.2.4. GVF-Rational (StormCAD).....	41
2.5. Datos e Información del Modelo Hidráulico en SewerGEMS	41
2.5.1. Diámetros	41
2.5.2. Estudio Poblacional para el Modelo Hidráulico	44
2.5.3. Determinación de la Población Actual (2025) y Futura (2050)	47
2.5.4. Cálculo de Caudales.....	49
2.5.5. Curva de Variación Horaria del Caudal	51
2.5.6. Asignación de Caudales en Pozos con Ubicación Estratégica.....	52
2.6. Simulaciones de Comportamiento Hidráulico del Año 2025	53
2.7. Simulaciones de Comportamiento Hidráulico del Año 2050	65
3. Capítulo III: Análisis de Resultados y Propuestas de Mejora.....	77
3.1. Identificación de Tramos Críticos del Interceptor	77
3.1.1. Calado (Depth / Rise) (%).....	78
3.1.2. Caudal / Capacidad (%)	79
3.2. Evaluación del Sistema	80
3.3. Comparación de las Condiciones del Interceptor entre el Año 2025 y 2050.....	87
3.4. Propuestas de Mejora	90
3.4.1. Tecnologías de Drenaje Urbano Sostenible	90
3.4.2. Instalación de Estructuras de Alivio o By-pass.....	91
3.4.3. Modificación del Trazado o Pendiente	91
3.4.4. Incremento de Capacidad Hidráulica (redimensionamiento)	92
3.4.5. Redimensionamiento de Conductos.....	93
4. Conclusiones	95

5. Recomendaciones	97
6. Bibliografía	99
7. Anexos.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Fórmulas de los métodos de proyección de población para el cálculo de la población futura.....	14
Tabla 2 Coeficiente de retorno de aguas servidas domésticas (R).....	16
Tabla 3 Contribuciones de caudales industriales según la complejidad del sistema.	17
Tabla 4 Datos de las alturas en metros de los pozos del interceptor en el tramo nuevo.	21
Tabla 5 Datos de las tuberías del interceptor en el tramo nuevo.	24
Tabla 6 Datos de las alturas de los pozos del interceptor en el tramo antiguo.	27
Tabla 7 Datos de las tuberías del interceptor en el tramo antiguo.....	30
Tabla 8 Longitud total del tramo antiguo del interceptor de acuerdo a los diámetros de las tuberías.	33
Tabla 9 Longitud total del tramo nuevo del interceptor de acuerdo a los diámetros de las tuberías.	33
Tabla 10 Cálculo de las tasas de crecimiento anual en el país Ecuador y en la ciudad Cuenca del mismo país.....	46
Tabla 11 Cálculo de la población del año 2025 a partir de las conexiones domiciliarias de la ciudad.....	48
Tabla 12 Cálculo de la población futura del año 2050.....	48
Tabla 13 Cálculo de caudales totales del interceptor para el año 2025.....	49
Tabla 14 Cálculo de caudales totales del interceptor para el año 2050.....	50
Tabla 15 Resumen de resultados obtenidos de la simulación del interceptor en el tramo antiguo en el año 2025.	53

Tabla 16 <i>Resumen de resultados obtenidos de la simulación del interceptor en el tramo nuevo en el año 2025.</i>	56
Tabla 17 <i>Resumen de resultados, en la hora pico del interceptor en el tramo antiguo, de las tuberías del año 2025.</i>	59
Tabla 18 <i>Resumen de resultados, en la hora pico del interceptor en el tramo nuevo, de las tuberías del año 2025.</i>	62
Tabla 19 <i>Resumen de resultados, del interceptor en el tramo antiguo, de las tuberías del año 2050.</i>	65
Tabla 20 <i>Resumen de resultados, del interceptor en el tramo nuevo, de las tuberías del año 2050.</i>	68
Tabla 21 <i>Resumen de resultados, en la hora pico del interceptor en el tramo antiguo, de las tuberías del año 2050.</i>	71
Tabla 22 <i>Resumen de resultados, en la hora pico del interceptor en el tramo nuevo, de las tuberías del año 2050.</i>	74
Tabla 23 <i>Tuberías con nivel de calado crítico y en riesgo de colapso del interceptor en el tramo antiguo en el año 2025,</i>	81
Tabla 24 <i>Tuberías con nivel de calado crítico y en riesgo de colapso del interceptor en el tramo nuevo en el año 2025.</i>	82
Tabla 25 <i>Tuberías con nivel de calado crítico y en riesgo de colapso del interceptor en el tramo antiguo en el año 2050.</i>	83
Tabla 26 <i>Tuberías con nivel de calado crítico y en riesgo de colapso del interceptor en el tramo nuevo en el año 2050.</i>	85
Tabla 27 <i>Sumatoria de la longitud de tuberías en estado crítico.</i>	87

Tabla 28 *Resumen de la longitud de tubería redimensionada del tramo antiguo del interceptor.*93

Tabla 29 *Resumen de la longitud de tubería redimensionada del tramo nuevo del interceptor. .* 94

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 <i>Esquema visual de un sistema de alcantarillado</i>	7
Ilustración 2 <i>Modelo de interceptor perpendicular</i>	9
Ilustración 3 <i>Modelo de interceptor radial</i>	10
Ilustración 4 <i>Esquema visual de "Modelo de interceptores"</i>	11
Ilustración 5 <i>Modelo de interceptor abanico</i>	12
Ilustración 6 <i>Pozo sin conexión de tuberías en el modelo digital en formato shapefile obtenido de ETAPA EP en el tramo antiguo del interceptor.</i>	19
Ilustración 7 <i>Pozo sin conexión de tuberías en el modelo digital en formato shapefile obtenido de ETAPA EP en el tramo nuevo del interceptor.</i>	20
Ilustración 8 <i>Modelo digital del interceptor en el tramo nuevo en el software ArcGIS.</i>	20
Ilustración 9 <i>Modelo digital del interceptor en el tramo nuevo en el software SewerGEMS.</i>	21
Ilustración 10 <i>Mapa visual del interceptor del margen izquierdo del Río Tomebamba con su área de aporte.</i>	34
Ilustración 11 <i>Mapa planimétrico del interceptor del margen izquierdo del Río Tomebamba.</i> .	35
Ilustración 12 <i>Mapa visual del interceptor del margen izquierdo del Río Tomebamba.</i>	35
Ilustración 13 <i>Perfil longitudinal de un tramo del interceptor del margen izquierdo del Río Tomebamba.</i>	36
Ilustración 14 <i>Simbología de los diámetros de las tuberías existentes en el modelo digital de SewerGEMS.</i>	42
Ilustración 15 <i>Vista en planta del modelo digital en SewerGEMS del inicio del interceptor.</i>	42
Ilustración 16 <i>Vista en planta del modelo digital en SewerGEMS de la zona intermedio del interceptor.</i>	43

Ilustración 17 <i>Vista en planta del modelo digital en SewerGEMS del final del interceptor.</i>	43
Ilustración 18 <i>Patrón horario hidráulico.....</i>	52
Ilustración 19 <i>Localización de los pozos en SewerGEMS, donde se ingresó el caudal calculado.</i>	53
Ilustración 20 <i>Leyenda de rangos correspondientes al calado en el software SewerGEMS.</i>	78
Ilustración 21 <i>Leyenda de rangos correspondientes a la relación entre caudal y capacidad en el software SewerGEMS.</i>	79
Ilustración 22 <i>Vista en planta del modelo digital aplicado el parámetro de "Color Coding" en el escenario del año 2025.</i>	87
Ilustración 23 <i>Vista en planta del modelo digital aplicado el parámetro de "Color Coding" en el escenario del año 2050.</i>	88
Ilustración 24 <i>Perfil 5 - TRAMO ANT 2025. Entre los pozos 4033MH(TANTI) - 4045MH(TANTI).</i>	89
Ilustración 25 <i>Vista en planta del modelo digital aplicando el redimensionamiento de tuberías en el escenario del año 2050 en un estado estático.</i>	94

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo No. 1: <i>Tabla de factores de la curva de variación horaria</i>	101
Anexo No. 2: <i>Identificación de conductos en estado crítico en el escenario 2025 en estado estático</i>	101
Anexo No. 3: <i>Identificación de conductos en estado crítico en el escenario 2025 en estado de periodo extendido</i>	107
Anexo No. 4: <i>Identificación de conductos en estado crítico en el escenario 2050 en estado estático</i>	112
Anexo No. 5: <i>Identificación de conductos en estado crítico en el escenario 2050 en estado de periodo extendido</i>	117
Anexo No. 6: <i>Perfil hidráulico completo del tramo nuevo del interceptor, en el escenario 2025, en estado estático</i>	121
Anexo No. 7: <i>Perfil hidráulico completo del tramo antiguo del interceptor, en el escenario 2025, en estado estático</i>	128
Anexo No. 8: <i>Tubería de descarga, del escenario 2025, en estado estático</i>	134
Anexo No. 9: <i>Perfil hidráulico completo del tramo nuevo del interceptor, en el escenario 2050, en estado estático</i>	134
Anexo No. 10: <i>Perfil hidráulico completo del tramo antiguo del interceptor, en el escenario 2050, en estado estático</i>	141
Anexo No. 11: <i>Tubería de descarga, del escenario 2050, en estado estático</i>	147
Anexo No. 12: <i>Conductos con diámetros redimensionados para el tramo nuevo del interceptor</i>	147

Anexo No. 13: <i>Conductos con diámetros redimensionados para el tramo antiguo del interceptor.</i>	150
Anexo No. 14: <i>Resumen de los resultados obtenidos de la simulación de interceptor en el tramo nuevo en el año 2050 en estado estático.</i>	154
Anexo No. 15: <i>Resumen de los resultados obtenidos de la simulación de interceptor en el tramo antiguo en el año 2050 en estado estático.</i>	158
Anexo No. 16: <i>Perfil hidráulico, con las tuberías redimensionadas, completo del tramo nuevo del interceptor, en el escenario 2050, en estado estático.</i>	162
Anexo No. 17: <i>Perfil hidráulico, con las tuberías redimensionadas, completo del tramo antiguo del interceptor, en el escenario 2050, en estado estático.</i>	168
Anexo No. 18: <i>Perfil hidráulico de la descarga del interceptor, en el escenario 2050, en estado estático, con el cambio de diámetros en los conductos con problemas.</i>	174

1. Capítulo I: Recopilación de Información del Interceptor del Margen Izquierdo del Río Tomebamba

1.1. Introducción

1.1.1. Antecedentes

Debido al crecimiento y desarrollo de la población urbana en la ciudad de Cuenca, Ecuador, ha aumentado la demanda sobre las infraestructuras hidráulicas (sistemas de alcantarillado). Las mismas que sirven para garantizar la evacuación segura de las aguas residuales y pluviales dando seguridad respecto al deterioro ambiental y contaminación.

Un sistema de alcantarillado eficaz no solo debe ser diseñado para las demandas actuales si no también prever demandas futuras, eventos climáticos con cambios repentinos y cambios en el uso del suelo. Las limitaciones de los diseños originales y el desconocimiento de aumento de demanda de caudales en zonas específicas pueden llevar a obstrucciones, desbordamientos y fallas estructurales.

Por lo que es importante realizar nuevos estudios que analicen las condiciones actuales de los sistemas de alcantarillado mediante software modernos y herramientas especializadas. El análisis no solo contribuye a la identificación de fallas en el sistema si no también sienta las bases para diseño de estrategias de mejora con el objetivo de garantizar el correcto funcionamiento del sistema de alcantarillado.

1.1.2. Justificación

El estudio de caso se enfoca en el análisis y diagnóstico del interceptor sanitario del margen izquierdo del río Tomebamba, el mismo que se está constituido por dos tramos, uno denominado “antiguo” y otro denominado “nuevo”, que fueron originalmente construidos para recolectar tanto aguas residuales como pluviales. Estos interceptores fueron diseñados con el fin de solucionar los

problemas que existían anteriormente, donde las múltiples conexiones hidrosanitarias complicaban su mantenimiento.

La falta de estudios posteriores a su construcción, junto con el avance de la tecnología en modelación hidráulica hacen necesario una revisión detallada de su funcionamiento. En el momento de su diseño y construcción no existían las tecnologías disponibles hoy en día, lo que abre la posibilidad de mejorar su eficiencia y detectar posibles fallos en el sistema actual.

El objetivo principal de este estudio es evaluar el rendimiento del interceptor utilizando software de modelación hidráulica avanzada. Esta herramienta permitirá simular el comportamiento del sistema bajo diferentes condiciones, tanto de lluvias intensas como en épocas de sequía. Para ello se utilizarán datos actualizados proporcionados por ETAPA EP (Empresa encargada del sistema sanitario de la ciudad de Cuenca), recolectados a través de sensores ultrasónicos en puntos claves del sistema y estaciones meteorológicas.

Los resultados de este estudio proporcionarán información con una base técnica sólida para justificar inversiones futuras en la mejora del sistema del interceptor estudiado. Así mismo este proyecto servirá en el ámbito universitario como un documento en el cual puedan apoyarse para identificar las etapas de una modelación hidráulica. En un ámbito social este proyecto brinda la seguridad de un sistema efectivo, eficaz en caso de que el sistema de alcantarillado presente un fallo con el objetivo de solucionar de la mejor manera el problema.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Modelar y evaluar el comportamiento hidráulico del interceptor del margen izquierdo del Río Tomebamba de aguas residuales y pluviales en la ciudad de Cuenca, utilizando el software SewerGEMS, para determinar su estado actual y prever su capacidad futura.

1.2.2. Objetivos Específicos

Recopilar la información necesaria, incluyendo catastros, datos topográficos y características técnicas del interceptor en estudio.

Obtener un modelo hidráulico en cual pueda simular el funcionamiento del interceptor estudiado para proyectar datos en escenarios futuros

Proponer posibles optimizaciones en el diseño y funcionamiento del interceptor, basadas en los resultados obtenidos de la modelación, con el objetivo de mejorar su eficiencia y capacidad.

1.3. Marco Teórico

1.3.1. Alcantarillado Sanitario

El Alcantarillado Sanitario es un sistema compuesto por una serie de redes de tuberías que transportan las aguas residuales que se generan en los domicilios o de los establecimientos comerciales e industriales, conduciéndolas hasta las lagunas de estabilización o plantas de tratamiento, en las cuales el agua residual es descontaminada, de acuerdo a lo que establecen las normas medioambientales, y luego devuelta a los ríos, sin alterar la naturaleza del cauce receptor.

El sistema de Alcantarillado Sanitario también permite la desaparición de pozos sépticos, técnica que infiltra aguas servidas a los acuíferos subterráneos. Así se preservan de la contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua de la población y se renueva el agua,

restituyéndola al medio ambiente, para que continúe el ciclo del agua. (SAGUAPAC, 2022, párrafo 1 y 2)

1.3.2. Tipos de Alcantarillado

1.3.2.1. Alcantarillado Convencional

El alcantarillado convencional es un sistema de recolección de aguas residuales que opera principalmente por gravedad. Se le considera “convencional” porque su diseño se rige por estándares y parámetros definidos en las normas de construcción, los cuales establecen criterios que abarcan la población servida, el caudal de diseño y las proyecciones de crecimiento futuro.

Según Comisión Nacional del Agua (s.f.) la flexibilidad operacional de estos sistemas se fundamenta en su mayor capacidad hidráulica y en la robustez de su infraestructura, lo que permite enfrentar de manera más segura las incertidumbres asociadas a crecimiento poblacional y a fluctuaciones de los caudales en el tiempo. No obstante, la instalación de tuberías de gran diámetro y la construcción de grandes obras complementarias (estaciones de bombeo, cámaras de inspección, obras de alivio, entre otras) conllevan costos iniciales de inversión relativamente elevados.

Desde el punto de vista de mantenimiento, el alcantarillado convencional se beneficia de su propia amplitud seccional. La presencia de un flujo con mayores niveles de arrastre hidráulico, normalmente, reduce la sedimentación de sólidos y, por ende, facilita la limpieza y el mantenimiento preventivo. Sin embargo, se requiere un seguimiento periódico para asegurar que la infraestructura conserve su capacidad de conducción adecuada y no se presenten obstrucciones ni daños en las tuberías.

1.3.2.2. Clasificación de los Alcantarillados Convencionales

1.3.2.2.1 Alcantarillado Separado

El alcantarillado separado es aquel en el que se separa la evacuación de aguas residuales y las producidas por la lluvia. (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

1.3.2.2.2 Alcantarillado Sanitario

El alcantarillado sanitario es un sistema diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas, comerciales e industriales. (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

1.3.2.2.3 Alcantarillado Pluvial

El alcantarillado pluvial es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación. (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

1.3.2.2.4 Alcantarillado Combinado

El alcantarillado combinado conduce las aguas residuales, domésticas, comerciales e industriales, y las aguas de lluvia. (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

1.3.2.3. Alcantarillado No Convencional

Al analizar el crecimiento desordenado y no planificado de las grandes ciudades, se evidencian diversas problemáticas, entre ellas, la falta de un adecuado saneamiento básico, lo que desencadena consecuencias negativas para la salud pública. Ante esta situación surge el alcantarillado no convencional, el cual, según la Comisión Nacional del Agua (s.f.), generalmente constituye una solución para contextos con bajos recursos económicos, donde factores como las restricciones presupuestarias, condiciones topográficas desfavorables o características demográficas limitan la implementación de sistemas convencionales. Este tipo de alcantarillado se distingue por utilizar tecnologías con menores costos iniciales, empleando tuberías de diámetros

reducidos, pendientes pronunciadas o incluso sistemas condominiales, así como métodos simplificados de bombeo.

Una de las particularidades de los sistemas no convencionales es su capacidad limitada, debido principalmente a la dificultad en la estimación precisa del caudal a evacuar, consecuencia de la falta habitual de información sobre diversos factores influyentes. Asimismo, estos sistemas requieren mantenimiento frecuente, debido a la sedimentación y acumulación de sólidos en las tuberías. Finalmente, su implementación y éxito dependen significativamente de la aceptación y colaboración activa de la comunidad beneficiada.

1.3.2.4. Clasificación de los Alcantarillados No Convencionales

1.3.2.4.1 Alcantarillado Simplificado

El alcantarillado simplificado es similar al convencional, pero considerando disminuir los diámetros y distancias entre pozos, para facilitar el mantenimiento. (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

1.3.2.4.2 Alcantarillado Condominial

El alcantarillado condominial es aquel que evacua el caudal de aguas domésticas de un cierto grupo de casas y lo descarga en un alcantarillado convencional. (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

1.3.2.4.3 Alcantarillado No Convencional

Entre estos se destacan el alcantarillado por vacío (SAV); Sistema de alcantarillado por presión (SAP) y Sistema de alcantarillado sin arrastres de sólidos (SASAS); son sistemas en los cuales se retienen los sólidos de los efluentes de la vivienda por medio de una cámara colectora o un tanque séptico; el agua es transportada a un alcantarillado convencional o sistema de tratamiento

a través de tuberías de diámetro pequeño (con respecto al del alcantarillado convencional) y son redes que trabajan a presión. (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

En síntesis, mientras el alcantarillado convencional ofrece robustez y confiabilidad ante aumentos de caudal y demandas futuras, aunque a costa de una inversión y espacio físico mayores, el alcantarillado no convencional representa una alternativa viable para contextos con recursos limitados o condiciones específicas de difícil acceso, pero exige un plan de mantenimiento riguroso y el compromiso activo de la comunidad para su correcto funcionamiento.

1.4. Partes de un Sistema de Alcantarillado

1.4.1. Atarjeas

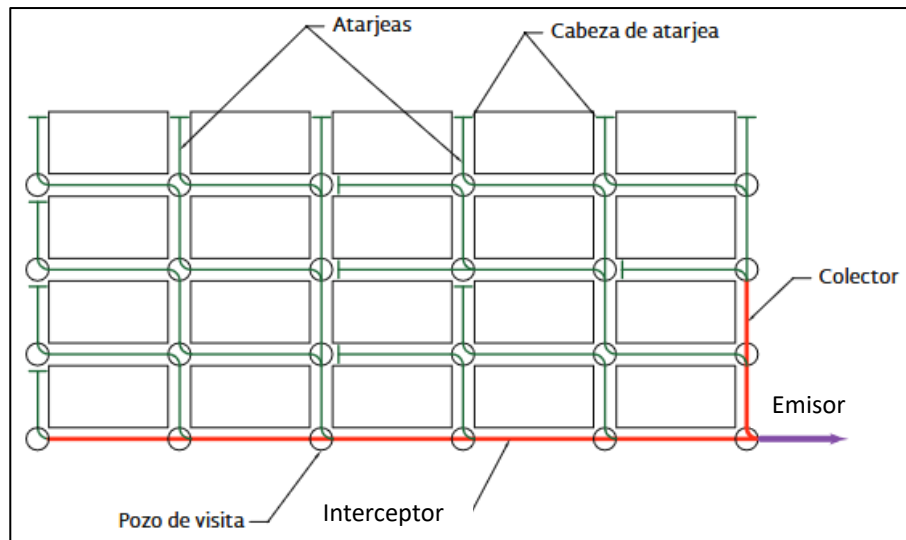
Las atarjeas constituyen el conjunto de tuberías encargadas de recolectar las aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, para luego conducirlos hacia interceptores o colectores principales, desde donde finalmente son transportadas hacia una planta o instalación destinada al tratamiento de aguas residuales.

1.4.2. Colectores

Los colectores son tuberías de mayor diámetro que las atarjeas, encargadas de recibir y concentrar el caudal recolectado por estas últimas, para posteriormente conducirlo hacia los interceptores del sistema de alcantarillado.

Ilustración 1

Esquema visual de un sistema de alcantarillado



Adaptada de Trazo de la red de atarjeas en bayoneta, de (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

1.4.3. Interceptor

Los interceptores constituyen las tuberías encargadas de captar las aguas residuales provenientes de los colectores, transportándolas finalmente hacia un emisor o directamente hacia la planta de tratamiento. Por criterios económicos y funcionales, es recomendable que tanto los colectores como los interceptores sigan un trazado subterráneo que reproduzca, en lo posible, el patrón natural del drenaje superficial del terreno.

1.4.3.1. Modelos de Configuración Para Interceptores

Para la construcción o diseño de interceptores es importante tener en cuenta varios factores en cuenta como son: la topografía predominante, el trazo de las calles, la pendiente del terreno, el espacio disponible para la construcción.

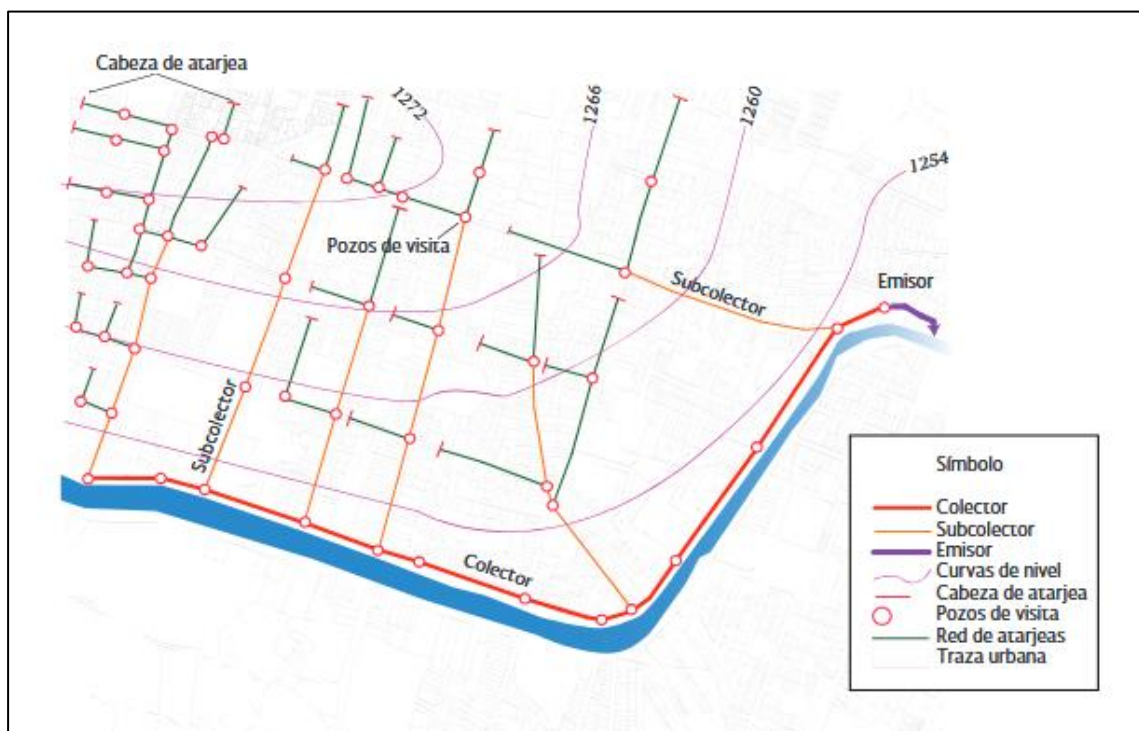
Según Comisión Nacional del Agua (s.f.) existen cuatro modelos de configuración para los interceptores:

1.4.3.1.1 Modelo Perpendicular

Cuando una comunidad se desarrolla a lo largo de un curso de agua y el terreno presenta una pendiente moderada hacia dicho cauce, una estrategia efectiva para recoger las aguas residuales consiste en disponer las tuberías de alcantarillado de forma perpendicular al flujo principal. Esta configuración, además de optimizar la evacuación hacia el curso de agua, puede complementarse con la instalación de un interceptor paralelo al cauce, reduciendo así el número de descargas directas y mejorando la eficiencia global del sistema de saneamiento. (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

Ilustración 2

Modelo de interceptor perpendicular



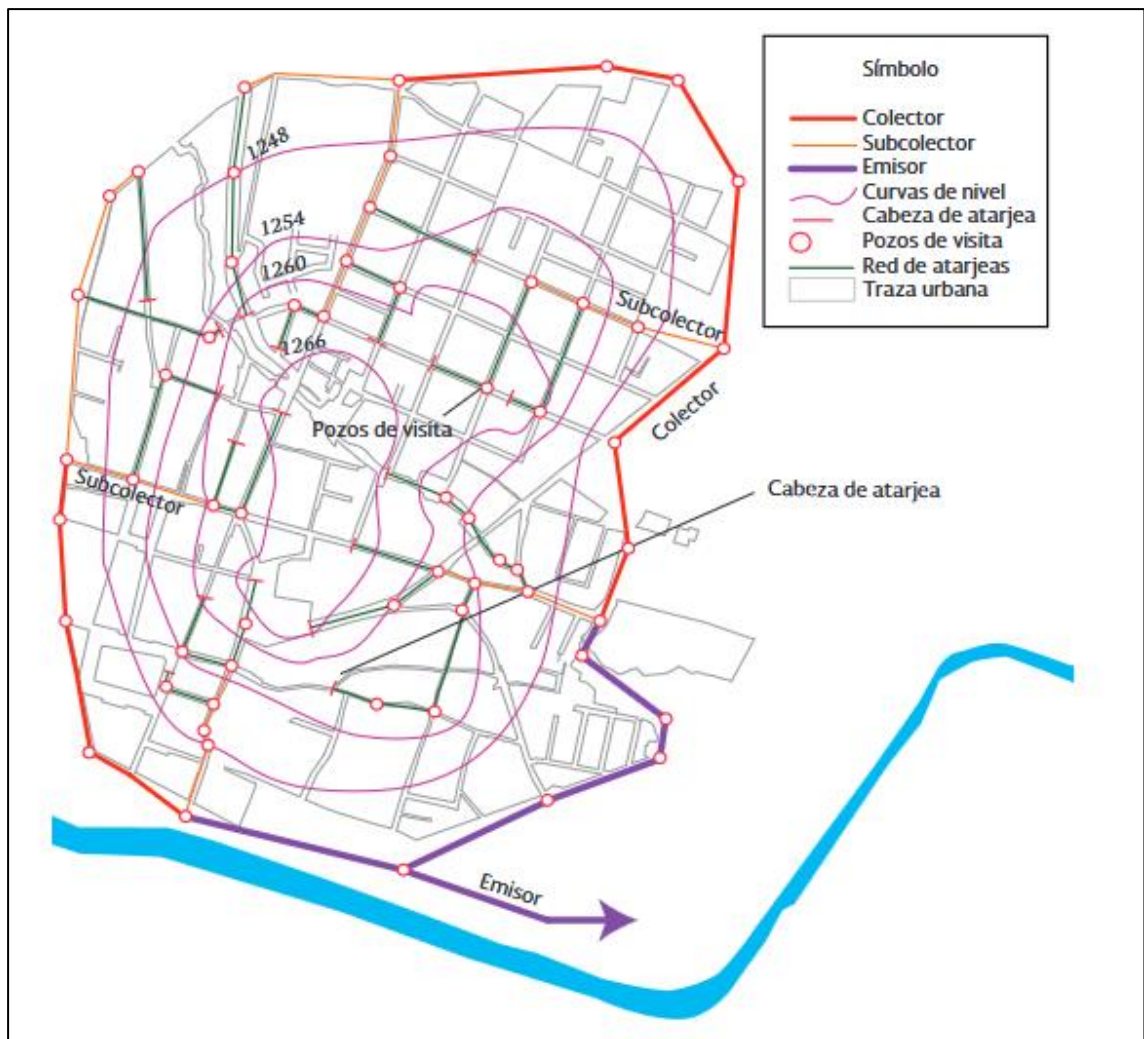
Nota. En esta ilustración la línea roja representa el interceptor. Reproducida de Modelo perpendicular, de (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

1.4.3.1.2 Modelo Radial

En este modelo se ilustra una comunidad asentada sobre la ladera de una colina, de manera que la evacuación de las aguas residuales se lleva a cabo por la parte baja del terreno, siguiendo la falda de la colina. (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

Ilustración 3

Modelo de interceptor radial



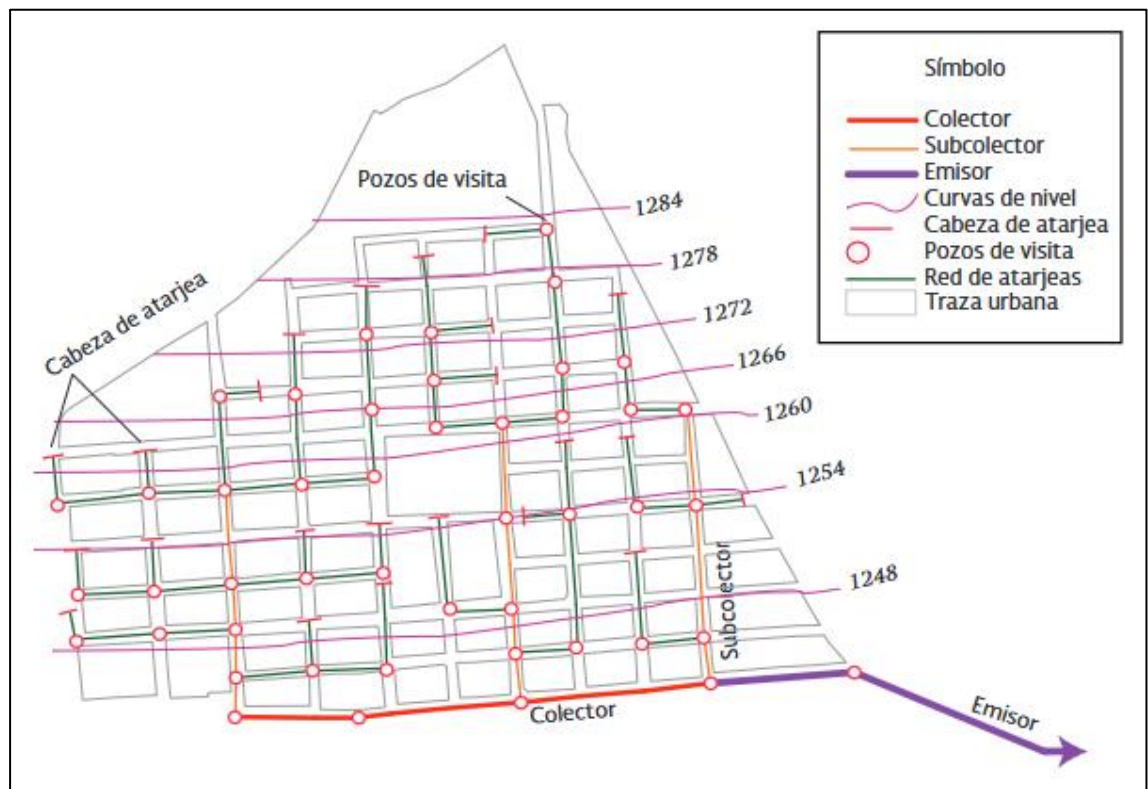
Nota. En esta ilustración la línea roja representa el interceptor. Reproducida de Modelo radial, de (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

1.4.3.1.3 Modelo de Interceptores

Este tipo de modelo se emplea para recolectar aguas residuales en zonas con curvas de nivel paralelas, sin grandes desniveles y cuyas tuberías principales (colectores) se conectan a una tubería mayor (interceptor) que es la encargada de transportar las aguas residuales hasta un emisor o una planta de tratamiento. (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

Ilustración 4

Esquema visual de "Modelo de interceptores"



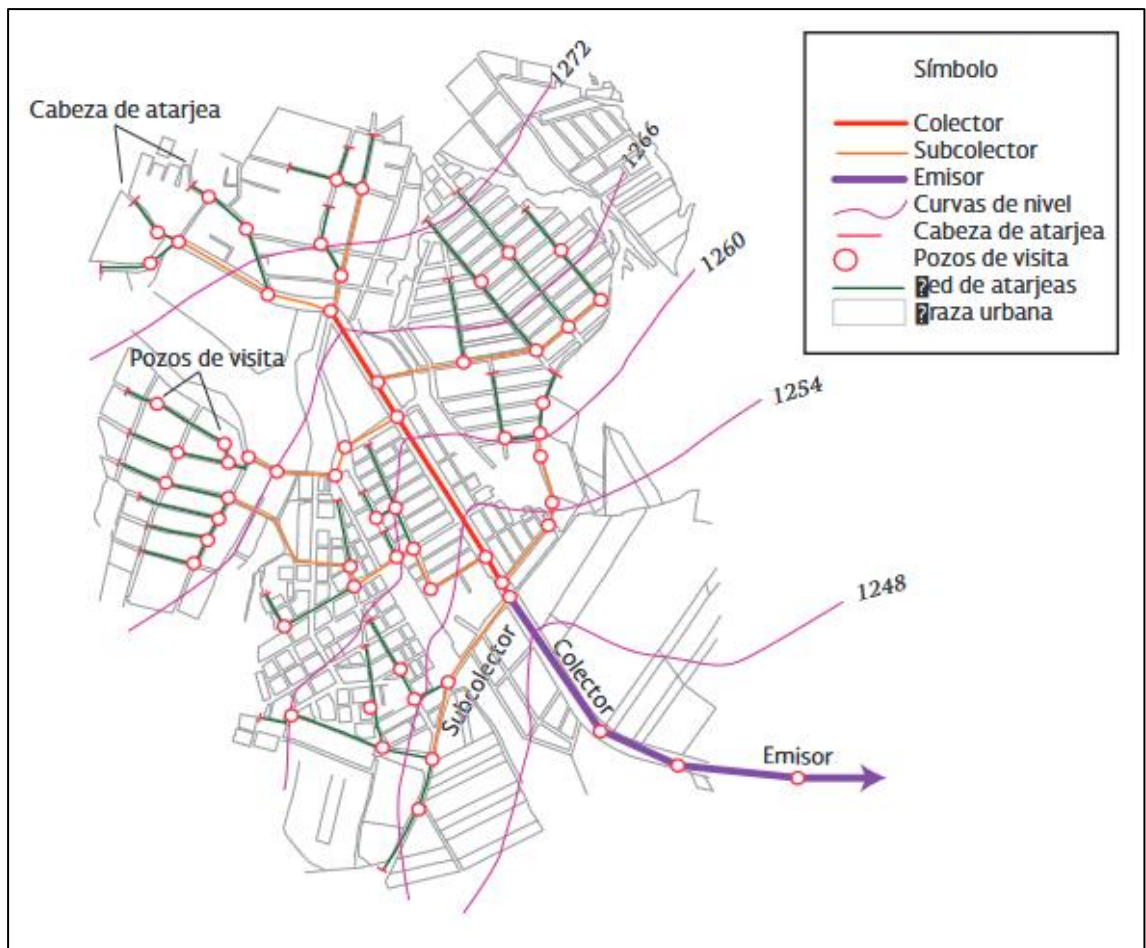
Nota. En esta ilustración la línea roja representa el interceptor. Reproducida de Modelo de interceptores, de (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

1.4.3.1.4 Modelo de Abanico

Cuando la localidad se ubica en un valle, pueden diseñarse líneas convergentes que conduzcan hacia una tubería principal (colector) instalada dentro de la propia población, lo cual permite utilizar una única tubería de descarga. (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

Ilustración 5

Modelo de interceptor abanico



Nota. En esta ilustración la línea roja representa el interceptor. Reproducida de Modelo de abanico, de (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

1.4.4. Emisor

Su objetivo es conducir las aguas residuales reunidas de uno o varios colectores o interceptores a la planta de tratamiento o también es el conducto que lleva las aguas tratadas al sistema de reúso. (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

1.4.5. Parámetros de Diseño

1.4.5.1. Población

La población se define como el conjunto de individuos que reside en una zona geográfica específica durante un periodo determinado.

1.4.5.2. Tasa de Crecimiento Poblacional

La tasa de crecimiento poblacional es un indicador demográfico que mide el incremento de la población de una determinada zona geográfica en un periodo de tiempo específico. Generalmente se expresa en términos porcentuales.

1.4.5.3. Periodo de diseño

Las estructuras civiles destinadas a los sistemas de agua potable o al manejo de aguas residuales se planifican para funcionar de manera óptima durante un lapso de 20 años. En cuanto a los equipos, su diseño debe ajustarse a la vida útil que especifique el fabricante. No obstante, es posible adoptar otro período de diseño si se dan las justificaciones pertinentes, siempre y cuando la población proyectada no supere en más de un 25% a la actual. (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, s.f.)

1.4.5.4. Población Futura

La población futura se refiere a la estimación del número de habitantes que residirán en una zona geográfica determinada en un momento específico del futuro. Para calcular esta

proyección, se emplean distintos métodos, siendo el más común el método geométrico, el cual se basa principalmente en la población actual y en una tasa de crecimiento constante. Además, también pueden utilizarse otros métodos como el aritmético y el exponencial, según las características del crecimiento poblacional que se desea modelar.

Tabla 1

Fórmulas de los métodos de proyección de población para el cálculo de la población futura.

Método	Fórmula
Geométrico	$P_f = P_a \times (1 + r + n)$
Aritmético	$P_f = P_a \times (1 + r)^n$
Exponencial	$P_f = P_a \times n$

En donde:

Pf: Población futura (habitante)

Pa: Población actual (habitantes)

R: Tasa de crecimiento

n: Periodo de diseño (años)

1.4.5.5. Dotación

“Cantidad de agua asignada, en los estudios de planeamiento y diseño de sistemas de agua potable, a un habitante para cubrir su consumo; se expresa en términos de litro por habitante por día.” (EMAAP-Q, 2009)

En el cálculo de los caudales para el modelo hidráulico se consideró un valor recomendado por ETAPA EP del 32% adicional correspondiente a las pérdidas en la red de agua potable, conforme a lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2011, Capítulo 16. Esta norma indica que, dentro del valor de la dotación, deben contemplarse las pérdidas inherentes al sistema de distribución de agua potable.

1.4.6. Caudales de Funcionamiento

El caudal de aguas residuales se constituye de los siguientes aportes: aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales, aguas de infiltración, conexiones ilícitas y aguas pluviales. (Cualla, 1995). A continuación, se muestra la ecuación que se emplea para el cálculo del caudal de diseño.

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{as.}} + Q_{\text{ind.}} + Q_i + Q_{\text{ili}}$$

Donde:

$$\begin{aligned} Q_{\text{diseño}} &= \text{Caudal de diseño (lts/s)} \\ Q_{\text{as.}} &= \text{Caudal de aguas residuales (lts/s)} \\ Q_{\text{ind.}} &= \text{Caudal industrial (lts/s)} \\ Q_i &= \text{Caudal de infiltración (lts/s)} \\ Q_{\text{ili}} &= \text{Caudal de aguas ilícitas (lts/s)} \end{aligned}$$

1.4.6.1. Agua Residual Doméstica

“Son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia orgánica), nutrientes y orgánicos patógenos”. (Cualla, 1995). La expresión matemática que define el caudal de agua residual doméstica se presenta a continuación:

$$Q_{\text{as}} = R * P * D * M$$

Donde:

$$\begin{aligned} R &= \text{Coeficiente de aporte de agua residual} = 0.8 \\ P &= \text{Población (habitantes)} \\ D &= \text{Dotación per-cápita de consumo de agua potable (lts/hab * día)} \\ M &= \frac{2.228}{Q^{0.073325}} \text{ en m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

1.4.6.1.1 Coeficiente de Aporte de Agua Residual (R)

“El coeficiente de retorno es la fracción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Su estimación debe provenir del análisis de información existente de la localidad y/o de mediciones de campo. Cuando esta información resulte inexistente o muy pobre, pueden utilizarse como guía los rangos de valores de R descritos en la tabla siguiente, justificando apropiadamente el valor finalmente adoptado.” (EMAAP-Q, 2009)

Tabla 2

Coeficiente de retorno de aguas servidas domésticas (R).

Coeficientes de Retorno de Aguas Servidas Domésticas	
Nivel de complejidad del sistema	Coeficientes de retorno
Bajo y medio	0,7 – 0,8
Medio alto y alto	0,8 – 0,85

Fuente: (EMAAP-Q, 2009)

1.4.6.2. Agua Residual Industrial

“Se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros y, debido a su naturaleza, pueden contener, además de los componentes citados anteriormente respecto a las aguas domésticas, elementos tóxicos tales como plomo, mercurio, níquel, cobre y otros, que requieren ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado.” (Cualla, 1995)

Este aporte debe ser analizado en cada caso particular, ya que varía de acuerdo con el tipo y tamaño de la industria.

Tabla 3

Contribuciones de caudales industriales según la complejidad del sistema.

Contribución Industrial	
Nivel de complejidad del sistema	Contribución industrial (lts/s/ha-ind)
Bajo	0.4
Medio	0.6
Medio Alto	0.8
Alto	1.0 – 1.5

Fuente: (EMAAP-Q, 2009)

1.4.6.3. Infiltración y Conexiones Ilícitas

“Agua que entra tanto de manera directa como indirecta en la red de alcantarillado. La infiltración hace referencia al agua que penetra en el sistema a través de juntas defectuosas, fracturas y grietas, o paredes porosas. Las aportaciones incontroladas corresponden a aguas pluviales que se descargan a la red por medio de alcantarillas pluviales, drenes de cimentaciones, bajantes de edificios y tapas de pozos de registro.” (Metcalf & Eddy, Inc., 1995)

Para el caudal de infiltración según el “Plan Maestro de Agua Potable” de ETAPA EP se exige el valor de 1 lts/s * km.

$$Q_i = 1 \times L$$

Donde:

Q_i = caudal de infiltración (lts/s)

L = Longitud del tramo a diseñar (kilómetros)

Para el caudal de conexiones ilícitas según ETAPA EP el caudal adecuado es de 80 lts/hab/día.

1.4.6.4. Aguas Pluviales

“Proviene de la precipitación pluvial y, debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, pueden contener una gran cantidad de sólidos suspendidos; en zonas de alta contaminación atmosférica, pueden contener algunos metales pesados y otros elementos químicos” (Cualla, 1995) Para determinar el caudal de aguas pluviales, se aplica la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C * i * A}{0.36}$$

Donde:

$$\begin{aligned} Q_{\text{diseño}} &= \text{Caudal de diseño (lts/s)} \\ C &= \text{Coeficiente de escorrentía} \\ i &= \text{Intensidad de la lluvia (lts/s)} \\ A &= \text{Área de la cuenca de aporte (ha)} \end{aligned}$$

1.5. Revisión de Estudios Previos

Con el objetivo de establecer una base técnica sólida se solicitó información previa de los interceptores sanitarios del tramo antiguo y nuevo. Los datos obtenidos abarcaron especificaciones técnicas del sistema de alcantarillado incluyendo: pozos inspección y tuberías. En estas características recopiladas se encuentran las elevaciones del terreno, las longitudes de los tramos de tuberías, diámetros de los conductos y el material de cada elemento.

Se procedió a la revisión y procesamiento de la información recopilada mediante los softwares ArcGIS y SewerGEMS. Con lo cual se detectó discrepancias en algunas zonas de los interceptores entre los datos proporcionada en formato shapefile y el modelo digital del sistema

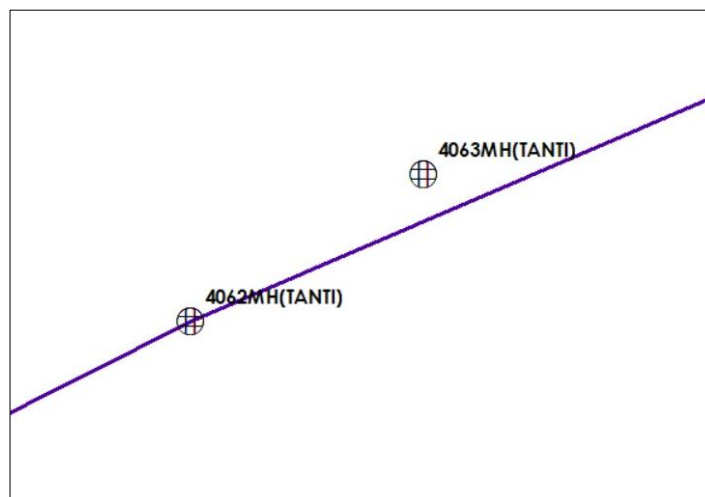
presentado en SewerGEMS. Se realizó esta depuración y revisión con el fin de garantizar resultados precisos y reales.

Durante el análisis del modelo digital en formato shapefile se identificaron inconsistencias en los tramos de los interceptores, en este caso se detectó la presencia de pozos de inspección sin conexión de tuberías dentro de la geometría del sistema. Se verificó con el modelo hidráulico del software SewerGEMS donde se corroboró que los pozos no estaban registrados en la base de datos.

Los pozos con inconsistencias en el modelo digital del interceptor en el tramo antiguo son: 4016MH(TANTI), 4035MH(TANTI), 4058MH(TANTI), 4060MH(TANTI), 4063MH(TANTI), 4078MH(TANTI), 4080MH(TANTI). Como se puede observar en la **Ilustración 6**.

Ilustración 6

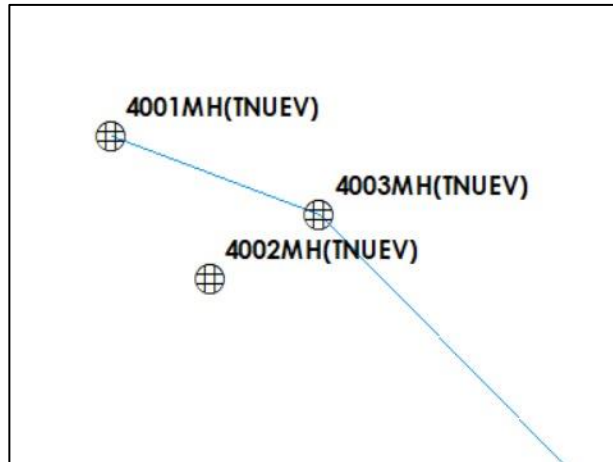
Pozo sin conexión de tuberías en el modelo digital en formato shapefile obtenido de ETAPA EP en el tramo antiguo del interceptor.



Los pozos con inconsistencias en el modelo digital del interceptor en el tramo nuevo son: 4002MH(TNUEV), 4041MH(TNUEV), 4042MH(TNUEV), 4073MH(TNUEV), 4116MH(TNUEV), 4117MH(TNUEV). Como se puede observar en la **Ilustración 7**.

Ilustración 7

Pozo sin conexión de tuberías en el modelo digital en formato shapefile obtenido de ETAPA EP en el tramo nuevo del interceptor.



También se detectó la presencia de pozos de inspección que estaban correctamente conectados de manera consecutiva en el archivo de formato shapefile, sin embargo, en el modelo de SewerGEMS dichos pozos se encontraban eliminados, esta omisión se puede deber a la proximidad y alineación dentro del trazado del interceptor. Como se puede observar en la **Ilustración 8 e Ilustración 9**.

Ilustración 8

Modelo digital del interceptor en el tramo nuevo en el software ArcGIS.

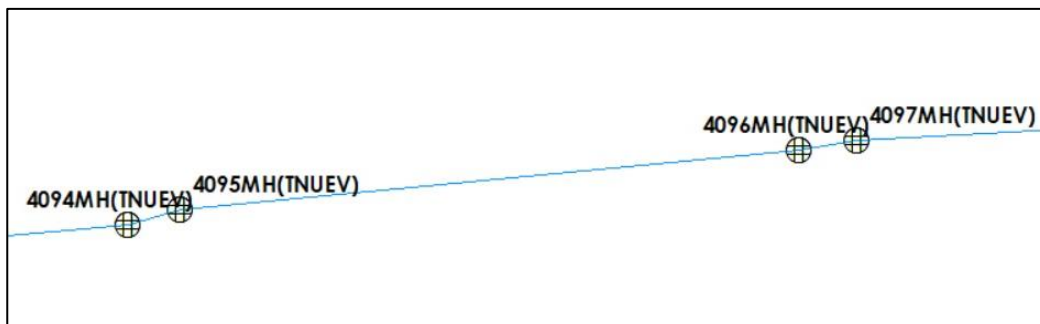
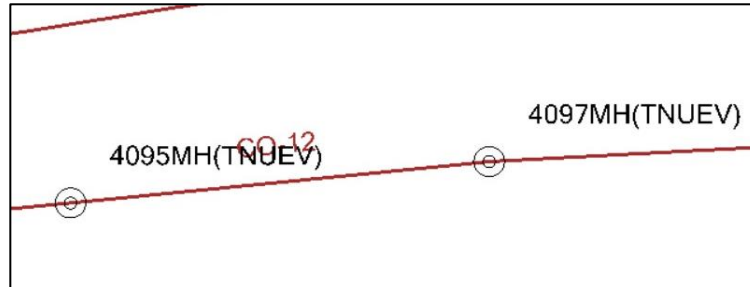


Ilustración 9

Modelo digital del interceptor en el tramo nuevo en el software SewerGEMS.



Se procesaron todos los datos con ayuda de las plataformas ArcGIS, SewerGEMS y Excel.

Se tabularon los datos correspondientes a las tuberías de cada interceptor, actualizando así la información procesada, a continuación, se presentan los datos ya corregidos:

Tabla 4

Datos de las alturas en metros de los pozos del interceptor en el tramo nuevo.

NOMBRE	POZO COTA TAPA	POZO COTA FONDO
4001MH(TNUEV)	2507.748	2503.228
4003MH(TNUEV)	2507.364	2503.144
4004MH(TNUEV)	2505.953	2502.453
4005MH(TNUEV)	2504.568	2501.568
4006MH(TNUEV)	2504.682	2500.952
4007MH(TNUEV)	2504.316	2501.296
4008MH(TNUEV)	2503.383	2499.113
4009MH(TNUEV)	2501.23	2497.54
4010MH(TNUEV)	2500.681	2496.891
4011MH(TNUEV)	2500.474	2496.884
4012MH(TNUEV)	2499.962	2496.202
4013MH(TNUEV)	2499.601	2495.431
4014MH(TNUEV)	2497.867	2494.867
4015MH(TNUEV)	2497.225	2494.675
4016MH(TNUEV)	2497.064	2495.064
4017MH(TNUEV)	2496.655	2494.065
4018MH(TNUEV)	2496.357	2493.627
4019MH(TNUEV)	2497.019	2493.419
4020MH(TNUEV)	2496.12	2493.28

NOMBRE	POZO COTA TAPA	POZO COTA FONDO
4021MH(TNUEV)	2496.027	2492.977
4022MH(TNUEV)	2495.844	2492.674
4023MH(TNUEV)	2495.986	2492.126
4024MH(TNUEV)	2495.621	2492.241
4025MH(TNUEV)	2494.749	2490.959
4026MH(TNUEV)	2493.663	2490.113
4027MH(TNUEV)	2492.806	2489.496
4028MH(TNUEV)	2491.602	2488.452
4029MH(TNUEV)	2490.749	2487.749
4030MH(TNUEV)	2489.285	2485.835
4031MH(TNUEV)	2489.316	2485.866
4032MH(TNUEV)	2489.42	2485.79
4033MH(TNUEV)	2489.235	2485.485
4034MH(TNUEV)	2487.985	2484.515
4035MH(TNUEV)	2486.293	2483.073
4036MH(TNUEV)	2485.135	2481.835
4037MH(TNUEV)	2485.09	2481.49
4038MH(TNUEV)	2484.52	2481.27
4039MH(TNUEV)	2483.825	2480.755
4040MH(TNUEV)	2483.172	2480.212
4043MH(TNUEV)	2482.457	2479.557
4044MH(TNUEV)	2482.173	2479.423
4045MH(TNUEV)	2481.274	2478.014
4046MH(TNUEV)	2480.463	2477.583
4047MH(TNUEV)	2479.777	2477.247
4048MH(TNUEV)	2478.729	2476.349
4049MH(TNUEV)	2477.456	2475.416
4050MH(TNUEV)	2477.055	2474.605
4051MH(TNUEV)	2476.699	2472.849
4052MH(TNUEV)	2476.157	2472.197
4053MH(TNUEV)	2477.01	2471.79
4054MH(TNUEV)	2477.032	2470.982
4055MH(TNUEV)	2472.559	2470.699
4056MH(TNUEV)	2470.653	2468.683
4057MH(TNUEV)	2470.213	2468.113
4058MH(TNUEV)	2470.08	2467.86
4059MH(TNUEV)	2467.933	2465.363
4060MH(TNUEV)	2467.992	2465.362
4061MH(TNUEV)	2467.914	2464.886
4062MH(TNUEV)	2467.261	2463.911
4063MH(TNUEV)	2465.325	2462.825

NOMBRE	POZO COTA TAPA	POZO COTA FONDO
4064MH(TNUEV)	2464.35	2461.98
4065MH(TNUEV)	2463.518	2461.178
4066MH(TNUEV)	2463.097	2461.147
4067MH(TNUEV)	2463.164	2459.904
4068MH(TNUEV)	2462.366	2459.246
4069MH(TNUEV)	2461.934	2458.834
4070MH(TNUEV)	2461.912	2458.442
4071MH(TNUEV)	2461.651	2457.541
4072MH(TNUEV)	2460.222	2456.132
4074MH(TNUEV)	2459.054	2455.184
4075MH(TNUEV)	2458.675	2454.695
4076MH(TNUEV)	2458.627	2454.527
4077MH(TNUEV)	2457.057	2454.107
4078MH(TNUEV)	2456.058	2453.228
4079MH(TNUEV)	2455.443	2452.103
4080MH(TNUEV)	2454.791	2451.191
4081MH(TNUEV)	2453.482	2450.112
4082MH(TNUEV)	2452.615	2449.265
4083MH(TNUEV)	2451.699	2448.349
4084MH(TNUEV)	2450.899	2447.999
4085MH(TNUEV)	2451.51	2447.25
4086MH(TNUEV)	2451.628	2446.568
4087MH(TNUEV)	2451.945	2446.095
4088MH(TNUEV)	2451.645	2445.375
4089MH(TNUEV)	2451.773	2444.453
4090MH(TNUEV)	2449.968	2443.568
4091MH(TNUEV)	2449.581	2441.661
4092MH(TNUEV)	2449.047	2443.097
4093MH(TNUEV)	2447.891	2442.371
4095MH(TNUEV)	2445.623	2440.343
4097MH(TNUEV)	2444	2438.2
4098MH(TNUEV)	2442.813	2437.243
4099MH(TNUEV)	2442.333	2436.913
4100MH(TNUEV)	2442.375	2436.555
4101MH(TNUEV)	2440.772	2435.752
4102MH(TNUEV)	2439.492	2434.892
4103MH(TNUEV)	2438.126	2434.406
4104MH(TNUEV)	2437.765	2433.965
4105MH(TNUEV)	2436.958	2433.128
4106MH(TNUEV)	2436.553	2432.443
4107MH(TNUEV)	2435.542	2431.742

NOMBRE	POZO COTA TAPA	POZO COTA FONDO
4108MH(TNUEV)	2434.095	2430.995
4109MH(TNUEV)	2433.158	2430.508
4110MH(TNUEV)	2432.956	2429.956
4111MH(TNUEV)	2431.363	2429.083
4112MH(TNUEV)	2430.596	2428.596
4113MH(TNUEV)	2430.31	2428.31
4114MH(TNUEV)	2430.33	2428.13
4115MH(TNUEV)	2430.564	2427.244

En la **Tabla 4** se muestra los datos de todos los pozos que constan en el modelo digital de SewerGEMS, del interceptor en el tramo nuevo:

- La columna 1 presenta el nombre del pozo que consta en el software SewerGEMS.
- Las columnas 2 y 3 presentan las elevaciones de la tapa y fondo de cada pozo.

Tabla 5

Datos de las tuberías del interceptor en el tramo nuevo.

NOMBRE	COTA ENTRADA	COTA SALIDA	MAT	LONGITUD	DIÁMETRO
10109INT(TNUEV)	2503.23	2503.14	HS	11.02	200
10110INT(TNUEV)	2503.07	2502.45	HS	73.25	300
10001INT(TNUEV)	2502.43	2501.57	HS	83.12	600
10002INT(TNUEV)	2501.57	2501.30	HS	22.01	600
10003INT(TNUEV)	2501.30	2500.95	HS	10.07	600
10004INT(TNUEV)	2500.92	2499.11	HS	89.93	600
10005INT(TNUEV)	2499.04	2497.54	HS	107.17	600
10006INT(TNUEV)	2497.49	2496.89	HS	39.23	600
10007INT(TNUEV)	2496.92	2496.88	HS	6.74	600
10008INT(TNUEV)	2496.77	2496.20	HS	30.15	600
10009INT(TNUEV)	2496.11	2495.43	HS	63.93	600
10010INT(TNUEV)	2495.25	2494.87	HS	35.69	600
10011INT(TNUEV)	2494.87	2494.68	HS	20.39	600
10012INT(TNUEV)	2494.68	2495.06	HS	13.75	600

NOMBRE	COTA ENTRADA	COTA SALIDA	MAT	LONGITUD	DIÁMETRO
10013INT(TNUEV)	2495.06	2494.07	HS	38.12	600
10014INT(TNUEV)	2494.07	2493.63	HS	30.82	600
10015INT(TNUEV)	2493.63	2493.42	HS	21.75	600
10016INT(TNUEV)	2493.42	2494.68	HS	7.20	600
10017INT(TNUEV)	2494.68	2492.98	HS	11.06	600
10018INT(TNUEV)	2492.67	2492.13	HS	35.26	600
10019INT(TNUEV)	2492.24	2490.96	HS	28.44	600
10020INT(TNUEV)	2490.96	2490.11	HS	45.45	600
10021INT(TNUEV)	2490.11	2489.50	HS	35.92	600
10022INT(TNUEV)	2489.50	2488.45	HS	60.81	600
10023INT(TNUEV)	2488.45	2487.75	HS	44.57	700
10024INT(TNUEV)	2487.75	2485.84	HS	66.07	700
10025INT(TNUEV)	2485.84	2485.87	HS	53.45	700
10026INT(TNUEV)	2485.87	2485.79	HS	99.29	700
10027INT(TNUEV)	2485.79	2485.49	HS	4.57	700
10028INT(TNUEV)	2485.49	2484.52	HS	34.00	700
10029INT(TNUEV)	2484.52	2483.07	HS	43.89	700
10030INT(TNUEV)	2482.67	2481.84	HS	96.27	700
10031INT(TNUEV)	2481.84	2485.84	HS	80.22	700
10032INT(TNUEV)	2485.84	2485.84	HS	32.97	700
10033INT(TNUEV)	2485.84	2480.76	HS	8.55	700
10034INT(TNUEV)	2480.76	2480.21	HS	17.17	700
10035INT(TNUEV)	2480.21	2479.56	HS	17.29	700
10036INT(TNUEV)	2479.56	2479.42	HS	30.34	700
10037INT(TNUEV)	2479.42	2478.01	HS	34.35	700
10038INT(TNUEV)	2478.01	2477.58	HS	33.67	700
10039INT(TNUEV)	2477.58	2477.25	HS	48.46	700
10040INT(TNUEV)	2477.25	2476.35	HS	52.18	700
10041INT(TNUEV)	2476.35	2475.42	HS	34.58	700
10042INT(TNUEV)	2475.42	2474.61	HS	45.27	800
10043INT(TNUEV)	2474.46	2472.85	HS	46.00	800
10044INT(TNUEV)	2472.55	2472.20	HS	43.74	800
10045INT(TNUEV)	2472.20	2471.79	HS	108.54	800
10046INT(TNUEV)	2471.79	2470.98	HS	79.44	800
10047INT(TNUEV)	2470.98	2470.70	HS	32.77	800
10048INT(TNUEV)	2470.70	2468.68	HS	37.23	800
10049INT(TNUEV)	2468.68	2468.11	HS	144.96	800
10050INT(TNUEV)	2468.11	2467.86	HS	70.58	800

NOMBRE	COTA ENTRADA	COTA SALIDA	MAT	LONGITUD	DIÁMETRO
10051INT(TNUEV)	2467.86	2465.36	HS	65.78	800
10052INT(TNUEV)	2465.36	2465.36	HS	110.04	800
10053INT(TNUEV)	2465.36	2464.89	HS	138.29	800
10054INT(TNUEV)	2464.89	2463.91	HS	6.42	800
10055INT(TNUEV)	2463.91	2462.83	HS	60.31	800
10056INT(TNUEV)	2462.83	2461.98	HS	96.58	800
10057INT(TNUEV)	2461.98	2429.08	HS	97.20	800
10058INT(TNUEV)	2429.08	2461.15	HS	103.13	900
10059INT(TNUEV)	2461.15	2459.90	HS	31.37	900
10060INT(TNUEV)	2459.90	2459.25	HS	49.78	900
10061INT(TNUEV)	2459.25	2429.08	HS	118.97	900
10062INT(TNUEV)	2429.08	2429.08	HS	101.79	900
10063INT(TNUEV)	2429.08	2457.54	HS	45.44	900
10064INT(TNUEV)	2458.49	2456.13	HS	22.27	900
10065INT(TNUEV)	2456.13	2455.18	HS	8.36	900
10066INT(TNUEV)	2455.18	2454.70	HS	14.32	900
10067INT(TNUEV)	2454.70	2454.53	HS	19.16	900
10068INT(TNUEV)	2454.53	2454.11	HS	16.80	900
10069INT(TNUEV)	2454.11	2453.23	HS	6.11	900
10070INT(TNUEV)	2453.23	2452.10	HS	52.48	900
10071INT(TNUEV)	2452.10	2451.19	HS	94.87	900
10072INT(TNUEV)	2451.19	2450.11	HS	98.01	900
10073INT(TNUEV)	2450.11	2449.27	HS	101.92	900
10074INT(TNUEV)	2449.27	2448.35	HS	94.42	900
10075INT(TNUEV)	2448.35	2448.00	HS	95.84	900
10076INT(TNUEV)	2448.00	2447.25	HS	90.49	900
10077INT(TNUEV)	2447.25	2446.57	HS	49.34	900
10078INT(TNUEV)	2446.57	2446.10	HS	81.98	900
10079INT(TNUEV)	2446.10	2445.38	HS	62.48	900
10080INT(TNUEV)	2445.38	2444.45	HS	52.50	900
10081INT(TNUEV)	2444.45	2443.57	HS	67.19	900
10082INT(TNUEV)	2443.57	2441.66	HS	100.10	900
10083INT(TNUEV)	2441.66	2443.10	HS	96.38	900
10084INT(TNUEV)	2443.10	2442.37	HS	25.85	900
10085INT(TNUEV)	2442.37	2440.58	HS	22.85	900
10086INT(TNUEV)	2440.58	2440.34	HS	89.67	900
CO-11	2440.24	2439.50	HS	45.69	900
CO12	2439.50	2438.20	HS	26.16	900

NOMBRE	COTA ENTRADA	COTA SALIDA	MAT	LONGITUD	DIÁMETRO
10091INT(TNUEV)	2438.20	2437.24	HS	48.90	900
10092INT(TNUEV)	2437.24	2436.91	HS	22.96	900
10093INT(TNUEV)	2436.91	2436.56	HS	44.16	900
10094INT(TNUEV)	2442.38	2435.75	HS	88.75	900
10095INT(TNUEV)	2435.75	2434.89	HS	79.87	900
10096INT(TNUEV)	2434.89	2434.41	HS	55.50	900
10097INT(TNUEV)	2434.41	2433.97	HS	46.95	900
10098INT(TNUEV)	2433.97	2431.74	HS	100.30	900
10099INT(TNUEV)	2431.74	2432.44	HS	80.23	900
10100INT(TNUEV)	2432.44	2429.08	HS	58.01	900
10101INT(TNUEV)	2429.08	2431.00	HS	99.61	900
10102INT(TNUEV)	2431.00	2430.51	HS	60.95	900
10103INT(TNUEV)	2430.51	2429.96	HS	49.66	1000
10104INT(TNUEV)	2429.96	2429.08	HS	100.80	1000
10105INT(TNUEV)	2429.08	2428.60	HS	59.93	1000
10106INT(TNUEV)	2428.60	2428.31	HS	30.39	1000
10107INT(TNUEV)	2428.31	2428.13	HS	87.38	1000
10108INT(TNUEV)	2427.38	2427.24	HS	15.78	1000

En la **Tabla 5** se indican los datos de las tuberías que constan en el modelo digital de SewerGEMS, del interceptor en el tramo nuevo:

- En la columna 1 presenta los nombres de las tuberías que constan en el software SewerGEMS.
- En la columna 2 y 3 se presentan las elevaciones de inicio y fin de las tuberías.
- En la columna 4 y 5 se indica el material y longitud de las tuberías.
- En la columna 6 se presenta el diámetro de las tuberías.

Tabla 6

Datos de las alturas de los pozos del interceptor en el tramo antiguo.

NOMBRE	POZO COTA TAPA	POZO COTA FONDO
4001MH(TANTI)	2507.569	2505.669
4002MH(TANTI)	2506.999	2503.599
4003MH(TANTI)	2506.287	2502.927
4004MH(TANTI)	2503.001	2499.281
4005MH(TANTI)	2502.135	2499.085
4006MH(TANTI)	2500.777	2497.837
4007MH(TANTI)	2499.818	2496.998
4008MH(TANTI)	2497.444	2495.844
4009MH(TANTI)	2480.254	2478.494
4010MH(TANTI)	2480.31	2478.52
4011MH(TANTI)	2480.763	2478.363
4012MH(TANTI)	2496.491	2493.311
4013MH(TANTI)	2481.099	2477.493
4014MH(TANTI)	2481.318	2478.118
4015MH(TANTI)	2481.296	2478.096
4017MH(TANTI)	2481.39	2479.09
4018MH(TANTI)	2481.539	2479.039
4019MH(TANTI)	2481.839	2479.479
4020MH(TANTI)	2482.485	2479.885
4021MH(TANTI)	2482.669	2480.949
4022MH(TANTI)	2482.738	2479.458
4023MH(TANTI)	2482.581	2478.581
4024MH(TANTI)	2481.927	2479.977
4025MH(TANTI)	2482.005	2479.905
4026MH(TANTI)	2482.005	2479.645
4027MH(TANTI)	2481.945	2479.295
4028MH(TANTI)	2481.715	2479.415
4029MH(TANTI)	2477.9	2475.94
4030MH(TANTI)	2477.387	2475.427
4031MH(TANTI)	2476.627	2474.227
4032MH(TANTI)	2476.813	2473.523
4033MH(TANTI)	2476.813	2473.523
4034MH(TANTI)	2472.551	2471.351
4036MH(TANTI)	2470.572	2469.072
4037MH(TANTI)	2470.316	2469.066
4038MH(TANTI)	2470.134	2467.774
4039MH(TANTI)	2469.952	2467.952
4040MH(TANTI)	2469.757	2467.277

NOMBRE	POZO COTA TAPA	POZO COTA FONDO
4041MH(TANTI)	2469.328	2467.1
4042MH(TANTI)	2468.606	2467.506
4043MH(TANTI)	2468.314	2466.134
4044MH(TANTI)	2467.945	2465.645
4045MH(TANTI)	2467.603	2465.253
4046MH(TANTI)	2467.506	2464.406
4047MH(TANTI)	2467.286	2465.336
4048MH(TANTI)	2466.76	2464.96
4049MH(TANTI)	2466.363	2464.563
4050MH(TANTI)	2465.896	2464.056
4051MH(TANTI)	2463.569	2461.229
4052MH(TANTI)	2462.729	2460.149
4053MH(TANTI)	2462.749	2459.849
4054MH(TANTI)	2462.933	2459.223
4055MH(TANTI)	2461.906	2458.006
4056MH(TANTI)	2458.696	2455.026
4057MH(TANTI)	2457.087	2453.257
4059MH(TANTI)	2456.169	2451.969
4061MH(TANTI)	2455.042	2450.892
4062MH(TANTI)	2454.14	2449.89
4064MH(TANTI)	2452.033	2448.663
4065MH(TANTI)	2451.935	2448.585
4066MH(TANTI)	2452.511	2448.311
4067MH(TANTI)	2452.016	2447.916
4068MH(TANTI)	2451.932	2447.582
4069MH(TANTI)	2451.258	2446.658
4070MH(TANTI)	2452.07	2446.34
4071MH(TANTI)	2450.668	2445.968
4072MH(TANTI)	2448.788	2444.088
4073MH(TANTI)	2447.942	2441.492
4074MH(TANTI)	2441.767	2437.847
4075MH(TANTI)	2440.022	2437.002
4076MH(TANTI)	2439.126	2434.376
4077MH(TANTI)	2437.055	2433.385
4079MH(TANTI)	2436.186	2431.986
4081MH(TANTI)	2432.942	2429.942
4082MH(TANTI)	2432.928	2429.608
4083MH(TANTI)	2431.43	2428.3

NOMBRE	POZO COTA TAPA	POZO COTA FONDO
4084MH(TANTI)	2430.011	2427.531
4085MH(TANTI)	2430.51	2427.21
4086MH(TANTI)	2430.564	2427.244

En la **Tabla 6** se muestra los datos de todos los pozos que constan en el modelo digital de SewerGEMS del interceptor en el tramo antiguo:

- La columna 1 presenta el nombre del pozo que consta en el software SewerGEMS.
- Las columnas 2 y 3 presentan las elevaciones de la tapa y fondo de cada pozo.

Tabla 7

Datos de las tuberías del interceptor en el tramo antiguo.

NOMBRE	COTA ENTRADA	COTA SALIDA	MAT	LONGITUD	DIAMETRO
1001INT(TANTI)	2505.669	2503.599	HS	26.78	500
1002INT(TANTI)	2503.599	2502.927	HS	35.31	500
1003INT(TANTI)	2502.927	2499.281	HS	290.45	500
1004INT(TANTI)	2499.301	2499.085	HS	11.87	500
1005INT(TANTI)	2498.915	2497.837	HS	66.93	500
1006INT(TANTI)	2497.837	2496.998	HS	67.46	500
1007INT(TANTI)	2496.998	2495.844	HS	88.93	500
1008INT(TANTI)	2495.844	2495.844	HS	48.11	600
1009INT(TANTI)	2478.494	2478.52	HS	6.24	600
1010INT(TANTI)	2478.3	2478.363	HS	36.52	600
1011INT(TANTI)	2478.363	2493.311	HS	45.20	600
1012INT(TANTI)	2493.311	2477.493	HS	168.19	600
1013INT(TANTI)	2477.493	2478.118	HS	110.06	600
1014INT(TANTI)	2478.118	2478.096	HS	8.02	600
1015INT(TANTI)	2478.096	2479.09	HS	76.96	600
1016INT(TANTI)	2478.69	2479.039	HS	60.77	600
1017INT(TANTI)	2479.039	2479.479	HS	48.75	600
1018INT(TANTI)	2479.279	2479.885	HS	67.09	600
1019INT(TANTI)	2479.885	2480.949	HS	11.27	600

NOMBRE	COTA ENTRADA	COTA SALIDA	MAT	LONGITUD	DIAMETRO
1001INT(TANTI)	2505.669	2503.599	HS	26.78	500
1020INT(TANTI)	2480.949	2479.458	HS	135.77	600
1021INT(TANTI)	2478.438	2478.581	HS	53.46	600
1022INT(TANTI)	2478.581	2479.977	HS	151.37	600
C0-10	2479.977	2479.905	HS	31.90	600
1025INT(TANTI)	2479.655	2479.645	HS	60.49	600
1026INT(TANTI)	2479.645	2479.295	HS	51.33	600
1027INT(TANTI)	2479.295	2479.415	HS	88.60	600
1028INT(TANTI)	2479.415	2475.94	HS	33.51	600
1029INT(TANTI)	2475.94	2475.427	HS	96.95	600
1030INT(TANTI)	2475.427	2474.227	HS	141.62	600
1031INT(TANTI)	2474.227	2473.523	HS	25.82	600
1032INT(TANTI)	2473.523	2473.523	HS	144.87	600
1033INT(TANTI)	2473.523	2471.351	HS	78.46	600
1034INT(TANTI)	2471.351	2469.072	HS	12.06	600
1035INT(TANTI)	2469.072	2469.066	HS	19.06	600
1036INT(TANTI)	2469.066	2467.774	HS	15.91	600
1037INT(TANTI)	2467.774	2468.352	HS	17.59	600
1038INT(TANTI)	2467.277	2467.1	HS	33.66	600
1039INT(TANTI)	2467.1	2467.506	HS	71.17	600
1040INT(TANTI)	2467.506	2466.134	HS	25.96	600
1041INT(TANTI)	2466.134	2465.645	HS	31.94	600
1042INT(TANTI)	2465.645	2465.253	HS	36.06	600
CO-5	2465.253	2464.406	HS	70.20	800
1045INT(TANTI)	2464.406	2464.406	HS	49.86	800
1046INT(TANTI)	2464.406	2465.336	HS	44.14	800
1047INT(TANTI)	2465.336	2464.96	HS	29.93	900
1048INT(TANTI)	2464.96	2464.563	HS	39.92	900
1049INT(TANTI)	2464.663	2464.056	HS	166.52	900
1050INT(TANTI)	2464.05	2461.229	HS	119.70	900
1051INT(TANTI)	2461.229	2460.149	HS	7.90	900
1052INT(TANTI)	2460.149	2459.849	HS	111.49	900
1053INT(TANTI)	2459.849	2459.223	HS	148.71	900
1054INT(TANTI)	2459.223	2458.006	HS	55.95	900
1055INT(TANTI)	2458.006	2455.026	HS	81.70	900
1056INT(TANTI)	2455.026	2453.257	HS	148.25	900
1057INT(TANTI)	2455.807	2451.969	HS	78.62	900
1058INT(TANTI)	2451.969	2450.892	HS	94.38	900

NOMBRE	COTA ENTRADA	COTA SALIDA	MAT	LONGITUD	DIAMETRO
1001INT(TANTI)	2505.669	2503.599	HS	26.78	500
1059INT(TANTI)	2450.892	2449.89	HS	175.09	900
1060INT(TANTI)	2449.89	2448.663	HS	28.33	900
1061INT(TANTI)	2448.663	2448.585	HS	40.32	900
1062INT(TANTI)	2448.585	2448.311	HS	71.41	900
1063INT(TANTI)	2448.311	2447.916	HS	53.77	900
1064INT(TANTI)	2447.916	2447.582	HS	195.89	900
1065INT(TANTI)	2447.582	2446.658	HS	40.50	900
1066INT(TANTI)	2446.658	2446.34	HS	71.27	900
1067INT(TANTI)	2446.34	2445.968	HS	110.32	900
1068INT(TANTI)	2445.968	2444.088	HS	80.86	900
1069INT(TANTI)	2444.088	2441.492	HS	181.18	900
1070INT(TANTI)	2441.492	2437.847	HS	90.89	900
1071INT(TANTI)	2437.847	2437.002	HS	152.43	900
1072INT(TANTI)	2437.002	2434.376	HS	119.16	900
1073INT(TANTI)	2434.376	2433.385	HS	98.75	900
1074INT(TANTI)	2433.185	2431.986	HS	199.87	900
1075INT(TANTI)	2431.986	2429.942	HS	64.24	900
1076INT(TANTI)	2429.942	2429.608	HS	81.91	900
1077INT(TANTI)	2429.608	2428.3	HS	119.31	900
1078INT(TANTI)	2428.3	2427.531	HS	84.84	1000
1079INT(TANTI)	2427.531	2427.21	HS	3.84	1000

En la **Tabla 7** se indican los datos de las tuberías que constan en el modelo digital de SewerGEMS, del interceptor en el tramo antiguo:

- En la columna 1 se presenta los nombres de las tuberías que constan en el software SewerGEMS.
- En la columna 2 y 3 se presenta las elevaciones de inicio y fin de las tuberías.
- En la columna 4 y 5 se indica el material y longitud de las tuberías.
- En la columna 6 se presenta el diámetro de las tuberías.

A continuación, se presentan en tablas las longitudes totales de cada tramo del interceptor, clasificadas según su diámetro.

Tabla 8

Longitud total del tramo antiguo del interceptor de acuerdo a los diámetros de las tuberías.

Tramo Antiguo del Interceptor	
Diámetros	Long. Tuberías (m)
500	587.73
600	2044.73
800	164.20
900	3058.60
1000	88.69
Total	5943.96 m

Tabla 9

Longitud total del tramo nuevo del interceptor de acuerdo a los diámetros de las tuberías.

Tramo Nuevo del Interceptor	
Diámetros	Long. Tuberías (m)
200	11.02
300	73.25
600	837.02
700	831.88
800	1183.14
900	2671.89
1000	343.93
Total	5952.13 m

1.6. Recopilación de Información de Catastros y Levantamientos Topográficos

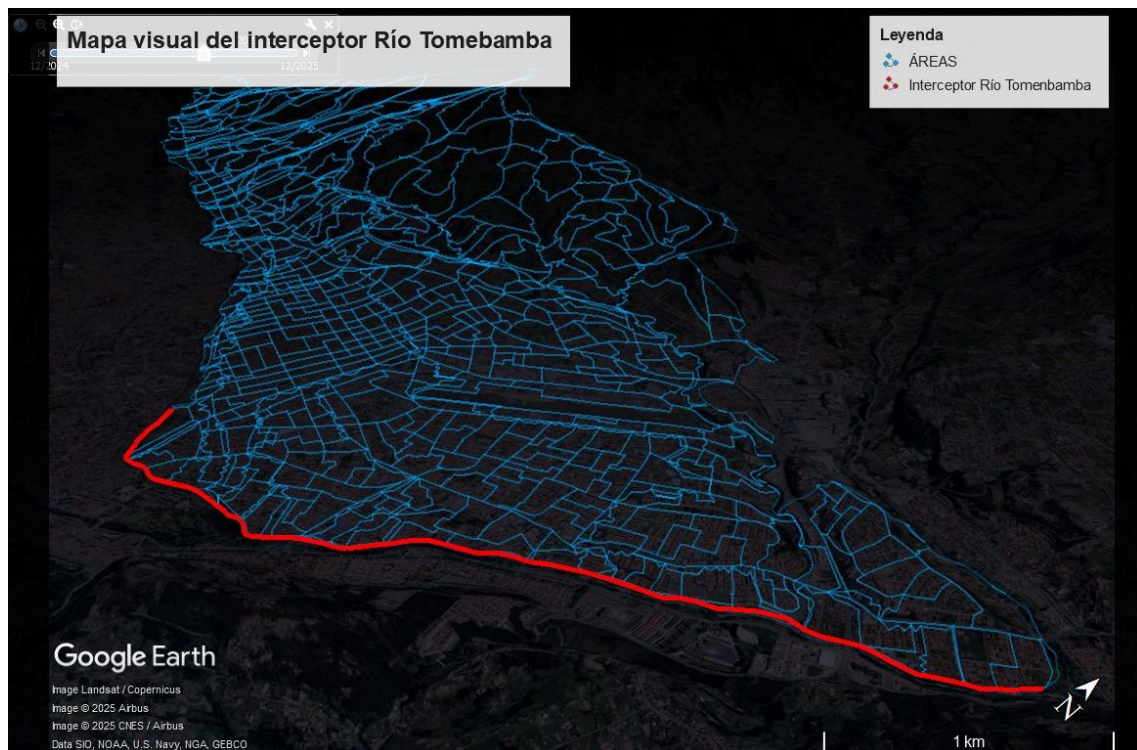
Los trabajos topográficos tienen como finalidad proporcionar información precisa y fidedigna del terreno, lo cual permite calcular las elevaciones de los pozos de revisión, las pendientes, las longitudes y la ubicación de puntos específicos, entre otros parámetros, con la exactitud necesaria para el estudio integral de la red de alcantarillado existente.

La recopilación topográfica y de catastros fue esencial para desarrollar el modelo hidráulico, para ello se usaron los archivos shapefile y archivos de AutoCAD del modelo digital del terreno y se emplazó en el Software SewerGEMS.

Para la identificación geográfica del interceptor y sus áreas de aporte en la ciudad de Cuenca se empleó el software ArcGIS, Google Earth y OziExplorer.

Ilustración 10

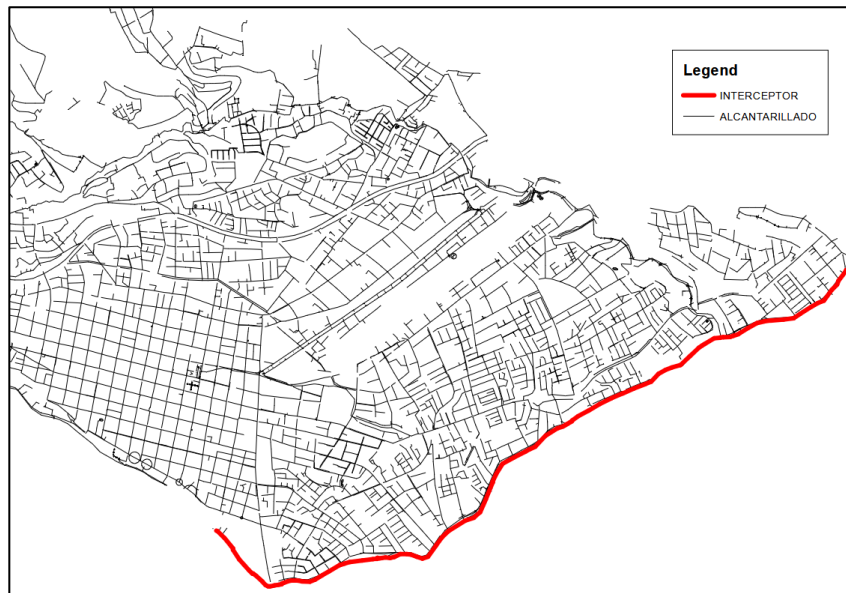
Mapa visual del interceptor del margen izquierdo del Río Tomebamba con su área de aporte.



Obtenida del software Google Earth.

Ilustración 11

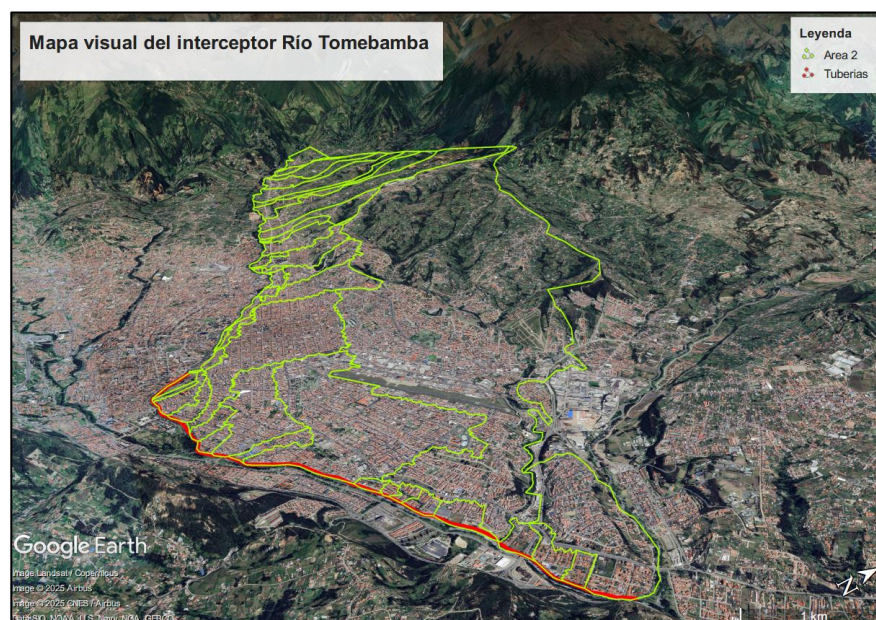
Mapa planimétrico del interceptor del margen izquierdo del Río Tomebamba.



Obtenida del software Google Earth.

Ilustración 12

Mapa visual del interceptor del margen izquierdo del Río Tomebamba.



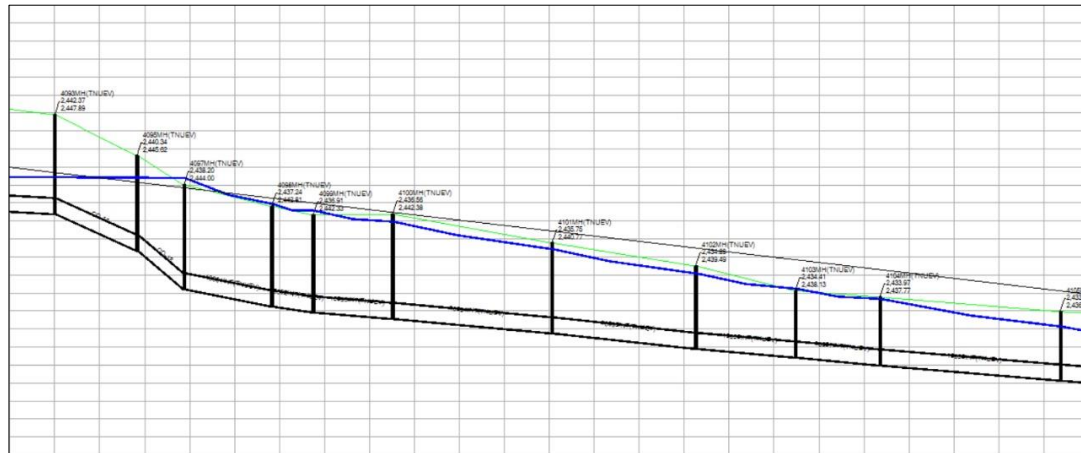
Obtenida del software Google Earth.

1.7. Revisión de Estudios Existentes de la Red de Alcantarillado

Con base en los archivos proporcionados por ETAPA EP, se incorporó en el software SewerGEMS el modelo digital correspondiente al año 2014. Este modelo fue utilizado para comparar las proyecciones de caudales para el año 2025, tanto en el tramo antiguo como en el nuevo del interceptor, con los datos reales medidos en 2025 mediante equipos ultrasónicos por ETAPA EP. Las simulaciones permitieron verificar si la demanda proyectada para ese año se ajusta al comportamiento actual del sistema. De este modo, fue posible evaluar si el modelo requiere una actualización de parámetros para representar con mayor precisión el estado real del interceptor.

Ilustración 13

Perfil longitudinal de un tramo del interceptor del margen izquierdo del Río Tomebamba.



2. Capítulo II: Modelación del Interceptor en el Software SewerGEMS

2.1. Parámetros Generales del Software SewerGEMS

El software SewerGEMS constituye una herramienta avanzada que permite modelar sistemas hidráulicos y redes de alcantarillado, considerando componentes principales, tales como

pozos de revisión, tuberías y descargas. Además, facilita la simulación específica de redes destinadas a la conducción de aguas lluvias, aguas residuales y sistemas combinados.

Este programa permite también la evaluación de distintos escenarios hidráulicos, como eventos de precipitación pluvial o variaciones en caudales sanitarios, con el objetivo de realizar proyecciones basadas en datos reales. Posteriormente, esto facilita el análisis detallado e identificación precisa de la capacidad hidráulica en cada tramo de la red, lo que contribuye a establecer conclusiones técnicas fundamentadas para reforzar o modificar determinados sectores.

La arquitectura del software SewerGEMS permite una integración eficiente con programas utilizados en el campo de la ingeniería civil, tales como ArcGIS y AutoCAD, así como la compatibilidad con datos espaciales tipo shapefile. Esta facilidad de integración con otras plataformas permite optimizar el flujo de trabajo y mejorar la eficiencia general del proceso de diseño hidráulico. Es importante destacar que en el uso del software deben registrarse cuidadosamente las propiedades específicas, como la ubicación y denominación de los pozos de revisión.

2.1.1. Parámetros de Entrada y Configuración del Modelo Digital

Es fundamental definir con precisión la geometría que conforma el sistema. Estos parámetros de entrada se establecen mediante la especificación de elementos tales como tuberías, pozos de revisión, descargas y caudales, con el objetivo de reflejar las condiciones reales del sistema.

Las características físicas como longitudes y diámetros de las tuberías, elevaciones de entrada y salida, y pendientes, permiten calcular la velocidad y las pérdidas de carga en la conducción. Los materiales de construcción influyen en la rugosidad, mientras que los caudales,

ya sean medidos o proyectados, establecen las condiciones de operación. Todos estos parámetros posibilitan un modelado preciso del comportamiento del sistema, con el objetivo de evaluar el desempeño y la variación de la demanda del interceptor.

2.2. Modelo hidráulico

Las capacidades de modelado y simulación que SewerGEMS proporciona, son un entorno de software con capacidades para llevar a cabo los siguientes análisis:

2.2.1. Simulación en Estado Estacionario y No Estacionario

Esta simulación examina el rendimiento de una red dada bajo condiciones de flujo constante o variable, lo que ayuda en la evaluación de eventos de diseño y dimensionamiento de componentes críticos.

2.2.2. Análisis de Pérdidas de Carga

La integración de parámetros geométricos y físicos (material de la tubería) permite la estimación de pérdidas de carga a lo largo de la red, lo cual es crucial para el dimensionamiento, optimización y diseño de la infraestructura.

2.3. Validación y Calibración del Modelo

Para que los resultados del modelo hidráulico de SewerGEMS sean precisos y confiables, es fundamental comparar los caudales totales del modelo con los caudales medidos en campo por ETAPA EP.

El proceso de calibración consiste en ajustar las características del modelo de forma que el modelo se acerque lo más posible a la realidad del proyecto, con el objetivo de disminuir la incertidumbre del modelo. Posteriormente con la información recopilada del sistema se realiza un proceso de análisis y verificación de resultados.

2.4. Generación del Modelo Digital en SewerGEMS

El modelado realizado en SewerGEMS consideró múltiples parámetros, tales como el motor de cálculo, el diámetro y la dimensión de las tuberías, las curvas de comportamiento en los pozos y los perfiles longitudinales del interceptor. Asimismo, se emplearon metodologías para identificar tramos críticos y evaluar distintos escenarios, incluidos futuros. El propósito es analizar y resolver problemas de sobre flujo o rebose, determinando su impacto en el sistema y localizando los tramos críticos del interceptor.

2.4.1. Tipos de Simulación Disponible en el Software SewerGEMS

2.4.1.1. Estado Estático (Steady State)

Usado generalmente para analizar condiciones extremas o caudales máximos con el objetivo de observar la capacidad del modelo ante caudales punta. Muestra resultados de su funcionamiento simulando un caudal constante a lo largo del tiempo.

2.4.1.2. Periodo Extendido/Cuasi-estático (Extended period)

Usado generalmente cuando se tiene la presencia de almacenamientos, bombeos, presencia de áreas de aporte, aguas residuales a través de patrones de consumo o curvas de comportamiento que cambian durante el día. Observando un llenado progresivo, temporal y sobrecargas en ciertas horas en los tramos y pozos.

2.4.1.3. Régimen No-permanente (Dynamic wave)

Se tiene una mayor complejidad en el análisis resolviendo ecuaciones como balance de energía, balance de caudal de igual forma se realiza en un periodo extendido. Es un algoritmo que puede analizar flujos inversos, estructuras de alivio u otras condiciones.

2.4.2. Motores de Cálculo del Software SewerGEMS

El software permite seleccionar entre cuatro motores numéricos hidráulicos de solución, según el tipo de análisis requerido, los cuales son los siguientes:

2.4.2.1. Solución Implícita (SewerGEMS Dynamic Wave)

En un motor de calculo que realiza un análisis muy completo y complejo, tiene en cuenta el conjunto de ecuaciones de Saint-Venant. Resuelve simultáneamente los parámetros de flujo y variación espacio/temporal de gradiente hidráulico, en el modelo se aplica tanto en zonas donde se trabaje a gravedad como a presión. Este algoritmo numérico puede ser aplicado a sistemas de alcantarillado pluviales, sanitarios o combinados.

2.4.2.2. Solución Explícita (EPA-SWMM Solver)

Realiza un análisis de las ecuaciones de Saint-Venant. Resuelve simultáneamente el gradiente hidráulico y parámetros de flujo. A diferencia de la solución implícita este motor no tiene en cuenta efectos de flujo inverso y presenta dificultades en la resolución de las ecuaciones cuando se tiene en el modelo conexiones forzadas o bombeos cíclico.

“El solucionador explícito suele ser más estable en áreas con cambios rápidos, como estanques o estructuras de control, donde el caudal o la elevación cambian rápidamente en varios intervalos de tiempo”. (Bentley, 2025)

2.4.2.3. GVF-Convex (SewerCAD)

Solución de flujo gradualmente variado ya sea en un estado estático o en periodo extendido. Separa el sistema en subsistemas a gravedad y a presión resolviendo mediante ecuaciones de Flujo Gradualmente Variado (GVF) usando ecuaciones de conservación de masa y energía. En

escenarios de estado estático se puede usar método de mayoración o factores de flujo extremo. Considerado un algoritmo numérico de análisis y de diseño.

2.4.2.4. GVF-Rational (StormCAD)

Desde la perspectiva hidráulica usa las ecuaciones de Flujo Gradualmente Variado y desde la perspectiva hidrológica usa el método racional que se usa en áreas de drenaje pequeño, valores de escurrimiento. Este algoritmo numérico solo ejecuta las simulaciones en un periodo de tiempo estático.

En el presente trabajo se utilizó el motor de cálculo GVF-Convex en dos tipos de análisis en un estado estático y en periodo extendido. El primero adecuado al análisis para modelar el comportamiento del sistema bajo un caudal máximo constante, respectivamente con los caudales proporcionados por la empresa ETAPA EP. El segundo escenario permite analizar el comportamiento del sistema a lo largo del día, identificando las horas en las que se presentan los caudales máximos y comparando estos resultados con los obtenidos en el escenario de estado estático.

2.5. Datos e Información del Modelo Hidráulico en SewerGEMS

Los siguientes parámetros influyen directamente en el comportamiento del modelo hidráulico. Por tanto, los datos proporcionados por ETAPA EP, sirven de base y guía para el análisis de los resultados obtenidos.

2.5.1. Diámetros

Con los datos proporcionados por la empresa ETAPA EP, se llevó a cabo el modelado en SewerGEMS de los interceptores de forma más ágil y precisa. Para facilitar la interpretación del

modelo digital, se empleó un código de colores (Color Coding) que distingue visualmente los distintos diámetros de tubería, tal como se muestra en la **Ilustración 14**

Ilustración 14

Simbología de los diámetros de las tuberías existentes en el modelo digital de SewerGEMS.

Color Coding Legend	
Conduit: Diameter (mm)	
	<= 200.0
	<= 300.0
	<= 500.0
	<= 600.0
	<= 700.0
	<= 800.0
	<= 900.0
	<= 1,000.0
	Other

Ilustración 15

Vista en planta del modelo digital en SewerGEMS del inicio del interceptor.

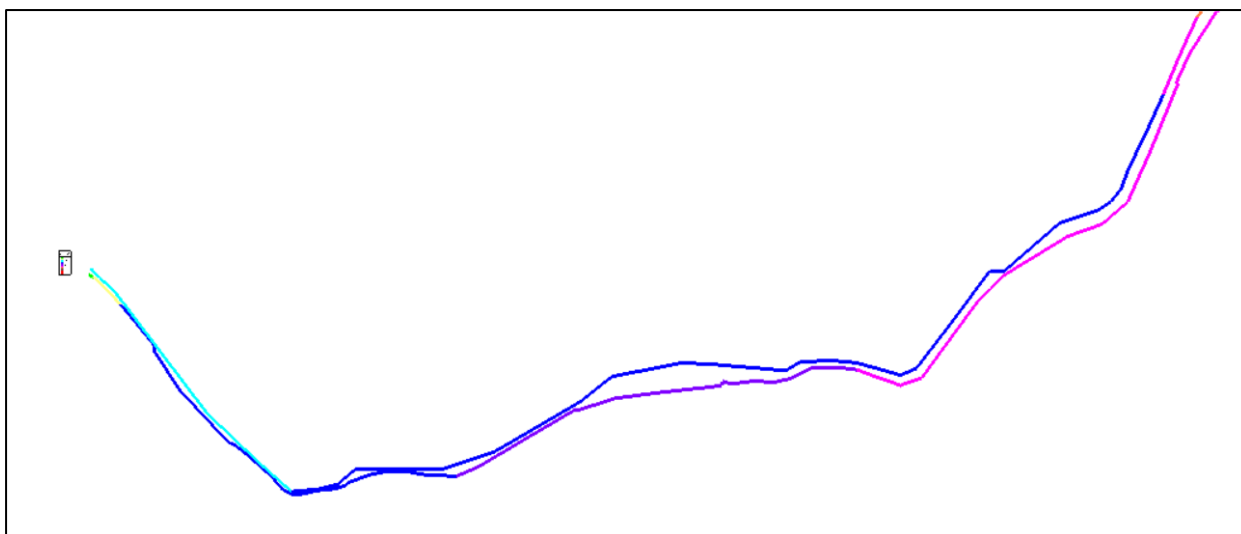


Ilustración 16

Vista en planta del modelo digital en SewerGEMS de la zona intermedia del interceptor.

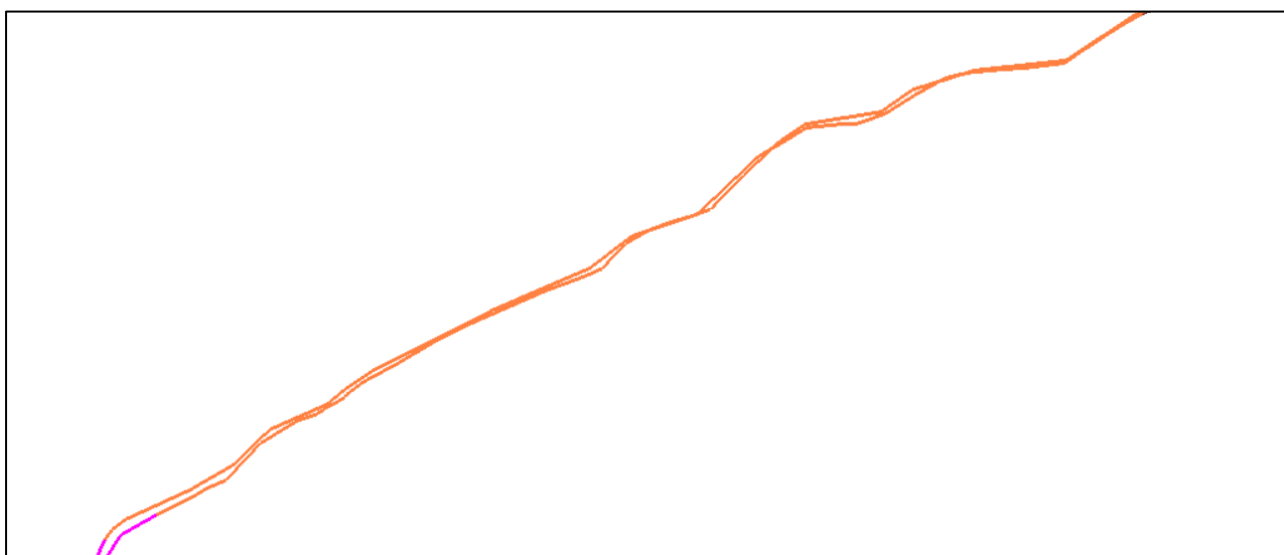
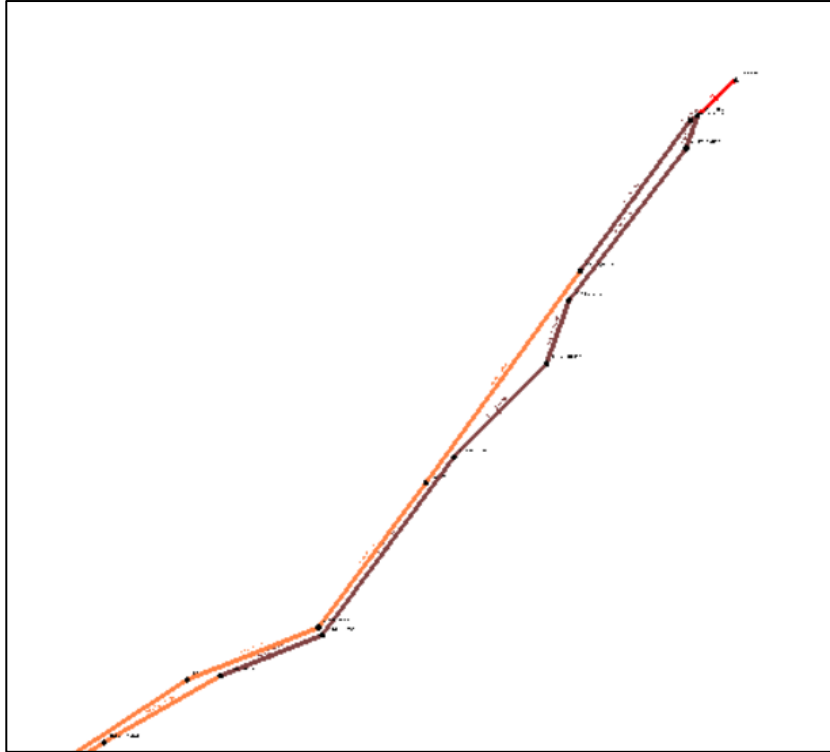


Ilustración 17

Vista en planta del modelo digital en SewerGEMS del final del interceptor.



2.5.2. Estudio Poblacional para el Modelo Hidráulico

En el sistema de alcantarillado resulta importante el análisis de la población para poder estimar los caudales que se asignarán en pozos estratégicos previamente identificados. Por lo que, para el análisis del interceptor se necesitó una proyección de la población al año 2050, y para eso se utilizó la información oficial del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). “INEC es responsable de la elaboración de las estimaciones y proyecciones de población, las cuales se actualizan cada vez que se lleva a cabo un nuevo censo de población y vivienda” (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2025)

Con los datos de históricos de población a nivel nacional en Ecuador y a nivel local en la ciudad de Cuenca. Se extrajeron los datos de la población a nivel nacional desde el 2010 hasta el 2050 y a nivel local (Cuenca) desde el 2010 hasta 2035, siendo estos datos proyectados por el I.N.E.C. Con esta información se calculó la tasa de crecimiento poblacional anual, se utilizó la tasa

de crecimiento aritmético. “Consiste en que la población crece en un mismo monto (cantidad) cada unidad de tiempo. Esta tasa solo es aconsejable para períodos cortos de tiempo (menor de dos años)”. (Torres-Degró, 2011)

La fórmula aplicada para el cálculo de la tasa de crecimiento aritmético fue la siguiente:

$$r = \frac{Pf - Po}{a * Po}$$

r = Tasa de crecimiento anual aritmético

Pf = Población Futura

Po = Población Inicial

a = Amplitud o distancia entre el tiempo de las dos poblaciones

Con esta fórmula se determinaron las tasas de crecimiento para cada año entre el 2010 a 2050 a nivel del Ecuador y entre 2010 a 2035 a nivel de Cuenca. Los resultados muestran que dichas tasas presentan estabilidad a lo largo del tiempo, sin variaciones significativas año a año a nivel nacional con el nivel local. Esto se puede observar en las columnas 4 y 5 de la Tabla 10, donde se detallan las tasas de crecimiento anual respectivas para Ecuador y Cuenca.

Dado que no se dispone de proyecciones oficiales para la ciudad de Cuenca más allá del año 2035, y considerando que existe un comportamiento similar de crecimiento poblacional entre el ámbito nacional y local, se tomaron los datos de población nacional para proyectar la población correspondiente al año 2050. De este modo, se calculó un factor de crecimiento entre los años 2025 y 2050, obteniendo un valor de 1.17, lo que representa un incremento del 0.17 en la población durante dicho intervalo de tiempo.

El cálculo del factor de crecimiento se obtiene de la relación entre la población futura y la población inicial a nivel del Ecuador. La aplicación y uso de este factor de crecimiento es válido para el estudio del modelo hidráulico ya que representa el aumento total de la población entre los años 2025 y 2050; es adecuado el uso del factor ya que se cuenta con proyecciones oficiales de población elaboradas por el I.N.E.C.

Tabla 10

Cálculo de las tasas de crecimiento anual en Ecuador y en la ciudad Cuenca.

Año	Ecuador	Cuenca	Tasa de Crecimiento general (Ecuador)	Tasa de Crecimiento Cuenca
2010	14,883,661	508,534		
2011	15,160,587	518,981	1.86%	2.05%
2012	15,440,550	529,589	1.85%	2.04%
2013	15,717,514	540,036	1.79%	1.97%
2014	15,994,366	550,509	1.76%	1.94%
2015	16,269,171	560,977	1.72%	1.90%
2016	16,532,265	570,912	1.62%	1.77%
2017	16,792,803	580,647	1.58%	1.71%
2018	17,077,883	591,612	1.70%	1.89%
2019	17,356,880	602,324	1.63%	1.81%
2020	17,526,455	608,277	0.98%	0.99%
2021	17,614,396	610,362	0.50%	0.34%
2022	17,715,301	612,574	0.57%	0.36%
2023	17,834,831	615,768	0.67%	0.52%
2024	17,966,573	619,701	0.74%	0.64%
2025	18,103,660	624,053	0.76%	0.70%
2026	18,243,816	628,740	0.77%	0.75%
2027	18,385,975	633,641	0.78%	0.78%
2028	18,529,121	638,616	0.78%	0.79%
2029	18,672,456	643,576	0.77%	0.78%
2030	18,815,497	648,486	0.77%	0.76%
2031	18,957,924	653,332	0.76%	0.75%
2032	19,099,478	658,102	0.75%	0.73%
2033	19,239,759	662,795	0.73%	0.71%

Año	Ecuador	Cuenca	Tasa de Crecimiento general (Ecuador)	Tasa de Crecimiento Cuenca
2034	19,378,452	667,419	0.72%	0.70%
2035	19,515,303	671,963	0.71%	0.68%
2036	19,649,970	676,600	0.69%	
2037	19,782,146	681,151	0.67%	
2038	19,911,406	685,602	0.65%	
2039	20,037,315	689,937	0.63%	
2040	20,159,630	694,149	0.61%	
2041	20,278,052	698,226	0.59%	
2042	20,392,300	702,160	0.56%	
2043	20,502,173	705,944	0.54%	
2044	20,607,488	709,570	0.51%	
2045	20,708,086	713,034	0.49%	
2046	20,803,836	716,331	0.46%	
2047	20,894,614	719,456	0.44%	
2048	20,980,309	722,407	0.41%	
2049	21,060,838	725,180	0.38%	
2050	21,141,923	727,972	0.39%	

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2025)

Por lo que aplicando la relación antes descrita se obtiene un factor de crecimiento del 1.17, lo que servirá para la proyección de la población hasta el 2050.

$$\text{Factor de crecimiento} = \frac{727972}{624053} = 1.17$$

2.5.3. Determinación de la Población Actual (2025) y Futura (2050)

En la información suministrada por ETAPA EP se verificó el número de redes de conexiones domiciliarias de alcantarillado del año 2025, segmentadas por zonas de aporte. A partir de estos datos y aplicando una densidad de 3,7 habitantes por vivienda, se determinó la población actual y se proyectó hasta el año 2050, que corresponde al horizonte del estudio. Con dicha

proyección poblacional se calculó el caudal futuro y se asignó al interceptor, de modo que el modelo represente con la mayor precisión posible las condiciones futuras del sistema.

Tabla 11

Cálculo de la población del año 2025 a partir de las conexiones domiciliarias de la ciudad.

Población del año 2025			
Densidad (Hab/vivienda) = 3.7			
# de instalaciones			
Áreas de Aporte	Parcial	Acumulado	Población
Tramo nuevo del interceptor			
Inicio del Interceptor	34841	34841	128,912
Tramo Intermedio	2111	36952	136,722
Tramo final	1318	38270	141,599
Tramo antiguo del interceptor			
Inicio del Interceptor	31485	31485	116,495
Mas Interceptor margen derecho	18321	49806	184,282

- En la columna 1 se presenta una descripción de las áreas de aporte de las instalaciones presentes en los interceptores.
- En la columna 2 se presentan los datos del número de instalaciones parciales presentes por cada área de aporte.
- En la columna 3 se presenta el acumulado del número de instalaciones
- En la columna 4 se presenta la población calculada de acuerdo a cada área de aporte.

Para la proyección de la población del 2050, se calculó un factor de crecimiento de acuerdo a los datos del INEC en la **Tabla 10**, obteniéndose un valor del 1.17 en 25 años. Con esto se obtiene la población futura del año 2050 de acuerdo al INEC.

Tabla 12

Cálculo de la población futura del año 2050.

Población del año 2050
Densidad (Hab/vivienda) = 3.7
Factor crecimiento = 1.17

Áreas de Aporte	Población 2025	Población 2050
Tramo nuevo del interceptor		
Inicio del Interceptor	128,912	150,375
Tramo Intermedio	136,722	159,485
Tramo final	141,599	165,172
Tramo antiguo del interceptor		
Inicio del Interceptor	116,495	135,890
Interceptor margen derecho	184,282	214,963
Total	708,010	825,885

- En la columna 1 se presenta una descripción de las áreas de aporte de las instalaciones proyectadas.
- En la columna 2 se presenta los datos de la población del año 2025.
- En la columna 3 se presenta los datos de la población proyectada al 2050.

2.5.4. Cálculo de Caudales

Con los datos de la población previamente procesados, se calcula los caudales totales con las fórmulas revisadas en el capítulo 1, tomando en cuenta valores de dotación, caudal de infiltración y caudales de aguas ilícitas; coeficiente de retorno. Valores tomados respecto a la normativa vigente.

Tabla 13

Cálculo de caudales totales del interceptor para el año 2025.

Longitud Colectores (m)		Cálculos y variables						
Parcial	Acumulado	Pob*Dot*R	M	Qas	Qili	Qinf	Qtotal	Nombre Pozos
Tramo nuevo del interceptor								
21,508.57	21,508.57	315.12	2.42	764.12	119.36	21.51	904.99	4001MH(TNUEV)
3,670.02	25,178.59	334.21	2.41	806.93	126.59	25.18	958.70	4043MH(TNUEV)
648.63	25,827.22	346.13	2.41	833.57	131.11	25.83	990.50	4084MH(TNUEV)

Tramo antiguo del interceptor								
21,466.08	21,466.08	284.77	2.44	695.67	107.87	21.47	825.00	4001MH(TANTI)
19,618.28	41,084.36	450.47	2.36	1064.08	170.63	41.08	1275.79	4068MH(TANTI)

Parámetros usados $R = 0.8$, dotación por habitante de 200 litros y un caudal de infiltración

de 1 litro por segundo cada kilómetro.

- En la columna 1 se presenta la longitud del colector hasta el pozo respectivo
- En la columna 2 se presenta la longitud acumulada de los colectores.
- En la columna 3 se presenta el producto de la población, dotación y coeficiente de retorno.
- La columna 4 corresponde a los valores calculados del factor M.
- En la columna 5 se presenta el caudal sanitario.
- En la columna 6 se presenta el caudal de aguas ilícitas.
- En la columna 7 se presenta el caudal de infiltración.
- En la columna 8 se presenta los caudales totales correspondientes a la suma de las columnas 5,6 y 7.
- En la columna 9 se encuentra el nombre del pozo del modelo digital al cual se asignó caudal.

Los caudales totales obtenidos serán asignados en el modelo digital de SewerGEMS a los pozos correspondientes, los cuales se encuentran en la columna 9 de la **Tabla 13** como “Nombres de Pozos”.

Con la proyección de la población realizada en la **Tabla 12** correspondiente al escenario 2050 se calculan los caudales futuros, a continuación, los resultados:

Tabla 14

Cálculo de caudales totales del interceptor para el año 2050.

Longitud Colectores (m)			Cálculos y variables					
Parcial	Acumulado	Pob*Dot*R	M	Qas	Qil	Qinf	Qtotal	Nombre Pozos
Interceptor tramo nuevo								
23,659.43	23,659.43	367.58	2.40	881.34	139.24	23.66	1044.23	4001MH(TNUEV)

4,037.02	27,696.45	389.85	2.39	930.71	147.67	27.70	1106.07	4043MH(TNUEV)
713.49	28,409.94	403.75	2.38	961.42	152.94	28.41	1142.77	4084MH(TNUEV)
Interceptor tramo antiguo								
23,612.69	23,612.69	332.18	2.42	802.38	125.82	23.61	951.81	4001MH(TANTI)
21,580.11	45,192.79	525.47	2.34	1227.30	199.04	45.19	1471.53	4068MH(TANTI)

Parámetros usados R=0.8, dotación por habitante de 200 litros y un caudal de infiltración

de 1 litro por segundo cada kilómetro

- En la columna 1 se presenta la longitud del colector hasta el pozo respectivo
- En la columna 2 se presenta la longitud acumulada de los colectores.
- En la columna 3 se presenta el producto de la población, dotación y coeficiente de retorno.
- La columna 4 corresponde a los valores calculados del factor M.
- En la columna 5 se presenta el caudal sanitario.
- En la columna 6 se presenta el caudal de aguas ilícitas.
- En la columna 7 se presenta el caudal de infiltración.
- En la columna 8 se presenta los caudales totales correspondientes a la suma de las columnas 5,6 y 7.
- En la columna 9 se encuentra el nombre del pozo del modelo digital al cual se asignó caudal.

2.5.5. Curva de Variación Horaria del Caudal

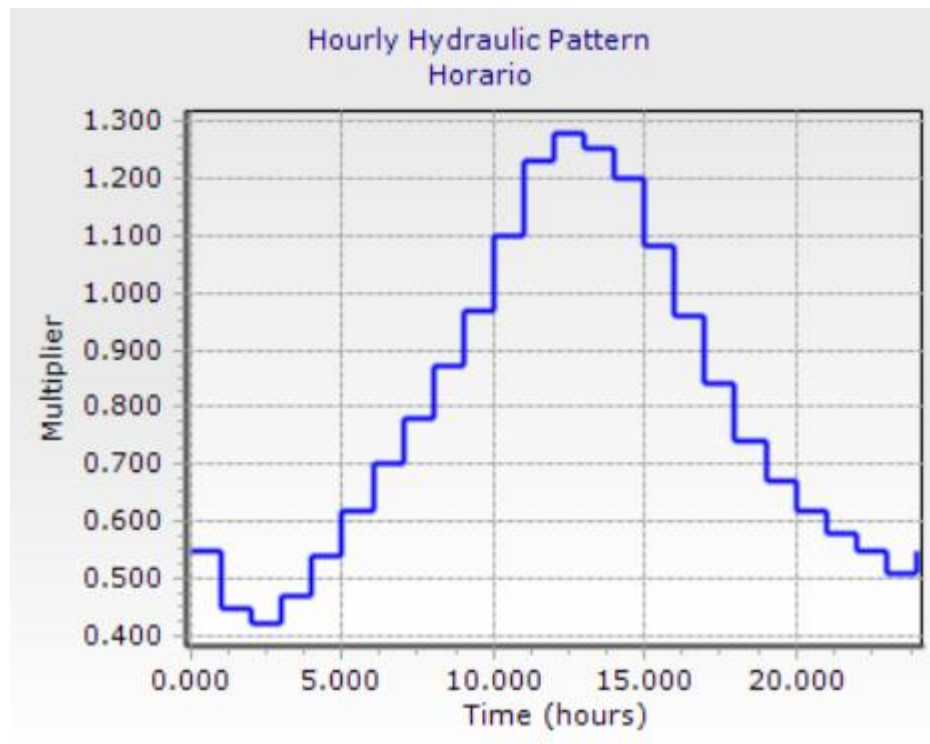
La curva de variación horaria, también se denominado hidrograma horario, nos permite visualizar como el caudal sanitario varia a lo largo de un periodo de tiempo. La curva está establecida por factores horarios que se multiplican por el caudal asignado para de esta forma obtener el caudal horario correspondiente, estos factos se pueden observar en el **Anexo No. 1**.

La aplicación de esta curva no solo aporoto un comportamiento preciso y real del modelo hidráulico, si no también permitió evaluar el comportamiento del modelo en diferentes instantes del día. “Para modelos que consideran variación en el tiempo se debe utilizar el gasto medio, dado

que la curva de variación horaria, considera los factores de gasto máximo.” (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

Ilustración 18

Curva de variación horaria hidráulica.

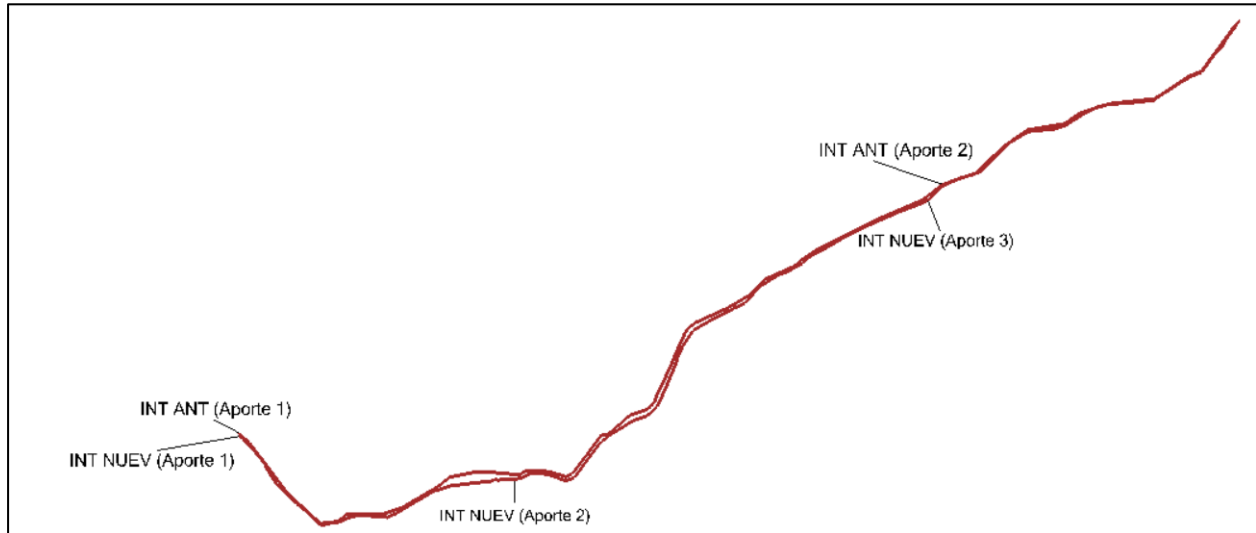


2.5.6. Asignación de Caudales en Pozos con Ubicación Estratégica

Trabajando en conjunto con la información y apoyo de la empresa pública ETAPA EP, se seleccionó pozos de inspección estratégicos a lo largo del interceptor del margen izquierdo del río Tomebamba. La selección de dichos pozos se basó en criterios como su importancia hidráulica por su localización en zonas de aportación de aguas significativas al interceptor. Determinados los puntos clave y determinados los caudales, que fueron comparados con valores de caudales medidos por ETAPA EP, se introdujeron en el modelo hidráulico desarrollado en el software SewerGEMS.

Ilustración 19

Localización de los pozos en SewerGEMS, donde se ingresó el caudal calculado.



2.6. Simulaciones de Comportamiento Hidráulico del Año 2025

La Tabla 15 y Tabla 16 y muestran los resultados de la simulación del escenario 2025 en un estado estático, es decir donde se evalúa su funcionamiento en condiciones extremas o caudales máximos.

Tabla 15

Resumen de resultados obtenidos de la simulación del interceptor en el tramo antiguo en el año 2025.

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
1001INT(TANTI)	0.077	4.2	78.6	100	825	224.74	1,049.74
1002INT(TANTI)	0.019	4.2	158.4	100	825	-304.06	520.94
1003INT(TANTI)	0.013	4.2	195	100	825	-401.95	423.05
1004INT(TANTI)	0.017	4.2	170	100	825	-339.74	485.26
1005INT(TANTI)	0.019	4.2	160	100	825	-309.4	515.6
1006INT(TANTI)	0.012	4.2	195.9	100	825	-403.91	421.09
1007INT(TANTI)	0.013	4.2	189	100	825	-388.56	436.44
1008INT(TANTI)	0.02	2.92	94.6	100	825	46.81	871.81

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
1009INT(TANTI)	0.157	2.92	33.9	100	825	1,607.58	2,432.58
1010INT(TANTI)	0.032	2.92	75.4	100	825	269.37	1,094.37
1011INT(TANTI)	0.027	2.92	82.5	100	825	175.44	1,000.44
1012INT(TANTI)	0.014	2.92	112.2	100	825	-90.01	734.99
1013INT(TANTI)	0.009	2.92	143.1	100	825	-248.57	576.43
1014INT(TANTI)	0.027	2.92	81.1	100	825	192.22	1,017.22
1015INT(TANTI)	0.007	2.92	157.5	100	825	-301.23	523.77
1016INT(TANTI)	0.018	2.92	99.4	100	825	4.81	829.81
1017INT(TANTI)	0.016	2.92	105.5	100	825	-43.34	781.66
1018INT(TANTI)	0.027	2.92	81.1	100	825	191.84	1,016.84
1019INT(TANTI)	0.038	2.92	68.8	100	825	374.2	1,199.20
1020INT(TANTI)	0.013	2.92	119.4	100	825	-133.9	691.1
1021INT(TANTI)	0.019	2.92	98.2	100	825	14.79	839.79
1022INT(TANTI)	0.006	2.92	169.6	100	825	-338.57	486.43
1025INT(TANTI)	0.022	2.92	90.6	100	825	85.48	910.48
1026INT(TANTI)	0.013	2.92	115.9	100	825	-113.08	711.92
1027INT(TANTI)	0.014	2.92	114.5	100	825	-104.48	720.52
1028INT(TANTI)	0.015	2.92	108.6	100	825	-65.31	759.69
1029INT(TANTI)	0.012	2.92	120.8	100	825	-141.87	683.13
1030INT(TANTI)	0.008	2.92	152	100	825	-282.14	542.86
1031INT(TANTI)	0.016	2.92	105.4	100	825	-41.92	783.08
1032INT(TANTI)	0.009	2.92	139.2	100	825	-232.48	592.52
1033INT(TANTI)	0.013	2.92	119.6	96.7	825	-134.92	690.08
1034INT(TANTI)	0.041	4.72	66	80.5	825	425.12	1,250.12
1035INT(TANTI)	0.047	4.97	61.8	96.7	825	509.28	1,334.28
1036INT(TANTI)	0.063	2.92	53.4	100	825	720.68	1,545.68
1037INT(TANTI)	0.038	2.92	68.6	100	825	377.76	1,202.76
1038INT(TANTI)	0.016	2.92	105.4	100	825	-42.27	782.73
1039INT(TANTI)	0.005	2.92	197.3	100	825	-406.88	418.12
1040INT(TANTI)	0.01	2.92	132.7	100	825	-203.44	621.56
1041INT(TANTI)	0.015	2.92	108.6	100	825	-65.31	759.69
1042INT(TANTI)	0.011	2.92	128.9	96.7	825	-184.84	640.16
1045INT(TANTI)	0.008	2.56	69.1	65.2	825	368.31	1,193.31
1046INT(TANTI)	0.009	2.7	64.7	63.9	825	449.41	1,274.41
1047INT(TANTI)	0.016	3.33	35.6	51	825	1,491.35	2,316.35
1048INT(TANTI)	0.008	2.5	52.6	55.5	825	744.32	1,569.32
1049INT(TANTI)	0.009	2.72	46.9	53.8	825	933.34	1,758.34

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
1050INT(TANTI)	0.009	2.67	48	54.1	825	894.54	1,719.54
1051INT(TANTI)	0.038	4.53	23.4	50	825	2,703.02	3,528.02
1052INT(TANTI)	0.006	2.24	60.8	57.9	825	531.5	1,356.50
1053INT(TANTI)	0.008	2.58	50.4	54.9	825	812.69	1,637.69
1054INT(TANTI)	0.053	5.11	19.7	44.8	825	3,352.97	4,177.97
1055INT(TANTI)	0.022	3.69	31	48.8	825	1,838.84	2,663.84
1056INT(TANTI)	0.009	2.64	48.9	54.4	825	862.36	1,687.36
1057INT(TANTI)	0.014	3.12	38.9	51.4	825	1,293.78	2,118.78
1058INT(TANTI)	0.011	2.84	44.2	53	825	1,040.30	1,865.30
1059INT(TANTI)	0.007	2.43	54.4	64.1	825	690.45	1,515.45
1060INT(TANTI)	0.003	1.68	86.8	64.1	825	124.91	949.91
1061INT(TANTI)	0.007	2.4	55.3	56.3	825	667.37	1,492.37
1062INT(TANTI)	0.006	2.22	61.3	58	825	521.37	1,346.37
1063INT(TANTI)	0.006	2.32	57.8	72	825	601.83	1,426.83
1064INT(TANTI)	0.005	2.22	102.6	79.4	1,275.79	-32.48	1,243.31
1065INT(TANTI)	0.008	2.8	79.5	77.1	1,275.79	328.28	1,604.07
1066INT(TANTI)	0.005	2.34	97.5	77.1	1,275.79	32.1	1,307.89
1067INT(TANTI)	0.017	3.79	54	63.3	1,275.79	1,087.47	2,363.26
1068INT(TANTI)	0.032	4.79	39.3	59	1,275.79	1,967.85	3,243.64
1069INT(TANTI)	0.02	4.03	49.7	62.1	1,275.79	1,291.89	2,567.68
1070INT(TANTI)	0.009	3	73.1	68.9	1,275.79	469.7	1,745.49
1071INT(TANTI)	0.017	3.8	53.7	63.3	1,275.79	1,100.31	2,376.10
1072INT(TANTI)	0.008	2.87	77.3	70.2	1,275.79	375.12	1,650.91
1073INT(TANTI)	0.014	3.53	59.2	64.9	1,275.79	878.9	2,154.69
1074INT(TANTI)	0.01	3.11	69.7	77.2	1,275.79	554.92	1,830.71
1075INT(TANTI)	0.005	2.34	97.7	77.2	1,275.79	29.51	1,305.30
1076INT(TANTI)	0.016	3.69	55.8	63.9	1,275.79	1,011.83	2,287.62
1077INT(TANTI)	0.006	2.58	87.8	82.1	1,275.79	177.61	1,453.40
1078INT(TANTI)	0.003	1.81	102	77.7	1,275.79	-24.76	1,251.03
1079INT(TANTI)	0.015	3.57	44.1	78.8	1,275.79	1,618.62	2,894.41
CO-10 (TANTI)	0.01	2.92	134.2	100	825	-210.46	614.54
CO-5 (TANTI)	0.012	2.98	56.8	61.6	825	627.7	1,452.70

Tabla 16

Resumen de resultados obtenidos de la simulación del interceptor en el tramo nuevo en el año 2025.

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10001INT(TNUEV)	0.011	3.2	142.8	100	904.99	-271.43	633.56
10002INT(TNUEV)	0.012	3.2	132.6	100	904.99	-222.46	682.53
10003INT(TNUEV)	0.034	3.2	79.7	100	904.99	229.95	1,134.94
10004INT(TNUEV)	0.02	3.2	103.1	100	904.99	-26.96	878.03
10005INT(TNUEV)	0.015	3.2	121.7	100	904.99	-161.12	743.87
10006INT(TNUEV)	0.017	3.2	114.6	100	904.99	-115.2	789.79
10007INT(TNUEV)	0.021	3.2	101.9	100	904.99	-16.92	888.07
10008INT(TNUEV)	0.018	3.2	109.3	100	904.99	-77.13	827.86
10009INT(TNUEV)	0.012	3.2	134.2	100	904.99	-230.71	674.28
10010INT(TNUEV)	0.016	3.2	117.3	100	904.99	-133.16	771.83
10011INT(TNUEV)	0.009	3.2	151.9	100	904.99	-309.17	595.82
10012INT(TNUEV)	0.014	3.2	123.8	100	904.99	-173.73	731.26
10013INT(TNUEV)	0.011	3.2	141.3	100	904.99	-264.33	640.66
10014INT(TNUEV)	0.014	3.2	123.6	100	904.99	-172.96	732.03
10015INT(TNUEV)	0.01	3.2	150.7	100	904.99	-304.58	600.41
10016INT(TNUEV)	0.019	3.2	106.1	100	904.99	-51.67	853.32
10017INT(TNUEV)	0.027	3.2	89	100	904.99	111.34	1,016.33
10018INT(TNUEV)	0.009	3.2	159	100	904.99	-335.8	569.19
10019INT(TNUEV)	0.019	3.2	106.2	100	904.99	-52.74	852.25
10020INT(TNUEV)	0.014	3.2	125.6	100	904.99	-184.38	720.61
10021INT(TNUEV)	0.015	3.2	120.1	100	904.99	-151.46	753.53
10022INT(TNUEV)	0.014	3.2	125	99.4	904.99	-180.77	724.22
10023INT(TNUEV)	0.014	3.17	83.1	77.2	904.99	184.69	1,089.68
10024INT(TNUEV)	0.016	3.34	77.7	75.5	904.99	259.28	1,164.27
10025INT(TNUEV)	0.013	3.1	85.2	77.8	904.99	157.17	1,062.16
10026INT(TNUEV)	0.018	3.49	73.6	92.4	904.99	324.29	1,229.28
10027INT(TNUEV)	0.029	2.35	57	100	904.99	681.52	1,586.51
10028INT(TNUEV)	0.002	2.35	206.7	100	904.99	-467.08	437.91
10029INT(TNUEV)	0.007	2.35	117.2	92.4	904.99	-132.9	772.09
10030INT(TNUEV)	0.01	2.75	97.3	82.2	904.99	24.72	929.71
10031INT(TNUEV)	0.018	3.52	72.9	74	904.99	336.79	1,241.78
10032INT(TNUEV)	0.038	4.67	50.4	68.5	904.99	889.83	1,794.82

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10033INT(TNUEV)	0.04	4.8	48.6	72.3	904.99	955.33	1,860.32
10034INT(TNUEV)	0.013	3.06	86.3	79.2	904.99	143.29	1,048.28
10035INT(TNUEV)	0.03	4.28	56.6	71.9	904.99	693.43	1,598.42
10036INT(TNUEV)	0.018	3.51	73	74.9	904.99	334.02	1,239.01
10037INT(TNUEV)	0.019	3.6	70.8	92.4	904.99	373.97	1,278.96
10038INT(TNUEV)	0.004	2.49	164.1	93.4	958.7	-374.36	584.34
10039INT(TNUEV)	0.029	4.3	60.7	93.4	958.7	620.61	1,579.31
10040INT(TNUEV)	0.008	2.49	113.9	93.7	958.7	-116.92	841.78
10041INT(TNUEV)	0.01	2.69	105	87	958.7	-45.66	913.04
10042INT(TNUEV)	0.02	3.73	51.5	63.1	958.7	903.79	1,862.49
10043INT(TNUEV)	0.02	3.76	50.9	62.9	958.7	924.63	1,883.33
10044INT(TNUEV)	0.019	3.64	53.2	63.6	958.7	841.95	1,800.65
10045INT(TNUEV)	0.016	3.46	57	64.4	958.7	723.29	1,681.99
10046INT(TNUEV)	0.008	2.65	80	71.2	958.7	239.25	1,197.95
10047INT(TNUEV)	0.012	3.12	65.1	67.2	958.7	515.05	1,473.75
10048INT(TNUEV)	0.022	3.86	49.2	62.8	958.7	989.25	1,947.95
10049INT(TNUEV)	0.012	3.11	65.4	66.8	958.7	507.43	1,466.13
10050INT(TNUEV)	0.007	2.53	84.7	72.6	958.7	173.05	1,131.75
10051INT(TNUEV)	0.009	2.71	77.9	75.1	958.7	272.25	1,230.95
10052INT(TNUEV)	0.006	2.35	92	75.1	958.7	83.08	1,041.78
10053INT(TNUEV)	0.014	3.25	61.7	65.7	958.7	595.35	1,554.05
10054INT(TNUEV)	0.024	4.04	46.3	66.3	958.7	1,109.99	2,068.69
10055INT(TNUEV)	0.008	2.61	81.5	71.6	958.7	217.28	1,175.98
10056INT(TNUEV)	0.01	2.88	72.2	68.8	958.7	369.96	1,328.66
10057INT(TNUEV)	0.011	3	68.6	67.7	958.7	439.04	1,397.74
10058INT(TNUEV)	0.008	2.68	58.5	59.6	958.7	679.99	1,638.69
10059INT(TNUEV)	0.013	3.16	46.9	56.8	958.7	1,085.60	2,044.30
10060INT(TNUEV)	0.009	2.74	56.8	59.1	958.7	729.74	1,688.44
10061INT(TNUEV)	0.01	2.93	51.8	57.7	958.7	891.7	1,850.40
10062INT(TNUEV)	0.006	2.44	65.9	61.8	958.7	496.81	1,455.51
10063INT(TNUEV)	0.009	2.78	55.6	58.8	958.7	765.07	1,723.77
10064INT(TNUEV)	0.018	3.56	39.9	55.5	958.7	1,443.28	2,401.98
10065INT(TNUEV)	0.108	6.86	16.1	49.6	958.7	4,983.25	5,941.95
10066INT(TNUEV)	0.098	6.64	16.9	48.3	958.7	4,720.11	5,678.81
10067INT(TNUEV)	0.049	5.19	23.8	50.6	958.7	3,068.59	4,027.29
10068INT(TNUEV)	0.029	4.28	31	53.5	958.7	2,129.78	3,088.48
10069INT(TNUEV)	0.027	4.2	31.9	56.4	958.7	2,042.81	3,001.51

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10070INT(TNUEV)	0.008	2.65	59.2	59.8	958.7	660.72	1,619.42
10071INT(TNUEV)	0.009	2.8	55	58.6	958.7	783.8	1,742.50
10072INT(TNUEV)	0.011	3.04	49.4	57	958.7	980.77	1,939.47
10073INT(TNUEV)	0.009	2.77	56	58.9	958.7	753.79	1,712.49
10074INT(TNUEV)	0.011	3.03	49.5	57	958.7	976.49	1,935.19
10075INT(TNUEV)	0.009	2.75	56.3	59	958.7	743.17	1,701.87
10076INT(TNUEV)	0.01	2.9	52.6	57.9	958.7	862.71	1,821.41
10077INT(TNUEV)	0.007	2.53	62.9	64.9	958.7	566.08	1,524.78
10078INT(TNUEV)	0.009	2.81	57.2	59.8	990.5	739.92	1,730.42
10079INT(TNUEV)	0.011	3.01	52.4	58.4	990.5	900.82	1,891.32
10080INT(TNUEV)	0.009	2.8	57.6	59.9	990.5	727.86	1,718.36
10081INT(TNUEV)	0.011	2.99	52.9	58.5	990.5	883.53	1,874.03
10082INT(TNUEV)	0.009	2.82	57	59.7	990.5	746.91	1,737.41
10083INT(TNUEV)	0.009	2.82	57.1	59.8	990.5	744.24	1,734.74
10084INT(TNUEV)	0.017	3.57	41.6	56.3	990.5	1,392.93	2,383.43
10085INT(TNUEV)	0.011	2.96	53.4	59.5	990.5	864.76	1,855.26
10086INT(TNUEV)	0.006	2.34	72.6	64.3	990.5	373.45	1,363.95
10091INT(TNUEV)	0.02	3.74	39.1	54.6	990.5	1,541.99	2,532.49
10092INT(TNUEV)	0.014	3.33	45.6	57.6	990.5	1,179.73	2,170.23
10093INT(TNUEV)	0.008	2.69	60.8	60.8	990.5	639.48	1,629.98
10094INT(TNUEV)	0.009	2.8	57.5	59.9	990.5	731.47	1,721.97
10095INT(TNUEV)	0.011	2.99	52.7	58.5	990.5	888.05	1,878.55
10096INT(TNUEV)	0.009	2.77	58.5	60.2	990.5	703.49	1,693.99
10097INT(TNUEV)	0.009	2.84	56.5	59.6	990.5	764.09	1,754.59
10098INT(TNUEV)	0.008	2.72	59.9	60.6	990.5	663.2	1,653.70
10099INT(TNUEV)	0.009	2.74	59.2	60.4	990.5	682.27	1,672.77
10100INT(TNUEV)	0.012	3.12	49.8	57.6	990.5	999.56	1,990.06
10101INT(TNUEV)	0.007	2.61	63.2	61.5	990.5	577.23	1,567.73
10102INT(TNUEV)	0.008	2.67	61.2	61	990.5	627.67	1,618.17
10103INT(TNUEV)	0.011	3.02	39.2	50.3	990.5	1,537.40	2,527.90
10104INT(TNUEV)	0.009	2.76	44.4	51.8	990.5	1,240.76	2,231.26
10105INT(TNUEV)	0.008	2.69	45.8	52.3	990.5	1,170.83	2,161.33
10106INT(TNUEV)	0.009	2.84	42.6	64.5	990.5	1,335.58	2,326.08
10107INT(TNUEV)	0.002	1.57	91	64.5	990.5	97.67	1,088.17
10108INT(TNUEV)	0.056	5.43	17.4	70	990.5	4,691.38	5,681.88
10109INT(TNUEV)	0.008	28.81	3,160.00	100	904.99	-876.35	28.64
10110INT(TNUEV)	0.009	12.8	963.6	100	904.99	-811.07	93.92

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
CO-11 (TNUEV)	0.044	5.04	26	50.3	990.5	2,824.89	3,815.39
CO-12 (TNUEV)	0.082	6.28	19.1	48.5	990.5	4,191.31	5,181.81

Las tablas (Tabla 15 y Tabla 16) presentadas contienen lo siguiente:

- La columna 1 presenta el nombre por el cual se identifica el tramo de tubería en el modelo hidráulico de SewerGEMS.
- La columna 2 presenta la pendiente calculada para cada tramo de tubería.
- La columna 3 presenta la velocidad promedio del flujo en la tubería.
- La columna 4 presenta la relación entre el caudal que circula y capacidad total del tramo de la tubería.
- La columna 5 presenta la relación entre la altura del flujo y el diámetro interno.
- La columna 6 presenta el flujo máximo del conducto.
- La columna 7 presenta la capacidad de caudal que se tiene después de restar el caudal de diseño.
- La columna 8 presenta la capacidad total del tramo.

La Tabla 17 y Tabla 18 muestra los resultados de la simulación del escenario 2025 en un estado de periodo extendido, es decir, evalúa su funcionamiento en condiciones donde se observa un llenado progresivo, temporal y sobrecargas en ciertas horas.

Tabla 17

Resumen de resultados, en la hora pico del interceptor en el tramo antiguo, de las tuberías del año 2025.

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal (L/s)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
1001INT(TANTI)	0.077	4.11	76.8	100	806.44	825.79	243.3	1,049.74
1002INT(TANTI)	0.019	4.11	154.9	100	806.7	825.36	-285.76	520.94
1003INT(TANTI)	0.013	4.11	190.80	100	807.29	824.37	-384.24	423.05

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal (L/s)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
1004INT(TANTI)	0.017	4.14	167.3	100	812.02	816.48	-326.76	485.26
1005INT(TANTI)	0.019	4.14	157.5	100	812.17	816.24	-296.57	515.6
1006INT(TANTI)	0.012	4.14	193.1	100	812.97	814.91	-391.88	421.09
1007INT(TANTI)	0.013	4.14	186.4	100	813.73	813.73	-377.3	436.44
1008INT(TANTI)	0.02	2.88	93.4	100	814.68	814.68	57.13	871.81
1009INT(TANTI)	0.157	2.88	33.5	100	815.12	815.12	1,617.46	2,432.58
1010INT(TANTI)	0.032	2.88	74.5	100	815.15	815.15	279.23	1,094.37
1011INT(TANTI)	0.027	2.88	81.5	100	815.42	815.42	185.03	1,000.44
1012INT(TANTI)	0.014	2.89	111	100	815.77	815.77	-80.78	734.99
1013INT(TANTI)	0.009	2.89	141.8	100	817.37	817.37	-240.95	576.43
1014INT(TANTI)	0.027	2.89	80.5	100	818.51	818.51	198.72	1,017.22
1015INT(TANTI)	0.007	2.9	156.3	100	818.55	818.55	-294.79	523.77
1016INT(TANTI)	0.018	2.9	98.7	100	819.26	819.26	10.55	829.81
1017INT(TANTI)	0.016	2.9	104.9	100	819.6	819.6	-37.94	781.66
1018INT(TANTI)	0.027	2.9	80.6	100	819.87	819.87	196.96	1,016.84
1019INT(TANTI)	0.038	2.9	68.4	100	820.17	820.17	379.03	1,199.20
1020INT(TANTI)	0.013	2.9	118.7	100	820.21	820.21	-129.11	691.10
1021INT(TANTI)	0.019	2.9	97.8	100	820.97	820.97	18.82	839.79
1022INT(TANTI)	0.006	2.9	168.8	100	821.19	821.19	-334.76	486.43
1025INT(TANTI)	0.022	2.91	90.3	100	822.21	822.21	88.28	910.48
1026INT(TANTI)	0.013	2.91	115.5	100	822.38	822.38	-110.46	711.92
1027INT(TANTI)	0.014	2.91	114.2	100	822.55	822.55	-102.03	720.52
1028INT(TANTI)	0.015	2.91	108.3	100	822.83	822.83	-63.14	759.69
1029INT(TANTI)	0.012	2.91	120.5	100	822.92	822.92	-139.79	683.13
1030INT(TANTI)	0.008	2.91	151.6	100	823.2	823.2	-280.34	542.86
1031INT(TANTI)	0.016	2.91	105.2	100	823.67	823.67	-40.59	783.08
1032INT(TANTI)	0.009	2.91	139	100	823.72	823.72	-231.2	592.52
1033INT(TANTI)	0.013	2.91	119.4	96.7	824.07	824.07	-133.99	690.08
1034INT(TANTI)	0.041	4.72	65.9	93.3	824.21	824.21	425.92	1,250.12
1035INT(TANTI)	0.047	4.97	61.8	96.7	824.22	824.22	510.07	1,334.28
1036INT(TANTI)	0.063	2.92	53.3	100	824.24	824.24	721.44	1,545.68
1037INT(TANTI)	0.038	2.92	68.5	100	824.25	824.25	378.51	1,202.76
1038INT(TANTI)	0.016	2.92	105.3	100	824.27	824.27	-41.53	782.73
1039INT(TANTI)	0.005	2.92	197.1	100	824.31	824.31	-406.2	418.12
1040INT(TANTI)	0.01	2.92	132.6	100	824.45	824.45	-202.88	621.56
1041INT(TANTI)	0.015	2.92	108.5	100	824.49	824.49	-64.79	759.69
1042INT(TANTI)	0.011	2.92	128.8	96.7	824.52	824.52	-184.37	640.16

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal (L/s)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
1045INT(TANTI)	0.008	2.56	69.1	69.2	824.66	824.66	368.65	1,193.31
1046INT(TANTI)	0.009	2.7	64.7	63.9	824.72	824.72	449.69	1,274.41
1047INT(TANTI)	0.016	3.33	35.6	59.5	824.78	824.78	1,491.58	2,316.35
1048INT(TANTI)	0.008	2.5	52.6	59.5	824.8	824.8	744.52	1,569.32
1049INT(TANTI)	0.009	2.72	46.9	59.5	824.85	824.85	933.49	1,758.34
1050INT(TANTI)	0.009	2.67	48	59.5	825.02	825.02	894.51	1,719.54
1051INT(TANTI)	0.038	4.53	23.4	59.5	825.12	825.12	2,702.90	3,528.02
1052INT(TANTI)	0.006	2.24	60.8	59.5	825.13	825.13	531.37	1,356.50
1053INT(TANTI)	0.008	2.58	50.4	59.5	825.22	825.22	812.47	1,637.69
1054INT(TANTI)	0.053	5.11	19.8	59.5	825.31	825.31	3,352.66	4,177.97
1055INT(TANTI)	0.022	3.69	31	59.5	825.33	825.33	1,838.51	2,663.84
1056INT(TANTI)	0.009	2.64	48.9	59.5	825.36	825.36	862.01	1,687.36
1057INT(TANTI)	0.014	3.12	39	59.5	825.42	825.42	1,293.37	2,118.78
1058INT(TANTI)	0.011	2.84	44.3	59.5	825.44	825.44	1,039.86	1,865.30
1059INT(TANTI)	0.007	2.43	54.5	64.2	825.47	825.47	689.98	1,515.45
1060INT(TANTI)	0.003	1.68	86.9	64.2	825.51	825.51	124.41	949.91
1061INT(TANTI)	0.007	2.41	55.3	59.5	825.51	825.51	666.85	1,492.37
1062INT(TANTI)	0.006	2.22	61.3	59.5	825.52	825.52	520.85	1,346.37
1063INT(TANTI)	0.006	2.32	57.9	71.6	825.52	825.52	601.31	1,426.83
1064INT(TANTI)	0.005	2.23	101.8	78.9	1,266.17	1,266.17	-22.86	1,243.31
1065INT(TANTI)	0.008	2.8	79.1	76.8	1,268.83	1,268.83	335.23	1,604.07
1066INT(TANTI)	0.005	2.34	97	76.8	1,269.16	1,269.16	38.73	1,307.89
1067INT(TANTI)	0.017	3.78	53.7	74.2	1,269.81	1,269.81	1,093.45	2,363.26
1068INT(TANTI)	0.032	4.79	39.2	74.2	1,270.39	1,270.39	1,973.25	3,243.64
1069INT(TANTI)	0.02	4.03	49.5	74.2	1,270.70	1,270.70	1,296.99	2,567.68
1070INT(TANTI)	0.009	2.99	72.8	74.2	1,271.46	1,271.46	474.04	1,745.49
1071INT(TANTI)	0.017	3.8	53.5	74.2	1,271.88	1,271.88	1,104.22	2,376.10
1072INT(TANTI)	0.008	2.86	77.1	74.3	1,272.39	1,272.39	378.52	1,650.91
1073INT(TANTI)	0.014	3.53	59.1	74.3	1,272.83	1,272.83	881.85	2,154.69
1074INT(TANTI)	0.01	3.11	69.5	77.1	1,273.08	1,273.08	557.63	1,830.71
1075INT(TANTI)	0.005	2.34	97.6	77.1	1,273.58	1,273.58	31.72	1,305.30
1076INT(TANTI)	0.016	3.69	55.7	74.3	1,273.72	1,273.72	1,013.90	2,287.62
1077INT(TANTI)	0.006	2.58	87.6	82	1,273.82	1,273.82	179.58	1,453.40
1078INT(TANTI)	0.003	1.81	101.8	77.7	1,274.00	1,274.00	-22.97	1,251.03
1079INT(TANTI)	0.015	3.57	44	78.8	1,274.11	1,274.11	1,620.30	2,894.41
CO-10 (TANTI)	0.01	2.91	133.8	100	822.07	822.07	-207.53	614.54
CO-5 (TANTI)	0.012	2.98	56.8	69.2	824.57	824.57	628.12	1,452.70

Tabla 18

Resumen de resultados, en la hora pico del interceptor en el tramo nuevo, de las tuberías del año 2025.

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal (L/s)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10001INT(TNUEV)	0.011	3.13	139.7	100	884.87	904.81	-251.31	633.56
10002INT(TNUEV)	0.012	3.14	129.9	100	886.78	901.63	-204.25	682.53
10003INT(TNUEV)	0.034	3.14	78.2	100	887.2	900.93	247.74	1,134.94
10004INT(TNUEV)	0.02	3.14	101.1	100	887.32	900.72	-9.29	878.03
10005INT(TNUEV)	0.015	3.14	119.5	100	888.65	898.5	-144.79	743.87
10006INT(TNUEV)	0.017	3.15	112.7	100	890.35	895.68	-100.56	789.79
10007INT(TNUEV)	0.021	3.15	100.3	100	890.88	894.8	-2.81	888.07
10008INT(TNUEV)	0.018	3.15	107.6	100	890.96	894.66	-63.1	827.86
10009INT(TNUEV)	0.012	3.15	132.2	100	891.33	894.04	-217.05	674.28
10010INT(TNUEV)	0.016	3.16	115.6	100	892.26	892.48	-120.44	771.83
10011INT(TNUEV)	0.009	3.16	149.8	100	892.69	892.69	-296.87	595.82
10012INT(TNUEV)	0.014	3.16	122.1	100	893	893	-161.74	731.26
10013INT(TNUEV)	0.011	3.16	139.4	100	893.16	893.16	-252.5	640.66
10014INT(TNUEV)	0.014	3.16	122.1	100	893.68	893.68	-161.65	732.03
10015INT(TNUEV)	0.01	3.16	148.9	100	894.03	894.03	-293.62	600.41
10016INT(TNUEV)	0.019	3.16	104.8	100	894.32	894.32	-40.99	853.32
10017INT(TNUEV)	0.027	3.16	88	100	894.39	894.39	121.94	1,016.33
10018INT(TNUEV)	0.009	3.16	157.1	100	894.47	894.47	-325.28	569.19
10019INT(TNUEV)	0.019	3.17	105	100	894.93	894.93	-42.67	852.25
10020INT(TNUEV)	0.014	3.17	124.2	100	895.18	895.18	-174.57	720.61
10021INT(TNUEV)	0.015	3.17	118.9	100	895.64	895.64	-142.1	753.53
10022INT(TNUEV)	0.014	3.17	123.7	99.2	895.97	895.97	-171.75	724.22
10023INT(TNUEV)	0.014	3.16	82.3	84.4	896.53	896.53	193.16	1,089.68
10024INT(TNUEV)	0.016	3.34	77	84.4	896.9	896.9	267.37	1,164.27
10025INT(TNUEV)	0.013	3.09	84.5	84.4	897.41	897.41	164.75	1,062.16
10026INT(TNUEV)	0.018	3.49	73	92.2	897.83	897.83	331.46	1,229.28
10027INT(TNUEV)	0.029	2.33	56.6	100	898.48	898.48	688.03	1,586.51
10028INT(TNUEV)	0.002	2.33	205.2	100	898.51	898.51	-460.6	437.91
10029INT(TNUEV)	0.007	2.34	116.4	92.3	898.89	898.89	-126.79	772.09
10030INT(TNUEV)	0.01	2.75	96.7	84.5	899.25	899.25	30.46	929.71
10031INT(TNUEV)	0.018	3.52	72.5	84.5	899.89	899.89	341.89	1,241.78
10032INT(TNUEV)	0.038	4.67	50.2	84.6	900.28	900.28	894.54	1,794.82

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal (L/s)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10033INT(TNUEV)	0.04	4.79	48.4	84.6	900.39	900.39	959.93	1,860.32
10034INT(TNUEV)	0.013	3.06	85.9	84.6	900.42	900.42	147.86	1,048.28
10035INT(TNUEV)	0.03	4.28	56.3	84.6	900.51	900.51	697.91	1,598.42
10036INT(TNUEV)	0.018	3.51	72.7	84.6	900.57	900.57	338.44	1,239.01
10037INT(TNUEV)	0.019	3.6	70.4	92.3	900.7	900.7	378.26	1,278.96
10038INT(TNUEV)	0.004	2.48	163.1	93.3	953.32	953.32	-368.99	584.34
10039INT(TNUEV)	0.029	4.3	60.4	93.3	953.62	953.62	625.68	1,579.31
10040INT(TNUEV)	0.008	2.48	113.3	93.4	953.82	953.82	-112.04	841.78
10041INT(TNUEV)	0.01	2.69	104.5	86.6	954.14	954.14	-41.11	913.04
10042INT(TNUEV)	0.02	3.73	51.2	74.5	954.33	954.33	908.15	1,862.49
10043INT(TNUEV)	0.02	3.76	50.7	74.5	954.52	954.52	928.81	1,883.33
10044INT(TNUEV)	0.019	3.63	53	74.5	954.69	954.69	845.96	1,800.65
10045INT(TNUEV)	0.016	3.45	56.8	74.5	954.86	954.86	727.13	1,681.99
10046INT(TNUEV)	0.008	2.65	79.7	74.5	955.28	955.28	242.67	1,197.95
10047INT(TNUEV)	0.012	3.12	64.8	74.6	955.64	955.64	518.10	1,473.75
10048INT(TNUEV)	0.022	3.86	49.1	74.6	955.76	955.76	992.19	1,947.95
10049INT(TNUEV)	0.012	3.11	65.2	74.6	955.86	955.86	510.27	1,466.13
10050INT(TNUEV)	0.007	2.52	84.5	74.6	956.35	956.35	175.4	1,131.75
10051INT(TNUEV)	0.009	2.71	77.7	75	956.6	956.60	274.36	1,230.95
10052INT(TNUEV)	0.006	2.35	91.8	75	956.8	956.8	84.99	1,041.78
10053INT(TNUEV)	0.014	3.25	61.6	74.6	957.15	957.15	596.91	1,554.05
10054INT(TNUEV)	0.024	4.04	46.3	74.6	957.43	957.43	1,111.27	2,068.69
10055INT(TNUEV)	0.008	2.61	81.4	74.6	957.43	957.43	218.54	1,175.98
10056INT(TNUEV)	0.01	2.88	72.1	74.6	957.57	957.57	371.10	1,328.66
10057INT(TNUEV)	0.011	2.99	68.5	67.7	957.74	957.74	439.99	1,397.74
10058INT(TNUEV)	0.008	2.68	58.5	64.3	957.9	957.9	680.79	1,638.69
10059INT(TNUEV)	0.013	3.16	46.9	64.3	958.07	958.07	1,086.24	2,044.30
10060INT(TNUEV)	0.009	2.74	56.7	64.3	958.1	958.1	730.34	1,688.44
10061INT(TNUEV)	0.01	2.93	51.8	64.3	958.17	958.17	892.23	1,850.40
10062INT(TNUEV)	0.006	2.44	65.8	64.3	958.31	958.31	497.20	1,455.51
10063INT(TNUEV)	0.009	2.78	55.6	64.3	958.44	958.44	765.33	1,723.77
10064INT(TNUEV)	0.018	3.56	39.9	64.3	958.48	958.48	1,443.49	2,401.98
10065INT(TNUEV)	0.108	6.86	16.1	64.3	958.5	958.5	4,983.45	5,941.95
10066INT(TNUEV)	0.098	6.64	16.9	64.3	958.5	958.5	4,720.31	5,678.81
10067INT(TNUEV)	0.049	5.19	23.8	64.3	958.51	958.51	3,068.78	4,027.29
10068INT(TNUEV)	0.029	4.28	31	64.3	958.51	958.51	2,129.97	3,088.48
10069INT(TNUEV)	0.027	4.2	31.9	64.3	958.52	958.52	2,042.99	3,001.51

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal (L/s)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10070INT(TNUEV)	0.008	2.65	59.2	64.3	958.53	958.53	660.90	1,619.42
10071INT(TNUEV)	0.009	2.8	55	64.3	958.57	958.57	783.93	1,742.50
10072INT(TNUEV)	0.011	3.04	49.4	64.3	958.65	958.65	980.83	1,939.47
10073INT(TNUEV)	0.009	2.77	56	64.3	958.71	958.71	753.78	1,712.49
10074INT(TNUEV)	0.011	3.03	49.5	64.3	958.77	958.77	976.42	1,935.19
10075INT(TNUEV)	0.009	2.76	56.3	64.3	958.81	958.81	743.06	1,701.87
10076INT(TNUEV)	0.01	2.9	52.6	64.3	958.86	958.86	862.56	1,821.41
10077INT(TNUEV)	0.007	2.53	62.9	64.8	958.89	958.89	565.89	1,524.78
10078INT(TNUEV)	0.009	2.81	57.2	65.4	989.99	989.99	740.43	1,730.42
10079INT(TNUEV)	0.011	3.01	52.3	65.4	990.07	990.07	901.25	1,891.32
10080INT(TNUEV)	0.009	2.8	57.6	65.4	990.13	990.13	728.24	1,718.36
10081INT(TNUEV)	0.011	2.99	52.8	65.4	990.17	990.17	883.85	1,874.03
10082INT(TNUEV)	0.009	2.82	57	65.4	990.22	990.22	747.19	1,737.41
10083INT(TNUEV)	0.009	2.82	57.1	65.4	990.28	990.28	744.46	1,734.74
10084INT(TNUEV)	0.017	3.57	41.6	65.4	990.33	990.33	1,393.09	2,383.43
10085INT(TNUEV)	0.011	2.96	53.4	65.4	990.34	990.34	864.92	1,855.26
10086INT(TNUEV)	0.006	2.34	72.6	65.4	990.35	990.35	373.60	1,363.95
10091INT(TNUEV)	0.02	3.74	39.1	65.4	990.39	990.39	1,542.10	2,532.49
10092INT(TNUEV)	0.014	3.33	45.6	65.4	990.4	990.4	1,179.84	2,170.23
10093INT(TNUEV)	0.008	2.69	60.8	65.4	990.4	990.4	639.58	1,629.98
10094INT(TNUEV)	0.009	2.8	57.5	65.4	990.4	990.40	731.57	1,721.97
10095INT(TNUEV)	0.011	2.99	52.7	58.5	990.4	990.4	888.15	1,878.55
10096INT(TNUEV)	0.009	2.77	58.5	60.2	990.4	990.4	703.60	1,693.99
10097INT(TNUEV)	0.009	2.84	56.4	59.6	990.39	990.39	764.20	1,754.59
10098INT(TNUEV)	0.008	2.72	59.9	60.6	990.38	990.38	663.33	1,653.70
10099INT(TNUEV)	0.009	2.74	59.2	60.4	990.34	990.34	682.43	1,672.77
10100INT(TNUEV)	0.012	3.12	49.8	57.6	990.31	990.31	999.75	1,990.06
10101INT(TNUEV)	0.007	2.61	63.2	61.5	990.28	990.28	577.45	1,567.73
10102INT(TNUEV)	0.008	2.67	61.2	61	990.22	990.22	627.95	1,618.17
10103INT(TNUEV)	0.011	3.02	39.2	50.3	990.17	990.17	1,537.73	2,527.90
10104INT(TNUEV)	0.009	2.76	44.4	51.8	990.13	990.13	1,241.12	2,231.26
10105INT(TNUEV)	0.008	2.69	45.8	52.3	990.04	990.04	1,171.29	2,161.33
10106INT(TNUEV)	0.009	2.84	42.6	64.4	989.98	989.98	1,336.10	2,326.08
10107INT(TNUEV)	0.002	1.57	91	64.4	989.95	989.95	98.22	1,088.17
10108INT(TNUEV)	0.056	5.43	17.4	70	989.77	989.77	4,692.10	5,681.88
10109INT(TNUEV)	0.008	28.15	3,088.00	100	884.39	905.61	-855.75	28.64
10110INT(TNUEV)	0.009	12.51	941.7	100	884.42	905.56	-790.5	93.92

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal (L/s)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
CO-11 (TNUEV)	0.044	5.04	26	65.4	990.38	990.38	2,825.00	3,815.39
CO-12 (TNUEV)	0.082	6.28	19.1	65.4	990.39	990.39	4,191.42	5,181.81

Las tablas (Tabla 17 y Tabla 18) presentadas contienen lo siguiente:

- La columna 1 presenta el nombre por el cual se identifica el tramo de tubería en el modelo hidráulico de SewerGEMS.
- La columna 2 presenta la pendiente calculada para cada tramo de tubería.
- La columna 3 presenta la velocidad promedio del flujo en la tubería.
- La columna 4 presenta la relación entre el caudal que circula y capacidad total del tramo de la tubería.
- La columna 5 presenta la relación entre la altura del flujo y el diámetro interno.
- La columna 6 presenta el flujo máximo del conducto.
- La columna 7 presenta la capacidad de caudal que se tiene después de restar el caudal de diseño.
- La columna 8 presenta la capacidad total del tramo.

2.7. Simulaciones de Comportamiento Hidráulico del Año 2050

La Tabla 19 y Tabla 20 muestran los resultados de la simulación del escenario 2050 en un estado estático, evaluado condiciones extremas usando caudales proyectados.

Tabla 19

Resumen de resultados, del interceptor en el tramo antiguo, de las tuberías del año 2050.

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
1001INT(TANTI)	0.077	4.85	90.7	100	951.81	97.93	1,049.74
1002INT(TANTI)	0.019	4.85	182.7	100	951.81	-430.87	520.94
1003INT(TANTI)	0.013	4.85	225	100	951.81	-528.76	423.05
1004INT(TANTI)	0.017	4.85	196.1	100	951.81	-466.55	485.26
1005INT(TANTI)	0.019	4.85	184.6	100	951.81	-436.21	515.6

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
1006INT(TANTI)	0.012	4.85	226	100	951.81	-530.72	421.09
1007INT(TANTI)	0.013	4.85	218.1	100	951.81	-515.37	436.44
1008INT(TANTI)	0.02	3.37	109.2	100	951.81	-80	871.81
1009INT(TANTI)	0.157	3.37	39.1	100	951.81	1,480.77	2,432.58
1010INT(TANTI)	0.032	3.37	87	100	951.81	142.56	1,094.37
1011INT(TANTI)	0.027	3.37	95.1	100	951.81	48.63	1,000.44
1012INT(TANTI)	0.014	3.37	129.5	100	951.81	-216.82	734.99
1013INT(TANTI)	0.009	3.37	165.1	100	951.81	-375.38	576.43
1014INT(TANTI)	0.027	3.37	93.6	100	951.81	65.41	1,017.22
1015INT(TANTI)	0.007	3.37	181.7	100	951.81	-428.04	523.77
1016INT(TANTI)	0.018	3.37	114.7	100	951.81	-122	829.81
1017INT(TANTI)	0.016	3.37	121.8	100	951.81	-170.15	781.66
1018INT(TANTI)	0.027	3.37	93.6	100	951.81	65.03	1,016.84
1019INT(TANTI)	0.038	3.37	79.4	100	951.81	247.39	1,199.20
1020INT(TANTI)	0.013	3.37	137.7	100	951.81	-260.71	691.1
1021INT(TANTI)	0.019	3.37	113.3	100	951.81	-112.02	839.79
1022INT(TANTI)	0.006	3.37	195.7	100	951.81	-465.38	486.43
1025INT(TANTI)	0.022	3.37	104.5	100	951.81	-41.33	910.48
1026INT(TANTI)	0.013	3.37	133.7	100	951.81	-239.89	711.92
1027INT(TANTI)	0.014	3.37	132.1	100	951.81	-231.29	720.52
1028INT(TANTI)	0.015	3.37	125.3	100	951.81	-192.12	759.69
1029INT(TANTI)	0.012	3.37	139.3	100	951.81	-268.68	683.13
1030INT(TANTI)	0.008	3.37	175.3	100	951.81	-408.95	542.86
1031INT(TANTI)	0.016	3.37	121.5	100	951.81	-168.73	783.08
1032INT(TANTI)	0.009	3.37	160.6	100	951.81	-359.29	592.52
1033INT(TANTI)	0.013	3.37	137.9	100	951.81	-261.73	690.08
1034INT(TANTI)	0.041	3.37	76.1	100	951.81	298.31	1,250.12
1035INT(TANTI)	0.047	3.37	71.3	100	951.81	382.47	1,334.28
1036INT(TANTI)	0.063	3.37	61.6	100	951.81	593.87	1,545.68
1037INT(TANTI)	0.038	3.37	79.1	100	951.81	250.95	1,202.76
1038INT(TANTI)	0.016	3.37	121.6	100	951.81	-169.08	782.73
1039INT(TANTI)	0.005	3.37	227.6	100	951.81	-533.69	418.12
1040INT(TANTI)	0.01	3.37	153.1	100	951.81	-330.25	621.56
1041INT(TANTI)	0.015	3.37	125.3	100	951.81	-192.12	759.69
1042INT(TANTI)	0.011	3.37	148.7	99.6	951.81	-311.65	640.16
1045INT(TANTI)	0.008	2.64	79.8	71	951.81	241.5	1,193.31
1046INT(TANTI)	0.009	2.78	74.7	69.4	951.81	322.6	1,274.41

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
1047INT(TANTI)	0.016	3.46	41.1	55.2	951.81	1,364.54	2,316.35
1048INT(TANTI)	0.008	2.58	60.7	60.1	951.81	617.51	1,569.32
1049INT(TANTI)	0.009	2.82	54.1	58.2	951.81	806.53	1,758.34
1050INT(TANTI)	0.009	2.77	55.4	58.6	951.81	767.73	1,719.54
1051INT(TANTI)	0.038	4.71	27	54.1	951.81	2,576.21	3,528.02
1052INT(TANTI)	0.006	2.31	70.2	62.9	951.81	404.69	1,356.50
1053INT(TANTI)	0.008	2.67	58.1	59.4	951.81	685.88	1,637.69
1054INT(TANTI)	0.053	5.32	22.8	48.3	951.81	3,226.16	4,177.97
1055INT(TANTI)	0.022	3.84	35.7	52.7	951.81	1,712.03	2,663.84
1056INT(TANTI)	0.009	2.73	56.4	58.9	951.81	735.55	1,687.36
1057INT(TANTI)	0.014	3.24	44.9	55.5	951.81	1,166.97	2,118.78
1058INT(TANTI)	0.011	2.95	51	57.3	951.81	913.49	1,865.30
1059INT(TANTI)	0.007	2.52	62.8	69.7	951.81	563.64	1,515.45
1060INT(TANTI)	0.003	1.7	100.2	69.7	951.81	-1.9	949.91
1061INT(TANTI)	0.007	2.49	63.8	71.6	951.81	540.56	1,492.37
1062INT(TANTI)	0.006	2.29	70.7	89.6	951.81	394.56	1,346.37
1063INT(TANTI)	0.006	1.5	66.7	100	951.81	475.02	1,426.83
1064INT(TANTI)	0.005	2.31	118.4	89.8	1,471.53	-228.22	1,243.31
1065INT(TANTI)	0.008	2.86	91.7	87.3	1,471.53	132.54	1,604.07
1066INT(TANTI)	0.005	2.31	112.5	87.3	1,471.53	-163.64	1,307.89
1067INT(TANTI)	0.017	3.92	62.3	68.4	1,471.53	891.73	2,363.26
1068INT(TANTI)	0.032	4.98	45.4	63.4	1,471.53	1,772.11	3,243.64
1069INT(TANTI)	0.02	4.17	57.3	66.9	1,471.53	1,096.15	2,567.68
1070INT(TANTI)	0.009	3.08	84.3	75	1,471.53	273.96	1,745.49
1071INT(TANTI)	0.017	3.93	61.9	68.3	1,471.53	904.57	2,376.10
1072INT(TANTI)	0.008	2.93	89.1	76.6	1,471.53	179.38	1,650.91
1073INT(TANTI)	0.014	3.65	68.3	70.1	1,471.53	683.16	2,154.69
1074INT(TANTI)	0.01	3.2	80.4	87	1,471.53	359.18	1,830.71
1075INT(TANTI)	0.005	2.31	112.7	87	1,471.53	-166.23	1,305.30
1076INT(TANTI)	0.016	3.82	64.3	89.8	1,471.53	816.09	2,287.62
1077INT(TANTI)	0.006	2.31	101.2	100	1,471.53	-18.13	1,453.40
1078INT(TANTI)	0.003	1.87	117.6	86.8	1,471.53	-220.5	1,251.03
1079INT(TANTI)	0.015	3.7	50.8	85.4	1,471.53	1,422.88	2,894.41
CO-10 (TANTI)	0.01	3.37	154.9	100	951.81	-337.27	614.54
CO-5 (TANTI)	0.012	3.08	65.5	66.7	951.81	500.89	1,452.70

Tabla 20

Resumen de resultados, del interceptor en el tramo nuevo, de las tuberías del año 2050.

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10001INT(TNUEV)	0.011	3.69	164.8	100	1,044.23	-410.67	633.56
10002INT(TNUEV)	0.012	3.69	153	100	1,044.23	-361.7	682.53
10003INT(TNUEV)	0.034	3.69	92	100	1,044.23	90.71	1,134.94
10004INT(TNUEV)	0.02	3.69	118.9	100	1,044.23	-166.2	878.03
10005INT(TNUEV)	0.015	3.69	140.4	100	1,044.23	-300.36	743.87
10006INT(TNUEV)	0.017	3.69	132.2	100	1,044.23	-254.44	789.79
10007INT(TNUEV)	0.021	3.69	117.6	100	1,044.23	-156.16	888.07
10008INT(TNUEV)	0.018	3.69	126.1	100	1,044.23	-216.37	827.86
10009INT(TNUEV)	0.012	3.69	154.9	100	1,044.23	-369.95	674.28
10010INT(TNUEV)	0.016	3.69	135.3	100	1,044.23	-272.4	771.83
10011INT(TNUEV)	0.009	3.69	175.3	100	1,044.23	-448.41	595.82
10012INT(TNUEV)	0.014	3.69	142.8	100	1,044.23	-312.97	731.26
10013INT(TNUEV)	0.011	3.69	163	100	1,044.23	-403.57	640.66
10014INT(TNUEV)	0.014	3.69	142.6	100	1,044.23	-312.2	732.03
10015INT(TNUEV)	0.01	3.69	173.9	100	1,044.23	-443.82	600.41
10016INT(TNUEV)	0.019	3.69	122.4	100	1,044.23	-190.91	853.32
10017INT(TNUEV)	0.027	3.69	102.7	100	1,044.23	-27.9	1,016.33
10018INT(TNUEV)	0.009	3.69	183.5	100	1,044.23	-475.04	569.19
10019INT(TNUEV)	0.019	3.69	122.5	100	1,044.23	-191.98	852.25
10020INT(TNUEV)	0.014	3.69	144.9	100	1,044.23	-323.62	720.61
10021INT(TNUEV)	0.015	3.69	138.6	100	1,044.23	-290.7	753.53
10022INT(TNUEV)	0.014	3.69	144.2	100	1,044.23	-320.01	724.22
10023INT(TNUEV)	0.014	3.22	95.8	94.7	1,044.23	45.45	1,089.68
10024INT(TNUEV)	0.016	2.71	89.7	100	1,044.23	120.04	1,164.27
10025INT(TNUEV)	0.013	2.71	98.3	100	1,044.23	17.93	1,062.16
10026INT(TNUEV)	0.018	2.71	84.9	100	1,044.23	185.05	1,229.28
10027INT(TNUEV)	0.029	2.71	65.8	100	1,044.23	542.28	1,586.51
10028INT(TNUEV)	0.002	2.71	238.5	100	1,044.23	-606.32	437.91
10029INT(TNUEV)	0.007	2.71	135.2	100	1,044.23	-272.14	772.09
10030INT(TNUEV)	0.01	2.71	112.3	94.7	1,044.23	-114.52	929.71
10031INT(TNUEV)	0.018	3.62	84.1	79.8	1,044.23	197.55	1,241.78
10032INT(TNUEV)	0.038	4.84	58.2	73.4	1,044.23	750.59	1,794.82
10033INT(TNUEV)	0.04	4.97	56.1	77.3	1,044.23	816.09	1,860.32

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10034INT(TNUEV)	0.013	3.11	99.6	86	1,044.23	4.05	1,048.28
10035INT(TNUEV)	0.03	4.43	65.3	77.1	1,044.23	554.19	1,598.42
10036INT(TNUEV)	0.018	3.61	84.3	94.7	1,044.23	194.78	1,239.01
10037INT(TNUEV)	0.019	2.71	81.6	100	1,044.23	234.73	1,278.96
10038INT(TNUEV)	0.004	2.87	189.3	95.5	1,106.07	-521.73	584.34
10039INT(TNUEV)	0.029	4.44	70	95.5	1,106.07	473.24	1,579.31
10040INT(TNUEV)	0.008	2.87	131.4	100	1,106.07	-264.29	841.78
10041INT(TNUEV)	0.01	2.87	121.1	95.7	1,106.07	-193.03	913.04
10042INT(TNUEV)	0.02	3.86	59.4	68.2	1,106.07	756.42	1,862.49
10043INT(TNUEV)	0.02	3.9	58.7	68	1,106.07	777.26	1,883.33
10044INT(TNUEV)	0.019	3.76	61.4	68.8	1,106.07	694.58	1,800.65
10045INT(TNUEV)	0.016	3.57	65.8	69.6	1,106.07	575.92	1,681.99
10046INT(TNUEV)	0.008	2.71	92.3	77.9	1,106.07	91.88	1,197.95
10047INT(TNUEV)	0.012	3.22	75.1	72.8	1,106.07	367.68	1,473.75
10048INT(TNUEV)	0.022	4	56.8	67.8	1,106.07	841.88	1,947.95
10049INT(TNUEV)	0.012	3.21	75.4	80	1,106.07	360.06	1,466.13
10050INT(TNUEV)	0.007	2.57	97.7	80	1,106.07	25.68	1,131.75
10051INT(TNUEV)	0.009	2.77	89.9	84.6	1,106.07	124.88	1,230.95
10052INT(TNUEV)	0.006	2.34	106.2	84.6	1,106.07	-64.29	1,041.78
10053INT(TNUEV)	0.014	3.36	71.2	71.1	1,106.07	447.98	1,554.05
10054INT(TNUEV)	0.024	4.18	53.5	71.6	1,106.07	962.62	2,068.69
10055INT(TNUEV)	0.008	2.66	94.1	78.5	1,106.07	69.91	1,175.98
10056INT(TNUEV)	0.01	2.96	83.2	74.8	1,106.07	222.59	1,328.66
10057INT(TNUEV)	0.011	3.08	79.1	73.5	1,106.07	291.67	1,397.74
10058INT(TNUEV)	0.008	2.76	67.5	64.7	1,106.07	532.62	1,638.69
10059INT(TNUEV)	0.013	3.28	54.1	61.5	1,106.07	938.23	2,044.30
10060INT(TNUEV)	0.009	2.83	65.5	64.1	1,106.07	582.37	1,688.44
10061INT(TNUEV)	0.01	3.04	59.8	62.5	1,106.07	744.33	1,850.40
10062INT(TNUEV)	0.006	2.52	76	67.2	1,106.07	349.44	1,455.51
10063INT(TNUEV)	0.009	2.88	64.2	63.7	1,106.07	617.7	1,723.77
10064INT(TNUEV)	0.018	3.7	46	60	1,106.07	1,295.91	2,401.98
10065INT(TNUEV)	0.108	7.15	18.6	53.6	1,106.07	4,835.88	5,941.95
10066INT(TNUEV)	0.098	6.92	19.5	52.3	1,106.07	4,572.74	5,678.81
10067INT(TNUEV)	0.049	5.4	27.5	54.8	1,106.07	2,921.22	4,027.29
10068INT(TNUEV)	0.029	4.45	35.8	57.9	1,106.07	1,982.41	3,088.48
10069INT(TNUEV)	0.027	4.36	36.9	61	1,106.07	1,895.44	3,001.51
10070INT(TNUEV)	0.008	2.74	68.3	64.9	1,106.07	513.35	1,619.42

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10071INT(TNUEV)	0.009	2.9	63.5	63.5	1,106.07	636.43	1,742.50
10072INT(TNUEV)	0.011	3.15	57	61.7	1,106.07	833.4	1,939.47
10073INT(TNUEV)	0.009	2.86	64.6	63.9	1,106.07	606.42	1,712.49
10074INT(TNUEV)	0.011	3.14	57.2	61.7	1,106.07	829.12	1,935.19
10075INT(TNUEV)	0.009	2.85	65	64	1,106.07	595.8	1,701.87
10076INT(TNUEV)	0.01	3	60.7	62.7	1,106.07	715.34	1,821.41
10077INT(TNUEV)	0.007	2.61	72.5	69.8	1,106.07	418.71	1,524.78
10078INT(TNUEV)	0.009	2.91	66	64.8	1,142.76	587.66	1,730.42
10079INT(TNUEV)	0.011	3.11	60.4	63.2	1,142.76	748.56	1,891.32
10080INT(TNUEV)	0.009	2.89	66.5	65	1,142.76	575.6	1,718.36
10081INT(TNUEV)	0.011	3.09	61	63.4	1,142.76	731.27	1,874.03
10082INT(TNUEV)	0.009	2.91	65.8	64.8	1,142.76	594.65	1,737.41
10083INT(TNUEV)	0.009	2.91	65.9	64.8	1,142.76	591.98	1,734.74
10084INT(TNUEV)	0.017	3.71	47.9	60.9	1,142.76	1,240.67	2,383.43
10085INT(TNUEV)	0.011	3.07	61.6	64.4	1,142.76	712.5	1,855.26
10086INT(TNUEV)	0.006	2.4	83.8	70.2	1,142.76	221.19	1,363.95
10091INT(TNUEV)	0.02	3.88	45.1	59.1	1,142.76	1,389.73	2,532.49
10092INT(TNUEV)	0.014	3.46	52.7	62.3	1,142.76	1,027.47	2,170.23
10093INT(TNUEV)	0.008	2.77	70.1	66	1,142.76	487.22	1,629.98
10094INT(TNUEV)	0.009	2.89	66.4	64.9	1,142.76	579.21	1,721.97
10095INT(TNUEV)	0.011	3.1	60.8	63.3	1,142.76	735.79	1,878.55
10096INT(TNUEV)	0.009	2.86	67.5	65.3	1,142.76	551.23	1,693.99
10097INT(TNUEV)	0.009	2.94	65.1	64.6	1,142.76	611.83	1,754.59
10098INT(TNUEV)	0.008	2.8	69.1	65.7	1,142.76	510.94	1,653.70
10099INT(TNUEV)	0.009	2.83	68.3	65.5	1,142.76	530.01	1,672.77
10100INT(TNUEV)	0.012	3.24	57.4	62.3	1,142.76	847.3	1,990.06
10101INT(TNUEV)	0.007	2.69	72.9	66.9	1,142.76	424.97	1,567.73
10102INT(TNUEV)	0.008	2.76	70.6	66.2	1,142.76	475.41	1,618.17
10103INT(TNUEV)	0.011	3.14	45.2	54.4	1,142.76	1,385.14	2,527.90
10104INT(TNUEV)	0.009	2.86	51.2	56.1	1,142.76	1,088.50	2,231.26
10105INT(TNUEV)	0.008	2.79	52.9	56.6	1,142.76	1,018.57	2,161.33
10106INT(TNUEV)	0.009	2.95	49.1	70.4	1,142.76	1,183.32	2,326.08
10107INT(TNUEV)	0.002	1.57	105	70.4	1,142.76	-54.59	1,088.17
10108INT(TNUEV)	0.056	5.66	20.1	75.3	1,142.76	4,539.12	5,681.88
10109INT(TNUEV)	0.008	33.24	3,646.20	100	1,044.23	-1,015.59	28.64
10110INT(TNUEV)	0.009	14.77	1,111.80	100	1,044.23	-950.31	93.92
CO-11 (TNUEV)	0.044	5.24	30	54.3	1,142.76	2,672.63	3,815.39

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
CO-12 (TNUEV)	0.082	6.54	22.1	52.4	1,142.76	4,039.05	5,181.81

Las tablas (Tabla 19 y Tabla 20) presentadas contienen lo siguiente:

- La columna 1 presenta el nombre por el cual se identifica el tramo de tubería en el modelo hidráulico de SewerGEMS.
- La columna 2 presenta la pendiente calculada para cada tramo de tubería.
- La columna 3 presenta la velocidad promedio del flujo en la tubería.
- La columna 4 presenta la relación entre el caudal que circula y capacidad total del tramo de la tubería.
- La columna 5 presenta la relación entre la altura del flujo y el diámetro interno.
- La columna 6 presenta el flujo máximo del conducto.
- La columna 7 presenta la capacidad de caudal que se tiene después de restar el caudal de diseño.
- La columna 8 presenta la capacidad total del tramo.

La Tabla 21 y Tabla 22 muestran los resultados de la simulación del escenario 2050 en un estado de periodo extendido, es decir, evalúa su funcionamiento en condiciones donde se observa un llenado progresivo, temporal y sobrecargas en ciertas horas.

Tabla 21

Resumen de resultados, en la hora pico del interceptor en el tramo antiguo, de las tuberías del año 2050.

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal (L/s)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
1001INT(TANTI)	0.077	4.74	88.6	100	930.39	952.72	119.35	1,049.74
1002INT(TANTI)	0.019	4.74	178.7	100	930.68	952.24	-409.74	520.94
1003INT(TANTI)	0.013	4.74	220.1	100	931.27	951.25	-508.22	423.05
1004INT(TANTI)	0.017	4.77	192.9	100	936.03	943.32	-450.76	485.26

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal (L/s)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
1005INT(TANTI)	0.019	4.77	181.6	100	936.18	943.07	-420.58	515.6
1006INT(TANTI)	0.012	4.77	222.5	100	937.02	941.66	-515.93	421.09
1007INT(TANTI)	0.013	4.78	214.9	100	937.83	940.31	-501.39	436.44
1008INT(TANTI)	0.02	3.32	107.7	100	938.84	938.84	-67.03	871.81
1009INT(TANTI)	0.157	3.32	38.6	100	939.38	939.38	1,493.20	2,432.58
1010INT(TANTI)	0.032	3.32	85.8	100	939.41	939.41	154.96	1,094.37
1011INT(TANTI)	0.027	3.32	93.9	100	939.74	939.74	60.71	1,000.44
1012INT(TANTI)	0.014	3.33	127.9	100	940.16	940.16	-205.17	734.99
1013INT(TANTI)	0.009	3.33	163.4	100	942.14	942.14	-365.72	576.43
1014INT(TANTI)	0.027	3.34	92.7	100	943.42	943.42	73.8	1,017.22
1015INT(TANTI)	0.007	3.34	180.1	100	943.47	943.47	-419.71	523.77
1016INT(TANTI)	0.018	3.34	113.8	100	944.26	944.26	-114.45	829.81
1017INT(TANTI)	0.016	3.34	120.9	100	944.69	944.69	-163.02	781.66
1018INT(TANTI)	0.027	3.34	92.9	100	945.04	945.04	71.8	1,016.84
1019INT(TANTI)	0.038	3.34	78.8	100	945.4	945.4	253.79	1,199.20
1020INT(TANTI)	0.013	3.34	136.8	100	945.45	945.45	-254.36	691.1
1021INT(TANTI)	0.019	3.35	112.7	100	946.44	946.44	-106.65	839.79
1022INT(TANTI)	0.006	3.35	194.6	100	946.72	946.72	-460.29	486.43
1025INT(TANTI)	0.022	3.35	104.1	100	947.89	947.89	-37.41	910.48
1026INT(TANTI)	0.013	3.35	133.2	100	948.12	948.12	-236.2	711.92
1027INT(TANTI)	0.014	3.35	131.6	100	948.35	948.35	-227.83	720.52
1028INT(TANTI)	0.015	3.36	124.9	100	948.72	948.72	-189.03	759.69
1029INT(TANTI)	0.012	3.36	138.9	100	948.84	948.84	-265.71	683.13
1030INT(TANTI)	0.008	3.36	174.9	100	949.22	949.22	-406.36	542.86
1031INT(TANTI)	0.016	3.36	121.3	100	949.77	949.77	-166.69	783.08
1032INT(TANTI)	0.009	3.36	160.3	100	949.83	949.83	-357.32	592.52
1033INT(TANTI)	0.013	3.36	137.7	100	950.29	950.29	-260.22	690.08
1034INT(TANTI)	0.041	3.36	76	100	950.48	950.48	299.64	1,250.12
1035INT(TANTI)	0.047	3.36	71.2	100	950.5	950.5	383.78	1,334.28
1036INT(TANTI)	0.063	3.36	61.5	100	950.52	950.52	595.15	1,545.68
1037INT(TANTI)	0.038	3.36	79	100	950.54	950.54	252.21	1,202.76
1038INT(TANTI)	0.016	3.36	121.4	100	950.57	950.57	-167.83	782.73
1039INT(TANTI)	0.005	3.36	227.4	100	950.63	950.63	-532.51	418.12
1040INT(TANTI)	0.01	3.36	153	100	950.79	950.79	-329.23	621.56
1041INT(TANTI)	0.015	3.36	125.2	100	950.85	950.85	-191.15	759.69
1042INT(TANTI)	0.011	3.36	148.5	99.6	950.9	950.9	-310.75	640.16
1045INT(TANTI)	0.008	2.64	79.7	74.4	951.09	951.09	242.22	1,193.31

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal (L/s)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
1046INT(TANTI)	0.009	2.78	74.6	69.4	951.18	951.18	323.23	1,274.41
1047INT(TANTI)	0.016	3.46	41.1	64	951.25	951.25	1,365.10	2,316.35
1048INT(TANTI)	0.008	2.58	60.6	64	951.29	951.29	618.03	1,569.32
1049INT(TANTI)	0.009	2.82	54.1	64	951.36	951.36	806.98	1,758.34
1050INT(TANTI)	0.009	2.77	55.3	64.1	951.6	951.6	767.94	1,719.54
1051INT(TANTI)	0.038	4.71	27	64.1	951.74	951.74	2,576.28	3,528.02
1052INT(TANTI)	0.006	2.31	70.2	64.1	951.74	951.74	404.75	1,356.50
1053INT(TANTI)	0.008	2.67	58.1	64.1	951.88	951.88	685.81	1,637.69
1054INT(TANTI)	0.053	5.32	22.8	64.1	952.02	952.02	3,225.95	4,177.97
1055INT(TANTI)	0.022	3.84	35.7	64.1	952.04	952.04	1,711.80	2,663.84
1056INT(TANTI)	0.009	2.73	56.4	64.1	952.08	952.08	735.28	1,687.36
1057INT(TANTI)	0.014	3.24	44.9	64.1	952.18	952.18	1,166.61	2,118.78
1058INT(TANTI)	0.011	2.95	51	64.1	952.21	952.21	913.09	1,865.30
1059INT(TANTI)	0.007	2.52	62.8	69.7	952.25	952.25	563.2	1,515.45
1060INT(TANTI)	0.003	1.7	100.3	69.7	952.33	952.33	-2.41	949.91
1061INT(TANTI)	0.007	2.49	63.8	69.4	952.34	952.34	540.03	1,492.37
1062INT(TANTI)	0.006	2.3	70.7	87.4	952.35	952.35	394.02	1,346.37
1063INT(TANTI)	0.006	1.5	66.7	100	952.37	952.37	474.46	1,426.83
1064INT(TANTI)	0.005	2.3	117.5	89.7	1,460.39	1,460.39	-217.08	1,243.31
1065INT(TANTI)	0.008	2.86	91.2	86.8	1,463.42	1,463.42	140.65	1,604.07
1066INT(TANTI)	0.005	2.3	111.9	86.8	1,463.80	1,463.80	-155.91	1,307.89
1067INT(TANTI)	0.017	3.91	62	79.4	1,464.55	1,464.55	898.71	2,363.26
1068INT(TANTI)	0.032	4.97	45.2	79.5	1,465.21	1,465.21	1,778.43	3,243.64
1069INT(TANTI)	0.02	4.17	57.1	79.5	1,465.56	1,465.56	1,102.12	2,567.68
1070INT(TANTI)	0.009	3.07	84	79.5	1,466.45	1,466.45	279.05	1,745.49
1071INT(TANTI)	0.017	3.93	61.7	79.5	1,466.95	1,466.95	909.15	2,376.10
1072INT(TANTI)	0.008	2.93	88.9	79.5	1,467.56	1,467.56	183.35	1,650.91
1073INT(TANTI)	0.014	3.64	68.1	79.5	1,468.09	1,468.09	686.59	2,154.69
1074INT(TANTI)	0.01	3.2	80.2	86.9	1,468.40	1,468.40	362.31	1,830.71
1075INT(TANTI)	0.005	2.31	112.5	86.9	1,469.03	1,469.03	-163.73	1,305.30
1076INT(TANTI)	0.016	3.82	64.2	89.8	1,469.22	1,469.22	818.4	2,287.62
1077INT(TANTI)	0.006	2.31	101.1	100	1,469.36	1,469.36	-15.96	1,453.40
1078INT(TANTI)	0.003	1.87	117.5	86.7	1,469.61	1,469.61	-218.59	1,251.03
1079INT(TANTI)	0.015	3.7	50.8	85.4	1,469.80	1,469.80	1,424.61	2,894.41
CO-10 (TANTI)	0.01	3.35	154.2	100	947.72	947.72	-333.18	614.54
CO-5 (TANTI)	0.012	3.08	65.5	74.4	950.97	950.97	501.72	1,452.70

Tabla 22

Resumen de resultados, en la hora pico del interceptor en el tramo nuevo, de las tuberías del año 2050.

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal (L/s)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10001INT(TNUEV)	0.011	3.61	161.2	100	1,021.22	1,044.44	-387.66	633.56
10002INT(TNUEV)	0.012	3.62	149.9	100	1,023.22	1,041.10	-340.69	682.53
10003INT(TNUEV)	0.034	3.62	90.2	100	1,023.70	1,040.29	111.24	1,134.94
10004INT(TNUEV)	0.02	3.62	116.6	100	1,023.84	1,040.06	-145.81	878.03
10005INT(TNUEV)	0.015	3.63	137.8	100	1,025.36	1,037.52	-281.5	743.87
10006INT(TNUEV)	0.017	3.63	130.1	100	1,027.35	1,034.21	-237.56	789.79
10007INT(TNUEV)	0.021	3.64	115.8	100	1,027.96	1,033.19	-139.9	888.07
10008INT(TNUEV)	0.018	3.64	124.2	100	1,028.05	1,033.04	-200.2	827.86
10009INT(TNUEV)	0.012	3.64	152.5	100	1,028.49	1,032.32	-354.2	674.28
10010INT(TNUEV)	0.016	3.64	133.4	100	1,029.56	1,030.53	-257.73	771.83
10011INT(TNUEV)	0.009	3.64	172.9	100	1,030.06	1,030.06	-434.24	595.82
10012INT(TNUEV)	0.014	3.64	140.9	100	1,030.37	1,030.37	-299.11	731.26
10013INT(TNUEV)	0.011	3.64	160.9	100	1,030.57	1,030.57	-389.9	640.66
10014INT(TNUEV)	0.014	3.65	140.9	100	1,031.13	1,031.13	-299.09	732.03
10015INT(TNUEV)	0.01	3.65	171.8	100	1,031.54	1,031.54	-431.14	600.41
10016INT(TNUEV)	0.019	3.65	120.9	100	1,031.84	1,031.84	-178.52	853.32
10017INT(TNUEV)	0.027	3.65	101.5	100	1,031.92	1,031.92	-15.59	1,016.33
10018INT(TNUEV)	0.009	3.65	181.3	100	1,032.02	1,032.02	-462.83	569.19
10019INT(TNUEV)	0.019	3.65	121.1	100	1,032.49	1,032.49	-180.24	852.25
10020INT(TNUEV)	0.014	3.65	143.3	100	1,032.78	1,032.78	-312.17	720.61
10021INT(TNUEV)	0.015	3.65	137.1	100	1,033.35	1,033.35	-279.82	753.53
10022INT(TNUEV)	0.014	3.66	142.7	100	1,033.74	1,033.74	-309.53	724.22
10023INT(TNUEV)	0.014	3.22	94.9	89.2	1,034.44	1,034.44	55.24	1,089.68
10024INT(TNUEV)	0.016	3.42	88.9	94.6	1,034.88	1,034.88	129.39	1,164.27
10025INT(TNUEV)	0.013	2.69	97.5	100	1,035.46	1,035.46	26.7	1,062.16
10026INT(TNUEV)	0.018	2.69	84.3	100	1,035.94	1,035.94	193.34	1,229.28
10027INT(TNUEV)	0.029	2.69	65.3	100	1,036.70	1,036.70	549.81	1,586.51
10028INT(TNUEV)	0.002	2.69	236.7	100	1,036.73	1,036.73	-598.82	437.91
10029INT(TNUEV)	0.007	2.69	134.3	100	1,037.12	1,037.12	-265.03	772.09

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal (L/s)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10030INT(TNUEV)	0.01	2.7	111.6	94.6	1,037.55	1,037.55	-107.85	929.71
10031INT(TNUEV)	0.018	3.61	83.6	89.3	1,038.31	1,038.31	203.47	1,241.78
10032INT(TNUEV)	0.038	4.83	57.9	89.3	1,038.76	1,038.76	756.05	1,794.82
10033INT(TNUEV)	0.04	4.97	55.8	89.3	1,038.90	1,038.90	821.42	1,860.32
10034INT(TNUEV)	0.013	3.11	99.1	89.3	1,038.93	1,038.93	9.35	1,048.28
10035INT(TNUEV)	0.03	4.42	65	89.3	1,039.03	1,039.03	559.39	1,598.42
10036INT(TNUEV)	0.018	3.61	83.9	94.6	1,039.10	1,039.10	199.91	1,239.01
10037INT(TNUEV)	0.019	2.7	81.3	100	1,039.25	1,039.25	239.7	1,278.96
10038INT(TNUEV)	0.004	2.86	188.2	95.5	1,099.87	1,099.87	-515.53	584.34
10039INT(TNUEV)	0.029	4.44	69.7	95.5	1,100.18	1,100.18	479.13	1,579.31
10040INT(TNUEV)	0.008	2.86	130.7	100	1,100.41	1,100.41	-258.63	841.78
10041INT(TNUEV)	0.01	2.86	120.6	95.6	1,100.80	1,100.80	-187.76	913.04
10042INT(TNUEV)	0.02	3.86	59.1	79.8	1,101.02	1,101.02	761.46	1,862.49
10043INT(TNUEV)	0.02	3.89	58.5	79.8	1,101.24	1,101.24	782.09	1,883.33
10044INT(TNUEV)	0.019	3.76	61.2	79.8	1,101.45	1,101.45	699.21	1,800.65
10045INT(TNUEV)	0.016	3.57	65.5	79.8	1,101.64	1,101.64	580.34	1,681.99
10046INT(TNUEV)	0.008	2.7	92	79.8	1,102.14	1,102.14	95.81	1,197.95
10047INT(TNUEV)	0.012	3.22	74.8	79.8	1,102.57	1,102.57	371.18	1,473.75
10048INT(TNUEV)	0.022	4	56.6	79.8	1,102.71	1,102.71	845.24	1,947.95
10049INT(TNUEV)	0.012	3.2	75.2	79.8	1,102.83	1,102.83	363.31	1,466.13
10050INT(TNUEV)	0.007	2.57	97.5	79.9	1,103.41	1,103.41	28.34	1,131.75
10051INT(TNUEV)	0.009	2.77	89.7	84.4	1,103.70	1,103.70	127.25	1,230.95
10052INT(TNUEV)	0.006	2.34	106	84.4	1,103.94	1,103.94	-62.16	1,041.78
10053INT(TNUEV)	0.014	3.36	71.1	79.9	1,104.37	1,104.37	449.69	1,554.05
10054INT(TNUEV)	0.024	4.18	53.4	79.9	1,104.70	1,104.70	963.99	2,068.69
10055INT(TNUEV)	0.008	2.66	93.9	79.9	1,104.71	1,104.71	71.26	1,175.98
10056INT(TNUEV)	0.01	2.96	83.2	79.9	1,104.87	1,104.87	223.79	1,328.66
10057INT(TNUEV)	0.011	3.08	79.1	73.5	1,105.09	1,105.09	292.65	1,397.74
10058INT(TNUEV)	0.008	2.76	67.4	69.2	1,105.28	1,105.28	533.41	1,638.69
10059INT(TNUEV)	0.013	3.28	54.1	69.2	1,105.49	1,105.49	938.82	2,044.30
10060INT(TNUEV)	0.009	2.83	65.5	69.2	1,105.53	1,105.53	582.91	1,688.44
10061INT(TNUEV)	0.01	3.04	59.8	69.2	1,105.62	1,105.62	744.78	1,850.40
10062INT(TNUEV)	0.006	2.52	76	69.2	1,105.79	1,105.79	349.72	1,455.51
10063INT(TNUEV)	0.009	2.88	64.2	69.2	1,105.95	1,105.95	617.82	1,723.77
10064INT(TNUEV)	0.018	3.7	46	69.2	1,106.00	1,106.00	1,295.97	2,401.98
10065INT(TNUEV)	0.108	7.15	18.6	69.2	1,106.02	1,106.02	4,835.92	5,941.95
10066INT(TNUEV)	0.098	6.92	19.5	69.2	1,106.03	1,106.03	4,572.79	5,678.81

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal (L/s)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10067INT(TNUEV)	0.049	5.4	27.5	69.2	1,106.03	1,106.03	2,921.26	4,027.29
10068INT(TNUEV)	0.029	4.45	35.8	69.2	1,106.04	1,106.04	1,982.44	3,088.48
10069INT(TNUEV)	0.027	4.36	36.8	69.2	1,106.06	1,106.06	1,895.46	3,001.51
10070INT(TNUEV)	0.008	2.74	68.3	69.2	1,106.06	1,106.06	513.36	1,619.42
10071INT(TNUEV)	0.009	2.9	63.5	63.5	1,106.12	1,106.12	636.38	1,742.50
10072INT(TNUEV)	0.011	3.15	57	69.2	1,106.21	1,106.21	833.26	1,939.47
10073INT(TNUEV)	0.009	2.86	64.6	69.2	1,106.29	1,106.29	606.2	1,712.49
10074INT(TNUEV)	0.011	3.14	57.2	69.2	1,106.37	1,106.37	828.82	1,935.19
10075INT(TNUEV)	0.009	2.85	65	69.2	1,106.43	1,106.43	595.44	1,701.87
10076INT(TNUEV)	0.01	3	60.7	69.2	1,106.49	1,106.49	714.92	1,821.41
10077INT(TNUEV)	0.007	2.61	72.6	69.8	1,106.53	1,106.53	418.25	1,524.78
10078INT(TNUEV)	0.009	2.91	66	70.3	1,142.42	1,142.42	588	1,730.42
10079INT(TNUEV)	0.011	3.11	60.4	70.3	1,142.52	1,142.52	748.8	1,891.32
10080INT(TNUEV)	0.009	2.89	66.5	70.4	1,142.59	1,142.59	575.78	1,718.36
10081INT(TNUEV)	0.011	3.09	61	70.4	1,142.64	1,142.64	731.38	1,874.03
10082INT(TNUEV)	0.009	2.91	65.8	70.4	1,142.70	1,142.70	594.7	1,737.41
10083INT(TNUEV)	0.009	2.91	65.9	70.4	1,142.79	1,142.79	591.96	1,734.74
10084INT(TNUEV)	0.017	3.71	48	70.4	1,142.86	1,142.86	1,240.57	2,383.43
10085INT(TNUEV)	0.011	3.07	61.6	70.4	1,142.87	1,142.87	712.39	1,855.26
10086INT(TNUEV)	0.006	2.4	83.8	70.4	1,142.88	1,142.88	221.07	1,363.95
10091INT(TNUEV)	0.02	3.88	45.1	70.4	1,142.95	1,142.95	1,389.54	2,532.49
10092INT(TNUEV)	0.014	3.46	52.7	70.4	1,142.96	1,142.96	1,027.27	2,170.23
10093INT(TNUEV)	0.008	2.77	70.1	70.4	1,142.96	1,142.96	487.01	1,629.98
10094INT(TNUEV)	0.009	2.89	66.4	70.4	1,142.97	1,142.97	578.99	1,721.97
10095INT(TNUEV)	0.011	3.1	60.8	70.4	1,142.99	1,142.99	735.56	1,878.55
10096INT(TNUEV)	0.009	2.86	67.5	65.3	1,143.00	1,143.00	551	1,693.99
10097INT(TNUEV)	0.009	2.94	65.1	64.6	1,142.99	1,142.99	611.6	1,754.59
10098INT(TNUEV)	0.008	2.8	69.1	65.7	1,142.99	1,142.99	510.71	1,653.70
10099INT(TNUEV)	0.009	2.83	68.3	65.5	1,142.97	1,142.97	529.8	1,672.77
10100INT(TNUEV)	0.012	3.24	57.4	62.3	1,142.95	1,142.95	847.11	1,990.06
10101INT(TNUEV)	0.007	2.69	72.9	66.9	1,142.93	1,142.93	424.8	1,567.73
10102INT(TNUEV)	0.008	2.76	70.6	66.2	1,142.88	1,142.88	475.28	1,618.17
10103INT(TNUEV)	0.011	3.14	45.2	54.4	1,142.84	1,142.84	1,385.06	2,527.90
10104INT(TNUEV)	0.009	2.86	51.2	56.1	1,142.81	1,142.81	1,088.44	2,231.26
10105INT(TNUEV)	0.008	2.79	52.9	56.6	1,142.74	1,142.74	1,018.60	2,161.33
10106INT(TNUEV)	0.009	2.95	49.1	70.4	1,142.68	1,142.68	1,183.40	2,326.08
10107INT(TNUEV)	0.002	1.57	105	70.4	1,142.65	1,142.65	-54.48	1,088.17

LABEL	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal (L/s)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10108INT(TNUEV)	0.056	5.66	20.1	75.3	1,142.50	1,142.50	4,539.38	5,681.88
10109INT(TNUEV)	0.008	32.49	3,564.10	100	1,020.74	1,045.24	-992.1	28.64
10110INT(TNUEV)	0.009	14.44	1,086.80	100	1,020.77	1,045.19	-926.85	93.92
CO-11 (TNUEV)	0.044	5.24	30	70.4	1,142.93	1,142.93	2,672.45	3,815.39
CO-12 (TNUEV)	0.082	6.54	22.1	70.4	1,142.94	1,142.94	4,038.87	5,181.81

Las tablas (Tabla 21 y Tabla 22) presentadas contienen lo siguiente

- La columna 1 presenta el nombre por el cual se identifica el tramo de tubería en el modelo hidráulico de SewerGEMS.
- La columna 2 presenta la pendiente calculada para cada tramo de tubería.
- La columna 3 presenta la velocidad promedio del flujo en la tubería.
- La columna 4 presenta la relación entre el caudal que circula y capacidad total del tramo de la tubería.
- La columna 5 presenta la relación entre la altura del flujo y el diámetro interno.
- La columna 6 presenta el flujo máximo del conducto.
- La columna 7 presenta la capacidad de caudal que se tiene después de restar el caudal de diseño.
- La columna 8 presenta la capacidad total del tramo.

3. Capítulo III: Análisis de Resultados y Propuestas de Mejora

3.1. Identificación de Tramos Críticos del Interceptor

Para obtener un funcionamiento eficiente y sostenible de los interceptores del río Tomebamba, la identificación de tramos críticos en el modelo hidráulico es crucial. Con ayuda del software SewerGEMS se identificaron estos tramos críticos en dos escenarios 2025 y 2050 con distintos análisis de flujo. Un análisis de flujo estático y en periodo extendido.

La identificación de tramos se realiza a partir de resultados hidráulicos obtenidos de las simulaciones, los cuales tiene datos importantes como, caudales medios, máximos, pendientes,

velocidades, capacidad total del conducto, capacidad a sección llena en relación al caudal de diseño, entre otros. Con dichos resultados en objetivo es identificar tramos que presenten saturación, sobrecargas o situaciones no optimas de operación.

El análisis se centró en los tramos críticos con herramientas visuales y resultados tabulados, es decir, evaluando los resultados proporcionados por el software se utilizó la función de “Color Coding” asignando escalas de colores a parámetros como:

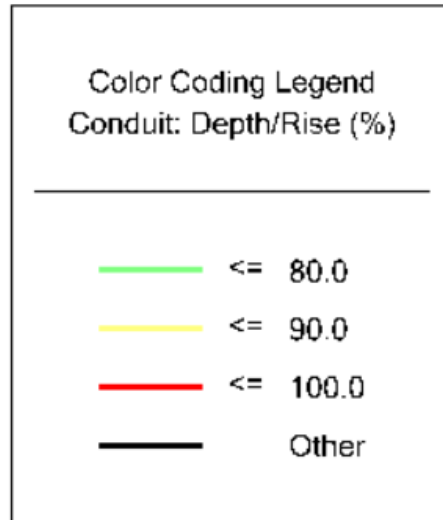
3.1.1. Calado (Depth / Rise) (%)

Representa la relación entre la altura de la lámina de agua y diámetro interior de la tubería, con el objetivo de evaluar si la tubería opera parcialmente llena o está saturada.

Se estableció tres rangos de funcionamiento en el software SewerGEMS, como se puede ver en la **Ilustración 20**, valores menores al 80% con un funcionamiento aceptable (Color verde), entre 80 % y 90 % como un funcionamiento en riesgo de saturación (Color amarillo) y por último entre 90% y 100% ya es un rango de funcionamiento con sobrecarga (Color rojo).

Ilustración 20

Leyenda de rangos correspondientes al calado en el software SewerGEMS.



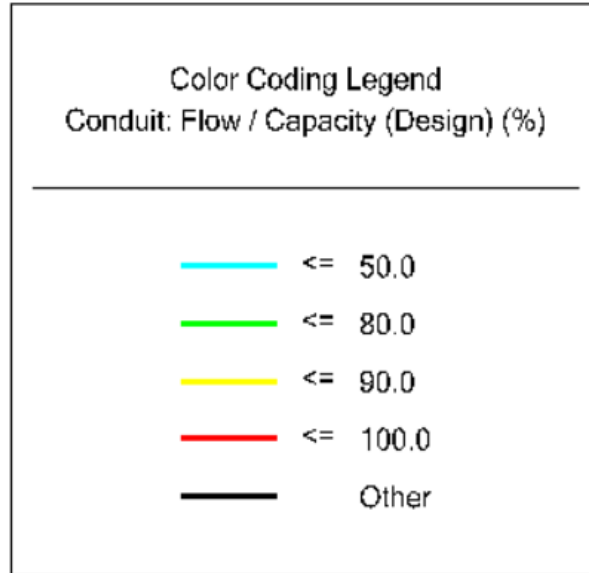
3.1.2. Caudal / Capacidad (%)

Representa la relación entre el caudal que circula y su capacidad total, evaluando si la tubería está sobredimensionada.

En el estudio se estableció que valores menores a 50 % como una tubería sobredimensionada (Color celeste), valores entre el 50 % y 80 % un rango ideal (Color verde), valores entre 80 % y 90 % un rango de alerta o riesgo (color amarillo) y por último 90 % a 100 % con sobrecarga (Color rojo).

Ilustración 21

Leyenda de rangos correspondientes a la relación entre caudal y capacidad en el software SewerGEMS.



3.2. Evaluación del Sistema

Para la evaluación del comportamiento de los interceptores frente a los caudales actuales y proyectados, se utilizó como referencia el parámetro del calado (Depth / Rise (%)).

Gracias a el uso de herramientas como la combinación de observación visual y análisis de resultados se logró con mayor facilidad la identificación de los conductos con problemas, usando el calado como indicador para determinar si el conducto se encuentra en rango ideal de funcionamiento, riesgo o en estado crítico.

También se realizó una hoja de cálculo de Excel que categoriza las tuberías por su tipo de funcionamiento que se pueden observar en los anexos del Anexo No. 2 al Anexo No. 5. Se procedió a clasificar las tuberías con tramos críticos y con niveles de riesgo para ser analizados con mayor profundidad, analizando sus valores numéricos y perfiles hidráulicos.

Luego de un análisis entre los escenarios del 2025 y 2050 se observó que el modelo hidráulico que se ejecuta en estado estático tiene las condiciones más críticas, sin embargo, en el modelo hidráulico con condiciones de periodo extendido se observó que no tiene mucha diferencia con el estado estático. A continuación, se presentan la identificación de tramos con niveles críticos y riesgo o alerta de funcionamiento de los escenarios más desfavorables (estado estático).

Tabla 23

Tuberías con nivel de calado crítico y en riesgo de colapso del interceptor en el tramo antiguo en el año 2025,

LABEL	Calado (%)	Crítico
1001INT(TANTI)	100	SI
1002INT(TANTI)	100	SI
1003INT(TANTI)	100	SI
1004INT(TANTI)	100	SI
1005INT(TANTI)	100	SI
1006INT(TANTI)	100	SI
1007INT(TANTI)	100	SI
1008INT(TANTI)	100	SI
1009INT(TANTI)	100	SI
1010INT(TANTI)	100	SI
1011INT(TANTI)	100	SI
1012INT(TANTI)	100	SI
1013INT(TANTI)	100	SI
1014INT(TANTI)	100	SI
1015INT(TANTI)	100	SI
1016INT(TANTI)	100	SI
1017INT(TANTI)	100	SI
1018INT(TANTI)	100	SI
1019INT(TANTI)	100	SI
1020INT(TANTI)	100	SI
1021INT(TANTI)	100	SI
1022INT(TANTI)	100	SI
1025INT(TANTI)	100	SI

LABEL	Calado (%)	Crítico
1026INT(TANTI)	100	SI
1027INT(TANTI)	100	SI
1028INT(TANTI)	100	SI
1029INT(TANTI)	100	SI
1030INT(TANTI)	100	SI
1031INT(TANTI)	100	SI
1032INT(TANTI)	100	SI
1033INT(TANTI)	96.7	SI
1034INT(TANTI)	80.5	RIESGO
1035INT(TANTI)	96.7	SI
1036INT(TANTI)	100	SI
1037INT(TANTI)	100	SI
1038INT(TANTI)	100	SI
1039INT(TANTI)	100	SI
1040INT(TANTI)	100	SI
1041INT(TANTI)	100	SI
1042INT(TANTI)	96.7	SI
1077INT(TANTI)	82.1	RIESGO
CO-10 (TANTI)	100	SI

Tabla 24

Tuberías con nivel de calado crítico y en riesgo de colapso del interceptor en el tramo nuevo en el año 2025.

LABEL	Calado (%)	Crítico
10001INT(TNUEV)	100	SI
10002INT(TNUEV)	100	SI
10003INT(TNUEV)	100	SI
10004INT(TNUEV)	100	SI
10005INT(TNUEV)	100	SI
10006INT(TNUEV)	100	SI
10007INT(TNUEV)	100	SI
10008INT(TNUEV)	100	SI
10009INT(TNUEV)	100	SI
10010INT(TNUEV)	100	SI

LABEL	Calado (%)	Crítico
10011INT(TNUEV)	100	SI
10012INT(TNUEV)	100	SI
10013INT(TNUEV)	100	SI
10014INT(TNUEV)	100	SI
10015INT(TNUEV)	100	SI
10016INT(TNUEV)	100	SI
10017INT(TNUEV)	100	SI
10018INT(TNUEV)	100	SI
10019INT(TNUEV)	100	SI
10020INT(TNUEV)	100	SI
10021INT(TNUEV)	100	SI
10022INT(TNUEV)	99.4	SI
10026INT(TNUEV)	92.4	SI
10027INT(TNUEV)	100	SI
10028INT(TNUEV)	100	SI
10029INT(TNUEV)	92.4	SI
10030INT(TNUEV)	82.2	RIESGO
10037INT(TNUEV)	92.4	SI
10038INT(TNUEV)	93.4	SI
10039INT(TNUEV)	93.4	SI
10040INT(TNUEV)	93.7	SI
10041INT(TNUEV)	87	RIESGO
10109INT(TNUEV)	100	SI
10110INT(TNUEV)	100	SI

Las tablas presentadas contienen:

- En la columna 1 el nombre del conducto (Tubería) en el modelo digital SewerGEMS.
- En la columna 2 calado en % de la tubería
- En la columna 3 una categorización del conducto en cuanto a un funcionamiento crítico.

Tabla 25

Tuberías con nivel de calado crítico y en riesgo de colapso del interceptor en el tramo antiguo en el año 2050.

LABEL	Calado (%)	Crítico
1001INT(TANTI)	100	SI
1002INT(TANTI)	100	SI
1003INT(TANTI)	100	SI
1004INT(TANTI)	100	SI
1005INT(TANTI)	100	SI
1006INT(TANTI)	100	SI
1007INT(TANTI)	100	SI
1008INT(TANTI)	100	SI
1009INT(TANTI)	100	SI
1010INT(TANTI)	100	SI
1011INT(TANTI)	100	SI
1012INT(TANTI)	100	SI
1013INT(TANTI)	100	SI
1014INT(TANTI)	100	SI
1015INT(TANTI)	100	SI
1016INT(TANTI)	100	SI
1017INT(TANTI)	100	SI
1018INT(TANTI)	100	SI
1019INT(TANTI)	100	SI
1020INT(TANTI)	100	SI
1021INT(TANTI)	100	SI
1022INT(TANTI)	100	SI
1025INT(TANTI)	100	SI
1026INT(TANTI)	100	SI
1027INT(TANTI)	100	SI
1028INT(TANTI)	100	SI
1029INT(TANTI)	100	SI
1030INT(TANTI)	100	SI
1031INT(TANTI)	100	SI
1032INT(TANTI)	100	SI
1033INT(TANTI)	100	SI
1034INT(TANTI)	100	SI
1035INT(TANTI)	100	SI
1036INT(TANTI)	100	SI
1037INT(TANTI)	100	SI
1038INT(TANTI)	100	SI
1039INT(TANTI)	100	SI

LABEL	Calado (%)	Crítico
1040INT(TANTI)	100	SI
1041INT(TANTI)	100	SI
1042INT(TANTI)	99.6	SI
1062INT(TANTI)	89.6	RIESGO
1063INT(TANTI)	100	SI
1064INT(TANTI)	89.8	RIESGO
1065INT(TANTI)	87.3	RIESGO
1066INT(TANTI)	87.3	RIESGO
1074INT(TANTI)	87	RIESGO
1075INT(TANTI)	87	RIESGO
1076INT(TANTI)	89.8	RIESGO
1077INT(TANTI)	100	SI
1078INT(TANTI)	86.8	RIESGO
1079INT(TANTI)	85.4	RIESGO
CO-10 (TANTI)	100	SI

Tabla 26

Tuberías con nivel de calado crítico y en riesgo de colapso del interceptor en el tramo nuevo en el año 2050.

LABEL	Calado (%)	Crítico
10001INT(TNUEV)	100	SI
10002INT(TNUEV)	100	SI
10003INT(TNUEV)	100	SI
10004INT(TNUEV)	100	SI
10005INT(TNUEV)	100	SI
10006INT(TNUEV)	100	SI
10007INT(TNUEV)	100	SI
10008INT(TNUEV)	100	SI
10009INT(TNUEV)	100	SI
10010INT(TNUEV)	100	SI
10011INT(TNUEV)	100	SI
10012INT(TNUEV)	100	SI
10013INT(TNUEV)	100	SI
10014INT(TNUEV)	100	SI

LABEL	Calado (%)	Crítico
10015INT(TNUEV)	100	SI
10016INT(TNUEV)	100	SI
10017INT(TNUEV)	100	SI
10018INT(TNUEV)	100	SI
10019INT(TNUEV)	100	SI
10020INT(TNUEV)	100	SI
10021INT(TNUEV)	100	SI
10022INT(TNUEV)	100	SI
10023INT(TNUEV)	94.7	SI
10024INT(TNUEV)	100	SI
10025INT(TNUEV)	100	SI
10026INT(TNUEV)	100	SI
10027INT(TNUEV)	100	SI
10028INT(TNUEV)	100	SI
10029INT(TNUEV)	100	SI
10030INT(TNUEV)	94.7	SI
10034INT(TNUEV)	86	RIESGO
10036INT(TNUEV)	94.7	SI
10037INT(TNUEV)	100	SI
10038INT(TNUEV)	95.5	SI
10039INT(TNUEV)	95.5	SI
10040INT(TNUEV)	100	SI
10041INT(TNUEV)	95.7	SI
10051INT(TNUEV)	84.6	RIESGO
10052INT(TNUEV)	84.6	RIESGO
10109INT(TNUEV)	100	SI
10110INT(TNUEV)	100	SI

Las tablas presentadas contienen:

- En la columna 1 el nombre del conducto (Tubería) en el modelo digital SewerGEMS.
- En la columna 2 calado en % de la tubería
- En la columna 3 una categorización del conducto en cuanto a un funcionamiento crítico.

Tabla 27

Sumatoria de la longitud de tuberías en estado crítico.

Estado	Tramo de interceptor	Escenario	Longitud crítica (m)
ESTATICO	Nuevo	2025	1089.9
	Antiguo	2025	2620.7
	Nuevo	2050	1597.1
	Antiguo	2050	2805.9

3.3. Comparación de las Condiciones del Interceptor entre el Año 2025 y 2050

El uso del “Color Coding” permitió la observación de cambios cromáticos en algunos tramos del interceptor, resaltando su cambio de tonalidades de un nivel de “RIESGO” a estado crítico en los escenarios 2025 y 2050. A continuación, en la Ilustración 22 e Ilustración 23 se puede observar que surgen presurizaciones en ciertos tramos que no lo estaban en el escenario del año 2025.

Ilustración 22

Vista en planta del modelo digital aplicado el parámetro de "Color Coding" en el escenario del año 2025.

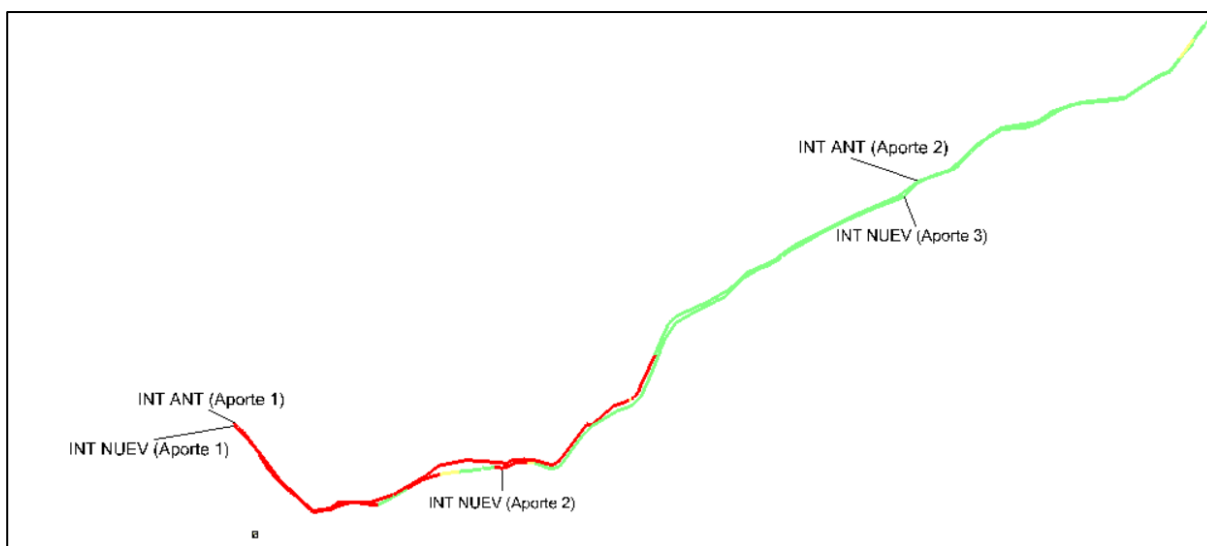
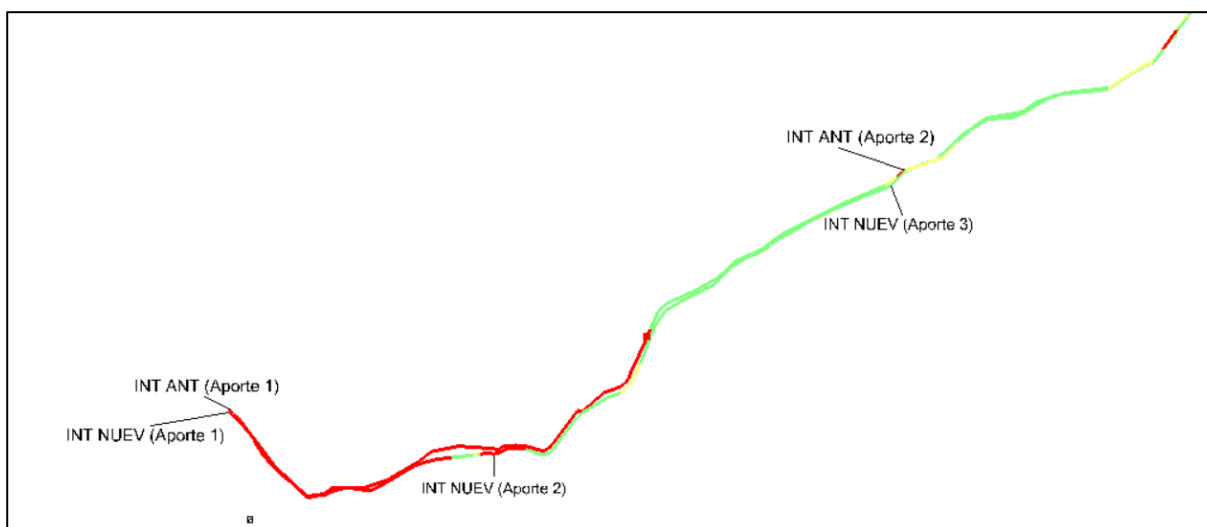


Ilustración 23

Vista en planta del modelo digital aplicado el parámetro de "Color Coding" en el escenario del año 2050.



Además, otra herramienta de apoyo fueron los perfiles hidráulicos generados a lo largo del interceptor cada 400 a 500 metros de longitud, con la función “Profile Series” del software SewerGEMS. La observación de estos perfiles permitió analizar el comportamiento del flujo evidenciando un cambio de flujo libre a condiciones de flujo presurizado pasando a tomar tomando

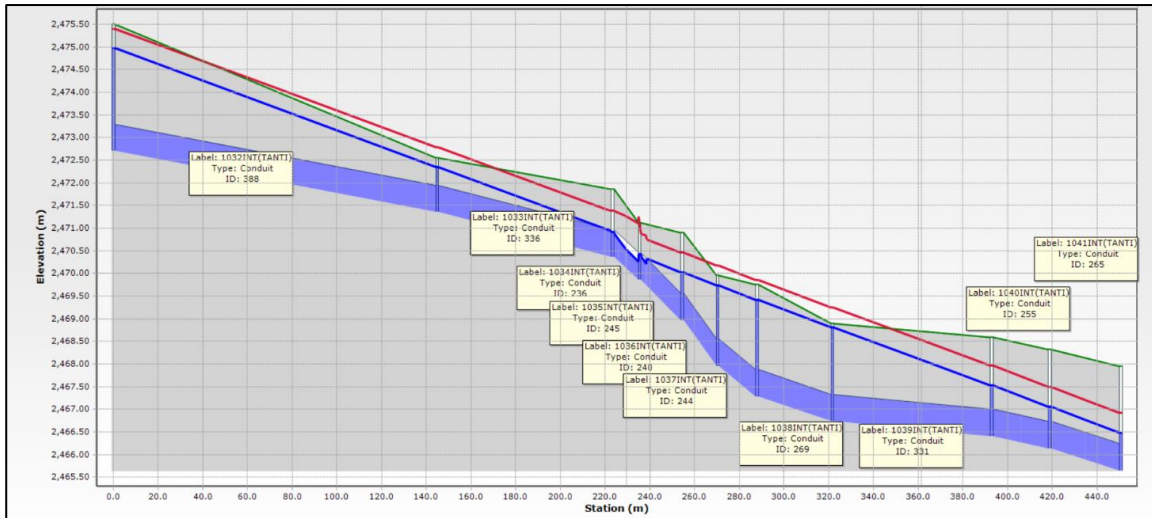
condiciones críticas, generando problemas, pérdida de capacidad hidráulica, reducción de su vida útil y desbordamientos en condiciones extremas.

La integración de los perfiles hidráulicos con los resultados de un análisis visual mediante “Color Coding” del parámetro Depth/Rise (%) proporciono una visualización eficiente y precisa del comportamiento hidráulico del interceptor sanitario, permitiendo no solo identificar tramos que funcionan en condiciones normales , sino también aquellos conductos que presentan un comportamiento “CRITICO” o en “RIESGO” lo cual es importante para la planificación técnica de futuras mejoras en la infraestructura del interceptor hidráulico.

La combinación de estas herramientas graficas de “Color Coding” del parámetro Depth/Rise (%) y la generación y análisis de perfiles, permite observar el comportamiento del interceptor sanitario de la manera más completa. Por lo que la identificación de conductos “CRÍTICOS” o en “RIESGO” es importante para la planeación de futuras mejoras en la infraestructura del interceptor hidráulico. Los perfiles hidráulicos generados en el software se presentan desde el Anexo No. 6 al Anexo No. 11.

Ilustración 24

Perfil 5 - TRAMO ANT 2025. Entre los pozos 4033MH(TANTI) - 4045MH(TANTI).



El análisis del perfil hidráulico generado por SewerGEMS nos permitió observar tramos presurizados, los cuales se observa a simple vista que la tubería está funcionando a sección llena, lo cual concuerda con los parámetros de Depth / Rise (%) obtenidos en las tablas de resultados. También podemos observar cambios de pendiente desde el conducto 1034INT (TANTI) al 1038INT (TANTI) provocando transiciones de flujo.

3.4. Propuestas de Mejora

3.4.1. Tecnologías de Drenaje Urbano Sostenible

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) representan una alternativa técnica eficaz para la gestión del agua lluvia en zonas urbanas en expansión. Estos sistemas conducen el drenaje natural del agua mediante elementos como pavimentos permeables, jardines pluviales, zanjas de infiltración y estanques de retención, facilitando así la infiltración directa del agua en el suelo natural. (Envirotech, 2022)

De esta manera, se reduce significativamente el volumen y velocidad del agua que ingresa a la red de alcantarillado, minimizando los riesgos de saturaciones y colapso en épocas de lluvias intensas.

La implementación de estos sistemas aporta múltiples beneficios técnicos y ambientales como disminuir considerablemente la presión sobre los colectores pluviales tradicionales y contribuye a la recarga natural de acuíferos. Además, promueve espacios urbanos verdes y mejora el paisaje, creando entornos más amigables y saludables para la comunidad, al tiempo que aumenta la resiliencia de las ciudades frente a fenómenos climáticos extremos.

3.4.2. Instalación de Estructuras de Alivio o By-pass

La instalación de estructuras de alivio o by-pass constituye una solución técnica efectiva para reducir problemas de saturación en redes de alcantarillado sanitario, especialmente en situaciones donde se presentan altos caudales durante lluvias intensas o sobrecargas hidráulicas puntuales. Estas estructuras funcionan derivando el exceso de agua desde puntos críticos hacia colectores auxiliares o tramos alternativos menos saturados, evitando así el colapso del sistema principal.

Adicionalmente, la incorporación de válvulas automáticas de alivio permite gestionar y regular con precisión los picos de caudal, activándose automáticamente cuando se supera cierto nivel crítico predefinido. Estas válvulas operan de manera autónoma y eficiente, evitando retrocesos indeseados de flujo, y facilitando un control hidráulico más eficiente del sistema. Su implementación debe basarse en estudios hidráulicos detallados, apoyados en software de simulación como SewerGEMS, asegurando así una planificación precisa y eficaz.

3.4.3. Modificación del Trazado o Pendiente

La modificación del trazado o pendiente del alcantarillado es una estrategia técnica orientada a optimizar el comportamiento hidráulico del sistema, incrementando la velocidad de flujo y reduciendo así la acumulación de sedimentos, grasas y residuos sólidos. Para ello, es necesario evaluar el diseño hidráulico actual mediante simulaciones numéricas, utilizando

software especializado como SewerGEMS, permitiendo identificar tramos con pendientes insuficientes o inadecuadas.

Una vez identificadas las zonas críticas, se realizan intervenciones específicas, como la profundización o elevación de ciertos tramos de la red, a fin de lograr una pendiente hidráulica óptima. Este ajuste técnico facilita la autolimpieza natural de las tuberías, mejora el rendimiento hidráulico global y disminuye significativamente el riesgo de saturación y colapso en eventos de alta demanda o lluvias intensas.

3.4.4. Incremento de Capacidad Hidráulica (redimensionamiento)

Una de las soluciones técnicas comúnmente aplicadas frente a la saturación de tramos de alcantarillado es el incremento de la capacidad hidráulica mediante el redimensionamiento de la infraestructura existente. Esto implica la sustitución de tuberías por otras de mayor diámetro en los tramos críticos previamente identificados a través del modelo digital, con el objetivo de permitir un mayor transporte de caudal y mejorar las condiciones de flujo.

Complementariamente, se contempla la construcción de nuevos pozos de inspección o el aumento del diámetro de pozos existentes, de manera que se facilite la entrada, tránsito y aireación del flujo en condiciones más eficientes.

Si bien esta alternativa puede representar una solución viable y efectiva en el corto y mediano plazo, su alcance es limitado. El aumento de diámetros permite aliviar temporalmente la presión sobre la red, especialmente ante escenarios actuales de sobredemanda o eventos de lluvia intensa. No obstante, no garantiza una solución definitiva al problema de saturación, ya que, con el crecimiento progresivo de la población y el aumento de áreas urbanizadas, es probable que en algunos años vuelva a presentarse una condición de insuficiencia hidráulica.

Por ello, una estrategia más sostenible a largo plazo consiste en la implementación de un sistema de alcantarillado paralelo al existente. Este nuevo colector, diseñado con base en la demanda futura proyectada, permitiría descongestionar el flujo del interceptor actual, distribuyendo la carga hidráulica de manera más equilibrada. Además, brinda la posibilidad de incorporar tecnologías modernas, sistemas separativos y estructuras de control que eleven la eficiencia general del sistema. Así, el redimensionamiento puede considerarse como una medida de transición, mientras se gestiona el diseño y construcción de un colector complementario que garantice la capacidad hidráulica adecuada para los próximos años.

3.4.5. Redimensionamiento de Conductos

Luego de una revisión de propuestas de mejora con el objetivo de operar el modelo hidráulico bajo condiciones de flujo aceptables, además de un comportamiento eficiente y funcional, se optó por el redimensionamiento de los tramos identificados previamente como “CRITICOS” o en “RIESGO”; incrementando los diámetros en las tuberías. Este redimensionamiento se aplicó en el escenario del año 2050 en un estado estático.

Con los criterios técnicos explicados anteriormente para la identificación de tramos críticos, se procedió al redimensionamiento de los conductos realizado directamente en los parámetros físicos del software SewerGEMS. Los conductos con comportamientos “CRITICOS” y en “RIESGO” se les asignaron nuevos diámetros según las Tabla 23 - 26. A continuación las longitudes totales de rediseño con sus diámetros respectivos.

Tabla 28

Resumen de la longitud de tubería redimensionada del tramo antiguo del interceptor.

Tramo antiguo del interceptor	
Diámetro (mm)	Longitud (m)

800	2703.00
1000	264.10
1200	289.80
Total	3256.90

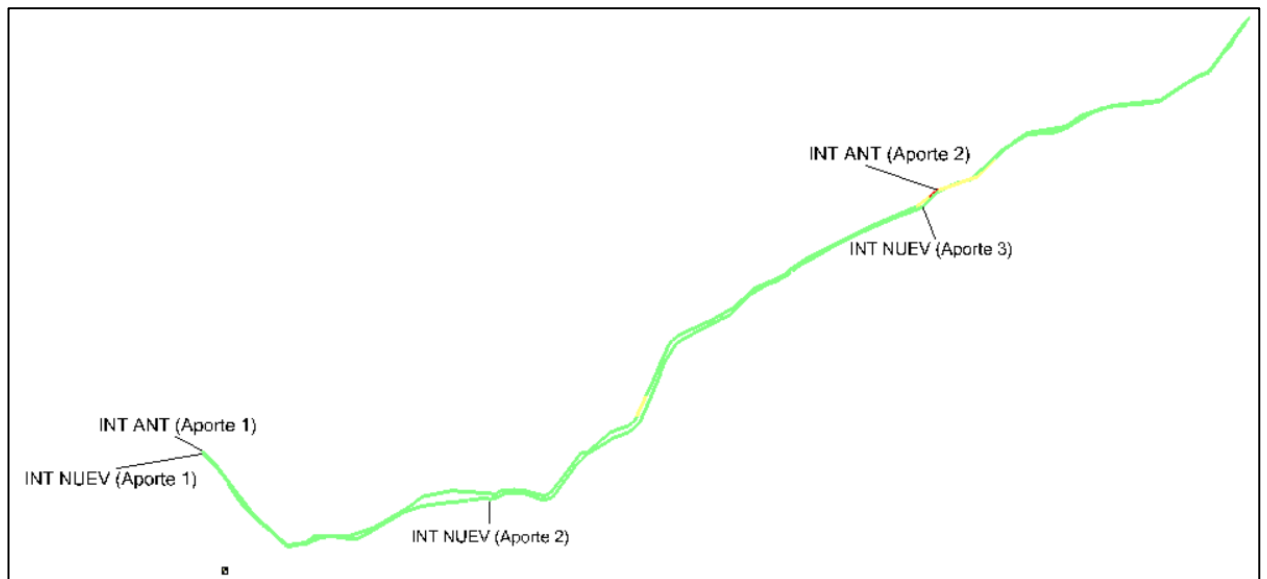
Tabla 29

Resumen de la longitud de tubería redimensionada del tramo nuevo del interceptor.

Tramo nuevo del interceptor	
Diámetro (mm)	Longitud (m)
800	1519.70
900	1156.30
Total	2676.00

Ilustración 25

Vista en planta del modelo digital aplicando el redimensionamiento de tuberías en el escenario del año 2050 en un estado estático.



Los resultados referentes al modelo hidráulico con el redimensionamiento propuesto se los puede visualizar en el Anexo No. 12 y Anexo No. 13, además la tabla de resultados de los conductos con sus respectivos pozos y diámetros en el Anexo No. 14 y Anexo No. 15.

Los cambios realizados en el Tramo Antiguo desde el pozo 4001MH(TANTI) hasta 4045MH(TANTI) con un diámetro de 800 mm, desde el pozo 4079MH(TANTI) hasta 4082MH(TANTI) con un diámetro de 1000 mm y desde el pozo 4082MH(TANTI) hasta 4086MH(TANTI) con un diámetro de 1200 mm. En el Tramo Nuevo desde el pozo 4001MH(TANTI) hasta 4039MH(TANTI) con un diámetro de 800 mm y desde el pozo 4039MH(TANTI) hasta 4060MH(TANTI) con un diámetro de 900 mm.

Se logró una mejora significativa en el comportamiento del modelo hidráulico, comprobando la eficiencia del software SewerGEMS como una herramienta útil para el rediseño y mejora de sistemas de alcantarillado.

4. Conclusiones

Como resultado del presente estudio, se llevó a cabo la modelación y evaluación hidráulica del interceptor sanitario del río Tomebamba comprendido entre el Puente Todos Santos y la unión con el río Machángara, utilizando el software especializado SewerGEMS. El análisis permitió caracterizar el comportamiento del sistema en condiciones actuales, evidenciando su capacidad de transporte ante los caudales proyectados. El interceptor está conformado por dos tramos: uno denominado “Nuevo”, con una longitud de 5.95 kilómetros y 109 pozos de inspección; y otro denominado “Antiguo”, con una longitud de 5.94 kilómetros y 79 pozos existentes. La integración de ambos tramos en el modelo permitió identificar los puntos críticos del sistema y evaluar su desempeño hidráulico, lo cual constituye un insumo fundamental para la toma de decisiones técnicas orientadas a su optimización y adaptación futura frente a escenarios de crecimiento poblacional y variabilidad climática.

En el desarrollo del capítulo uno se consolidó la recopilación y procesamiento de la información base necesaria para la construcción del modelo hidráulico del interceptor sanitario,

empleando herramientas como ArcGIS para el tratamiento geoespacial, Excel para la organización y análisis de datos, y SewerGEMS para la simulación hidráulica. Esta integración de datos permitió estructurar adecuadamente la red modelada. Adicionalmente, se incorporó un análisis demográfico detallado, presentado en el capítulo dos, que facilitó la asignación de caudales en puntos estratégicos de la red, estableciendo escenarios en los años 2025 y 2050. Como resultado de esta evaluación, se calculó el caudal de descarga de 2266.29 lts/s para el año 2025 y 2614.29 lts/s para el año 2050, considerando que el escenario más desfavorable es en estado estático, valores fundamentales para la evaluación de la capacidad hidráulica del sistema y su planificación a futuro.

En el capítulo dos se presentan los resultados obtenidos a partir de las simulaciones hidráulicas correspondientes a los escenarios de los años 2025 y 2050, elaboradas mediante el modelo construido en SewerGEMS.

Para el año 2025, en el tramo antiguo del interceptor, se identificó una longitud de tuberías en estado crítico de 2.62 kilómetros en total, comprendido en un primer tramo desde el pozo 4001MH(TANTI) hasta el pozo 4036MH(TANTI) y en otro tramo desde el pozo 4037MH(TANTI) hasta el pozo 4045MH(TANTI). Y en el tramo nuevo del interceptor, se identificó de una longitud de tuberías en estado crítico de 1.09 kilómetros en total, comprendido en un primer tramo desde el pozo 4001MH(TNUEV) hasta el pozo 4026MH(TNUEV), en un segundo tramo desde el pozo 4029MH(TNUEV) hasta el pozo 4033MH(TNUEV) y un último tramo desde el pozo 4040MH(TNUEV) hasta el pozo 4045MH(TNUEV), mientras que para el año 2050, la longitud de tuberías en estado crítico se incrementa a 2.81 kilómetros, en el tramo antiguo interceptor y en el tramo nuevo interceptor se incrementa a 1.60 kilómetros.

Estos hallazgos evidencian una evolución desfavorable en el comportamiento del sistema, lo cual refuerza la pertinencia de este estudio, especialmente considerando que el interceptor se

encuentra próximo al final de su vida útil proyectada según los criterios de diseño original. Además, se constató que el aumento de caudales con respecto a los valores iniciales de diseño se debe a una expansión del sistema, producto de la prolongación del interceptor del río Yanuncay hasta el sector de Victoria del Portete, área que no fue contemplada en los estudios iniciales, generando una carga adicional que compromete el funcionamiento hidráulico previsto. Esta condición subraya la necesidad de actualizar los modelos de planificación y prever soluciones técnicas.

En el capítulo tres se plantean diversas alternativas de mejora para optimizar el funcionamiento hidráulico del interceptor sanitario. Entre las acciones propuestas, se incluye el redimensionamiento de los tramos críticos identificados, mediante el incremento de los diámetros de tubería con el objetivo de garantizar la capacidad de conducción ante los caudales proyectados. Como resultado del análisis, se determinó la necesidad de sustituir 2.68 kilómetros de tubería en el tramo nuevo, implementando diámetros de 800 mm y 900 mm, por otro lado, en el tramo antiguo se ve la necesidad de sustituir 3.26 kilómetros de tubería, implementando diámetros de 900 mm, 1000 mm y 1200 mm, según las condiciones hidráulicas específicas de cada segmento. Con un total de 5.93 kilómetros de tubería que se debe remplazar. Estas medidas permitirán mitigar el riesgo de sobrecargas en el sistema y prolongar su vida útil operativa.

5. Recomendaciones

Se recomienda considerar los resultados del presente estudio como base técnica para la planificación y ejecución progresiva de la sustitución de los tramos de colectores existentes, priorizando aquellos que presentan condiciones críticas de operación. En este sentido, se sugiere que ETAPA EP implemente un cronograma de obras que permita, de manera escalonada, mejorar la capacidad y funcionalidad del sistema sanitario de la ciudad de Cuenca.

Dado que los primeros tramos del interceptor analizado han sido identificados como segmentos con comportamientos hidráulicos críticos, se recomienda ejecutar planes de mantenimiento continuo y monitoreo periódico mientras se gestiona la construcción de un nuevo interceptor que responda a las futuras demandas de la red.

Se recomienda mantener actualizados los modelos digitales de los interceptores en el software SewerGEMS, incorporando información reciente sobre expansión urbana, crecimiento poblacional y variabilidad climática. Esta práctica permitirá anticipar posibles afectaciones al sistema y evaluar escenarios de funcionamiento con mayor precisión durante los próximos 25 años.

6. Bibliografía

Bentley. (28 de Abril de 2025). *Bentley*. Obtenido de Bentley: https://bentleysystems.service-now.com/community?id=kb_article_view&sysparm_article=KB0057108

Cando, F. A. (2012). *LAS AGUAS SERVIDAS Y SU INCIDENCIA EN LAS SALUBRIDAD DE OS HABITANTES DEL BARRIO PILACOTO DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA DEL CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI*. Latacunga.

Comisión Nacional del Agua. (s.f.). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario*. México, México: Autor.

Cualla, R. A. (1995). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillado*. Bogotá: Centro Editorial, Escuela Colombiana de Ingeniería.

EMAAP-Q. (2009). *NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO*. Quito.

Envirotech. (1 de Enero de 2022). *Envirotech*. Obtenido de Envirotech: https://envirotechgt.com/2024/07/30/top-5-soluciones-innovadoras-para-la-captacion-de-agua-de-lluvia-en-proyectos-inmobiliarios-y-comerciales/?utm_source=chatgpt.com

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (1 de Enero de 2025). *El Nuevo Ecuador*. Obtenido de El Nuevo Ecuador: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>

Metcalf & Eddy, Inc. (1995). *Ingeniería de aguas residuales: Tratamiento, vertido y reutilización (3.a ed., Vol. 1)*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España.

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (s.f. de s.f. de s.f.). NORMA CO 10.7 - 602 - REVISIÓN. *Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable*,

Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural. Quito, Pichincha,
Ecuador: Autor.

SAGUAPAC. (16 de Diciembre de 2022). *Diferencias entre Alcantarillado Sanitario y
Alcantarillado Pluvial.* Obtenido de SAGUAPAC:

[https://www.saguapac.com.bo/diferencias-entre-alcantarillado-sanitario-y-alcantarillado-
pluvial/](https://www.saguapac.com.bo/diferencias-entre-alcantarillado-sanitario-y-alcantarillado-pluvial/)

Torres-Degró, A. (2011). *Tasas de crecimiento poblacional (r): Una mirada desde el modelo
matemático lineal, geométrico y exponencial.* Puerto Rico: CIDEdigital.

7. Anexos

Anexo No. 1: *Tabla de factores de la curva de variación horaria.*

HORAS	FACTOR
0	0.55
1	0.45
2	0.42
3	0.47
4	0.54
5	0.62
6	0.7
7	0.78
8	0.87
9	0.97
10	1.1
11	1.23
12	1.28
13	1.25
14	1.2
15	1.08
16	0.96
17	0.84
18	0.74
19	0.67
20	0.62
21	0.58
22	0.55
23	0.51

Anexo No. 2: *Identificación de conductos en estado crítico en el escenario 2025 en estado estático.*

LABEL	Calado (%)	CRITICO
Tramo antiguo del interceptor		
1001INT(TANTI)	100	SI
1002INT(TANTI)	100	SI

LABEL	Calado (%)	CRITICO
1003INT(TANTI)	100	SI
1004INT(TANTI)	100	SI
1005INT(TANTI)	100	SI
1006INT(TANTI)	100	SI
1007INT(TANTI)	100	SI
1008INT(TANTI)	100	SI
1009INT(TANTI)	100	SI
1010INT(TANTI)	100	SI
1011INT(TANTI)	100	SI
1012INT(TANTI)	100	SI
1013INT(TANTI)	100	SI
1014INT(TANTI)	100	SI
1015INT(TANTI)	100	SI
1016INT(TANTI)	100	SI
1017INT(TANTI)	100	SI
1018INT(TANTI)	100	SI
1019INT(TANTI)	100	SI
1020INT(TANTI)	100	SI
1021INT(TANTI)	100	SI
1022INT(TANTI)	100	SI
1025INT(TANTI)	100	SI
1026INT(TANTI)	100	SI
1027INT(TANTI)	100	SI
1028INT(TANTI)	100	SI
1029INT(TANTI)	100	SI
1030INT(TANTI)	100	SI
1031INT(TANTI)	100	SI
1032INT(TANTI)	100	SI
1033INT(TANTI)	96.7	SI
1034INT(TANTI)	80.5	RIESGO
1035INT(TANTI)	96.7	SI
1036INT(TANTI)	100	SI
1037INT(TANTI)	100	SI
1038INT(TANTI)	100	SI
1039INT(TANTI)	100	SI
1040INT(TANTI)	100	SI
1041INT(TANTI)	100	SI

LABEL	Calado (%)	CRITICO
1042INT(TANTI)	96.7	SI
1045INT(TANTI)	65.2	NO
1046INT(TANTI)	63.9	NO
1047INT(TANTI)	51	NO
1048INT(TANTI)	55.5	NO
1049INT(TANTI)	53.8	NO
1050INT(TANTI)	54.1	NO
1051INT(TANTI)	50	NO
1052INT(TANTI)	57.9	NO
1053INT(TANTI)	54.9	NO
1054INT(TANTI)	44.8	NO
1055INT(TANTI)	48.8	NO
1056INT(TANTI)	54.4	NO
1057INT(TANTI)	51.4	NO
1058INT(TANTI)	53	NO
1059INT(TANTI)	64.1	NO
1060INT(TANTI)	64.1	NO
1061INT(TANTI)	56.3	NO
1062INT(TANTI)	58	NO
1063INT(TANTI)	72	NO
1064INT(TANTI)	79.4	NO
1065INT(TANTI)	77.1	NO
1066INT(TANTI)	77.1	NO
1067INT(TANTI)	63.3	NO
1068INT(TANTI)	59	NO
1069INT(TANTI)	62.1	NO
1070INT(TANTI)	68.9	NO
1071INT(TANTI)	63.3	NO
1072INT(TANTI)	70.2	NO
1073INT(TANTI)	64.9	NO
1074INT(TANTI)	77.2	NO
1075INT(TANTI)	77.2	NO
1076INT(TANTI)	63.9	NO
1077INT(TANTI)	82.1	RIESGO
1078INT(TANTI)	77.7	NO
1079INT(TANTI)	78.8	NO
CO-10 (TANTI)	100	SI

LABEL	Calado (%)	CRITICO
CO-5 (TANTI)	61.6	NO
Tramo nuevo del interceptor		
10001INT(TNUEV)	100	SI
10002INT(TNUEV)	100	SI
10003INT(TNUEV)	100	SI
10004INT(TNUEV)	100	SI
10005INT(TNUEV)	100	SI
10006INT(TNUEV)	100	SI
10007INT(TNUEV)	100	SI
10008INT(TNUEV)	100	SI
10009INT(TNUEV)	100	SI
10010INT(TNUEV)	100	SI
10011INT(TNUEV)	100	SI
10012INT(TNUEV)	100	SI
10013INT(TNUEV)	100	SI
10014INT(TNUEV)	100	SI
10015INT(TNUEV)	100	SI
10016INT(TNUEV)	100	SI
10017INT(TNUEV)	100	SI
10018INT(TNUEV)	100	SI
10019INT(TNUEV)	100	SI
10020INT(TNUEV)	100	SI
10021INT(TNUEV)	100	SI
10022INT(TNUEV)	99.4	SI
10023INT(TNUEV)	77.2	NO
10024INT(TNUEV)	75.5	NO
10025INT(TNUEV)	77.8	NO
10026INT(TNUEV)	92.4	SI
10027INT(TNUEV)	100	SI
10028INT(TNUEV)	100	SI
10029INT(TNUEV)	92.4	SI
10030INT(TNUEV)	82.2	RIESGO
10031INT(TNUEV)	74	NO
10032INT(TNUEV)	68.5	NO
10033INT(TNUEV)	72.3	NO
10034INT(TNUEV)	79.2	NO
10035INT(TNUEV)	71.9	NO

LABEL	Calado (%)	CRITICO
10036INT(TNUEV)	74.9	NO
10037INT(TNUEV)	92.4	SI
10038INT(TNUEV)	93.4	SI
10039INT(TNUEV)	93.4	SI
10040INT(TNUEV)	93.7	SI
10041INT(TNUEV)	87	RIESGO
10042INT(TNUEV)	63.1	NO
10043INT(TNUEV)	62.9	NO
10044INT(TNUEV)	63.6	NO
10045INT(TNUEV)	64.4	NO
10046INT(TNUEV)	71.2	NO
10047INT(TNUEV)	67.2	NO
10048INT(TNUEV)	62.8	NO
10049INT(TNUEV)	66.8	NO
10050INT(TNUEV)	72.6	NO
10051INT(TNUEV)	75.1	NO
10052INT(TNUEV)	75.1	NO
10053INT(TNUEV)	65.7	NO
10054INT(TNUEV)	66.3	NO
10055INT(TNUEV)	71.6	NO
10056INT(TNUEV)	68.8	NO
10057INT(TNUEV)	67.7	NO
10058INT(TNUEV)	59.6	NO
10059INT(TNUEV)	56.8	NO
10060INT(TNUEV)	59.1	NO
10061INT(TNUEV)	57.7	NO
10062INT(TNUEV)	61.8	NO
10063INT(TNUEV)	58.8	NO
10064INT(TNUEV)	55.5	NO
10065INT(TNUEV)	49.6	NO
10066INT(TNUEV)	48.3	NO
10067INT(TNUEV)	50.6	NO
10068INT(TNUEV)	53.5	NO
10069INT(TNUEV)	56.4	NO
10070INT(TNUEV)	59.8	NO
10071INT(TNUEV)	58.6	NO
10072INT(TNUEV)	57	NO

LABEL	Calado (%)	CRITICO
10073INT(TNUEV)	58.9	NO
10074INT(TNUEV)	57	NO
10075INT(TNUEV)	59	NO
10076INT(TNUEV)	57.9	NO
10077INT(TNUEV)	64.9	NO
10078INT(TNUEV)	59.8	NO
10079INT(TNUEV)	58.4	NO
10080INT(TNUEV)	59.9	NO
10081INT(TNUEV)	58.5	NO
10082INT(TNUEV)	59.7	NO
10083INT(TNUEV)	59.8	NO
10084INT(TNUEV)	56.3	NO
10085INT(TNUEV)	59.5	NO
10086INT(TNUEV)	64.3	NO
10091INT(TNUEV)	54.6	NO
10092INT(TNUEV)	57.6	NO
10093INT(TNUEV)	60.8	NO
10094INT(TNUEV)	59.9	NO
10095INT(TNUEV)	58.5	NO
10096INT(TNUEV)	60.2	NO
10097INT(TNUEV)	59.6	NO
10098INT(TNUEV)	60.6	NO
10099INT(TNUEV)	60.4	NO
10100INT(TNUEV)	57.6	NO
10101INT(TNUEV)	61.5	NO
10102INT(TNUEV)	61	NO
10103INT(TNUEV)	50.3	NO
10104INT(TNUEV)	51.8	NO
10105INT(TNUEV)	52.3	NO
10106INT(TNUEV)	64.5	NO
10107INT(TNUEV)	64.5	NO
10108INT(TNUEV)	70	NO
10109INT(TNUEV)	100	SI
10110INT(TNUEV)	100	SI
CO-11 (TNUEV)	50.3	NO
CO-12 (TNUEV)	48.5	NO

Anexo No. 3: *Identificación de conductos en estado crítico en el escenario 2025 en estado de periodo extendido.*

LABEL	Calado (%)	CRITICO
Tramo antiguo del interceptor		
1001INT(TANTI)	100	SI
1002INT(TANTI)	100	SI
1003INT(TANTI)	100	SI
1004INT(TANTI)	100	SI
1005INT(TANTI)	100	SI
1006INT(TANTI)	100	SI
1007INT(TANTI)	100	SI
1008INT(TANTI)	100	SI
1009INT(TANTI)	100	SI
1010INT(TANTI)	100	SI
1011INT(TANTI)	100	SI
1012INT(TANTI)	100	SI
1013INT(TANTI)	100	SI
1014INT(TANTI)	100	SI
1015INT(TANTI)	100	SI
1016INT(TANTI)	100	SI
1017INT(TANTI)	100	SI
1018INT(TANTI)	100	SI
1019INT(TANTI)	100	SI
1020INT(TANTI)	100	SI
1021INT(TANTI)	100	SI
1022INT(TANTI)	100	SI
1025INT(TANTI)	100	SI
1026INT(TANTI)	100	SI
1027INT(TANTI)	100	SI
1028INT(TANTI)	100	SI
1029INT(TANTI)	100	SI
1030INT(TANTI)	100	SI
1031INT(TANTI)	100	SI
1032INT(TANTI)	100	SI
1033INT(TANTI)	96.7	SI
1034INT(TANTI)	93.3	SI
1035INT(TANTI)	96.7	SI

LABEL	Calado (%)	CRITICO
1036INT(TANTI)	100	SI
1037INT(TANTI)	100	SI
1038INT(TANTI)	100	SI
1039INT(TANTI)	100	SI
1040INT(TANTI)	100	SI
1041INT(TANTI)	100	SI
1042INT(TANTI)	96.7	SI
1045INT(TANTI)	69.2	NO
1046INT(TANTI)	63.9	NO
1047INT(TANTI)	59.5	NO
1048INT(TANTI)	59.5	NO
1049INT(TANTI)	59.5	NO
1050INT(TANTI)	59.5	NO
1051INT(TANTI)	59.5	NO
1052INT(TANTI)	59.5	NO
1053INT(TANTI)	59.5	NO
1054INT(TANTI)	59.5	NO
1055INT(TANTI)	59.5	NO
1056INT(TANTI)	59.5	NO
1057INT(TANTI)	59.5	NO
1058INT(TANTI)	59.5	NO
1059INT(TANTI)	64.2	NO
1060INT(TANTI)	64.2	NO
1061INT(TANTI)	59.5	NO
1062INT(TANTI)	59.5	NO
1063INT(TANTI)	71.6	NO
1064INT(TANTI)	78.9	NO
1065INT(TANTI)	76.8	NO
1066INT(TANTI)	76.8	NO
1067INT(TANTI)	74.2	NO
1068INT(TANTI)	74.2	NO
1069INT(TANTI)	74.2	NO
1070INT(TANTI)	74.2	NO
1071INT(TANTI)	74.2	NO
1072INT(TANTI)	74.3	NO
1073INT(TANTI)	74.3	NO
1074INT(TANTI)	77.1	NO
1075INT(TANTI)	77.1	NO

LABEL	Calado (%)	CRITICO
1076INT(TANTI)	74.3	NO
1077INT(TANTI)	82	RIESGO
1078INT(TANTI)	77.7	NO
1079INT(TANTI)	78.8	NO
CO-10 (TANTI)	100	SI
CO-5 (TANTI)	69.2	NO
Tramo nuevo del interceptor		
10001INT(TNUEV)	100	SI
10002INT(TNUEV)	100	SI
10003INT(TNUEV)	100	SI
10004INT(TNUEV)	100	SI
10005INT(TNUEV)	100	SI
10006INT(TNUEV)	100	SI
10007INT(TNUEV)	100	SI
10008INT(TNUEV)	100	SI
10009INT(TNUEV)	100	SI
10010INT(TNUEV)	100	SI
10011INT(TNUEV)	100	SI
10012INT(TNUEV)	100	SI
10013INT(TNUEV)	100	SI
10014INT(TNUEV)	100	SI
10015INT(TNUEV)	100	SI
10016INT(TNUEV)	100	SI
10017INT(TNUEV)	100	SI
10018INT(TNUEV)	100	SI
10019INT(TNUEV)	100	SI
10020INT(TNUEV)	100	SI
10021INT(TNUEV)	100	SI
10022INT(TNUEV)	99.2	SI
10023INT(TNUEV)	84.4	RIESGO
10024INT(TNUEV)	84.4	RIESGO
10025INT(TNUEV)	84.4	RIESGO
10026INT(TNUEV)	92.2	SI
10027INT(TNUEV)	100	SI
10028INT(TNUEV)	100	SI
10029INT(TNUEV)	92.3	SI
10030INT(TNUEV)	84.5	RIESGO
10031INT(TNUEV)	84.5	RIESGO

LABEL	Calado (%)	CRITICO
10032INT(TNUEV)	84.6	RIESGO
10033INT(TNUEV)	84.6	RIESGO
10034INT(TNUEV)	84.6	RIESGO
10035INT(TNUEV)	84.6	RIESGO
10036INT(TNUEV)	84.6	RIESGO
10037INT(TNUEV)	92.3	SI
10038INT(TNUEV)	93.3	SI
10039INT(TNUEV)	93.3	SI
10040INT(TNUEV)	93.4	SI
10041INT(TNUEV)	86.6	RIESGO
10042INT(TNUEV)	74.5	NO
10043INT(TNUEV)	74.5	NO
10044INT(TNUEV)	74.5	NO
10045INT(TNUEV)	74.5	NO
10046INT(TNUEV)	74.5	NO
10047INT(TNUEV)	74.6	NO
10048INT(TNUEV)	74.6	NO
10049INT(TNUEV)	74.6	NO
10050INT(TNUEV)	74.6	NO
10051INT(TNUEV)	75	NO
10052INT(TNUEV)	75	NO
10053INT(TNUEV)	74.6	NO
10054INT(TNUEV)	74.6	NO
10055INT(TNUEV)	74.6	NO
10056INT(TNUEV)	74.6	NO
10057INT(TNUEV)	67.7	NO
10058INT(TNUEV)	64.3	NO
10059INT(TNUEV)	64.3	NO
10060INT(TNUEV)	64.3	NO
10061INT(TNUEV)	64.3	NO
10062INT(TNUEV)	64.3	NO
10063INT(TNUEV)	64.3	NO
10064INT(TNUEV)	64.3	NO
10065INT(TNUEV)	64.3	NO
10066INT(TNUEV)	64.3	NO
10067INT(TNUEV)	64.3	NO
10068INT(TNUEV)	64.3	NO
10069INT(TNUEV)	64.3	NO

LABEL	Calado (%)	CRITICO
10070INT(TNUEV)	64.3	NO
10071INT(TNUEV)	64.3	NO
10072INT(TNUEV)	64.3	NO
10073INT(TNUEV)	64.3	NO
10074INT(TNUEV)	64.3	NO
10075INT(TNUEV)	64.3	NO
10076INT(TNUEV)	64.3	NO
10077INT(TNUEV)	64.8	NO
10078INT(TNUEV)	65.4	NO
10079INT(TNUEV)	65.4	NO
10080INT(TNUEV)	65.4	NO
10081INT(TNUEV)	65.4	NO
10082INT(TNUEV)	65.4	NO
10083INT(TNUEV)	65.4	NO
10084INT(TNUEV)	65.4	NO
10085INT(TNUEV)	65.4	NO
10086INT(TNUEV)	65.4	NO
10091INT(TNUEV)	65.4	NO
10092INT(TNUEV)	65.4	NO
10093INT(TNUEV)	65.4	NO
10094INT(TNUEV)	65.4	NO
10095INT(TNUEV)	58.5	NO
10096INT(TNUEV)	60.2	NO
10097INT(TNUEV)	59.6	NO
10098INT(TNUEV)	60.6	NO
10099INT(TNUEV)	60.4	NO
10100INT(TNUEV)	57.6	NO
10101INT(TNUEV)	61.5	NO
10102INT(TNUEV)	61	NO
10103INT(TNUEV)	50.3	NO
10104INT(TNUEV)	51.8	NO
10105INT(TNUEV)	52.3	NO
10106INT(TNUEV)	64.4	NO
10107INT(TNUEV)	64.4	NO
10108INT(TNUEV)	70	NO
10109INT(TNUEV)	100	SI
10110INT(TNUEV)	100	SI
CO-11 (TNUEV)	65.4	NO

LABEL	Calado (%)	CRITICO
CO-12 (TNUEV)	65.4	NO

Anexo No. 4: *Identificación de conductos en estado crítico en el escenario 2050 en estado estático.*

LABEL	Calado (%)	CRITICO
Tramo antiguo del interceptor		
1001INT(TANTI)	100	SI
1002INT(TANTI)	100	SI
1003INT(TANTI)	100	SI
1004INT(TANTI)	100	SI
1005INT(TANTI)	100	SI
1006INT(TANTI)	100	SI
1007INT(TANTI)	100	SI
1008INT(TANTI)	100	SI
1009INT(TANTI)	100	SI
1010INT(TANTI)	100	SI
1011INT(TANTI)	100	SI
1012INT(TANTI)	100	SI
1013INT(TANTI)	100	SI
1014INT(TANTI)	100	SI
1015INT(TANTI)	100	SI
1016INT(TANTI)	100	SI
1017INT(TANTI)	100	SI
1018INT(TANTI)	100	SI
1019INT(TANTI)	100	SI
1020INT(TANTI)	100	SI
1021INT(TANTI)	100	SI
1022INT(TANTI)	100	SI
1025INT(TANTI)	100	SI
1026INT(TANTI)	100	SI
1027INT(TANTI)	100	SI
1028INT(TANTI)	100	SI
1029INT(TANTI)	100	SI

1030INT(TANTI)	100	SI
1031INT(TANTI)	100	SI
1032INT(TANTI)	100	SI
1033INT(TANTI)	100	SI
1034INT(TANTI)	100	SI
1035INT(TANTI)	100	SI
1036INT(TANTI)	100	SI
1037INT(TANTI)	100	SI
1038INT(TANTI)	100	SI
1039INT(TANTI)	100	SI
1040INT(TANTI)	100	SI
1041INT(TANTI)	100	SI
1042INT(TANTI)	99.6	SI
1045INT(TANTI)	71	NO
1046INT(TANTI)	69.4	NO
1047INT(TANTI)	55.2	NO
1048INT(TANTI)	60.1	NO
1049INT(TANTI)	58.2	NO
1050INT(TANTI)	58.6	NO
1051INT(TANTI)	54.1	NO
1052INT(TANTI)	62.9	NO
1053INT(TANTI)	59.4	NO
1054INT(TANTI)	48.3	NO
1055INT(TANTI)	52.7	NO
1056INT(TANTI)	58.9	NO
1057INT(TANTI)	55.5	NO
1058INT(TANTI)	57.3	NO
1059INT(TANTI)	69.7	NO
1060INT(TANTI)	69.7	NO
1061INT(TANTI)	71.6	NO
1062INT(TANTI)	89.6	RIESGO
1063INT(TANTI)	100	SI
1064INT(TANTI)	89.8	RIESGO
1065INT(TANTI)	87.3	RIESGO
1066INT(TANTI)	87.3	RIESGO
1067INT(TANTI)	68.4	NO
1068INT(TANTI)	63.4	NO
1069INT(TANTI)	66.9	NO
1070INT(TANTI)	75	NO
1071INT(TANTI)	68.3	NO

1072INT(TANTI)	76.6	NO
1073INT(TANTI)	70.1	NO
1074INT(TANTI)	87	RIESGO
1075INT(TANTI)	87	RIESGO
1076INT(TANTI)	89.8	RIESGO
1077INT(TANTI)	100	SI
1078INT(TANTI)	86.8	RIESGO
1079INT(TANTI)	85.4	RIESGO
CO-10 (TANTI)	100	SI
CO-5 (TANTI)	66.7	NO
Tramo nuevo del interceptor		
10001INT(TNUEV)	100	SI
10002INT(TNUEV)	100	SI
10003INT(TNUEV)	100	SI
10004INT(TNUEV)	100	SI
10005INT(TNUEV)	100	SI
10006INT(TNUEV)	100	SI
10007INT(TNUEV)	100	SI
10008INT(TNUEV)	100	SI
10009INT(TNUEV)	100	SI
10010INT(TNUEV)	100	SI
10011INT(TNUEV)	100	SI
10012INT(TNUEV)	100	SI
10013INT(TNUEV)	100	SI
10014INT(TNUEV)	100	SI
10015INT(TNUEV)	100	SI
10016INT(TNUEV)	100	SI
10017INT(TNUEV)	100	SI
10018INT(TNUEV)	100	SI
10019INT(TNUEV)	100	SI
10020INT(TNUEV)	100	SI
10021INT(TNUEV)	100	SI
10022INT(TNUEV)	100	SI
10023INT(TNUEV)	94.7	SI
10024INT(TNUEV)	100	SI
10025INT(TNUEV)	100	SI
10026INT(TNUEV)	100	SI
10027INT(TNUEV)	100	SI
10028INT(TNUEV)	100	SI
10029INT(TNUEV)	100	SI

10030INT(TNUEV)	94.7	SI
10031INT(TNUEV)	79.8	NO
10032INT(TNUEV)	73.4	NO
10033INT(TNUEV)	77.3	NO
10034INT(TNUEV)	86	RIESGO
10035INT(TNUEV)	77.1	NO
10036INT(TNUEV)	94.7	SI
10037INT(TNUEV)	100	SI
10038INT(TNUEV)	95.5	SI
10039INT(TNUEV)	95.5	SI
10040INT(TNUEV)	100	SI
10041INT(TNUEV)	95.7	SI
10042INT(TNUEV)	68.2	NO
10043INT(TNUEV)	68	NO
10044INT(TNUEV)	68.8	NO
10045INT(TNUEV)	69.6	NO
10046INT(TNUEV)	77.9	NO
10047INT(TNUEV)	72.8	NO
10048INT(TNUEV)	67.8	NO
10049INT(TNUEV)	80	NO
10050INT(TNUEV)	80	NO
10051INT(TNUEV)	84.6	RIESGO
10052INT(TNUEV)	84.6	RIESGO
10053INT(TNUEV)	71.1	NO
10054INT(TNUEV)	71.6	NO
10055INT(TNUEV)	78.5	NO
10056INT(TNUEV)	74.8	NO
10057INT(TNUEV)	73.5	NO
10058INT(TNUEV)	64.7	NO
10059INT(TNUEV)	61.5	NO
10060INT(TNUEV)	64.1	NO
10061INT(TNUEV)	62.5	NO
10062INT(TNUEV)	67.2	NO
10063INT(TNUEV)	63.7	NO
10064INT(TNUEV)	60	NO
10065INT(TNUEV)	53.6	NO
10066INT(TNUEV)	52.3	NO
10067INT(TNUEV)	54.8	NO
10068INT(TNUEV)	57.9	NO
10069INT(TNUEV)	61	NO

10070INT(TNUEV)	64.9	NO
10071INT(TNUEV)	63.5	NO
10072INT(TNUEV)	61.7	NO
10073INT(TNUEV)	63.9	NO
10074INT(TNUEV)	61.7	NO
10075INT(TNUEV)	64	NO
10076INT(TNUEV)	62.7	NO
10077INT(TNUEV)	69.8	NO
10078INT(TNUEV)	64.8	NO
10079INT(TNUEV)	63.2	NO
10080INT(TNUEV)	65	NO
10081INT(TNUEV)	63.4	NO
10082INT(TNUEV)	64.8	NO
10083INT(TNUEV)	64.8	NO
10084INT(TNUEV)	60.9	NO
10085INT(TNUEV)	64.4	NO
10086INT(TNUEV)	70.2	NO
10091INT(TNUEV)	59.1	NO
10092INT(TNUEV)	62.3	NO
10093INT(TNUEV)	66	NO
10094INT(TNUEV)	64.9	NO
10095INT(TNUEV)	63.3	NO
10096INT(TNUEV)	65.3	NO
10097INT(TNUEV)	64.6	NO
10098INT(TNUEV)	65.7	NO
10099INT(TNUEV)	65.5	NO
10100INT(TNUEV)	62.3	NO
10101INT(TNUEV)	66.9	NO
10102INT(TNUEV)	66.2	NO
10103INT(TNUEV)	54.4	NO
10104INT(TNUEV)	56.1	NO
10105INT(TNUEV)	56.6	NO
10106INT(TNUEV)	70.4	NO
10107INT(TNUEV)	70.4	NO
10108INT(TNUEV)	75.3	NO
10109INT(TNUEV)	100	SI
10110INT(TNUEV)	100	SI
CO-11 (TNUEV)	54.3	NO
CO-12 (TNUEV)	52.4	NO

Anexo No. 5: *Identificación de conductos en estado crítico en el escenario 2050 en estado de periodo extendido.*

LABEL	Calado (%)	CRITICO
Tramo antiguo del interceptor		
1001INT(TANTI)	100	SI
1002INT(TANTI)	100	SI
1003INT(TANTI)	100	SI
1004INT(TANTI)	100	SI
1005INT(TANTI)	100	SI
1006INT(TANTI)	100	SI
1007INT(TANTI)	100	SI
1008INT(TANTI)	100	SI
1009INT(TANTI)	100	SI
1010INT(TANTI)	100	SI
1011INT(TANTI)	100	SI
1012INT(TANTI)	100	SI
1013INT(TANTI)	100	SI
1014INT(TANTI)	100	SI
1015INT(TANTI)	100	SI
1016INT(TANTI)	100	SI
1017INT(TANTI)	100	SI
1018INT(TANTI)	100	SI
1019INT(TANTI)	100	SI
1020INT(TANTI)	100	SI
1021INT(TANTI)	100	SI
1022INT(TANTI)	100	SI
1025INT(TANTI)	100	SI
1026INT(TANTI)	100	SI
1027INT(TANTI)	100	SI
1028INT(TANTI)	100	SI
1029INT(TANTI)	100	SI
1030INT(TANTI)	100	SI
1031INT(TANTI)	100	SI
1032INT(TANTI)	100	SI
1033INT(TANTI)	100	SI
1034INT(TANTI)	100	SI

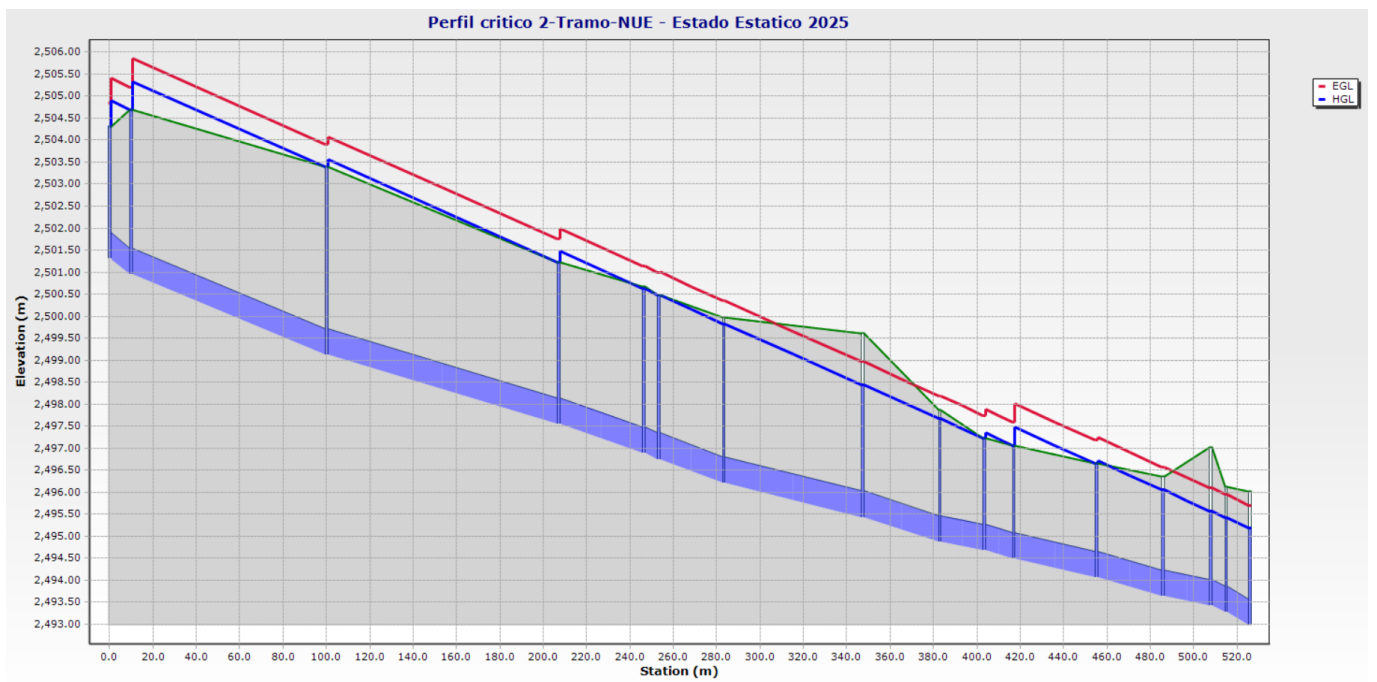
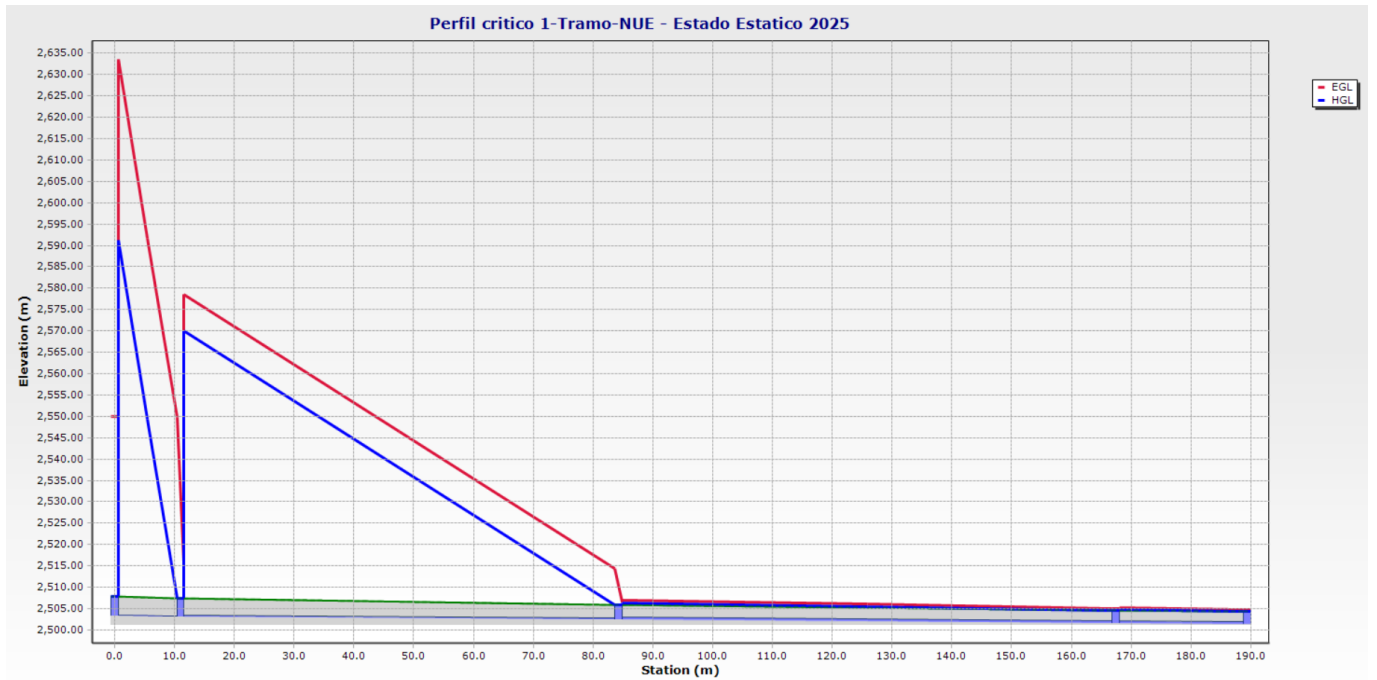
1035INT(TANTI)	100	SI
1036INT(TANTI)	100	SI
1037INT(TANTI)	100	SI
1038INT(TANTI)	100	SI
1039INT(TANTI)	100	SI
1040INT(TANTI)	100	SI
1041INT(TANTI)	100	SI
1042INT(TANTI)	99.6	SI
1045INT(TANTI)	74.4	NO
1046INT(TANTI)	69.4	NO
1047INT(TANTI)	64	NO
1048INT(TANTI)	64	NO
1049INT(TANTI)	64	NO
1050INT(TANTI)	64.1	NO
1051INT(TANTI)	64.1	NO
1052INT(TANTI)	64.1	NO
1053INT(TANTI)	64.1	NO
1054INT(TANTI)	64.1	NO
1055INT(TANTI)	64.1	NO
1056INT(TANTI)	64.1	NO
1057INT(TANTI)	64.1	NO
1058INT(TANTI)	64.1	NO
1059INT(TANTI)	69.7	NO
1060INT(TANTI)	69.7	NO
1061INT(TANTI)	69.4	NO
1062INT(TANTI)	87.4	RIESGO
1063INT(TANTI)	100	SI
1064INT(TANTI)	89.7	RIESGO
1065INT(TANTI)	86.8	RIESGO
1066INT(TANTI)	86.8	RIESGO
1067INT(TANTI)	79.4	NO
1068INT(TANTI)	79.5	NO
1069INT(TANTI)	79.5	NO
1070INT(TANTI)	79.5	NO
1071INT(TANTI)	79.5	NO
1072INT(TANTI)	79.5	NO
1073INT(TANTI)	79.5	NO
1074INT(TANTI)	86.9	RIESGO
1075INT(TANTI)	86.9	RIESGO
1076INT(TANTI)	89.8	RIESGO

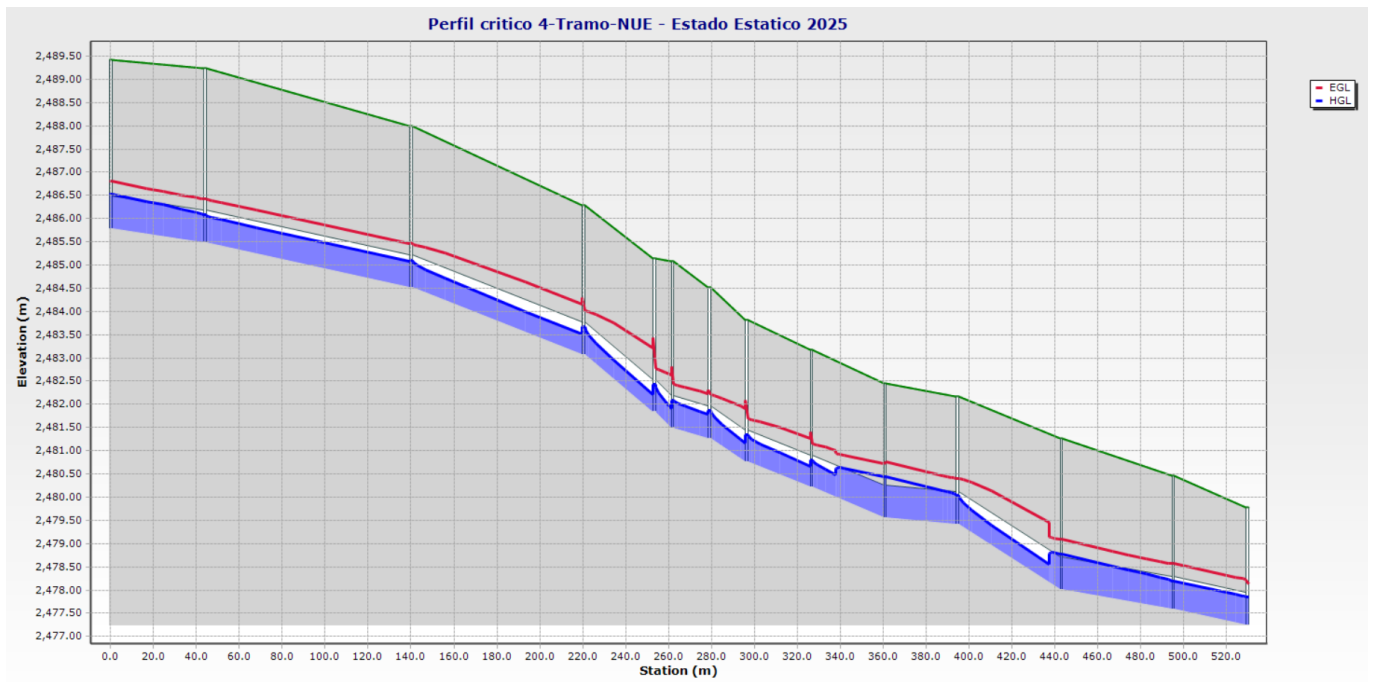
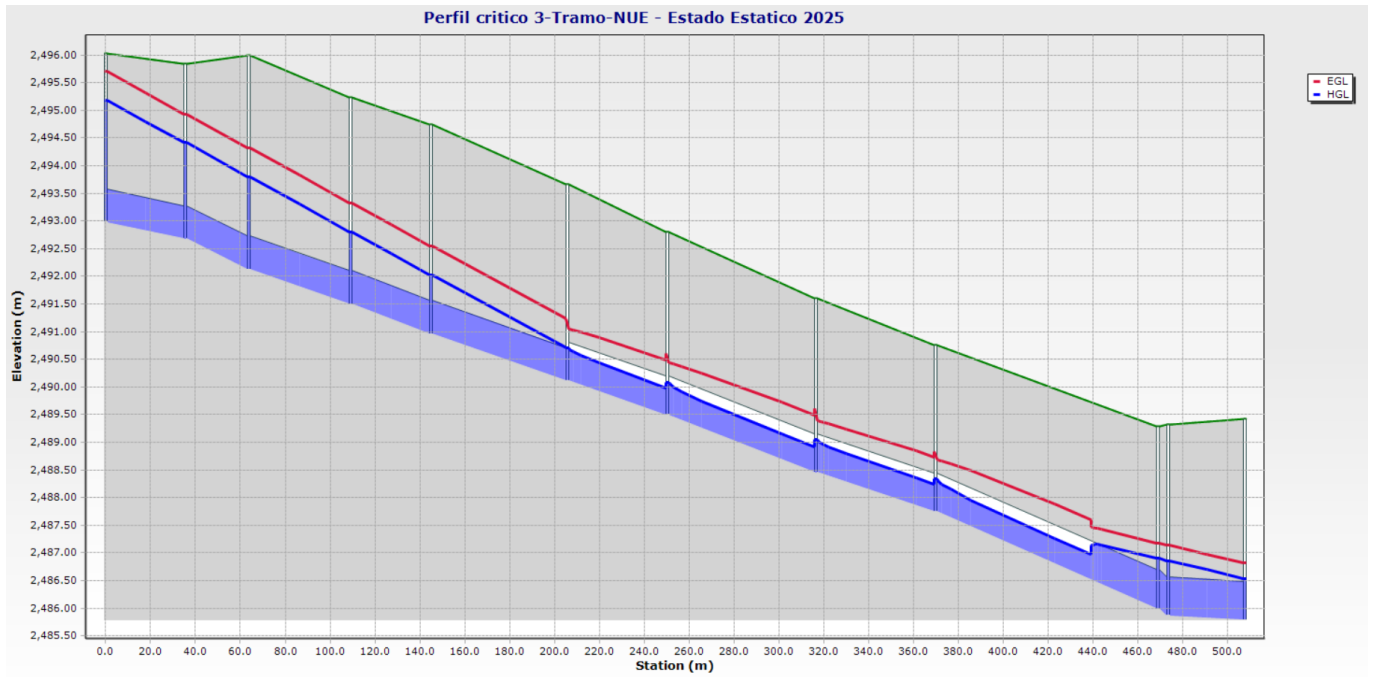
1077INT(TANTI)	100	SI
1078INT(TANTI)	86.7	RIESGO
1079INT(TANTI)	85.4	RIESGO
CO-10 (TANTI)	100	SI
CO-5 (TANTI)	74.4	NO
Tramo nuevo del interceptor		
10001INT(TNUEV)	100	SI
10002INT(TNUEV)	100	SI
10003INT(TNUEV)	100	SI
10004INT(TNUEV)	100	SI
10005INT(TNUEV)	100	SI
10006INT(TNUEV)	100	SI
10007INT(TNUEV)	100	SI
10008INT(TNUEV)	100	SI
10009INT(TNUEV)	100	SI
10010INT(TNUEV)	100	SI
10011INT(TNUEV)	100	SI
10012INT(TNUEV)	100	SI
10013INT(TNUEV)	100	SI
10014INT(TNUEV)	100	SI
10015INT(TNUEV)	100	SI
10016INT(TNUEV)	100	SI
10017INT(TNUEV)	100	SI
10018INT(TNUEV)	100	SI
10019INT(TNUEV)	100	SI
10020INT(TNUEV)	100	SI
10021INT(TNUEV)	100	SI
10022INT(TNUEV)	100	SI
10023INT(TNUEV)	89.2	RIESGO
10024INT(TNUEV)	94.6	SI
10025INT(TNUEV)	100	SI
10026INT(TNUEV)	100	SI
10027INT(TNUEV)	100	SI
10028INT(TNUEV)	100	SI
10029INT(TNUEV)	100	SI
10030INT(TNUEV)	94.6	SI
10031INT(TNUEV)	89.3	RIESGO
10032INT(TNUEV)	89.3	RIESGO
10033INT(TNUEV)	89.3	RIESGO
10034INT(TNUEV)	89.3	RIESGO

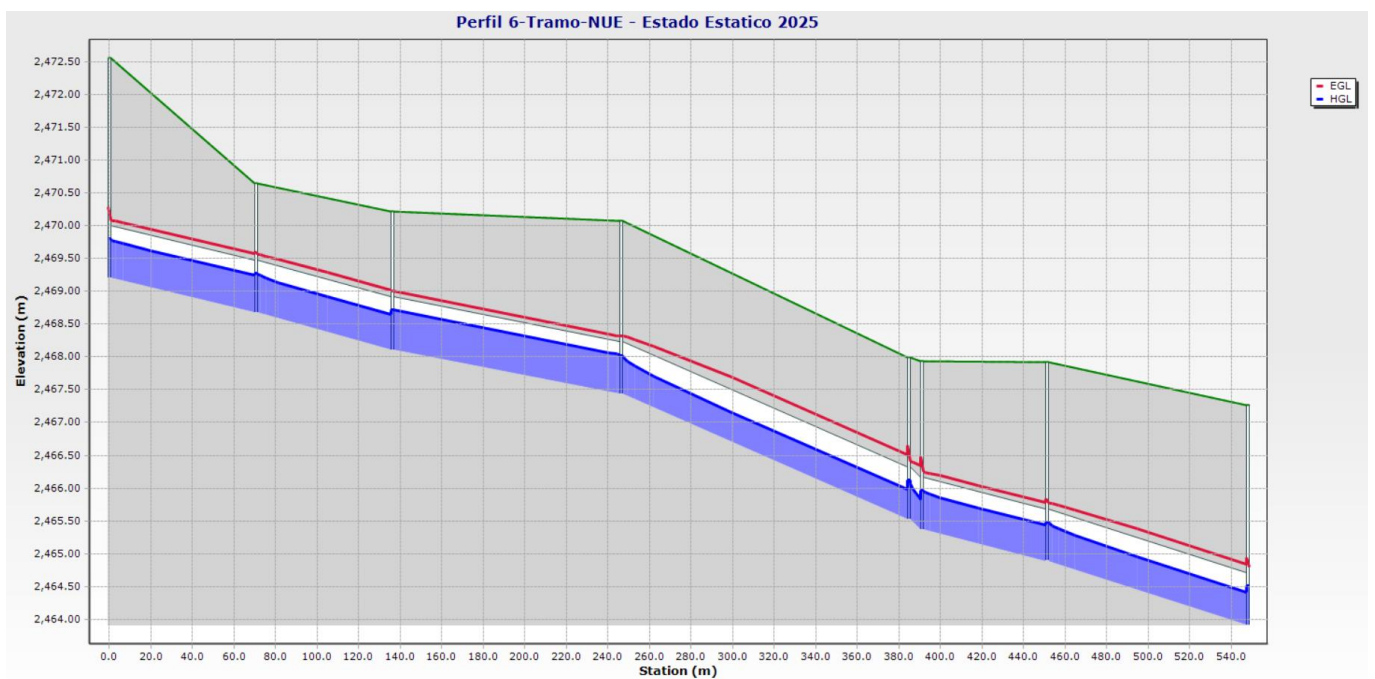
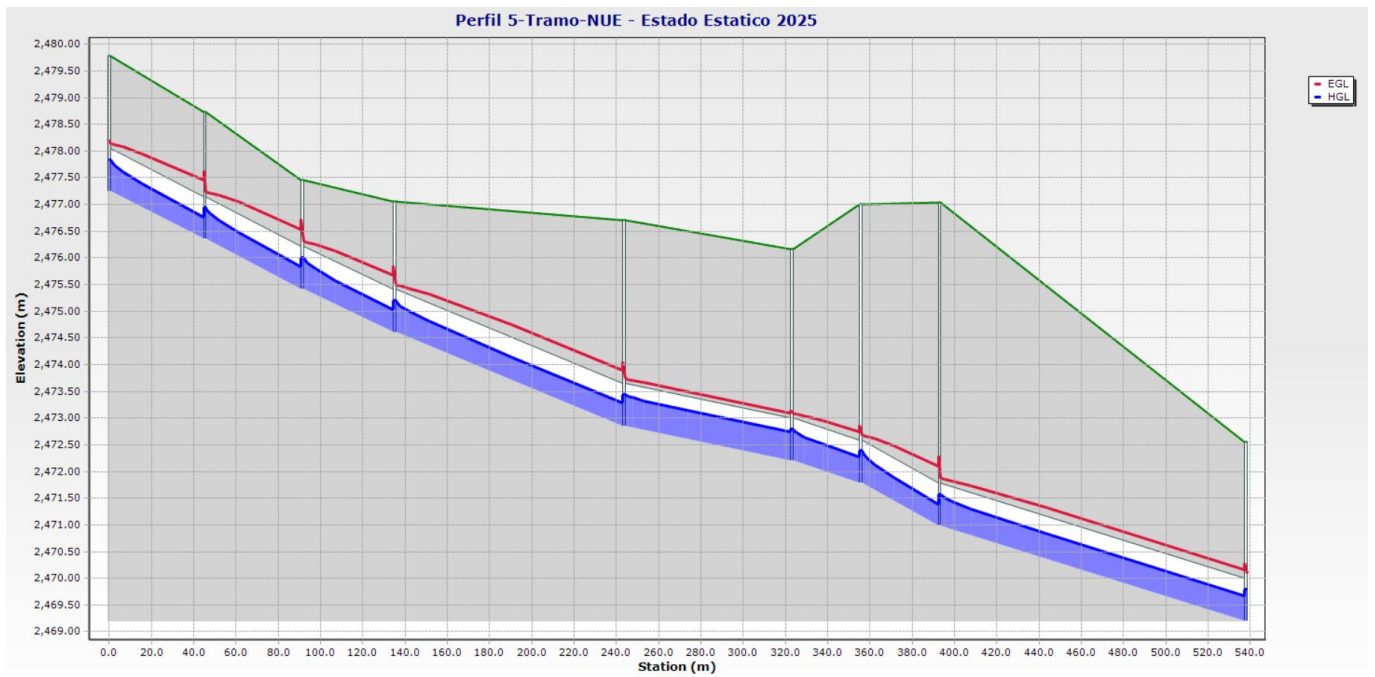
10035INT(TNUEV)	89.3	RIESGO
10036INT(TNUEV)	94.6	SI
10037INT(TNUEV)	100	SI
10038INT(TNUEV)	95.5	SI
10039INT(TNUEV)	95.5	SI
10040INT(TNUEV)	100	SI
10041INT(TNUEV)	95.6	SI
10042INT(TNUEV)	79.8	NO
10043INT(TNUEV)	79.8	NO
10044INT(TNUEV)	79.8	NO
10045INT(TNUEV)	79.8	NO
10046INT(TNUEV)	79.8	NO
10047INT(TNUEV)	79.8	NO
10048INT(TNUEV)	79.8	NO
10049INT(TNUEV)	79.8	NO
10050INT(TNUEV)	79.9	NO
10051INT(TNUEV)	84.4	RIESGO
10052INT(TNUEV)	84.4	RIESGO
10053INT(TNUEV)	79.9	NO
10054INT(TNUEV)	79.9	NO
10055INT(TNUEV)	79.9	NO
10056INT(TNUEV)	79.9	NO
10057INT(TNUEV)	73.5	NO
10058INT(TNUEV)	69.2	NO
10059INT(TNUEV)	69.2	NO
10060INT(TNUEV)	69.2	NO
10061INT(TNUEV)	69.2	NO
10062INT(TNUEV)	69.2	NO
10063INT(TNUEV)	69.2	NO
10064INT(TNUEV)	69.2	NO
10065INT(TNUEV)	69.2	NO
10066INT(TNUEV)	69.2	NO
10067INT(TNUEV)	69.2	NO
10068INT(TNUEV)	69.2	NO
10069INT(TNUEV)	69.2	NO
10070INT(TNUEV)	69.2	NO
10071INT(TNUEV)	63.5	NO
10072INT(TNUEV)	69.2	NO
10073INT(TNUEV)	69.2	NO
10074INT(TNUEV)	69.2	NO

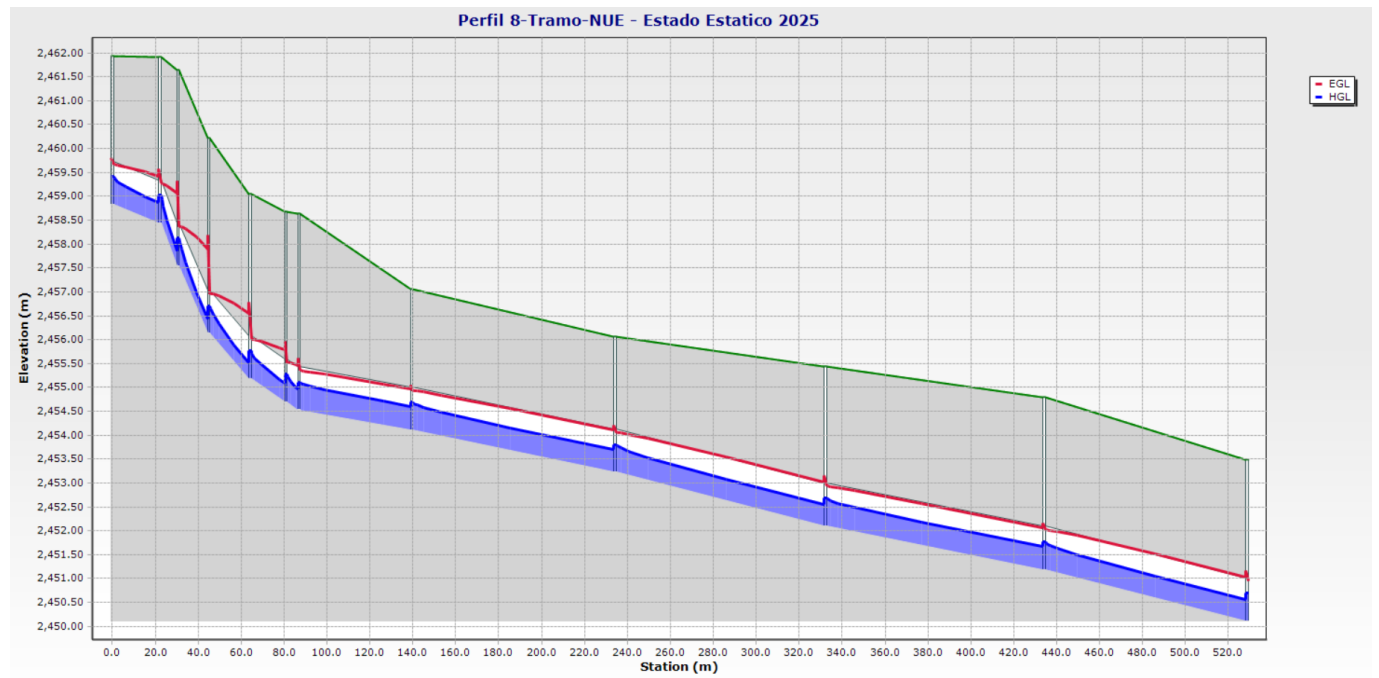
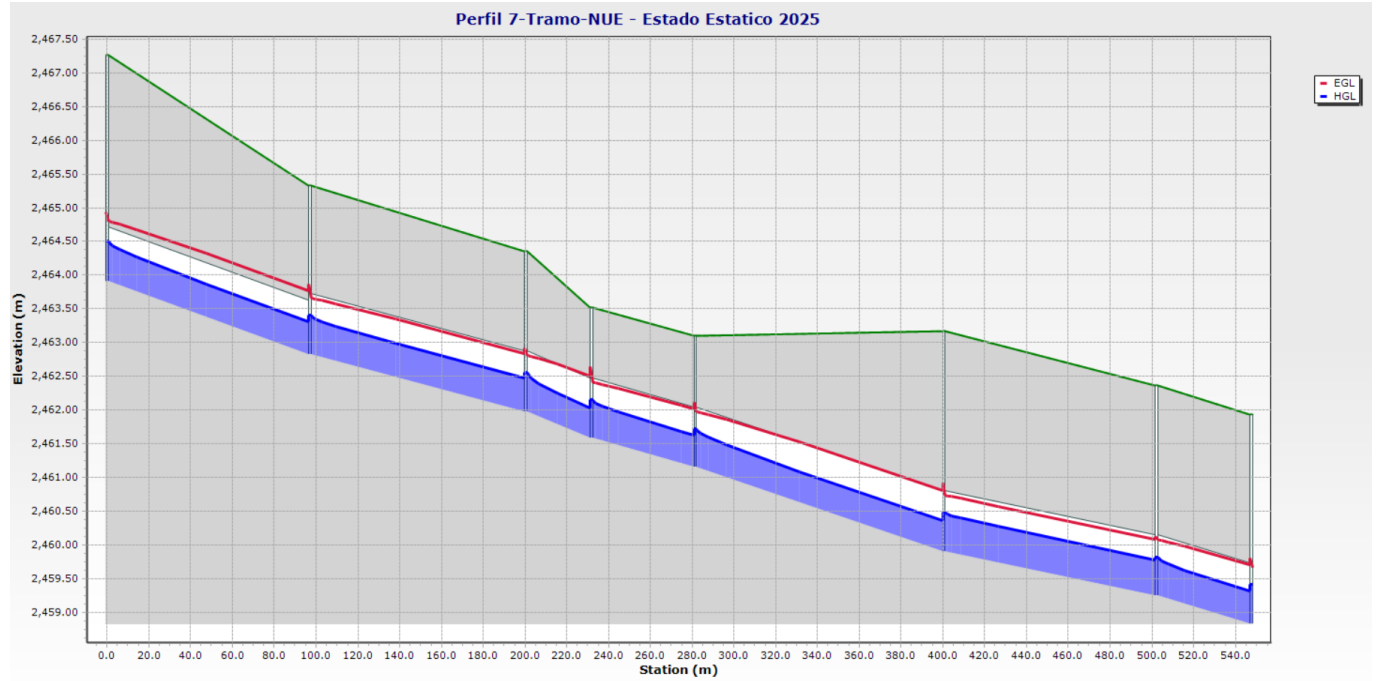
10075INT(TNUEV)	69.2	NO
10076INT(TNUEV)	69.2	NO
10077INT(TNUEV)	69.8	NO
10078INT(TNUEV)	70.3	NO
10079INT(TNUEV)	70.3	NO
10080INT(TNUEV)	70.4	NO
10081INT(TNUEV)	70.4	NO
10082INT(TNUEV)	70.4	NO
10083INT(TNUEV)	70.4	NO
10084INT(TNUEV)	70.4	NO
10085INT(TNUEV)	70.4	NO
10086INT(TNUEV)	70.4	NO
10091INT(TNUEV)	70.4	NO
10092INT(TNUEV)	70.4	NO
10093INT(TNUEV)	70.4	NO
10094INT(TNUEV)	70.4	NO
10095INT(TNUEV)	70.4	NO
10096INT(TNUEV)	65.3	NO
10097INT(TNUEV)	64.6	NO
10098INT(TNUEV)	65.7	NO
10099INT(TNUEV)	65.5	NO
10100INT(TNUEV)	62.3	NO
10101INT(TNUEV)	66.9	NO
10102INT(TNUEV)	66.2	NO
10103INT(TNUEV)	54.4	NO
10104INT(TNUEV)	56.1	NO
10105INT(TNUEV)	56.6	NO
10106INT(TNUEV)	70.4	NO
10107INT(TNUEV)	70.4	NO
10108INT(TNUEV)	75.3	NO
10109INT(TNUEV)	100	SI
10110INT(TNUEV)	100	SI
CO-11 (TNUEV)	70.4	NO
CO-12 (TNUEV)	70.4	NO

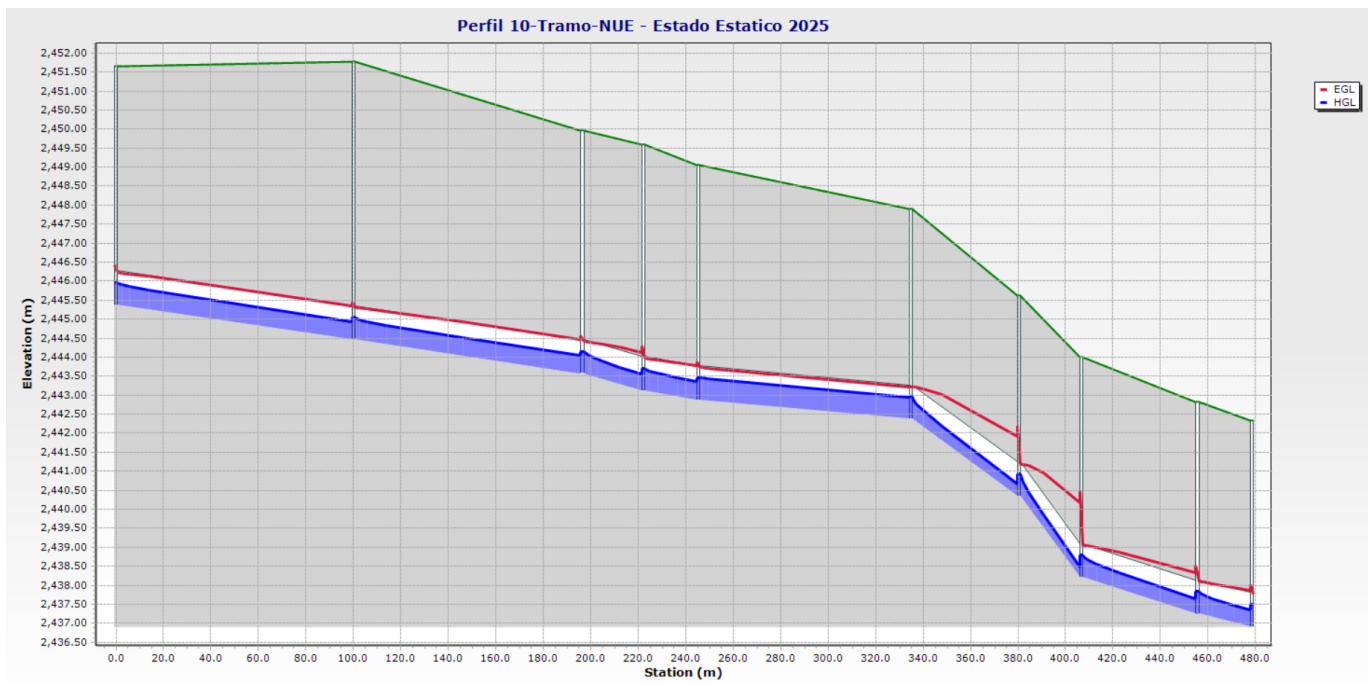
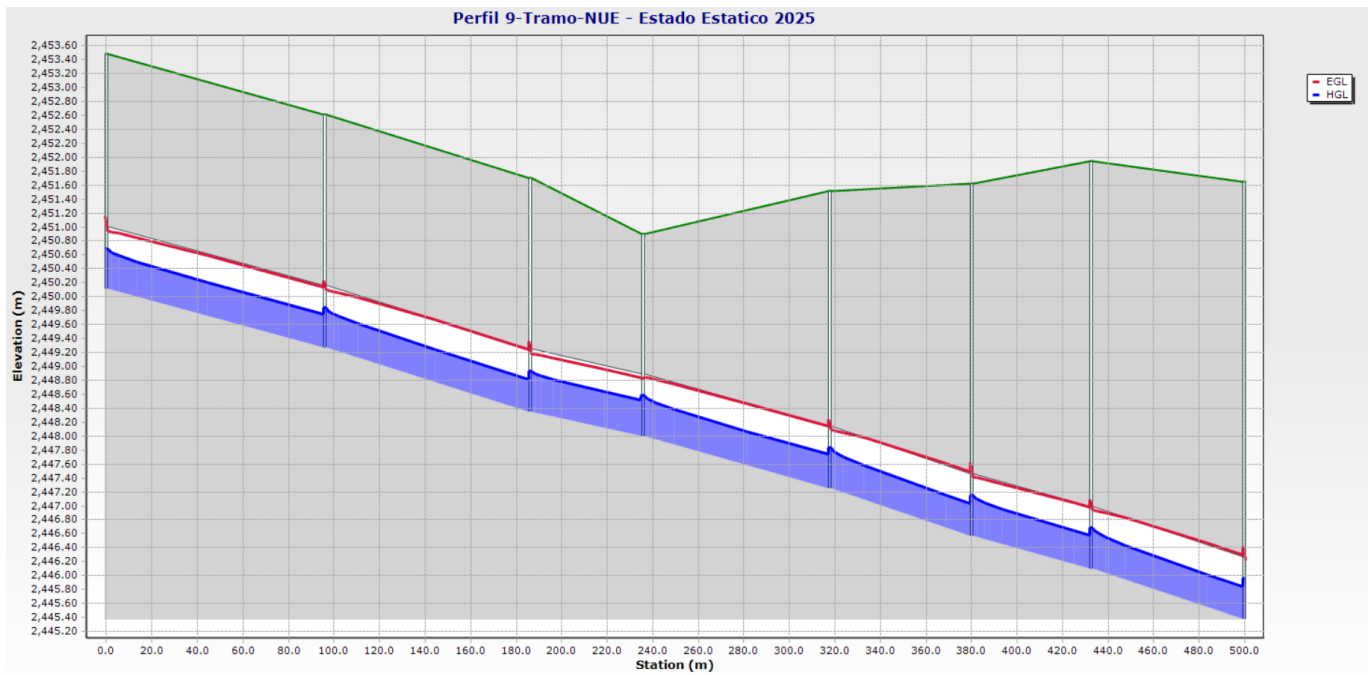
Anexo No. 6: *Perfil hidráulico completo del tramo nuevo del interceptor, en el escenario 2025, en estado estático.*

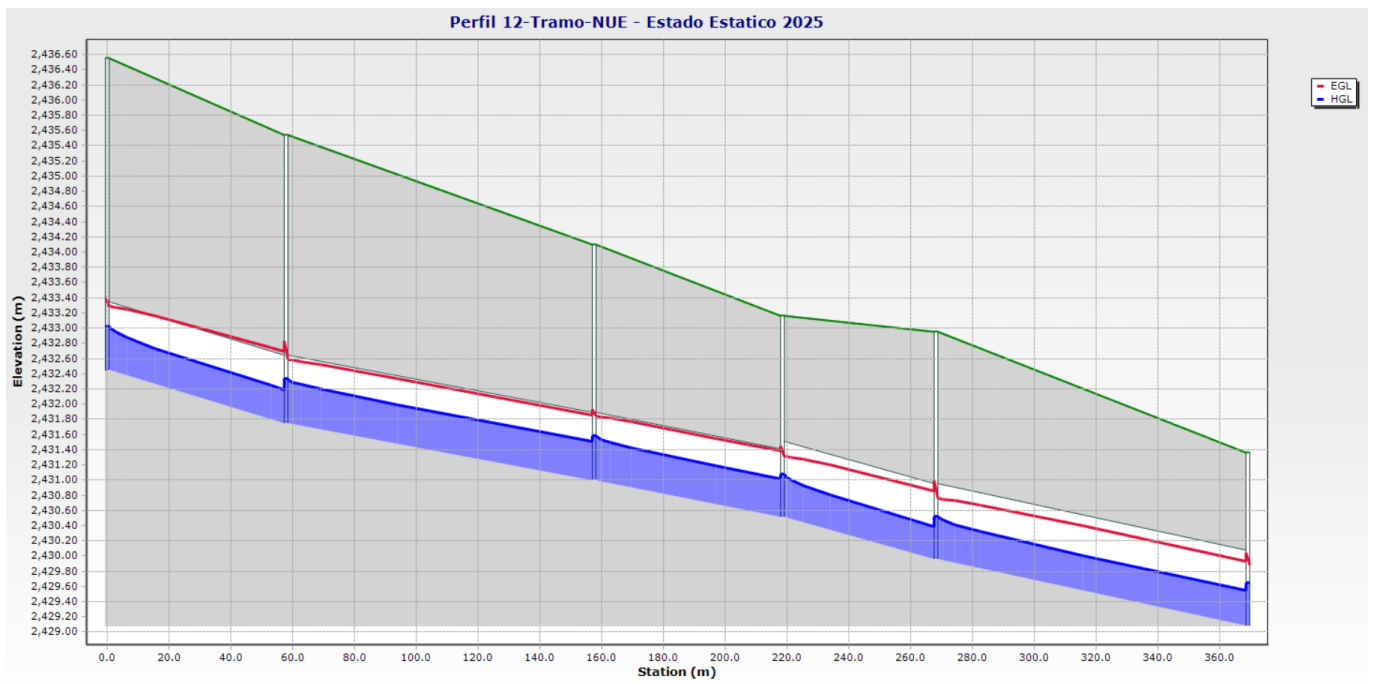
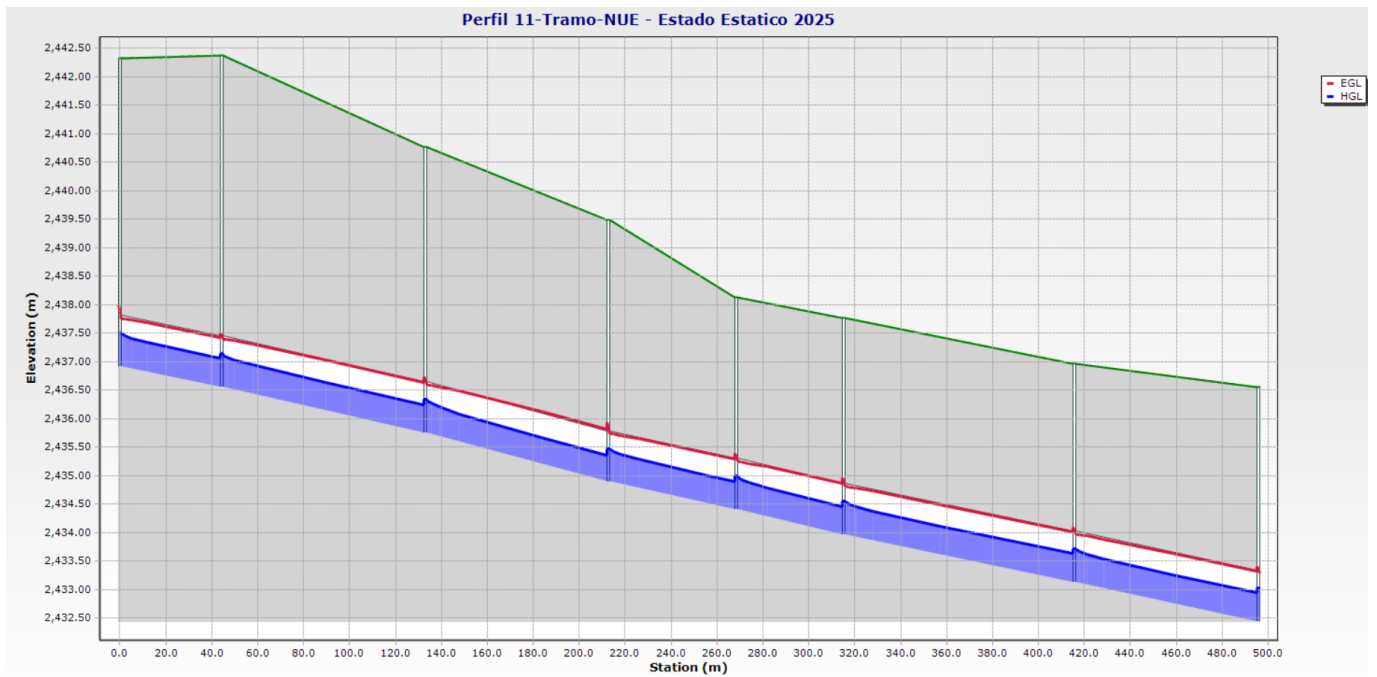


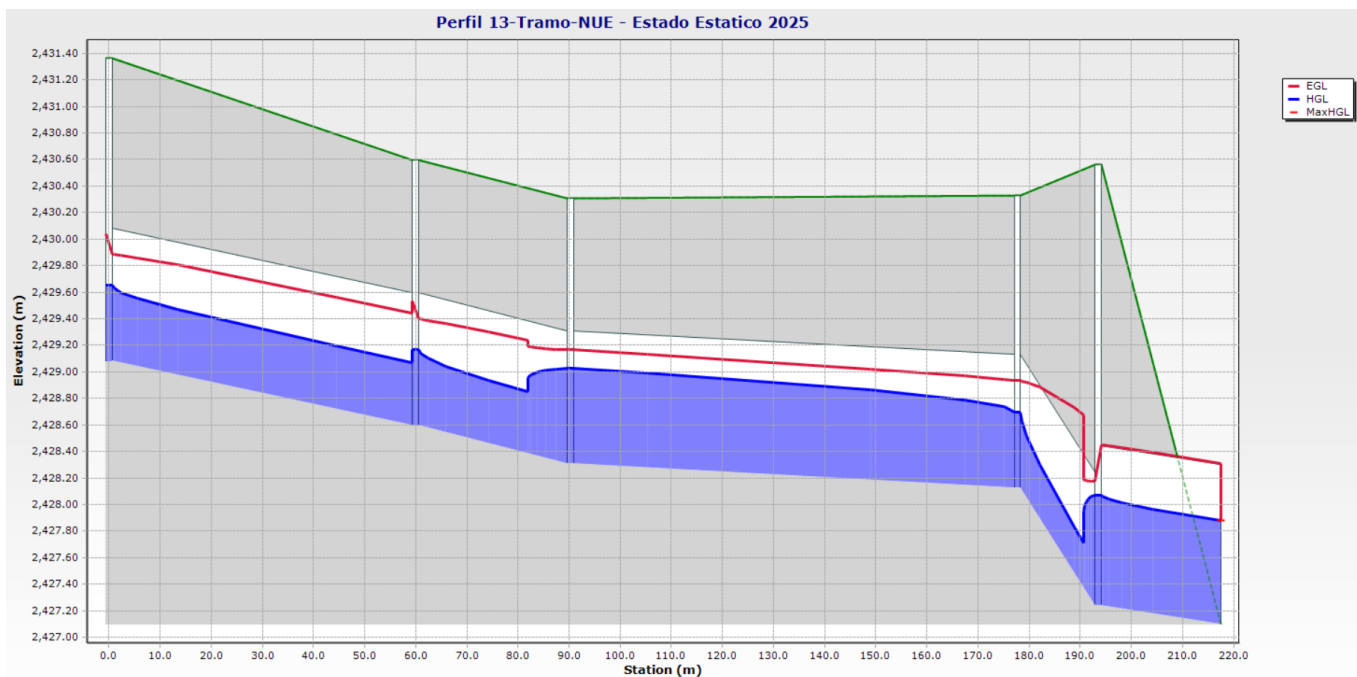




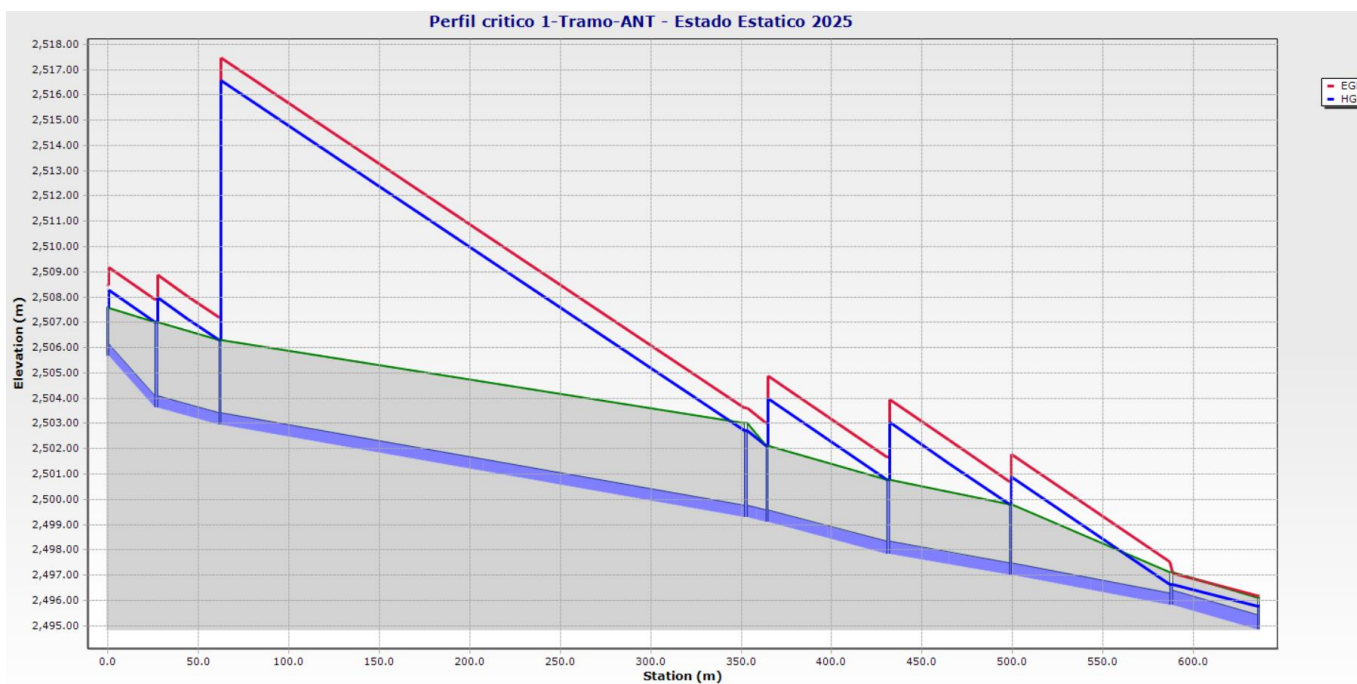


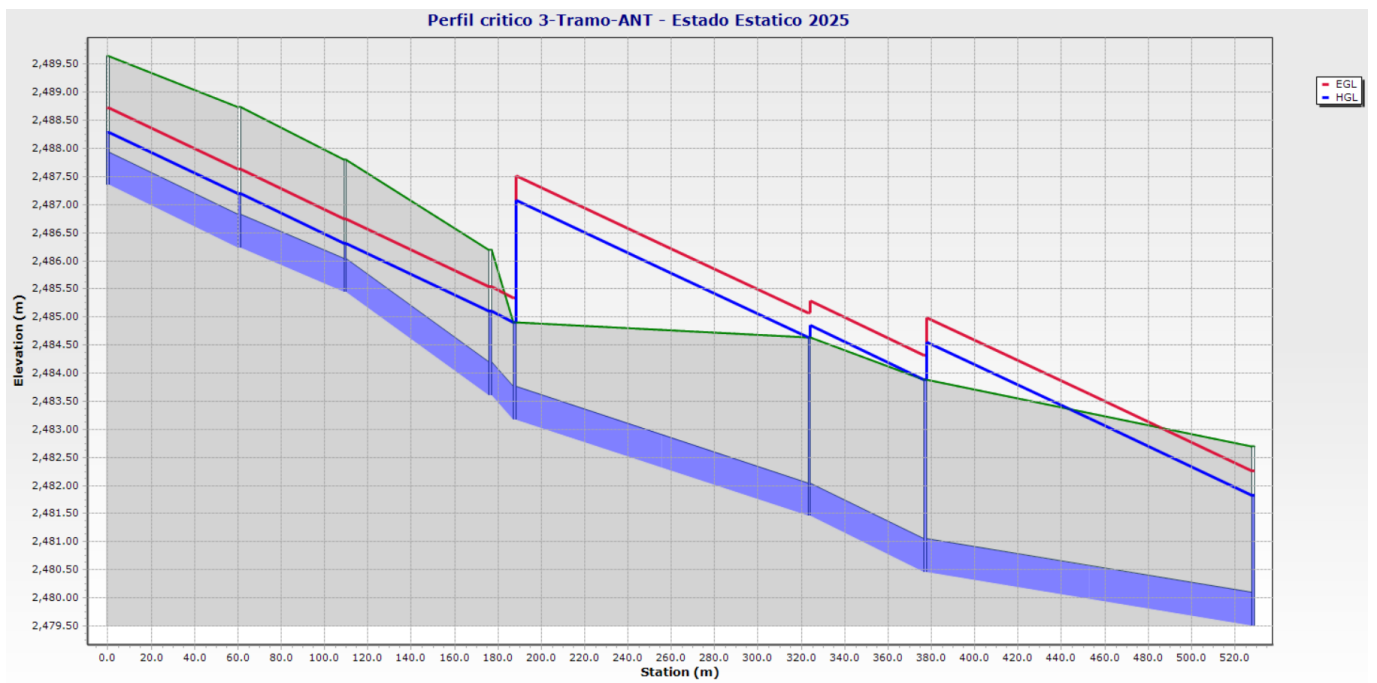
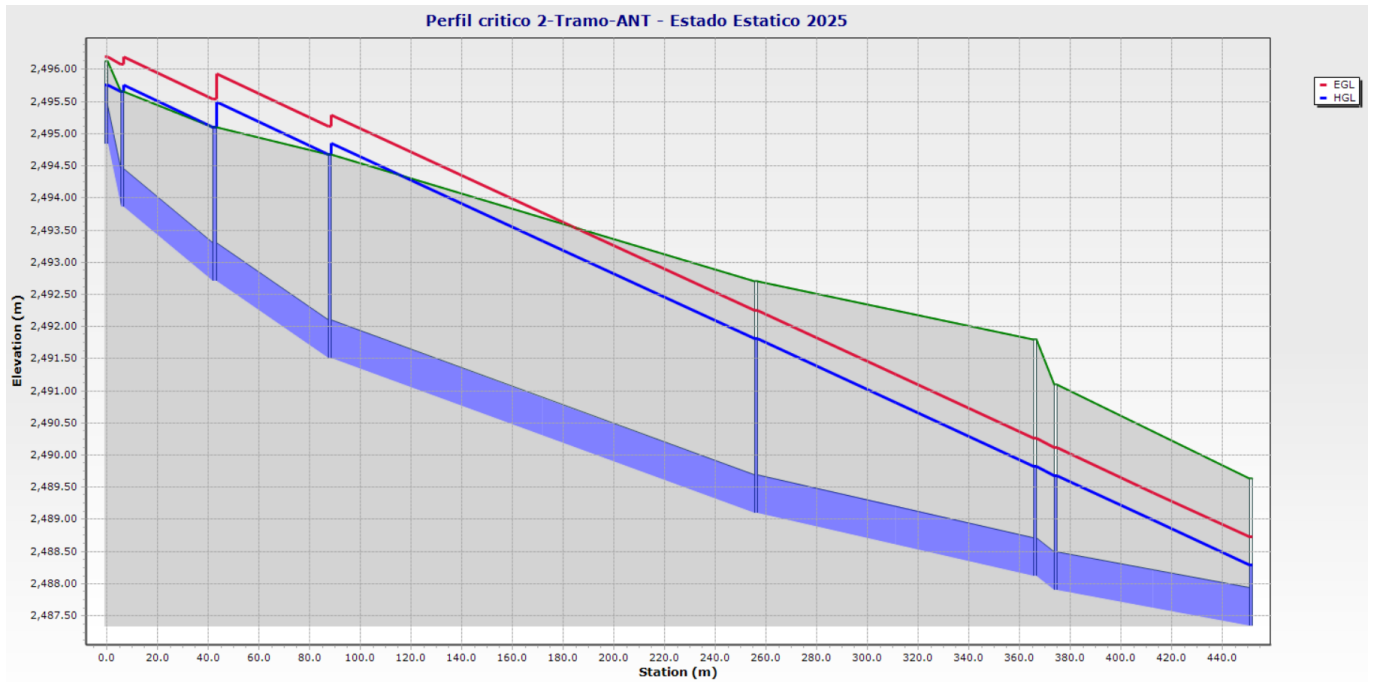


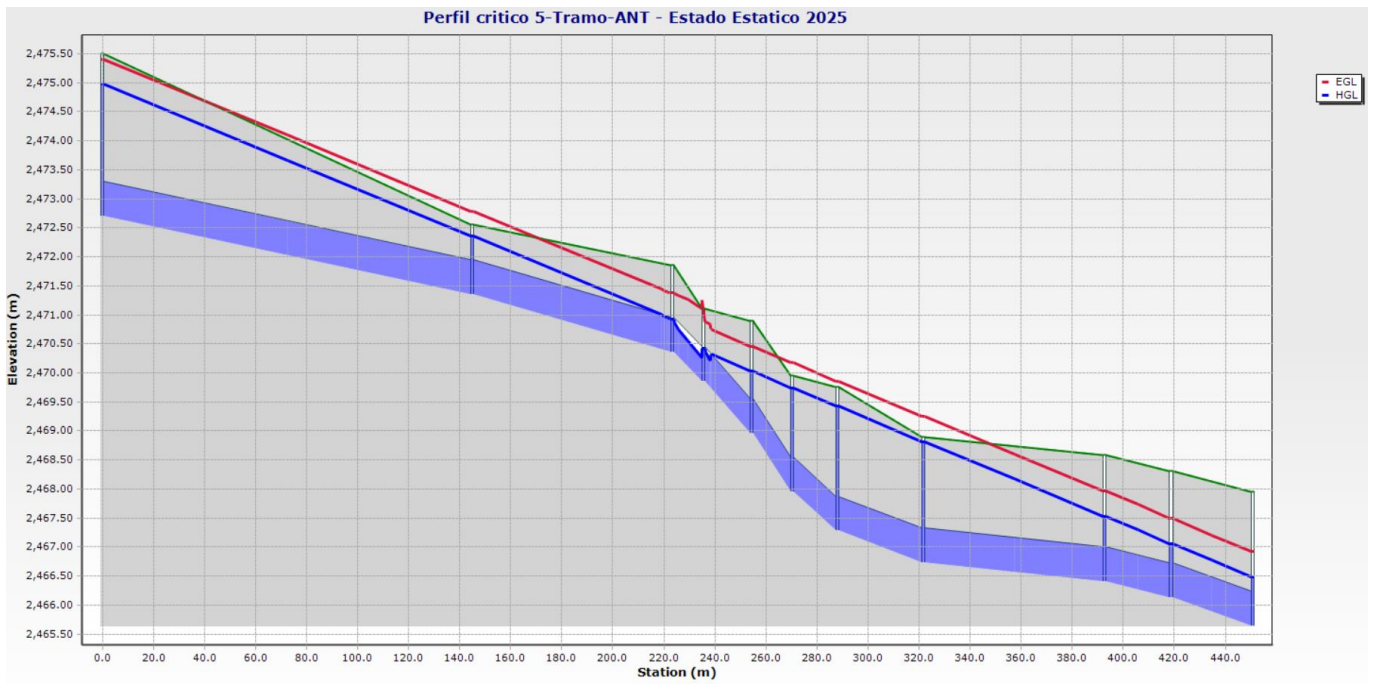
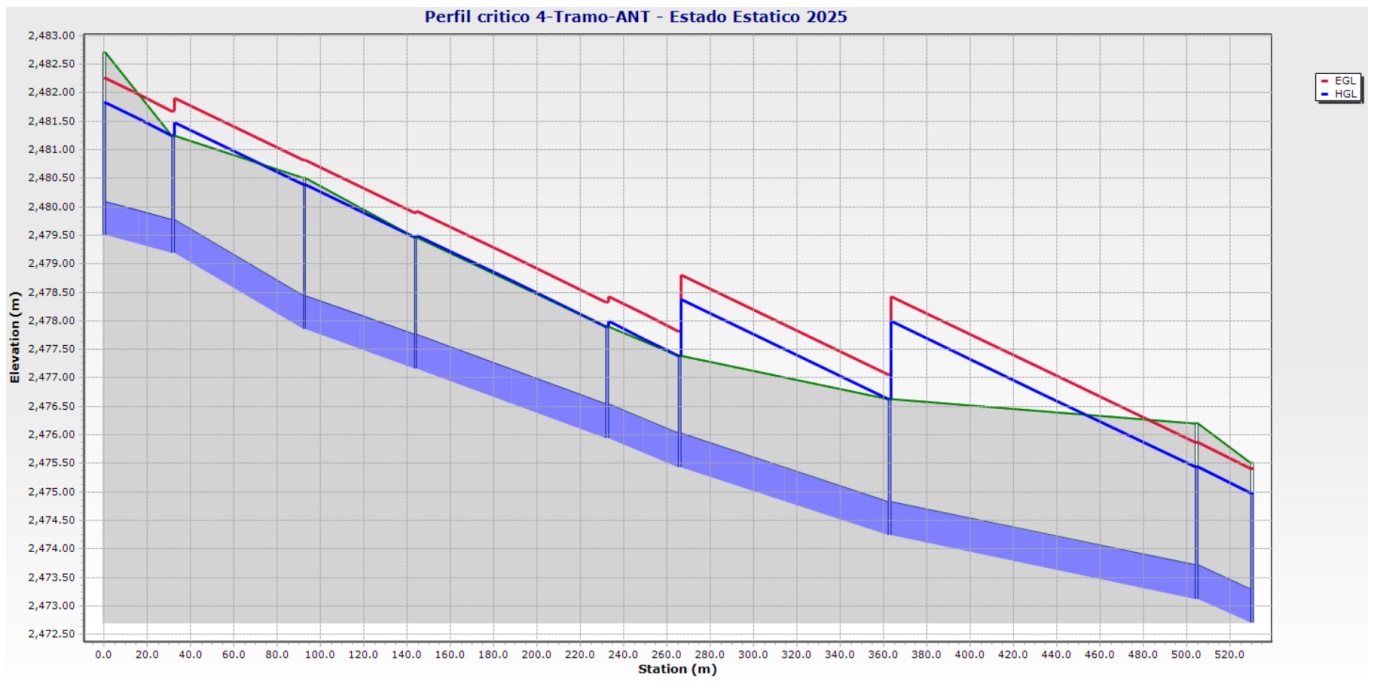


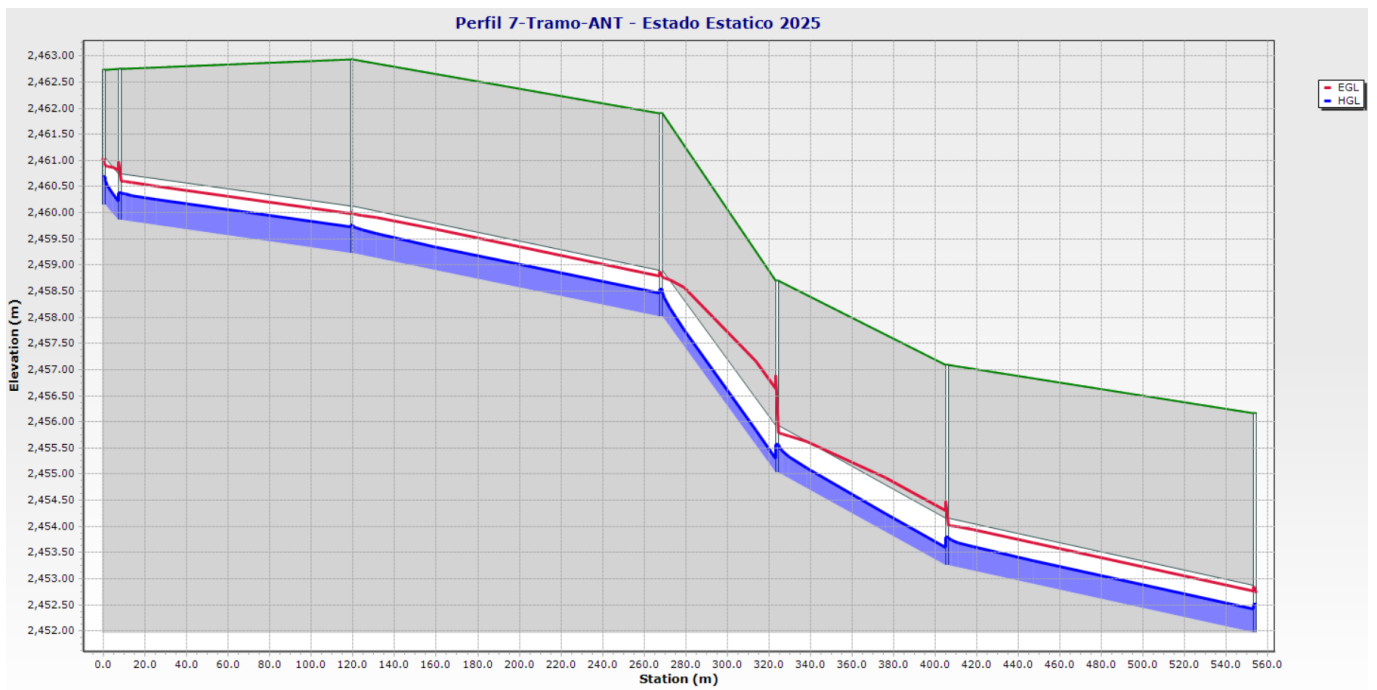
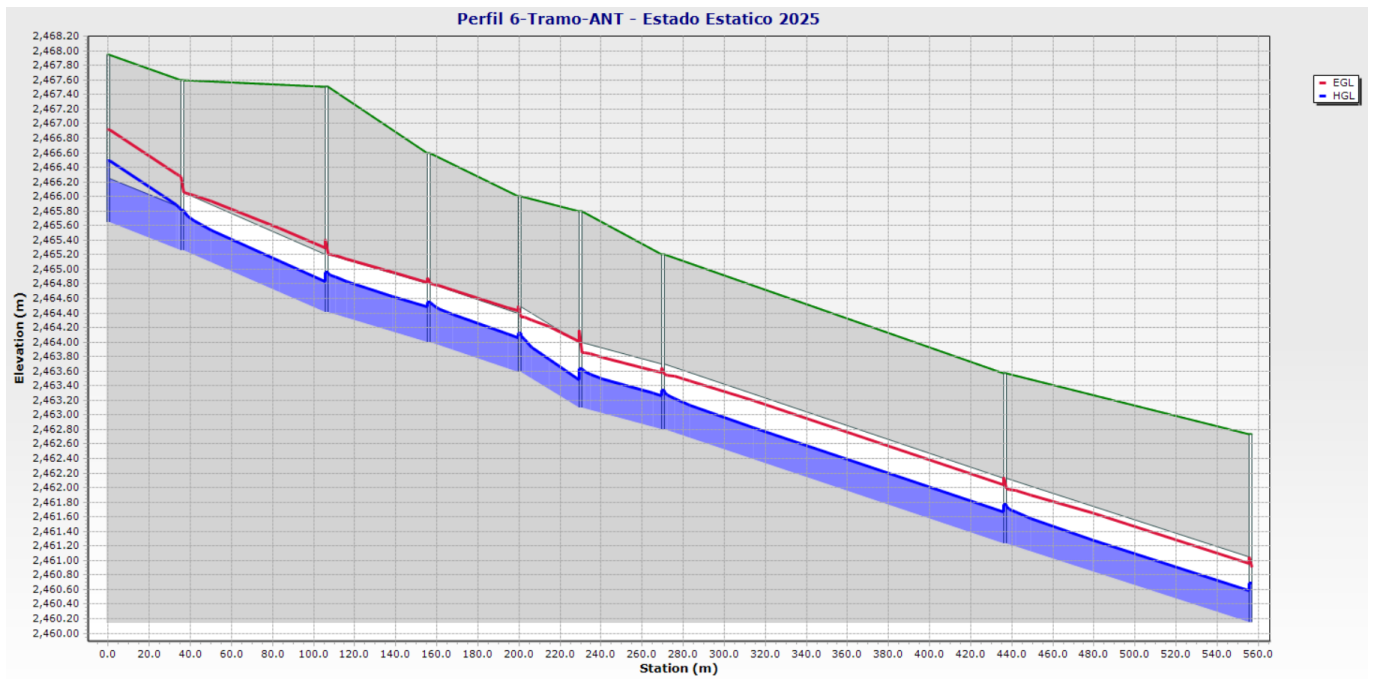


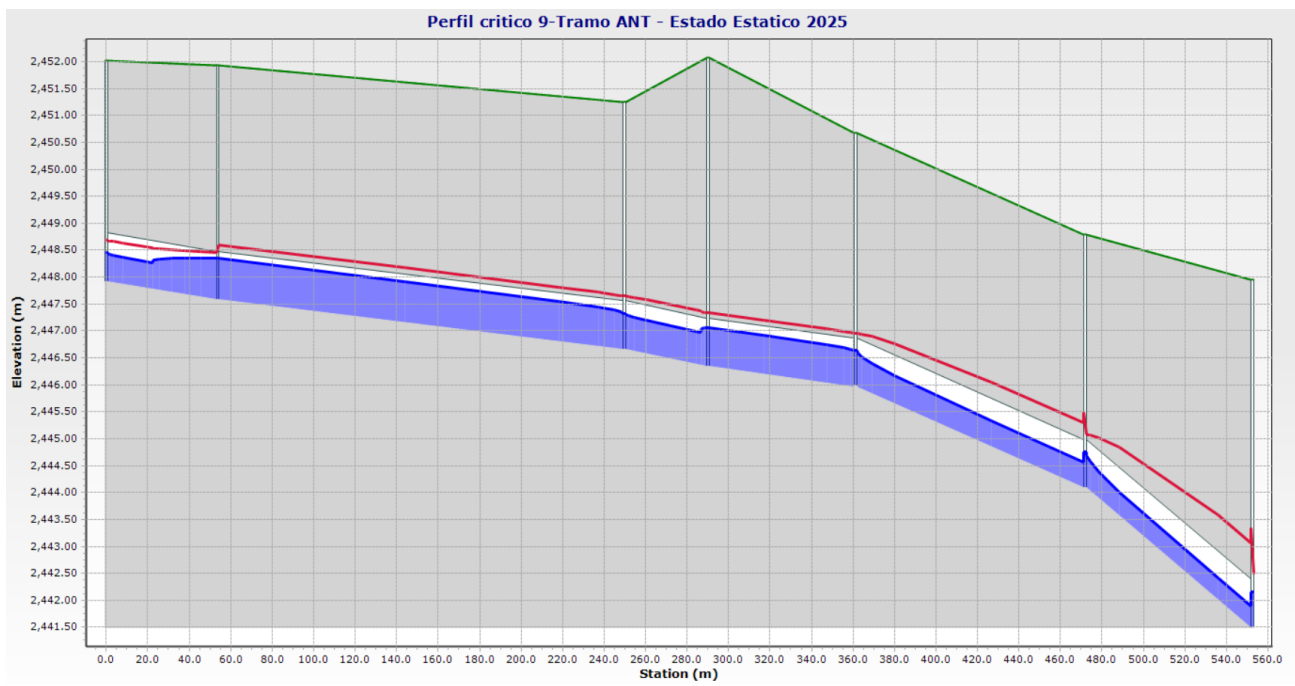
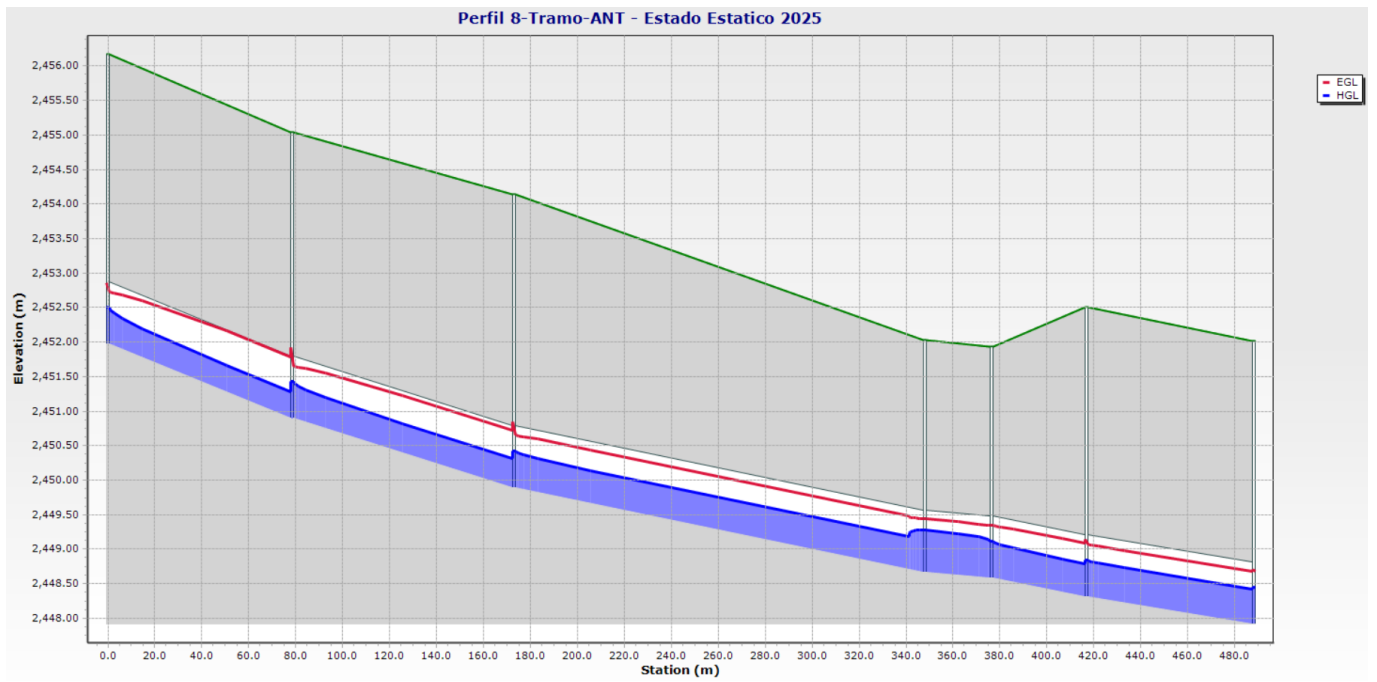
Anexo No. 7: Perfil hidráulico completo del tramo antiguo del interceptor, en el escenario 2025, en estado estático.

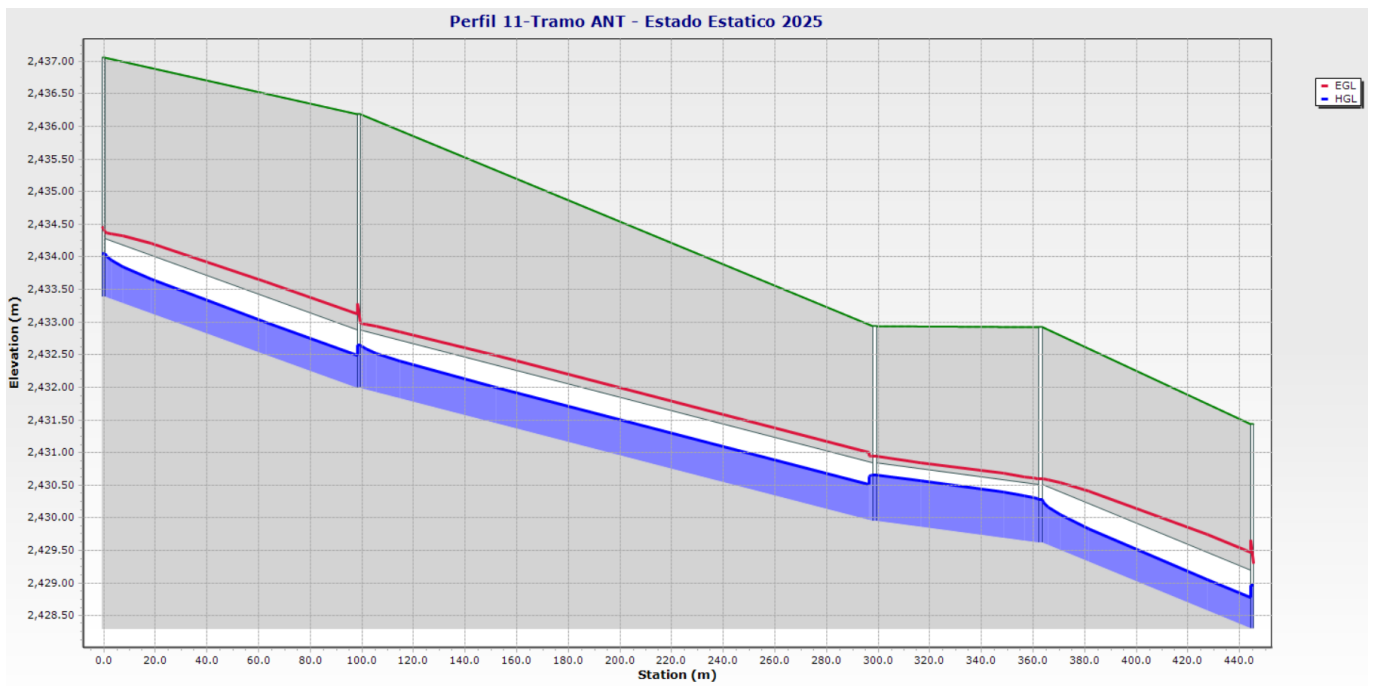
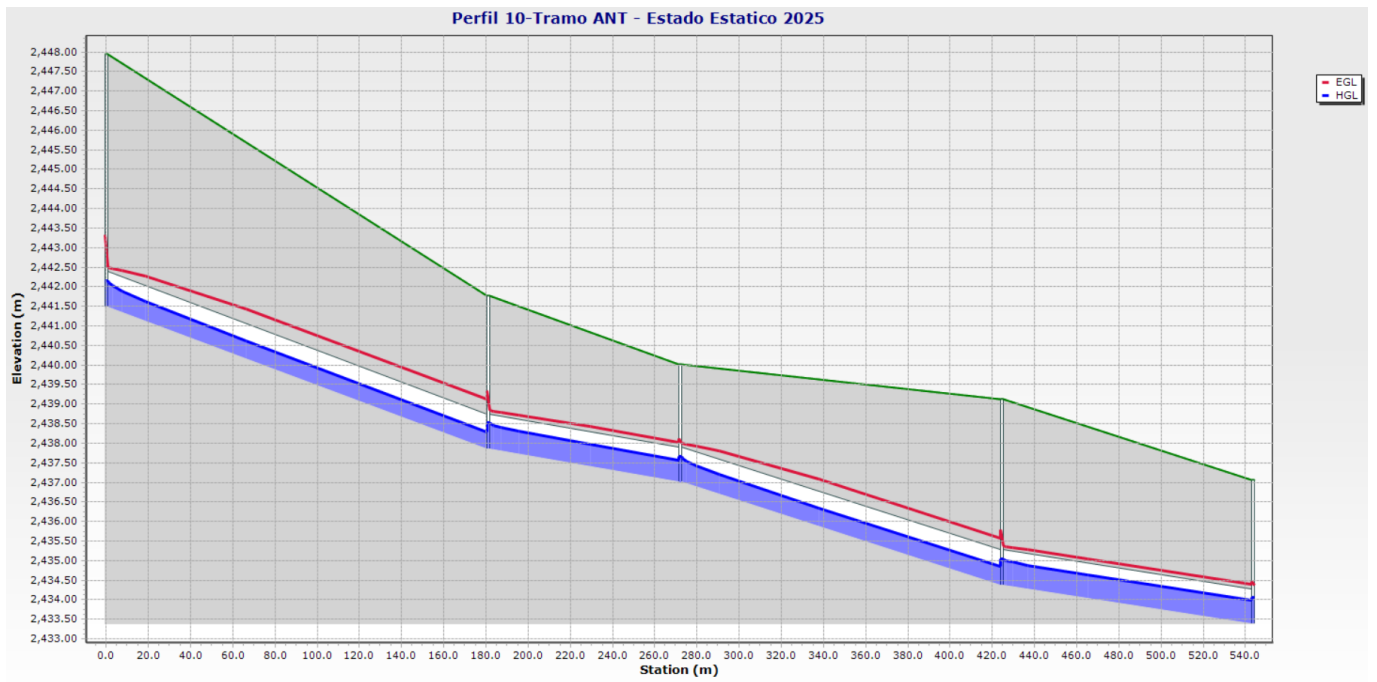


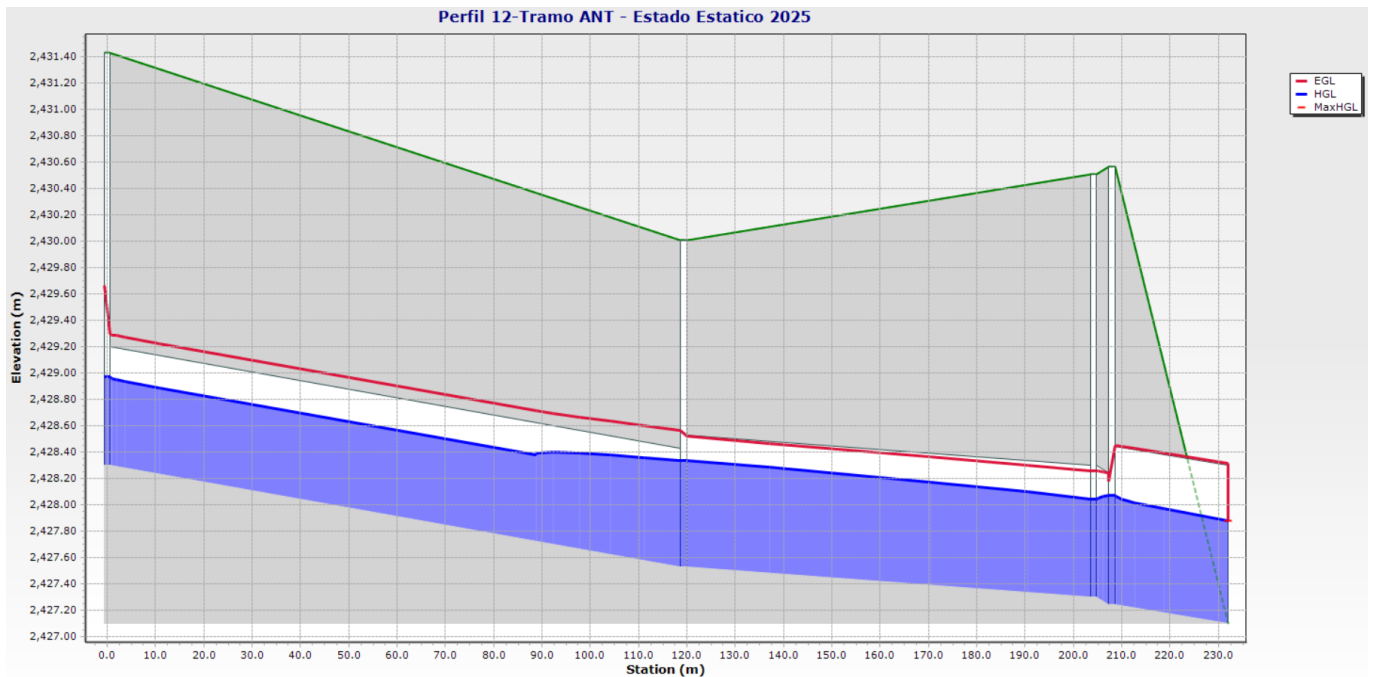




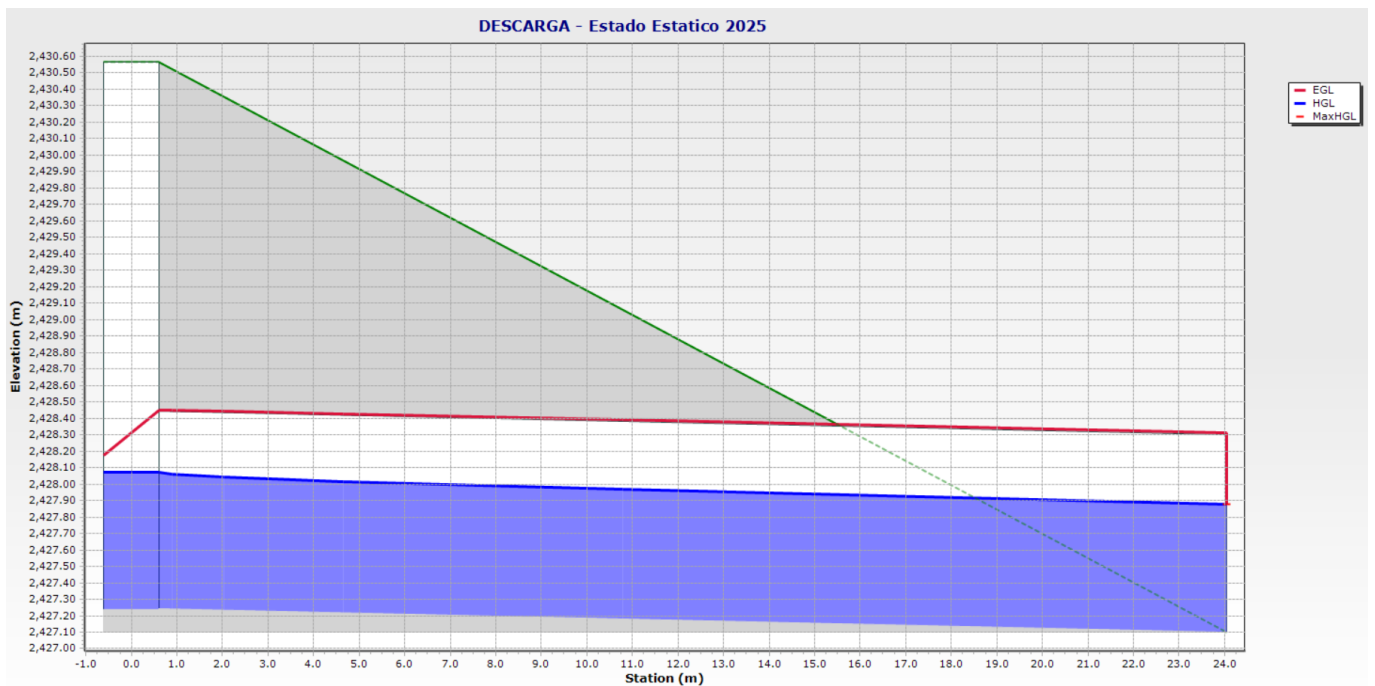




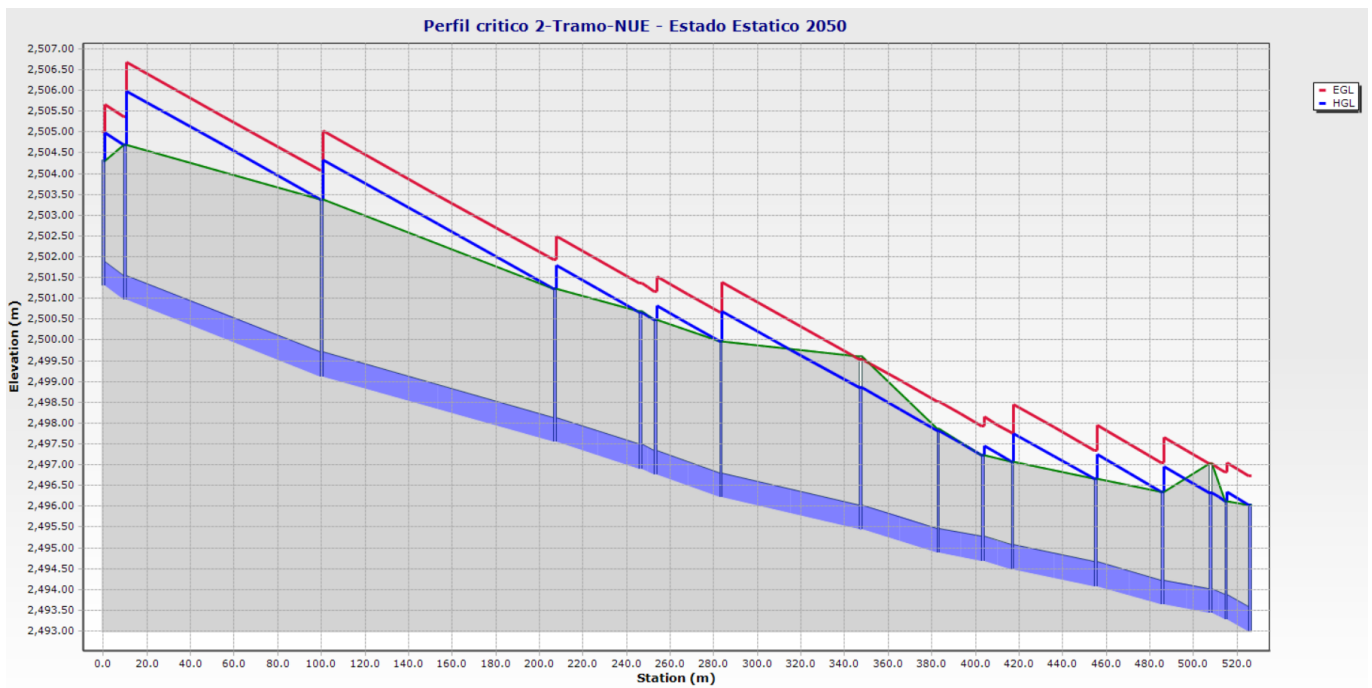
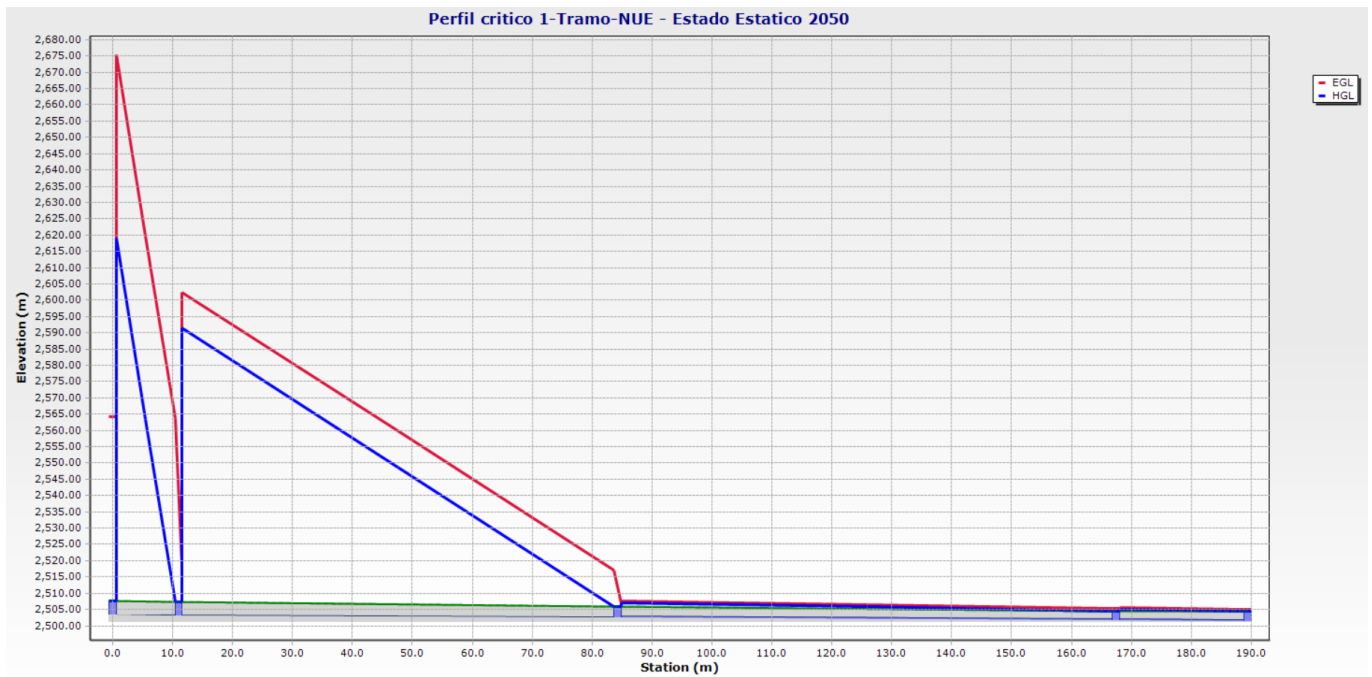


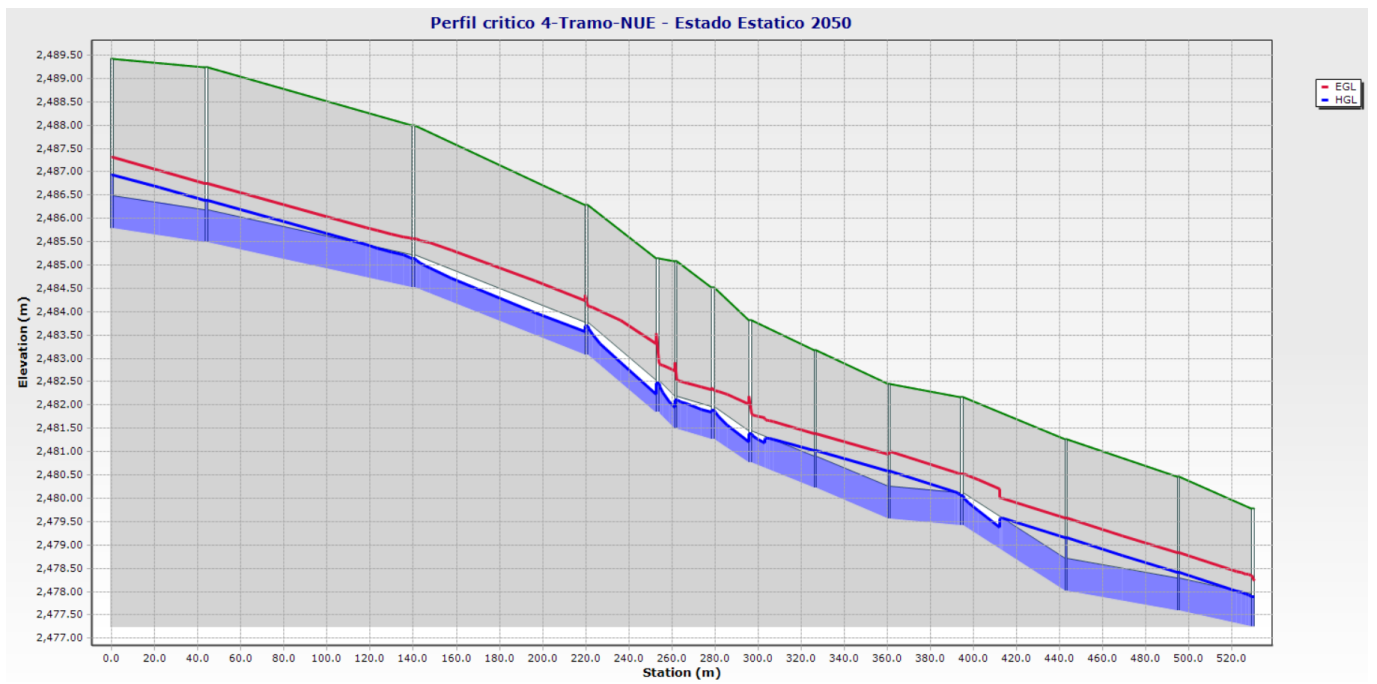
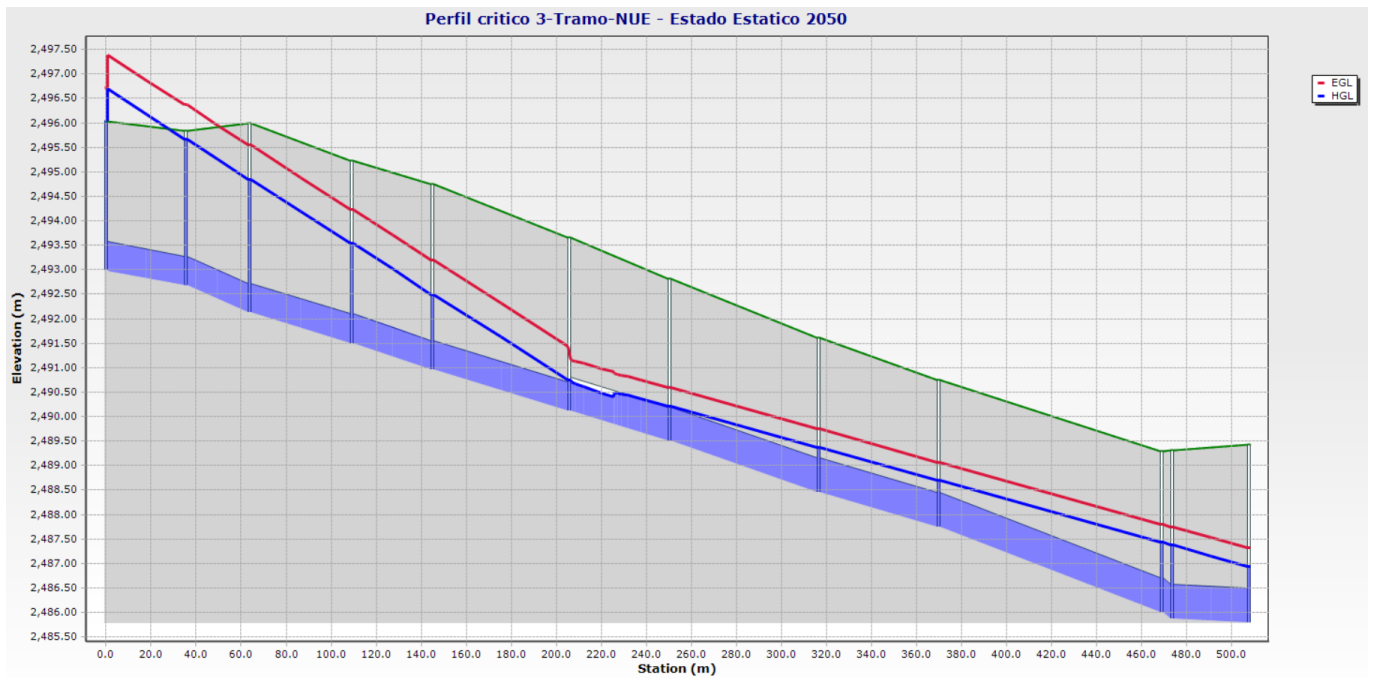


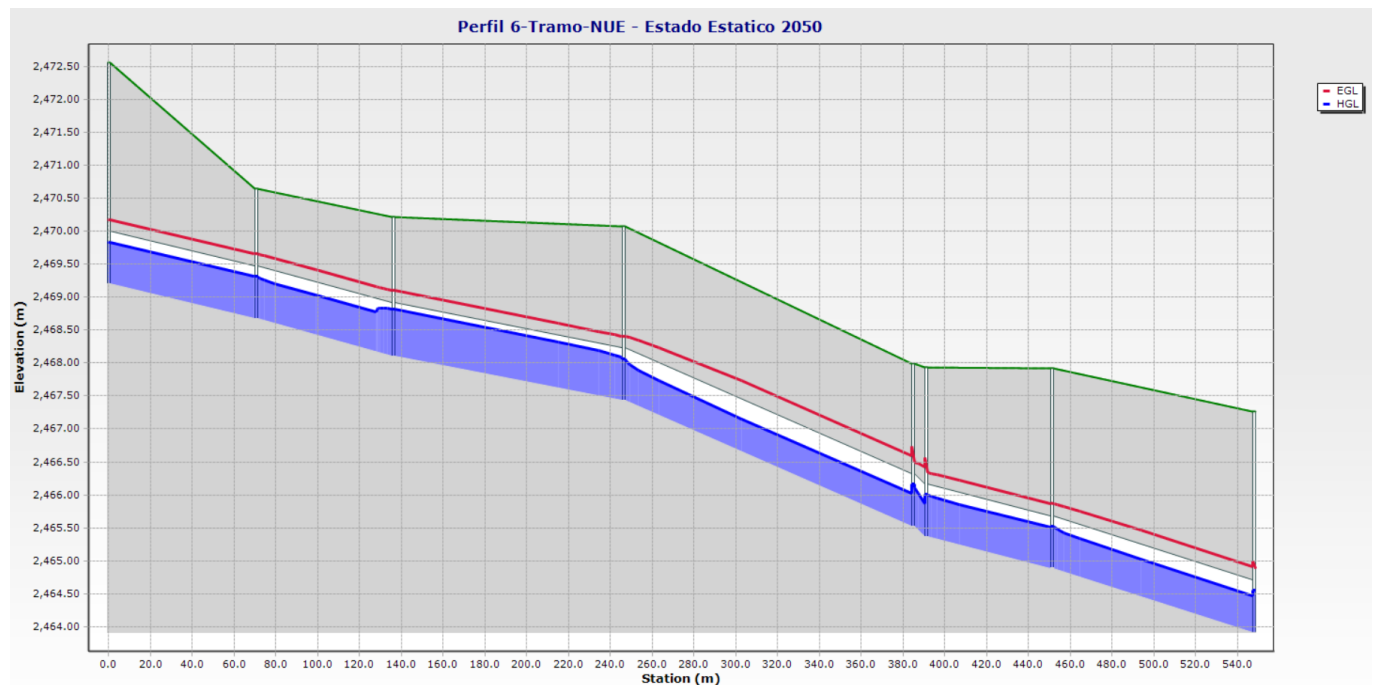
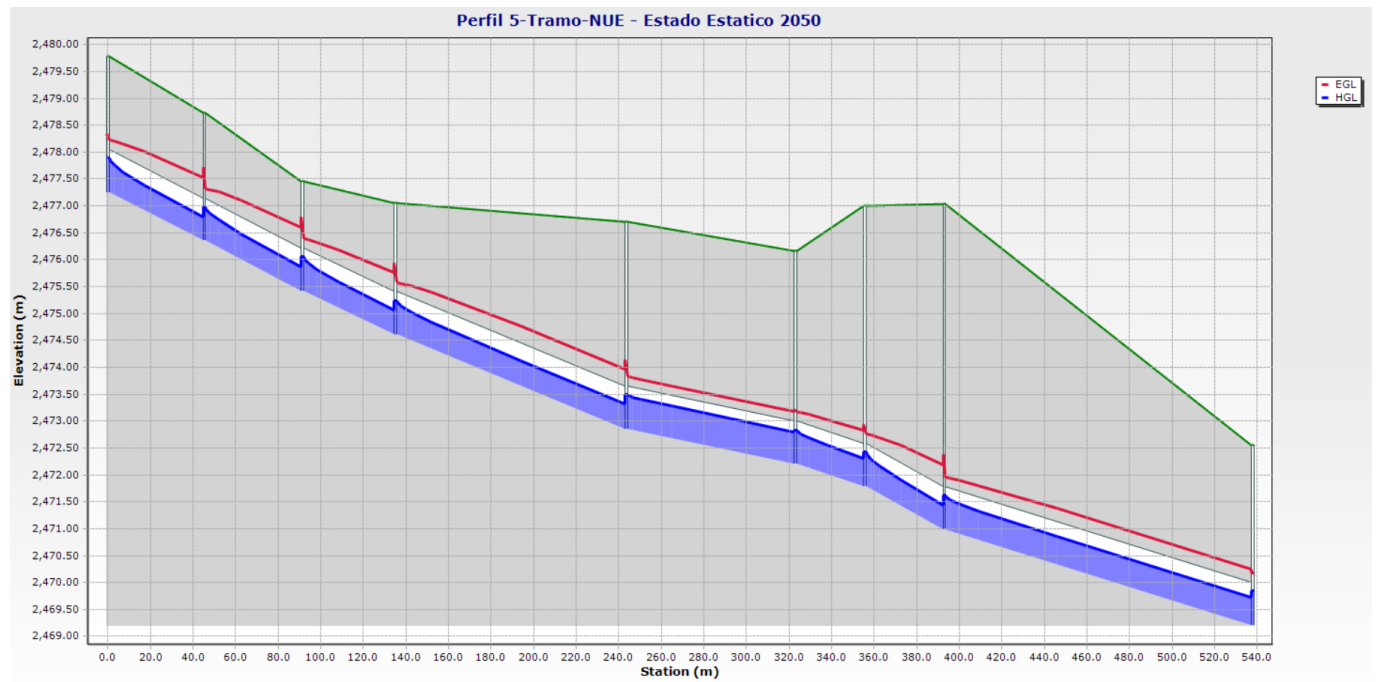
Anexo No. 8: Tubería de descarga, del escenario 2025, en estado estático.

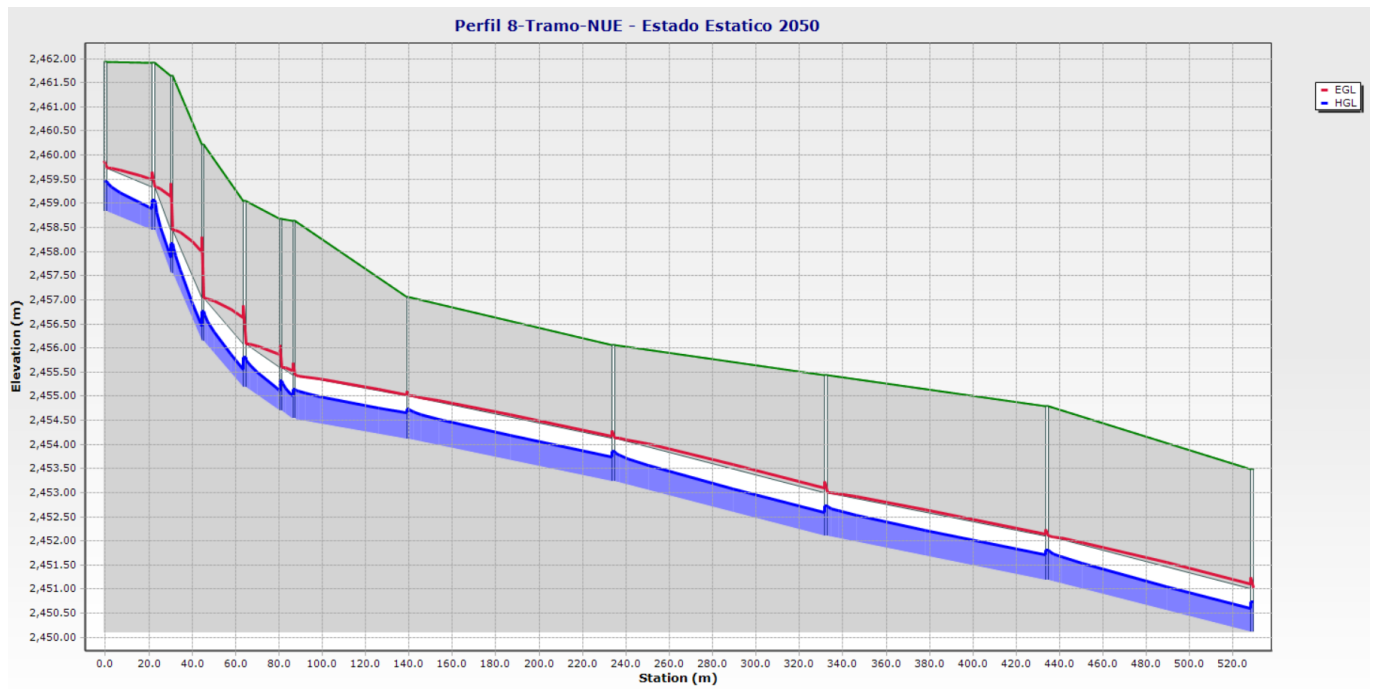
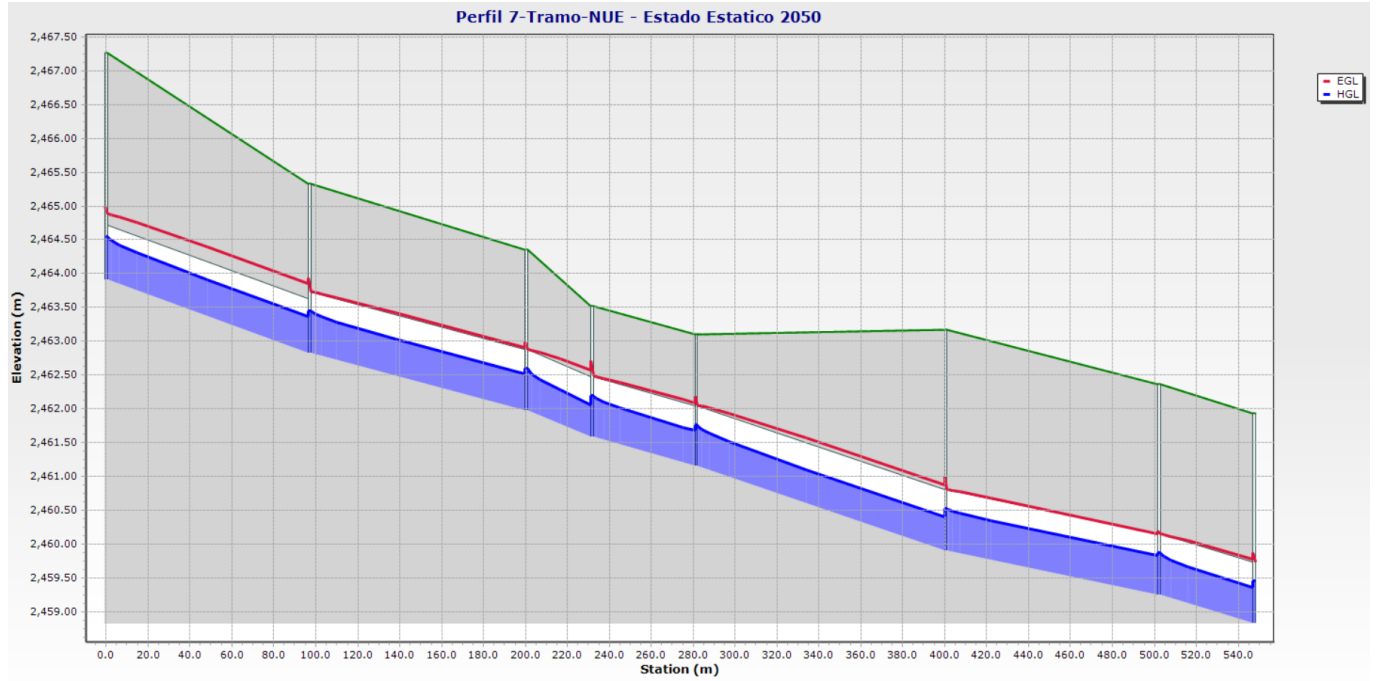


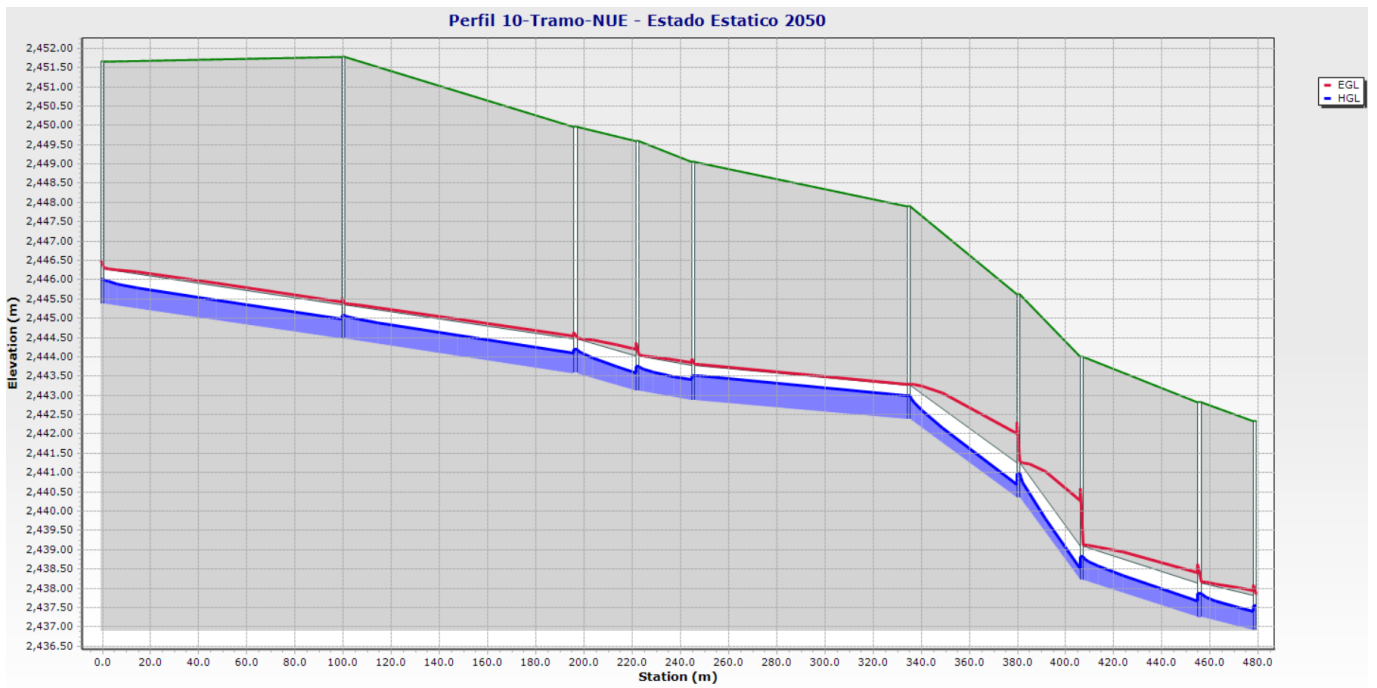
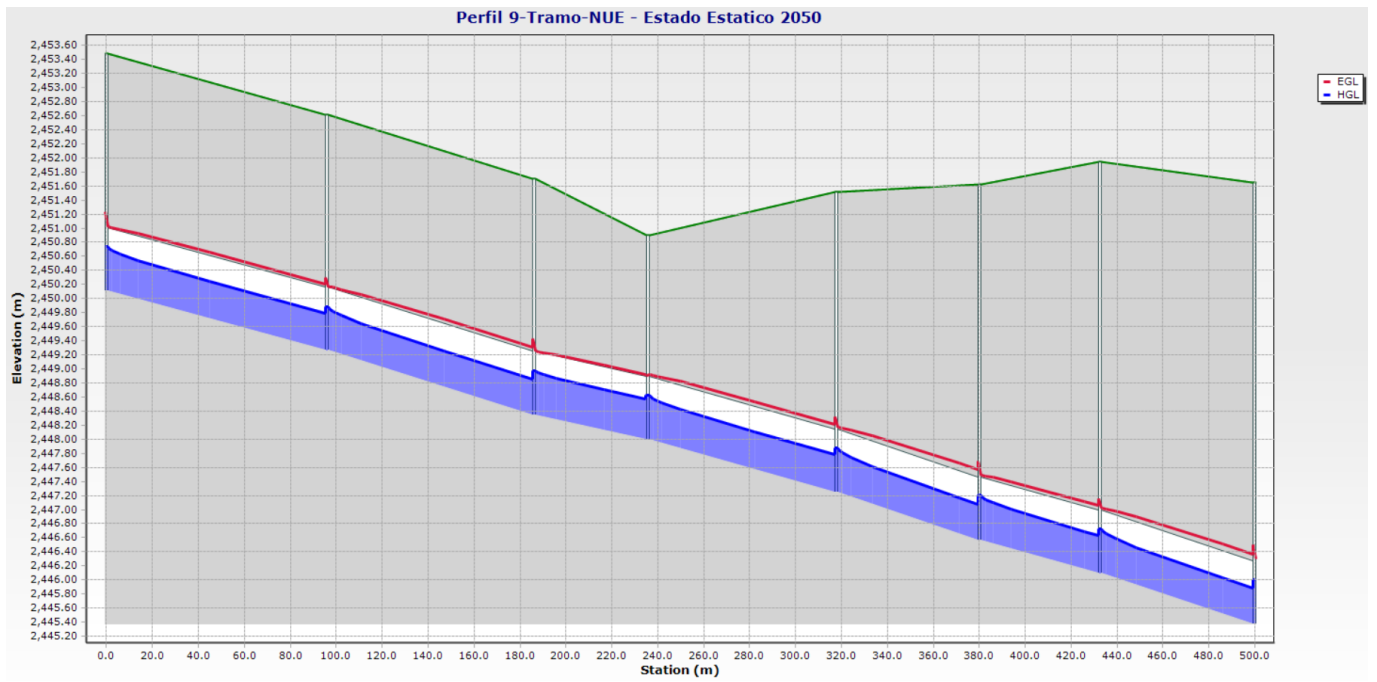
Anexo No. 9: Perfil hidráulico completo del tramo nuevo del interceptor, en el escenario 2050, en estado estático.

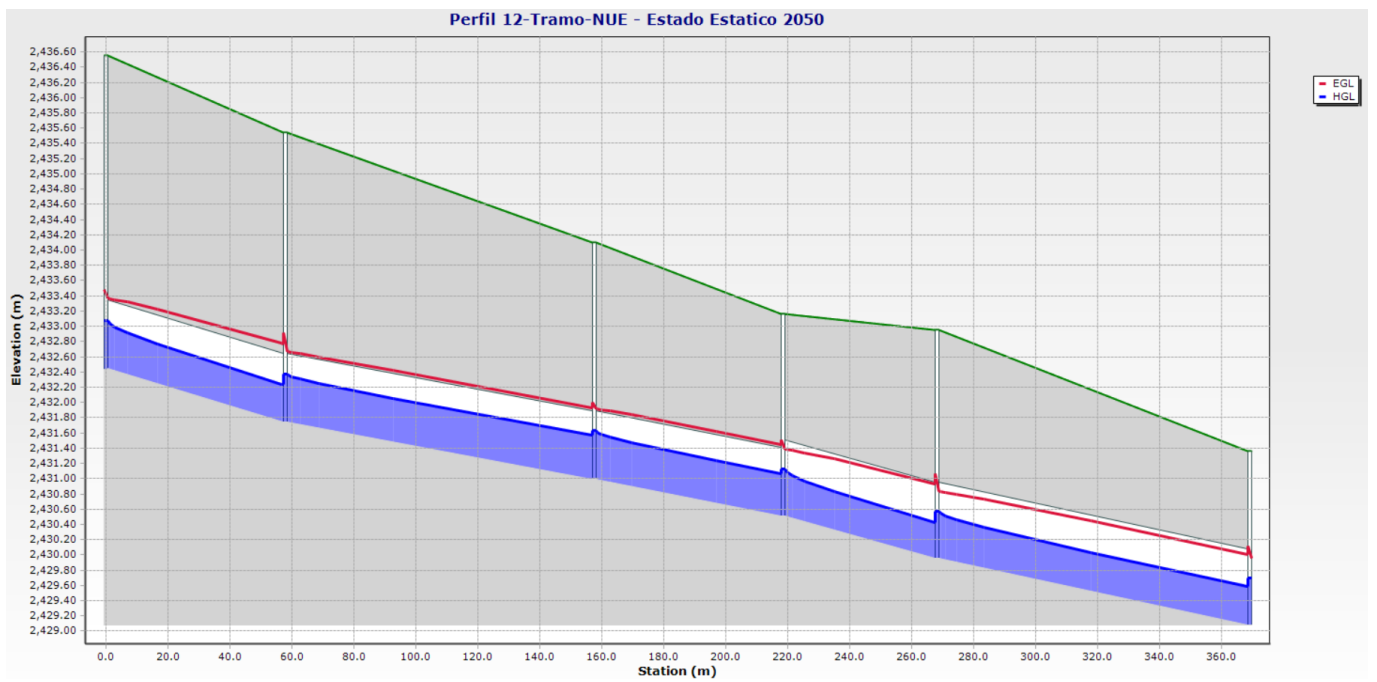
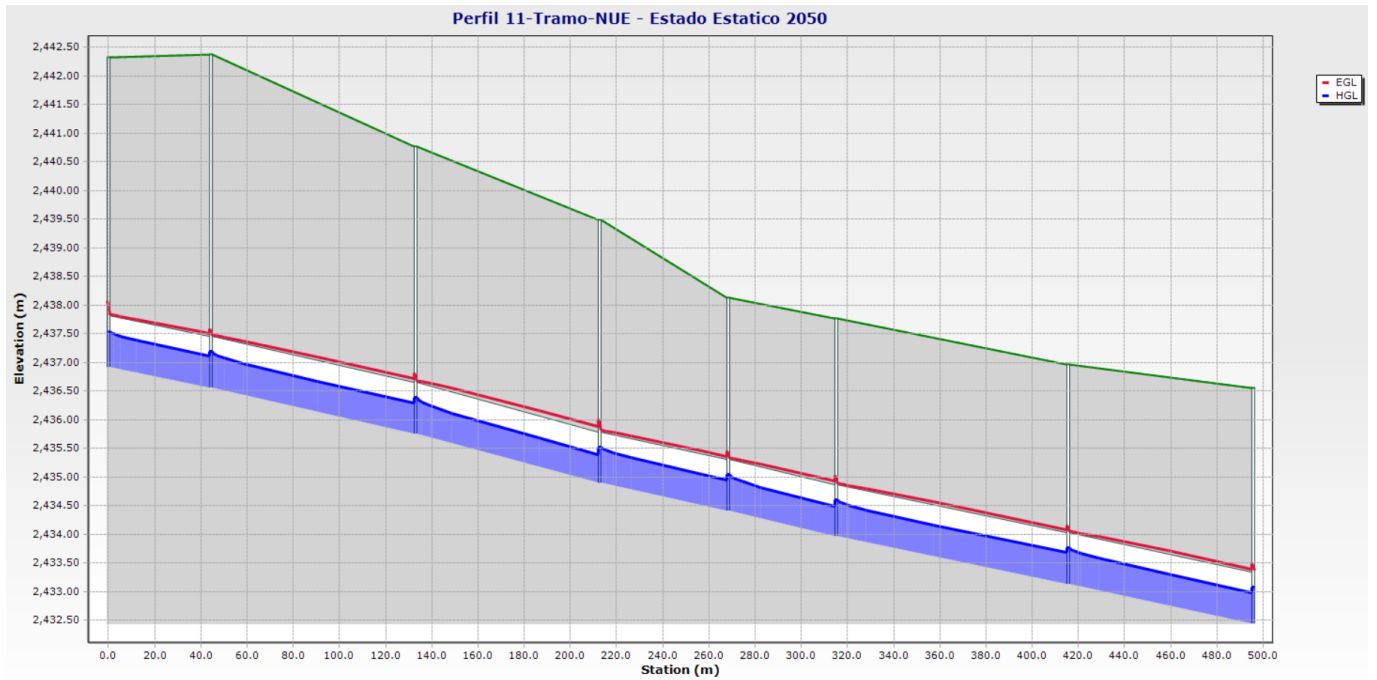


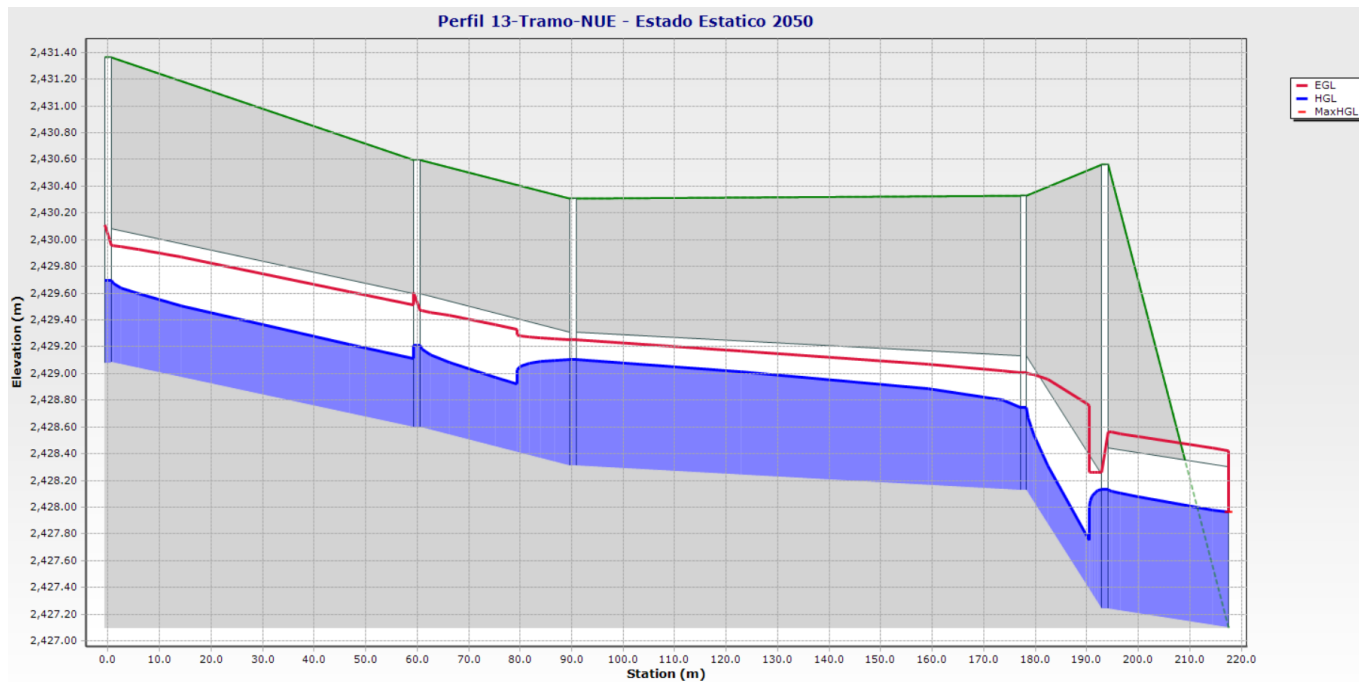




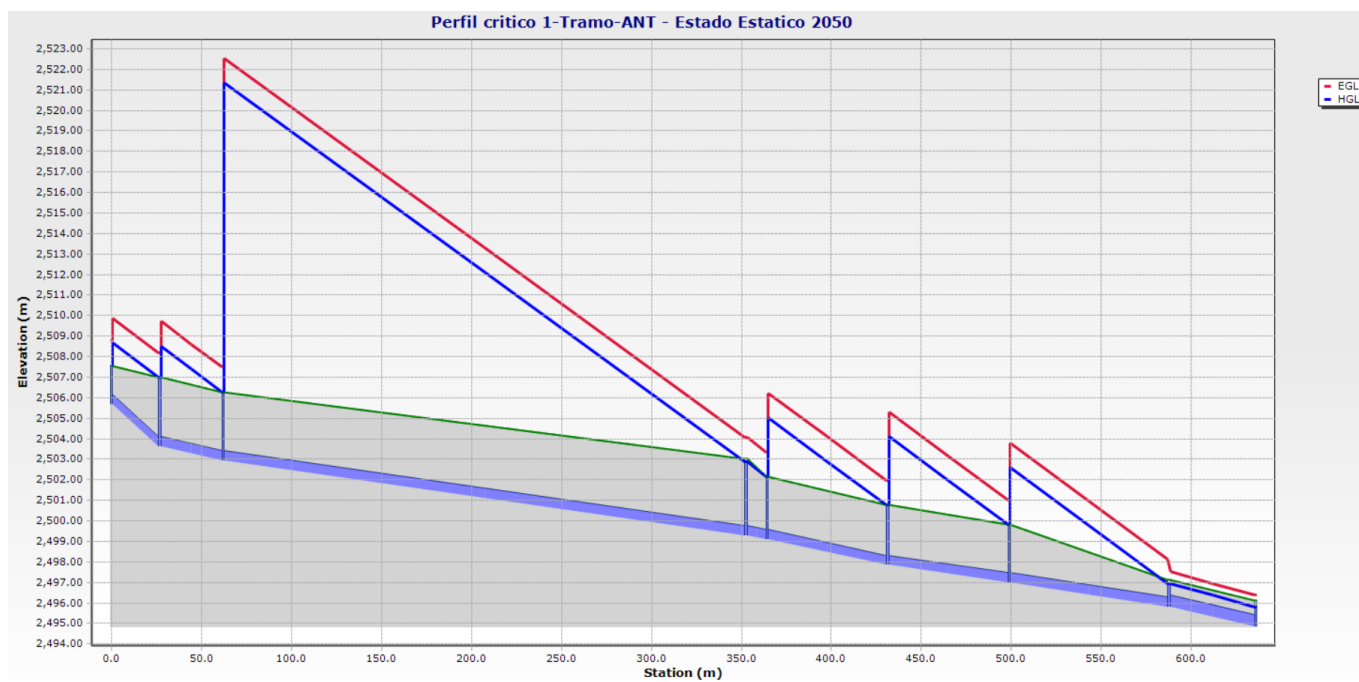


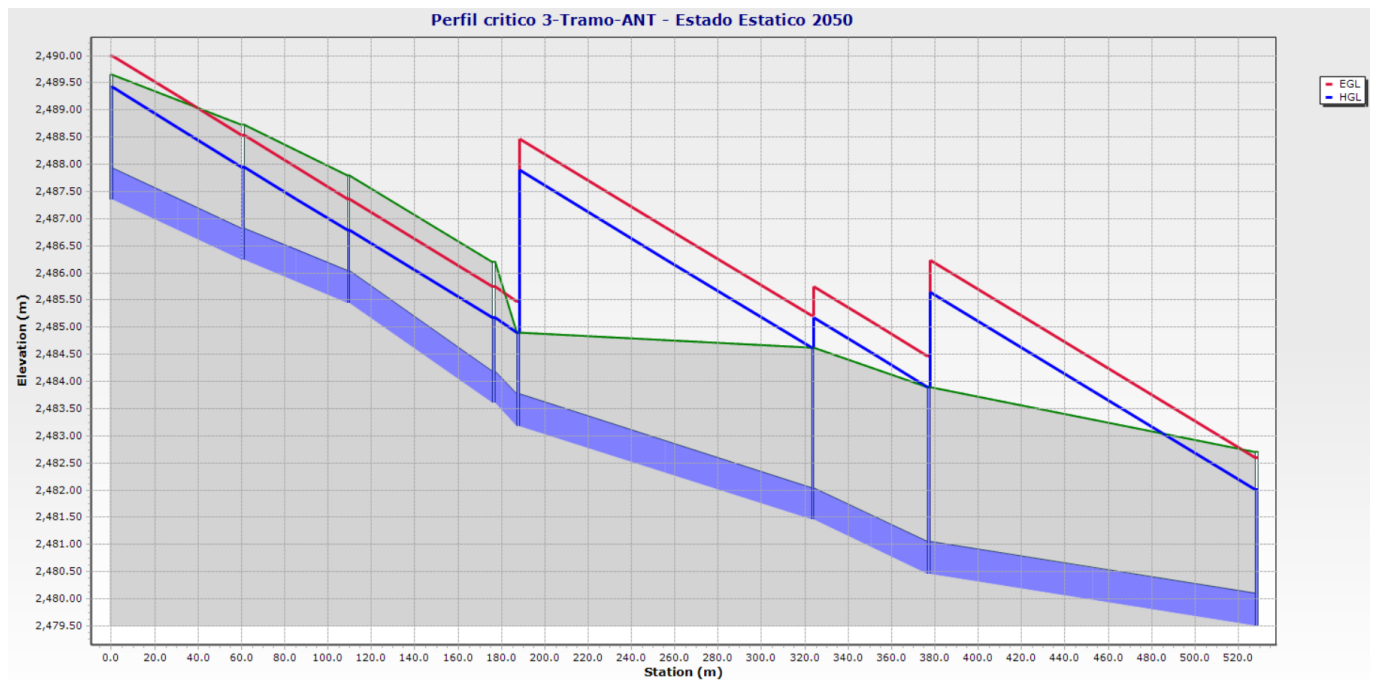
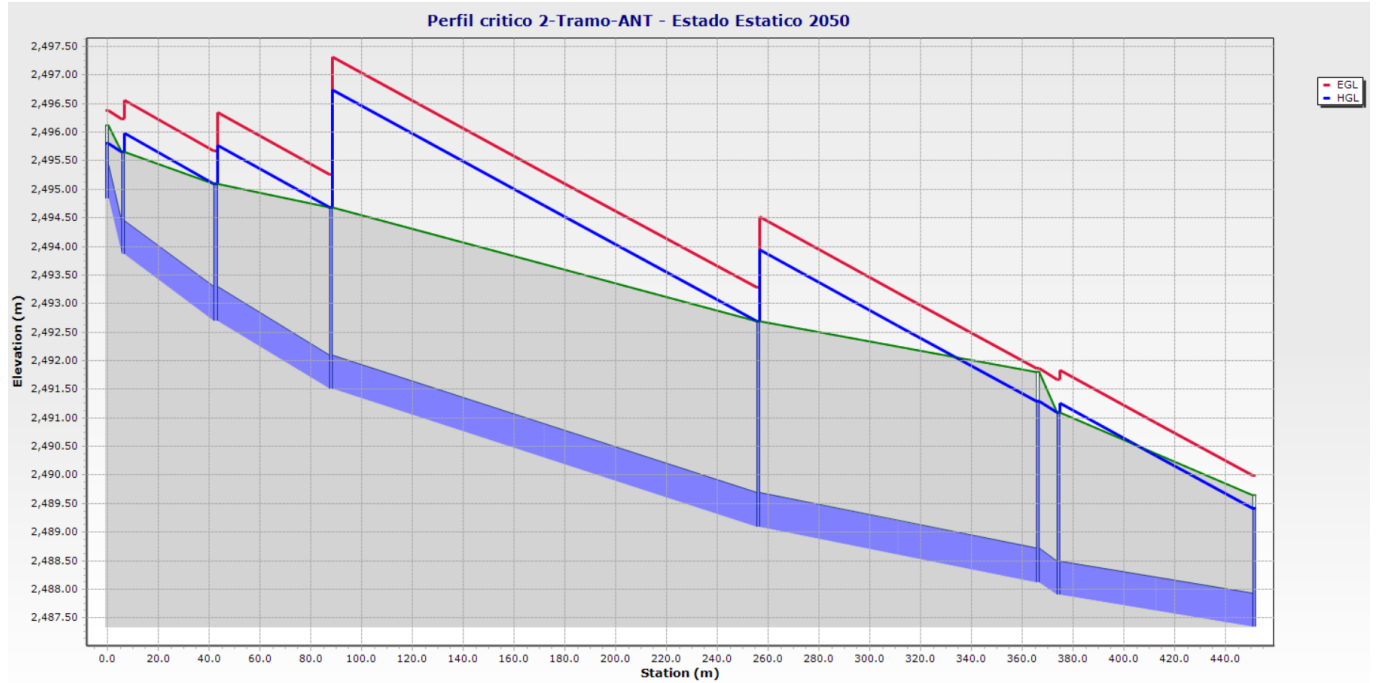


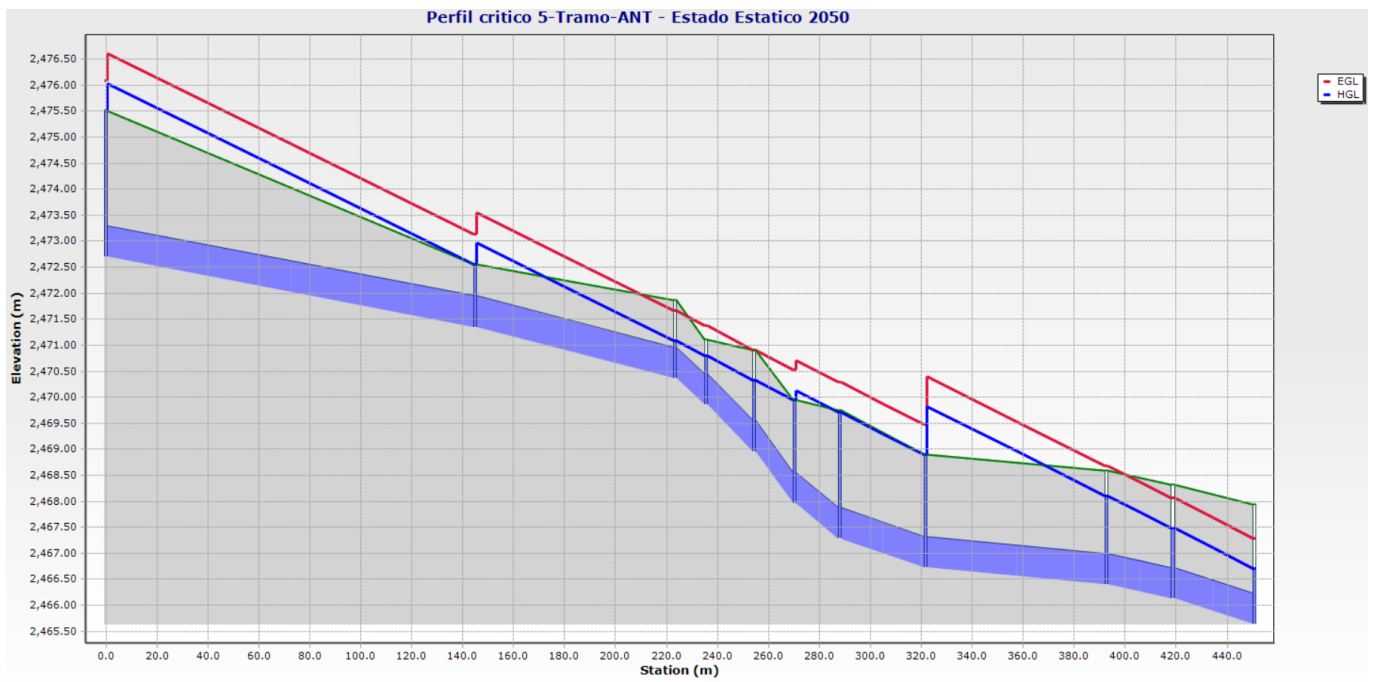
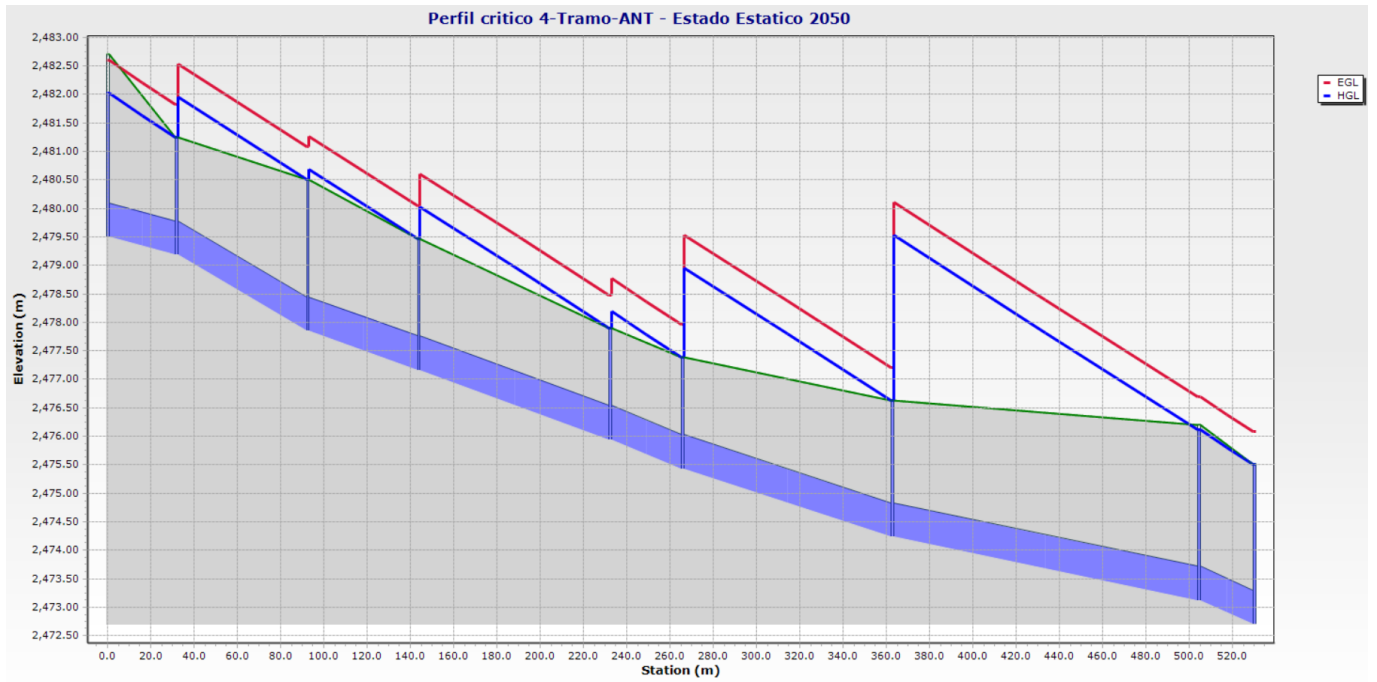


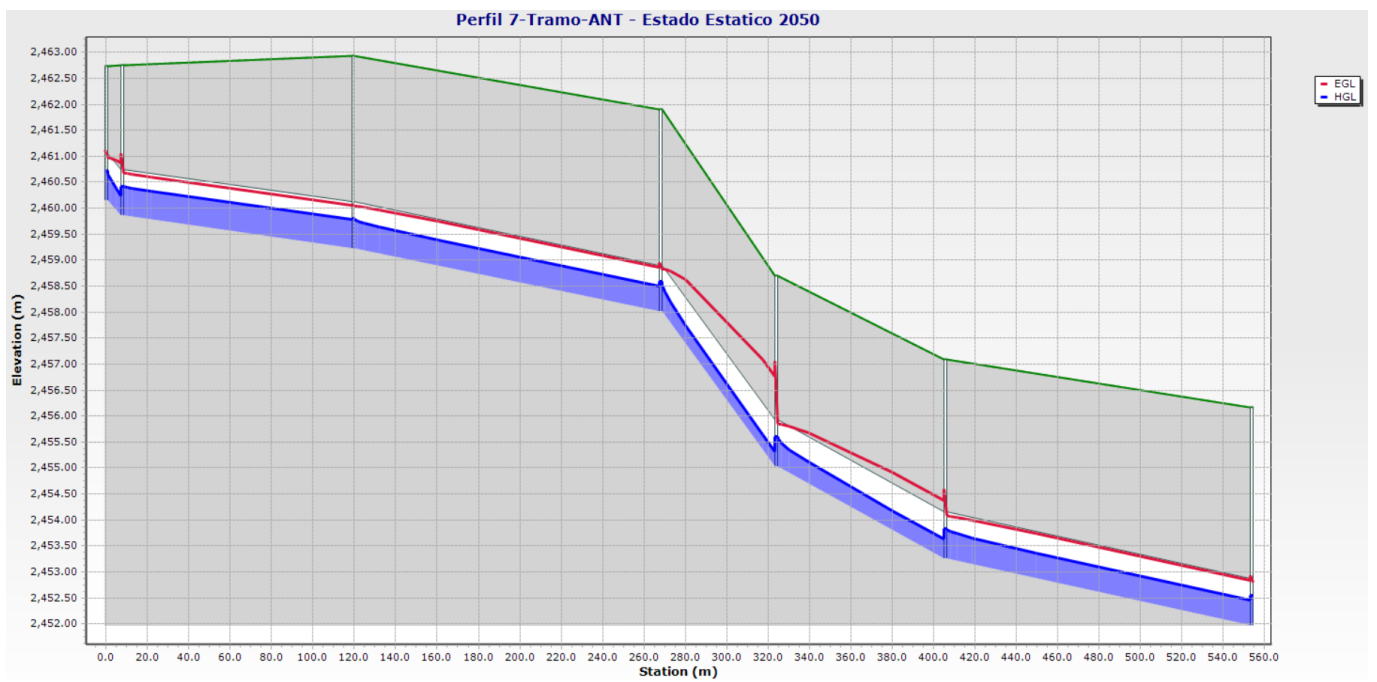
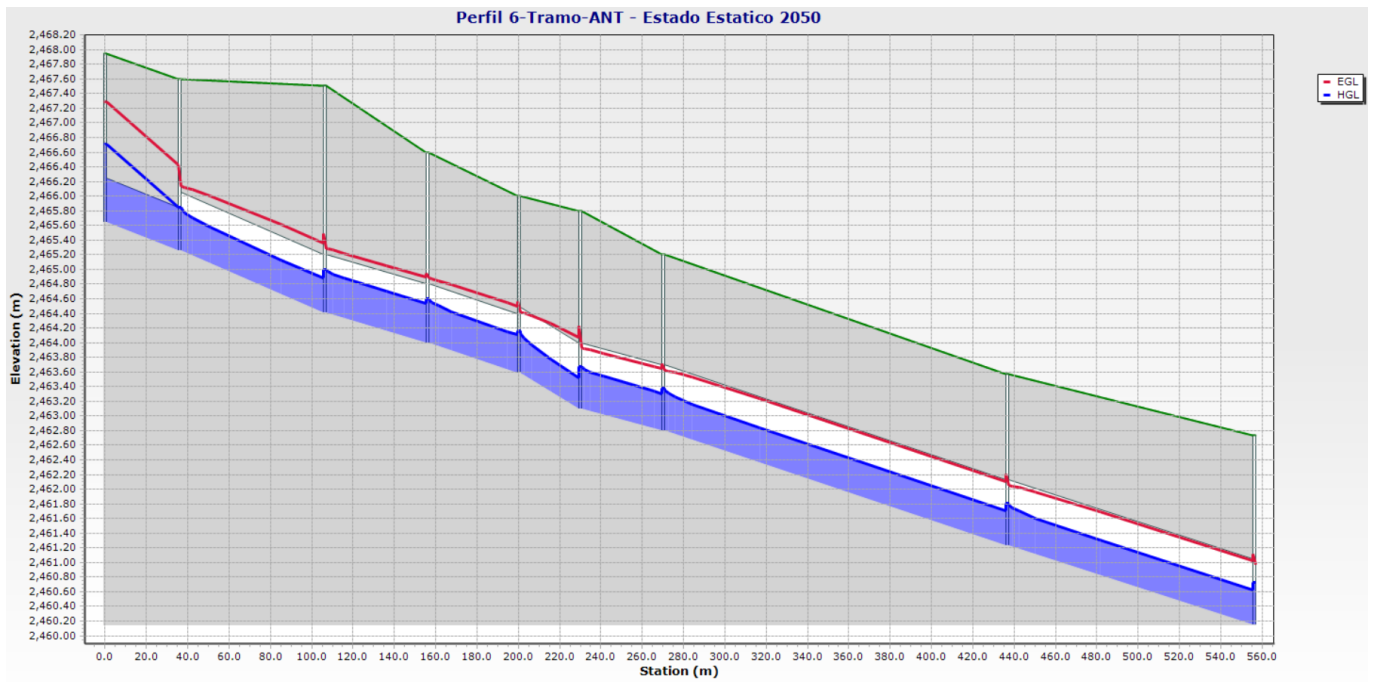


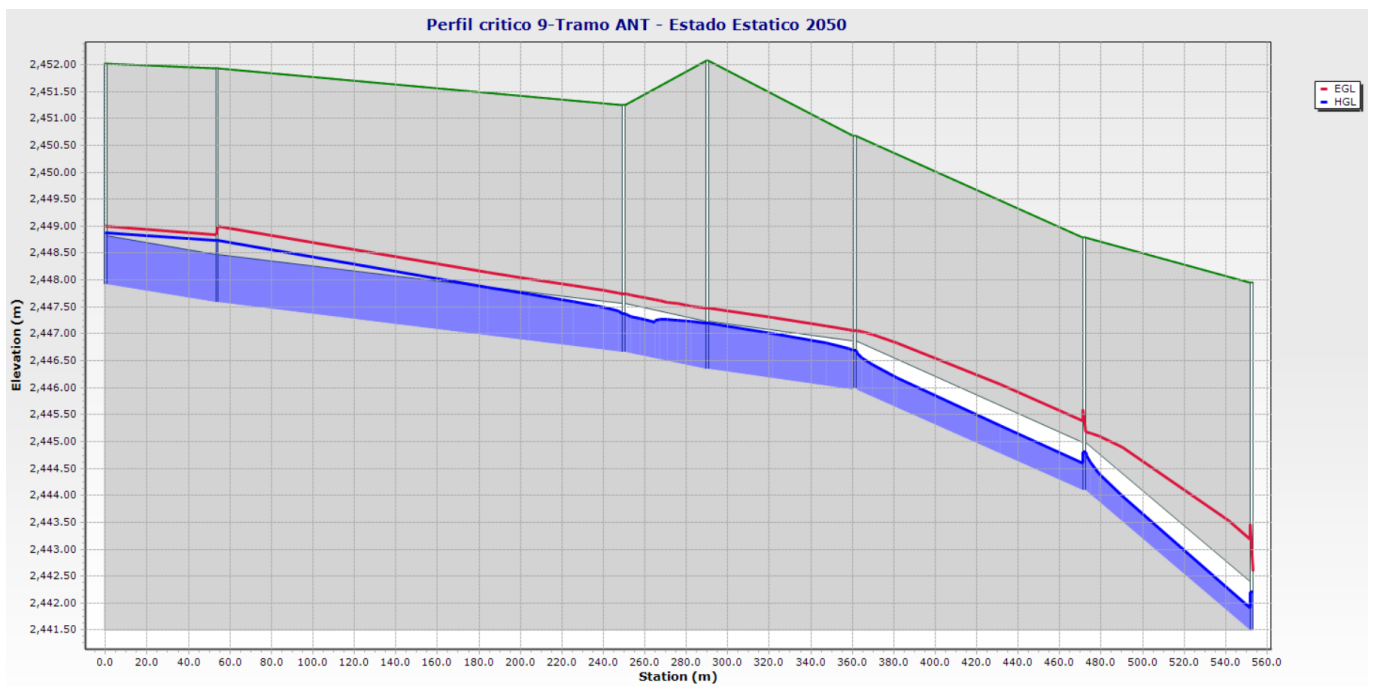
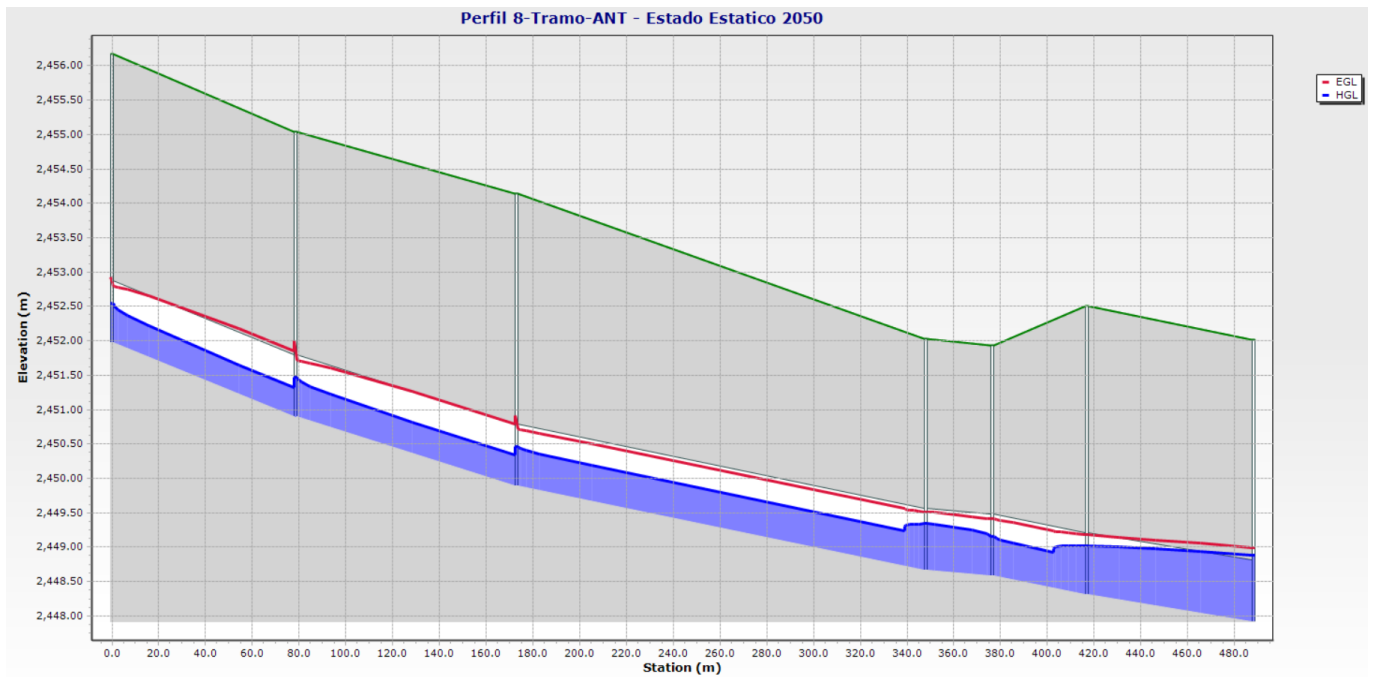
Anexo No. 10: Perfil hidráulico completo del tramo antiguo del interceptor; en el escenario 2050, en estado estático.

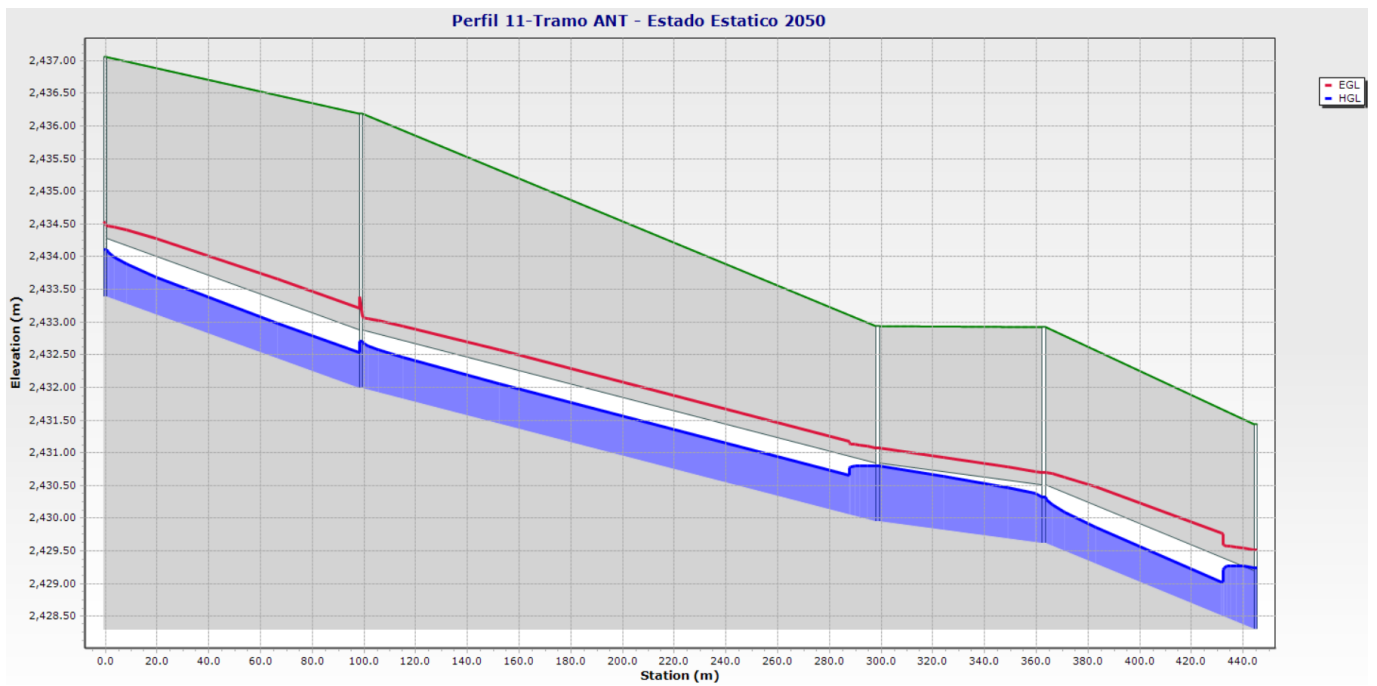
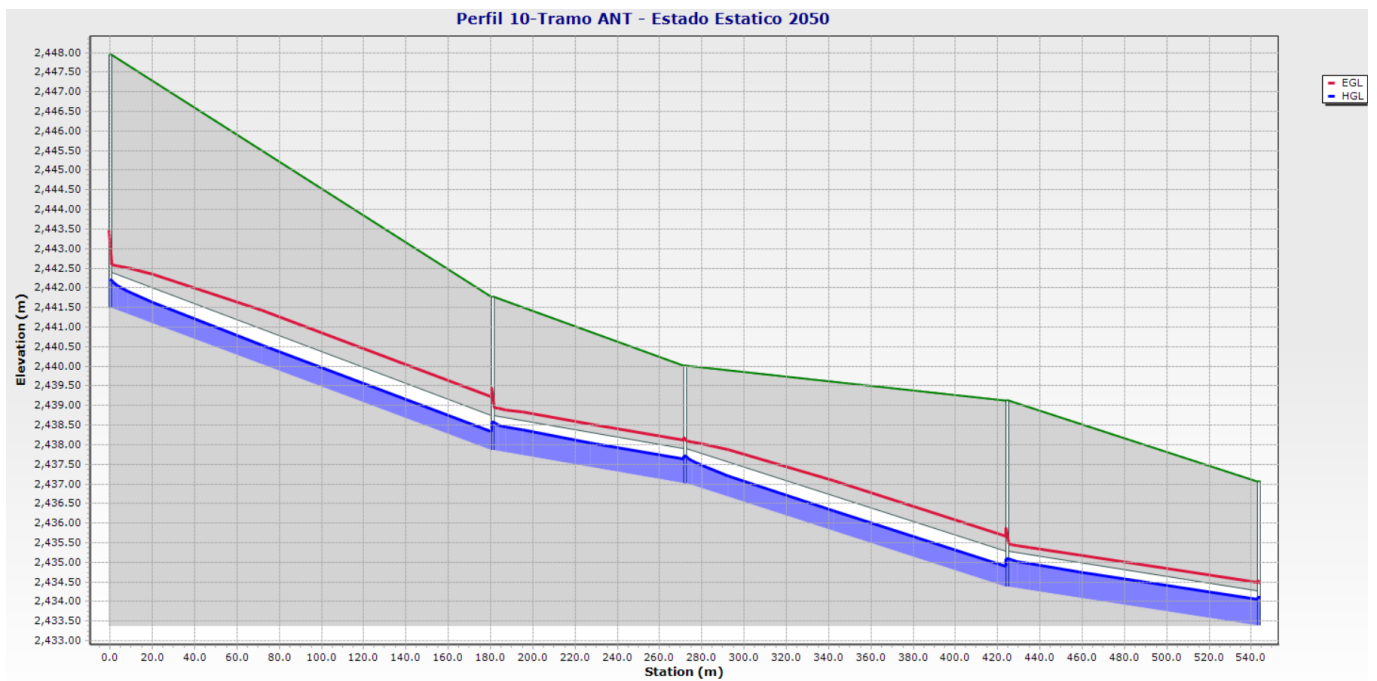


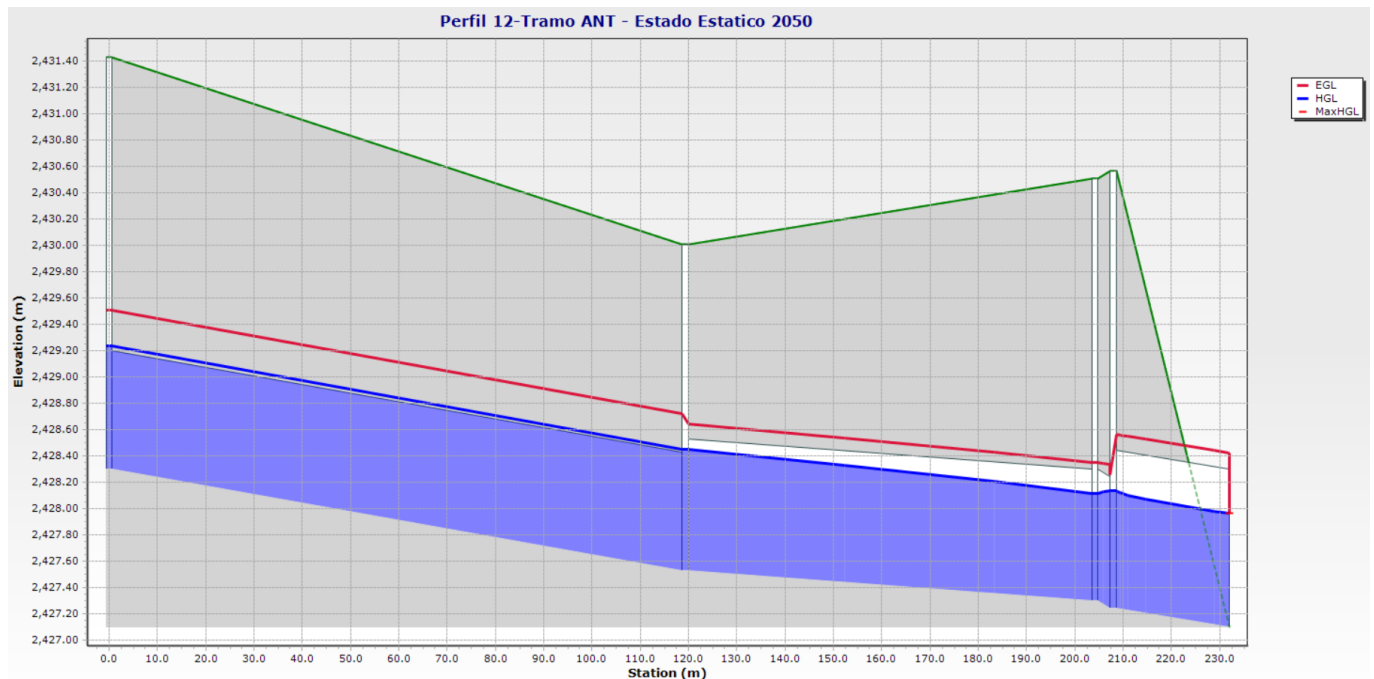




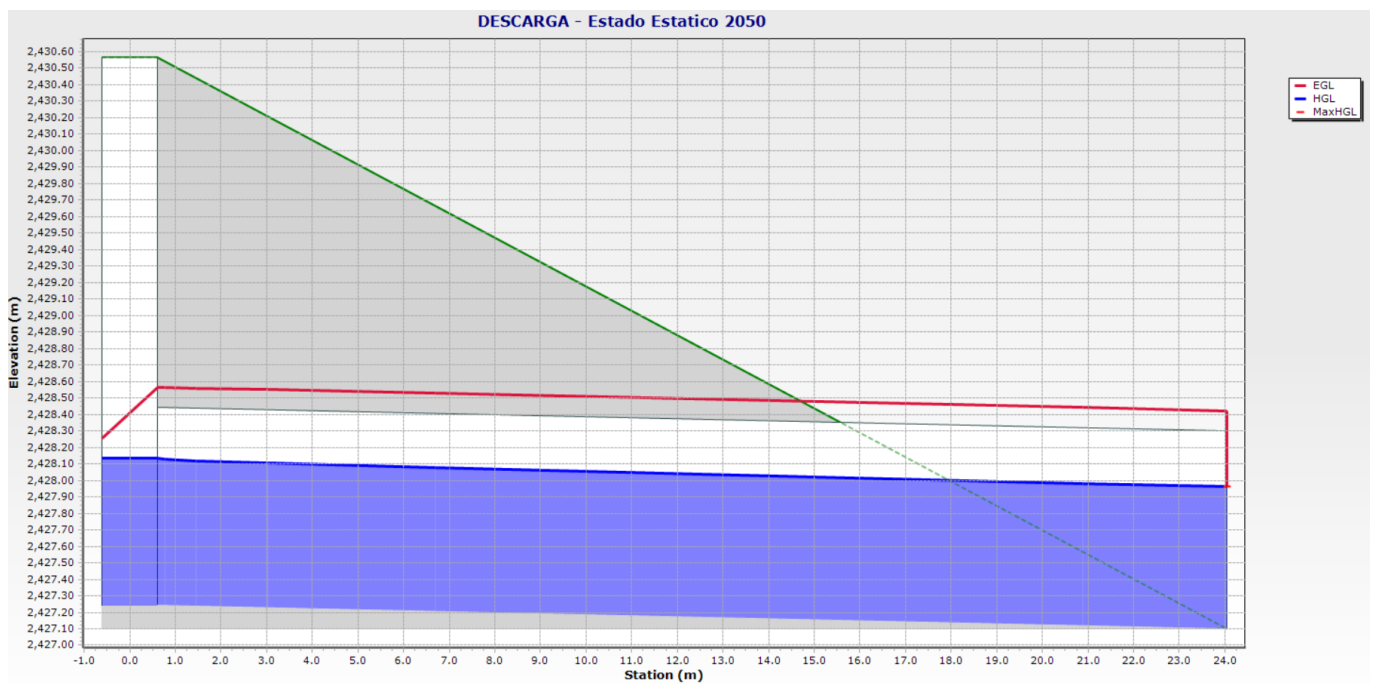








Anexo No. 11: *Tubería de descarga, del escenario 2050, en estado estático.*



Anexo No. 12: *Conductos con diámetros redimensionados para el tramo nuevo del interceptor.*

LABEL	POZO INCIO	POZO FINAL	DIAMETRO
10001INT(TNUEV)	4004MH(TNUEV)	4005MH(TNUEV)	800
10002INT(TNUEV)	4005MH(TNUEV)	4007MH(TNUEV)	800
10003INT(TNUEV)	4007MH(TNUEV)	4006MH(TNUEV)	800
10004INT(TNUEV)	4006MH(TNUEV)	4008MH(TNUEV)	800
10005INT(TNUEV)	4008MH(TNUEV)	4009MH(TNUEV)	800
10006INT(TNUEV)	4009MH(TNUEV)	4010MH(TNUEV)	800
10007INT(TNUEV)	4010MH(TNUEV)	4011MH(TNUEV)	800
10008INT(TNUEV)	4011MH(TNUEV)	4012MH(TNUEV)	800
10009INT(TNUEV)	4012MH(TNUEV)	4013MH(TNUEV)	800
10010INT(TNUEV)	4013MH(TNUEV)	4014MH(TNUEV)	800
10011INT(TNUEV)	4014MH(TNUEV)	4015MH(TNUEV)	800
10012INT(TNUEV)	4015MH(TNUEV)	4016MH(TNUEV)	800
10013INT(TNUEV)	4016MH(TNUEV)	4017MH(TNUEV)	800
10014INT(TNUEV)	4017MH(TNUEV)	4018MH(TNUEV)	800
10015INT(TNUEV)	4018MH(TNUEV)	4019MH(TNUEV)	800
10016INT(TNUEV)	4019MH(TNUEV)	4020MH(TNUEV)	800
10017INT(TNUEV)	4020MH(TNUEV)	4021MH(TNUEV)	800
10018INT(TNUEV)	4021MH(TNUEV)	4022MH(TNUEV)	800
10019INT(TNUEV)	4022MH(TNUEV)	4023MH(TNUEV)	800
10020INT(TNUEV)	4023MH(TNUEV)	4024MH(TNUEV)	800
10021INT(TNUEV)	4024MH(TNUEV)	4025MH(TNUEV)	800
10022INT(TNUEV)	4025MH(TNUEV)	4026MH(TNUEV)	800
10023INT(TNUEV)	4026MH(TNUEV)	4027MH(TNUEV)	800
10024INT(TNUEV)	4027MH(TNUEV)	4028MH(TNUEV)	800
10025INT(TNUEV)	4028MH(TNUEV)	4029MH(TNUEV)	800
10026INT(TNUEV)	4029MH(TNUEV)	4030MH(TNUEV)	800
10027INT(TNUEV)	4030MH(TNUEV)	4031MH(TNUEV)	800
10028INT(TNUEV)	4031MH(TNUEV)	4032MH(TNUEV)	800
10029INT(TNUEV)	4032MH(TNUEV)	4033MH(TNUEV)	800
10030INT(TNUEV)	4033MH(TNUEV)	4034MH(TNUEV)	800
10031INT(TNUEV)	4034MH(TNUEV)	4035MH(TNUEV)	800
10032INT(TNUEV)	4035MH(TNUEV)	4036MH(TNUEV)	800
10033INT(TNUEV)	4036MH(TNUEV)	4037MH(TNUEV)	800
10034INT(TNUEV)	4037MH(TNUEV)	4038MH(TNUEV)	800
10035INT(TNUEV)	4038MH(TNUEV)	4039MH(TNUEV)	800
10036INT(TNUEV)	4039MH(TNUEV)	4040MH(TNUEV)	900
10037INT(TNUEV)	4040MH(TNUEV)	4043MH(TNUEV)	900

LABEL	POZO INCIO	POZO FINAL	DIAMETRO
10038INT(TNUEV)	4043MH(TNUEV)	4044MH(TNUEV)	900
10039INT(TNUEV)	4044MH(TNUEV)	4045MH(TNUEV)	900
10040INT(TNUEV)	4045MH(TNUEV)	4046MH(TNUEV)	900
10041INT(TNUEV)	4046MH(TNUEV)	4047MH(TNUEV)	900
10042INT(TNUEV)	4047MH(TNUEV)	4048MH(TNUEV)	900
10043INT(TNUEV)	4048MH(TNUEV)	4049MH(TNUEV)	900
10044INT(TNUEV)	4049MH(TNUEV)	4050MH(TNUEV)	900
10045INT(TNUEV)	4050MH(TNUEV)	4051MH(TNUEV)	900
10046INT(TNUEV)	4051MH(TNUEV)	4052MH(TNUEV)	900
10047INT(TNUEV)	4052MH(TNUEV)	4053MH(TNUEV)	900
10048INT(TNUEV)	4053MH(TNUEV)	4054MH(TNUEV)	900
10049INT(TNUEV)	4054MH(TNUEV)	4055MH(TNUEV)	900
10050INT(TNUEV)	4055MH(TNUEV)	4056MH(TNUEV)	900
10051INT(TNUEV)	4056MH(TNUEV)	4057MH(TNUEV)	900
10052INT(TNUEV)	4057MH(TNUEV)	4058MH(TNUEV)	900
10053INT(TNUEV)	4058MH(TNUEV)	4060MH(TNUEV)	900
10054INT(TNUEV)	4060MH(TNUEV)	4059MH(TNUEV)	900
10055INT(TNUEV)	4059MH(TNUEV)	4061MH(TNUEV)	900
10056INT(TNUEV)	4061MH(TNUEV)	4062MH(TNUEV)	900
10057INT(TNUEV)	4062MH(TNUEV)	4063MH(TNUEV)	900
10058INT(TNUEV)	4063MH(TNUEV)	4064MH(TNUEV)	900
10059INT(TNUEV)	4064MH(TNUEV)	4065MH(TNUEV)	900
10060INT(TNUEV)	4065MH(TNUEV)	4066MH(TNUEV)	900
10061INT(TNUEV)	4066MH(TNUEV)	4067MH(TNUEV)	900
10062INT(TNUEV)	4067MH(TNUEV)	4068MH(TNUEV)	900
10063INT(TNUEV)	4068MH(TNUEV)	4069MH(TNUEV)	900
10064INT(TNUEV)	4069MH(TNUEV)	4070MH(TNUEV)	900
10065INT(TNUEV)	4070MH(TNUEV)	4071MH(TNUEV)	900
10066INT(TNUEV)	4071MH(TNUEV)	4072MH(TNUEV)	900
10067INT(TNUEV)	4072MH(TNUEV)	4074MH(TNUEV)	900
10068INT(TNUEV)	4074MH(TNUEV)	4075MH(TNUEV)	900
10069INT(TNUEV)	4075MH(TNUEV)	4076MH(TNUEV)	900
10070INT(TNUEV)	4076MH(TNUEV)	4077MH(TNUEV)	900
10071INT(TNUEV)	4077MH(TNUEV)	4078MH(TNUEV)	900
10072INT(TNUEV)	4078MH(TNUEV)	4079MH(TNUEV)	900
10073INT(TNUEV)	4079MH(TNUEV)	4080MH(TNUEV)	900
10074INT(TNUEV)	4080MH(TNUEV)	4081MH(TNUEV)	900

LABEL	POZO INCIO	POZO FINAL	DIAMETRO
10075INT(TNUEV)	4081MH(TNUEV)	4082MH(TNUEV)	900
10076INT(TNUEV)	4082MH(TNUEV)	4083MH(TNUEV)	900
10077INT(TNUEV)	4083MH(TNUEV)	4084MH(TNUEV)	900
10078INT(TNUEV)	4084MH(TNUEV)	4085MH(TNUEV)	900
10079INT(TNUEV)	4085MH(TNUEV)	4086MH(TNUEV)	900
10080INT(TNUEV)	4086MH(TNUEV)	4087MH(TNUEV)	900
10081INT(TNUEV)	4087MH(TNUEV)	4088MH(TNUEV)	900
10082INT(TNUEV)	4088MH(TNUEV)	4089MH(TNUEV)	900
10083INT(TNUEV)	4089MH(TNUEV)	4090MH(TNUEV)	900
10084INT(TNUEV)	4090MH(TNUEV)	4091MH(TNUEV)	900
10085INT(TNUEV)	4091MH(TNUEV)	4092MH(TNUEV)	900
10086INT(TNUEV)	4092MH(TNUEV)	4093MH(TNUEV)	900
10091INT(TNUEV)	4097MH(TNUEV)	4098MH(TNUEV)	900
10092INT(TNUEV)	4098MH(TNUEV)	4099MH(TNUEV)	900
10093INT(TNUEV)	4099MH(TNUEV)	4100MH(TNUEV)	900
10094INT(TNUEV)	4100MH(TNUEV)	4101MH(TNUEV)	900
10095INT(TNUEV)	4101MH(TNUEV)	4102MH(TNUEV)	900
10096INT(TNUEV)	4102MH(TNUEV)	4103MH(TNUEV)	900
10097INT(TNUEV)	4103MH(TNUEV)	4104MH(TNUEV)	900
10098INT(TNUEV)	4104MH(TNUEV)	4105MH(TNUEV)	900
10099INT(TNUEV)	4105MH(TNUEV)	4106MH(TNUEV)	900
10100INT(TNUEV)	4106MH(TNUEV)	4107MH(TNUEV)	900
10101INT(TNUEV)	4107MH(TNUEV)	4108MH(TNUEV)	900
10102INT(TNUEV)	4108MH(TNUEV)	4109MH(TNUEV)	900
10103INT(TNUEV)	4109MH(TNUEV)	4110MH(TNUEV)	1000
10104INT(TNUEV)	4110MH(TNUEV)	4111MH(TNUEV)	1000
10105INT(TNUEV)	4111MH(TNUEV)	4112MH(TNUEV)	1000
10106INT(TNUEV)	4112MH(TNUEV)	4113MH(TNUEV)	1000
10107INT(TNUEV)	4113MH(TNUEV)	4114MH(TNUEV)	1000
10108INT(TNUEV)	4114MH(TNUEV)	4086MH(TANTI)	1000
10109INT(TNUEV)	4001MH(TNUEV)	4003MH(TNUEV)	800
10110INT(TNUEV)	4003MH(TNUEV)	4004MH(TNUEV)	800
CO-11 (TNUEV)	4093MH(TNUEV)	4095MH(TNUEV)	900
CO-12 (TNUEV)	4095MH(TNUEV)	4097MH(TNUEV)	900

Anexo No. 13: *Conductos con diámetros redimensionados para el tramo antiguo del interceptor.*

LABEL	POZO INICO	POZO FINAL	DIAMETRO
1001INT(TANTI)	4001MH(TANTI)	4002MH(TANTI)	800
1002INT(TANTI)	4003MH(TANTI)	4002MH(TANTI)	800
1003INT(TANTI)	4004MH(TANTI)	4003MH(TANTI)	800
1004INT(TANTI)	4005MH(TANTI)	4004MH(TANTI)	800
1005INT(TANTI)	4006MH(TANTI)	4005MH(TANTI)	800
1006INT(TANTI)	4007MH(TANTI)	4006MH(TANTI)	800
1007INT(TANTI)	4008MH(TANTI)	4007MH(TANTI)	800
1008INT(TANTI)	4009MH(TANTI)	4008MH(TANTI)	800
1009INT(TANTI)	4010MH(TANTI)	4009MH(TANTI)	800
1010INT(TANTI)	4011MH(TANTI)	4010MH(TANTI)	800
1011INT(TANTI)	4012MH(TANTI)	4011MH(TANTI)	800
1012INT(TANTI)	4012MH(TANTI)	4013MH(TANTI)	800
1013INT(TANTI)	4014MH(TANTI)	4013MH(TANTI)	800
1014INT(TANTI)	4015MH(TANTI)	4014MH(TANTI)	800
1015INT(TANTI)	4017MH(TANTI)	4015MH(TANTI)	800
1016INT(TANTI)	4018MH(TANTI)	4017MH(TANTI)	800
1017INT(TANTI)	4019MH(TANTI)	4018MH(TANTI)	800
1018INT(TANTI)	4020MH(TANTI)	4019MH(TANTI)	800
1019INT(TANTI)	4021MH(TANTI)	4020MH(TANTI)	800
1020INT(TANTI)	4022MH(TANTI)	4021MH(TANTI)	800
1021INT(TANTI)	4023MH(TANTI)	4022MH(TANTI)	800
1022INT(TANTI)	4024MH(TANTI)	4023MH(TANTI)	800
1025INT(TANTI)	4027MH(TANTI)	4026MH(TANTI)	800
1026INT(TANTI)	4028MH(TANTI)	4027MH(TANTI)	800
1027INT(TANTI)	4029MH(TANTI)	4028MH(TANTI)	800
1028INT(TANTI)	4030MH(TANTI)	4029MH(TANTI)	800
1029INT(TANTI)	4031MH(TANTI)	4030MH(TANTI)	800
1030INT(TANTI)	4032MH(TANTI)	4031MH(TANTI)	800
1031INT(TANTI)	4033MH(TANTI)	4032MH(TANTI)	800
1032INT(TANTI)	4034MH(TANTI)	4033MH(TANTI)	800
1033INT(TANTI)	4036MH(TANTI)	4034MH(TANTI)	800
1034INT(TANTI)	4037MH(TANTI)	4036MH(TANTI)	800
1035INT(TANTI)	4038MH(TANTI)	4037MH(TANTI)	800
1036INT(TANTI)	4039MH(TANTI)	4038MH(TANTI)	800
1037INT(TANTI)	4040MH(TANTI)	4039MH(TANTI)	800
1038INT(TANTI)	4041MH(TANTI)	4040MH(TANTI)	800
1039INT(TANTI)	4042MH(TANTI)	4041MH(TANTI)	800

LABEL	POZO INICO	POZO FINAL	DIAMETRO
1040INT(TANTI)	4043MH(TANTI)	4042MH(TANTI)	800
1041INT(TANTI)	4044MH(TANTI)	4043MH(TANTI)	800
1042INT(TANTI)	4045MH(TANTI)	4044MH(TANTI)	800
1045INT(TANTI)	4047MH(TANTI)	4046MH(TANTI)	800
1046INT(TANTI)	4048MH(TANTI)	4047MH(TANTI)	800
1047INT(TANTI)	4049MH(TANTI)	4048MH(TANTI)	900
1048INT(TANTI)	4050MH(TANTI)	4049MH(TANTI)	900
1049INT(TANTI)	4051MH(TANTI)	4050MH(TANTI)	900
1050INT(TANTI)	4052MH(TANTI)	4051MH(TANTI)	900
1051INT(TANTI)	4053MH(TANTI)	4052MH(TANTI)	900
1052INT(TANTI)	4054MH(TANTI)	4053MH(TANTI)	900
1053INT(TANTI)	4055MH(TANTI)	4054MH(TANTI)	900
1054INT(TANTI)	4056MH(TANTI)	4055MH(TANTI)	900
1055INT(TANTI)	4057MH(TANTI)	4056MH(TANTI)	900
1056INT(TANTI)	4059MH(TANTI)	4057MH(TANTI)	900
1057INT(TANTI)	4061MH(TANTI)	4059MH(TANTI)	900
1058INT(TANTI)	4062MH(TANTI)	4061MH(TANTI)	900
1059INT(TANTI)	4064MH(TANTI)	4062MH(TANTI)	900
1060INT(TANTI)	4065MH(TANTI)	4064MH(TANTI)	900
1061INT(TANTI)	4066MH(TANTI)	4065MH(TANTI)	900
1062INT(TANTI)	4066MH(TANTI)	4067MH(TANTI)	900
1063INT(TANTI)	4068MH(TANTI)	4067MH(TANTI)	900
1064INT(TANTI)	4069MH(TANTI)	4068MH(TANTI)	900
1065INT(TANTI)	4070MH(TANTI)	4069MH(TANTI)	900
1066INT(TANTI)	4070MH(TANTI)	4071MH(TANTI)	900
1067INT(TANTI)	4072MH(TANTI)	4071MH(TANTI)	900
1068INT(TANTI)	4073MH(TANTI)	4072MH(TANTI)	900
1069INT(TANTI)	4073MH(TANTI)	4074MH(TANTI)	900
1070INT(TANTI)	4075MH(TANTI)	4074MH(TANTI)	900
1071INT(TANTI)	4076MH(TANTI)	4075MH(TANTI)	900
1072INT(TANTI)	4077MH(TANTI)	4076MH(TANTI)	900
1073INT(TANTI)	4079MH(TANTI)	4077MH(TANTI)	900
1074INT(TANTI)	4081MH(TANTI)	4079MH(TANTI)	1000
1075INT(TANTI)	4082MH(TANTI)	4081MH(TANTI)	1000
1076INT(TANTI)	4083MH(TANTI)	4082MH(TANTI)	1200
1077INT(TANTI)	4084MH(TANTI)	4083MH(TANTI)	1200
1078INT(TANTI)	4085MH(TANTI)	4084MH(TANTI)	1200

LABEL	POZO INICO	POZO FINAL	DIAMETRO
1079INT(TANTI)	4086MH(TANTI)	4085MH(TANTI)	1200
CO-10 (TANTI)	4024MH(TANTI)	4026MH(TANTI)	800
CO-5 (TANTI)	4045MH(TANTI)	4046MH(TANTI)	800

Anexo No. 14: Resumen de los resultados obtenidos de la simulación de interceptor en el tramo nuevo en el año 2050 en estado estático.

LABEL	LONGITUD (m)	PENDIENTE	DIAMETRO (mm)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10001INT(TNUEV)	83.1	0.011	800	2.99	76.5	71.7	1,044.23	320.22	1,364.45
10002INT(TNUEV)	22	0.012	800	3.17	71	71	1,044.23	425.68	1,469.91
10003INT(TNUEV)	10.1	0.034	800	4.67	42.7	66.2	1,044.23	1,400.01	2,444.24
10004INT(TNUEV)	89.9	0.02	800	3.86	55.2	65.4	1,044.23	846.71	1,890.94
10005INT(TNUEV)	107.2	0.015	800	3.39	65.2	68.3	1,044.23	557.78	1,602.01
10006INT(TNUEV)	39.2	0.017	800	3.56	61.4	67.8	1,044.23	656.68	1,700.91
10007INT(TNUEV)	6.7	0.021	800	3.89	54.6	70.1	1,044.23	868.33	1,912.56
10008INT(TNUEV)	30.1	0.018	800	3.69	58.6	67.5	1,044.23	738.66	1,782.89
10009INT(TNUEV)	63.9	0.012	800	3.14	71.9	70.3	1,044.23	407.92	1,452.15
10010INT(TNUEV)	35.7	0.016	800	3.49	62.8	68.3	1,044.23	617.99	1,662.22
10011INT(TNUEV)	20.4	0.009	800	2.84	81.4	73.6	1,044.23	238.95	1,283.18
10012INT(TNUEV)	13.7	0.014	800	3.35	66.3	70.8	1,044.23	530.64	1,574.87
10013INT(TNUEV)	38.1	0.011	800	3.02	75.7	71.6	1,044.23	335.51	1,379.74
10014INT(TNUEV)	30.8	0.014	800	3.35	66.2	69.4	1,044.23	532.29	1,576.52
10015INT(TNUEV)	21.8	0.01	800	2.86	80.8	73.4	1,044.23	248.82	1,293.05
10016INT(TNUEV)	7.2	0.019	800	3.77	56.8	70.4	1,044.23	793.51	1,837.74
10017INT(TNUEV)	11.1	0.027	800	4.3	47.7	67.2	1,044.23	1,144.56	2,188.79
10018INT(TNUEV)	35.3	0.009	800	2.74	85.2	74.4	1,044.23	181.6	1,225.83
10019INT(TNUEV)	28.4	0.019	800	3.77	56.9	67.1	1,044.23	791.21	1,835.44
10020INT(TNUEV)	45.4	0.014	800	3.31	67.3	69.1	1,044.23	507.69	1,551.92
10021INT(TNUEV)	35.9	0.015	800	3.43	64.3	68.7	1,044.23	578.6	1,622.83
10022INT(TNUEV)	60.8	0.014	800	3.32	67	68.8	1,044.23	515.46	1,559.69

LABEL	LONGITUD (m)	PENDIENTE	DIAMETRO (mm)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10023INT(TNUEV)	44.6	0.014	800	3.33	49	58.6	1,044.23	1,085.64	2,129.87
10024INT(TNUEV)	66.1	0.016	800	3.5	45.9	57.4	1,044.23	1,231.42	2,275.65
10025INT(TNUEV)	53.5	0.013	800	3.27	50.3	58.7	1,044.23	1,031.84	2,076.07
10026INT(TNUEV)	99.3	0.018	800	3.64	43.5	56.6	1,044.23	1,358.49	2,402.72
10027INT(TNUEV)	4.6	0.029	800	4.4	33.7	75.3	1,044.23	2,056.72	3,100.95
10028INT(TNUEV)	34	0.002	800	1.64	122	75.3	1,044.23	-188.31	855.92
10029INT(TNUEV)	43.9	0.007	800	2.56	69.2	64.2	1,044.23	464.88	1,509.11
10030INT(TNUEV)	96.3	0.01	800	2.96	57.5	68.2	1,044.23	772.95	1,817.18
10031INT(TNUEV)	80.2	0.018	800	3.67	58.9	66.5	1,044.23	728.69	1,772.93
10032INT(TNUEV)	33	0.038	800	4.84	40.8	78	1,044.23	1,518.28	2,562.51
10033INT(TNUEV)	8.6	0.04	800	4.97	56.1	77.3	1,044.23	816.09	1,860.32
10034INT(TNUEV)	17.2	0.013	800	3.22	69.8	71.1	1,044.23	452.43	1,496.66
10035INT(TNUEV)	17.3	0.03	800	4.44	45.8	65.4	1,044.23	1,237.88	2,282.11
10036INT(TNUEV)	30.3	0.018	900	3.67	43.1	57.5	1,044.23	1,377.51	2,421.74
10037INT(TNUEV)	34.4	0.019	900	3.75	41.8	72.4	1,044.23	1,455.58	2,499.81
10038INT(TNUEV)	33.7	0.004	900	2.05	96.8	73.4	1,106.07	36.06	1,142.13
10039INT(TNUEV)	48.5	0.029	900	4.45	35.8	55.6	1,106.07	1,980.80	3,086.87
10040INT(TNUEV)	52.2	0.008	900	2.77	67.2	64.6	1,106.07	539.25	1,645.32
10041INT(TNUEV)	34.6	0.01	900	2.95	62	63.4	1,106.07	678.53	1,784.60
10042INT(TNUEV)	45.3	0.02	900	3.87	43.4	58.1	1,106.07	1,443.69	2,549.76
10043INT(TNUEV)	46	0.02	900	3.9	42.9	57.9	1,106.07	1,472.22	2,578.29
10044INT(TNUEV)	43.7	0.019	900	3.77	44.9	58.5	1,106.07	1,359.04	2,465.11
10045INT(TNUEV)	108.5	0.016	900	3.58	48	59	1,106.07	1,196.59	2,302.66
10046INT(TNUEV)	79.4	0.008	900	2.77	67.4	64.7	1,106.07	533.94	1,640.01
10047INT(TNUEV)	32.8	0.012	900	3.24	54.8	61.6	1,106.07	911.51	2,017.58
10048INT(TNUEV)	37.2	0.022	900	4	41.5	57.8	1,106.07	1,560.69	2,666.76

LABEL	LONGITUD (m)	PENDIENTE	DIAMETRO (mm)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10049INT(TNUEV)	145	0.012	900	3.23	55.1	61.1	1,106.07	901.08	2,007.15
10050INT(TNUEV)	70.6	0.007	900	2.65	71.4	65.8	1,106.07	443.31	1,549.38
10051INT(TNUEV)	65.8	0.009	900	2.83	65.6	64.2	1,106.07	579.12	1,685.19
10052INT(TNUEV)	110	0.006	900	2.48	77.6	67.7	1,106.07	320.14	1,426.21
10053INT(TNUEV)	138.3	0.014	900	3.38	52	60.2	1,106.07	1,021.45	2,127.52
10054INT(TNUEV)	6.4	0.024	900	4.18	39.1	61.3	1,106.07	1,725.99	2,832.06
10055INT(TNUEV)	60.3	0.008	900	2.73	68.7	65.1	1,106.07	503.85	1,609.92
10056INT(TNUEV)	96.6	0.01	900	3	60.8	62.8	1,106.07	712.88	1,818.95
10057INT(TNUEV)	97.2	0.011	900	3.12	57.8	61.9	1,106.07	807.45	1,913.52
10058INT(TNUEV)	103.1	0.008	900	2.76	67.5	64.7	1,106.07	532.62	1,638.69
10059INT(TNUEV)	31.4	0.013	900	3.28	54.1	61.5	1,106.07	938.23	2,044.30
10060INT(TNUEV)	49.8	0.009	900	2.83	65.5	64.1	1,106.07	582.37	1,688.44
10061INT(TNUEV)	119	0.01	900	3.04	59.8	62.5	1,106.07	744.33	1,850.40
10062INT(TNUEV)	101.8	0.006	900	2.52	76	67.2	1,106.07	349.44	1,455.51
10063INT(TNUEV)	45.4	0.009	900	2.88	64.2	63.7	1,106.07	617.7	1,723.77
10064INT(TNUEV)	22.3	0.018	900	3.7	46	60	1,106.07	1,295.91	2,401.98
10065INT(TNUEV)	8.4	0.108	900	7.15	18.6	53.6	1,106.07	4,835.88	5,941.95
10066INT(TNUEV)	14.3	0.098	900	6.92	19.5	52.3	1,106.07	4,572.74	5,678.81
10067INT(TNUEV)	19.2	0.049	900	5.4	27.5	54.8	1,106.07	2,921.22	4,027.29
10068INT(TNUEV)	16.8	0.029	900	4.45	35.8	57.9	1,106.07	1,982.41	3,088.48
10069INT(TNUEV)	6.1	0.027	900	4.36	36.9	61	1,106.07	1,895.44	3,001.51
10070INT(TNUEV)	52.5	0.008	900	2.74	68.3	64.9	1,106.07	513.35	1,619.42
10071INT(TNUEV)	94.9	0.009	900	2.9	63.5	63.5	1,106.07	636.43	1,742.50
10072INT(TNUEV)	98	0.011	900	3.15	57	61.7	1,106.07	833.4	1,939.47
10073INT(TNUEV)	101.9	0.009	900	2.86	64.6	63.9	1,106.07	606.42	1,712.49
10074INT(TNUEV)	94.4	0.011	900	3.14	57.2	61.7	1,106.07	829.12	1,935.19

LABEL	LONGITUD (m)	PENDIENTE	DIAMETRO (mm)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10075INT(TNUEV)	95.8	0.009	900	2.85	65	64	1,106.07	595.8	1,701.87
10076INT(TNUEV)	90.5	0.01	900	3	60.7	62.7	1,106.07	715.34	1,821.41
10077INT(TNUEV)	49.3	0.007	900	2.61	72.5	69.8	1,106.07	418.71	1,524.78
10078INT(TNUEV)	82	0.009	900	2.91	66	64.8	1,142.76	587.66	1,730.42
10079INT(TNUEV)	62.5	0.011	900	3.11	60.4	63.2	1,142.76	748.56	1,891.32
10080INT(TNUEV)	52.5	0.009	900	2.89	66.5	65	1,142.76	575.6	1,718.36
10081INT(TNUEV)	67.2	0.011	900	3.09	61	63.4	1,142.76	731.27	1,874.03
10082INT(TNUEV)	100.1	0.009	900	2.91	65.8	64.8	1,142.76	594.65	1,737.41
10083INT(TNUEV)	96.4	0.009	900	2.91	65.9	64.8	1,142.76	591.98	1,734.74
10084INT(TNUEV)	25.8	0.017	900	3.71	47.9	60.9	1,142.76	1,240.67	2,383.43
10085INT(TNUEV)	22.9	0.011	900	3.07	61.6	64.4	1,142.76	712.5	1,855.26
10086INT(TNUEV)	89.7	0.006	900	2.4	83.8	70.2	1,142.76	221.19	1,363.95
10091INT(TNUEV)	48.9	0.02	900	3.88	45.1	59.1	1,142.76	1,389.73	2,532.49
10092INT(TNUEV)	23	0.014	900	3.46	52.7	62.3	1,142.76	1,027.47	2,170.23
10093INT(TNUEV)	44.2	0.008	900	2.77	70.1	66	1,142.76	487.22	1,629.98
10094INT(TNUEV)	88.8	0.009	900	2.89	66.4	64.9	1,142.76	579.21	1,721.97
10095INT(TNUEV)	79.9	0.011	900	3.1	60.8	63.3	1,142.76	735.79	1,878.55
10096INT(TNUEV)	55.5	0.009	900	2.86	67.5	65.3	1,142.76	551.23	1,693.99
10097INT(TNUEV)	46.9	0.009	900	2.94	65.1	64.6	1,142.76	611.83	1,754.59
10098INT(TNUEV)	100.3	0.008	900	2.8	69.1	65.7	1,142.76	510.94	1,653.70
10099INT(TNUEV)	80.2	0.009	900	2.83	68.3	65.5	1,142.76	530.01	1,672.77
10100INT(TNUEV)	58	0.012	900	3.24	57.4	62.3	1,142.76	847.3	1,990.06
10101INT(TNUEV)	99.6	0.007	900	2.69	72.9	66.9	1,142.76	424.97	1,567.73
10102INT(TNUEV)	61	0.008	900	2.76	70.6	66.2	1,142.76	475.41	1,618.17
10103INT(TNUEV)	49.7	0.011	1000	3.14	45.2	54.4	1,142.76	1,385.14	2,527.90
10104INT(TNUEV)	100.8	0.009	1000	2.86	51.2	56.1	1,142.76	1,088.50	2,231.26

LABEL	LONGITUD (m)	PENDIENTE	DIAMETRO (mm)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
10105INT(TNUEV)	59.9	0.008	1000	2.79	52.9	56.6	1,142.76	1,018.57	2,161.33
10106INT(TNUEV)	30.4	0.009	1000	2.95	49.1	70.4	1,142.76	1,183.32	2,326.08
10107INT(TNUEV)	87.4	0.002	1000	1.57	105	70.4	1,142.76	-54.59	1,088.17
10108INT(TNUEV)	15.8	0.056	1000	5.66	20.1	75.3	1,142.76	4,539.12	5,681.88
10109INT(TNUEV)	11	0.008	800	2.6	90.4	76.3	1,044.23	110.43	1,154.66
10110INT(TNUEV)	73.3	0.009	800	2.85	81.3	73.1	1,044.23	240.12	1,284.35
CO-11 (TNUEV)	45.7	0.044	900	5.24	30	54.3	1,142.76	2,672.63	3,815.39
CO-12 (TNUEV)	26.2	0.082	900	6.54	22.1	52.4	1,142.76	4,039.05	5,181.81

Anexo No. 15: Resumen de los resultados obtenidos de la simulación de interceptor en el tramo antiguo en el año 2050 en estado estático.

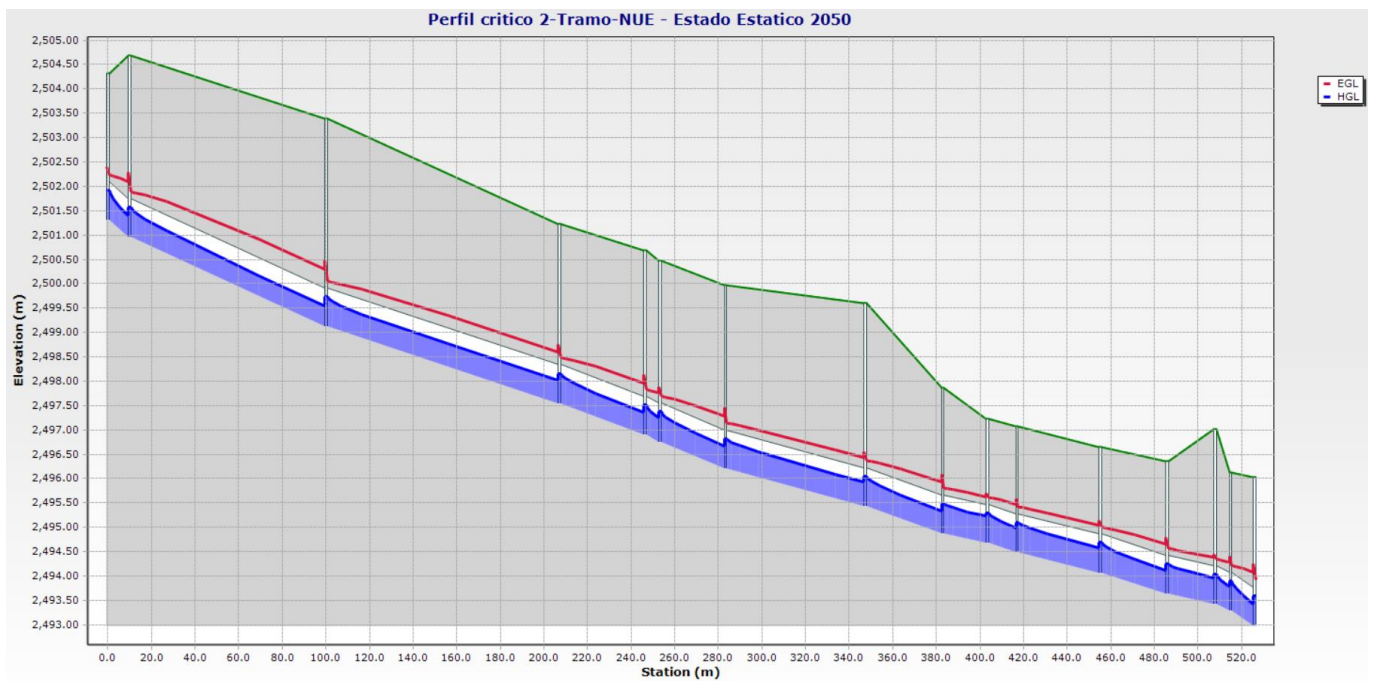
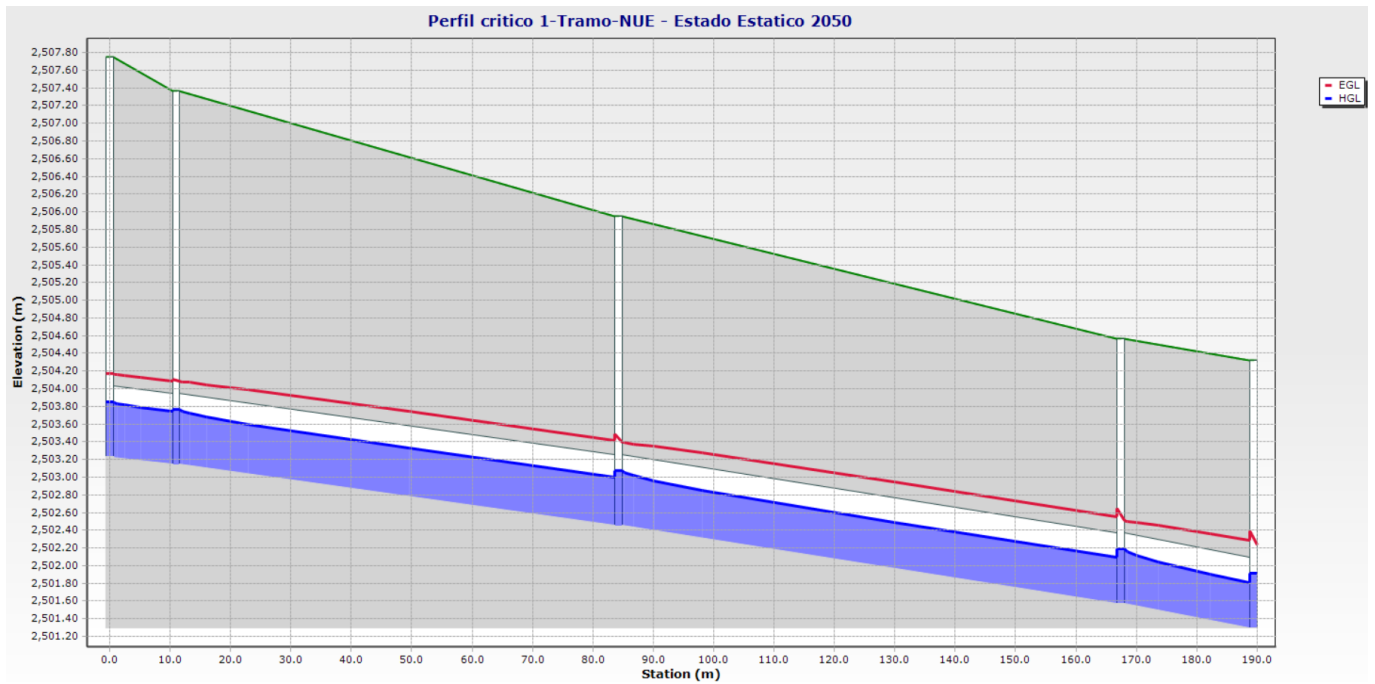
LABEL	LONGITUD (m)	PENDIENTE	DIAMETRO (mm)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
1001INT(TANTI)	26.8	0.077	800	6.14	25.9	55.7	951.81	2,724.42	3,676.23
1002INT(TANTI)	35.3	0.019	800	3.67	52.2	63.5	951.81	872.54	1,824.35
1003INT(TANTI)	290.5	0.013	800	3.13	64.2	66.4	951.81	529.74	1,481.55
1004INT(TANTI)	11.9	0.017	800	3.48	56	66.6	951.81	747.59	1,699.40
1005INT(TANTI)	66.9	0.019	800	3.64	52.7	63	951.81	853.82	1,805.63
1006INT(TANTI)	67.5	0.012	800	3.12	64.5	66.4	951.81	522.86	1,474.67
1007INT(TANTI)	88.9	0.013	800	3.21	62.3	65.8	951.81	576.6	1,528.41
1008INT(TANTI)	48.1	0.02	800	3.75	50.7	62.6	951.81	925.74	1,877.55
1009INT(TANTI)	6.2	0.157	800	7.92	18.2	56.9	951.81	4,287.05	5,238.86

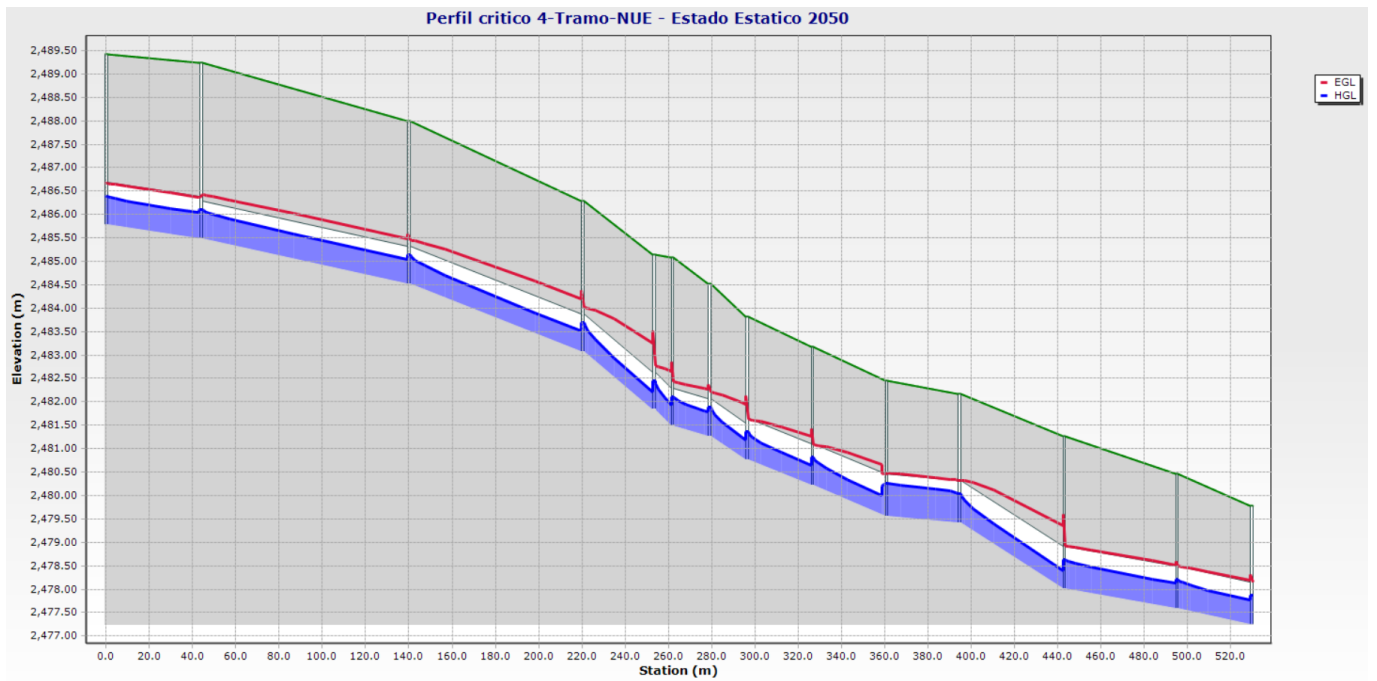
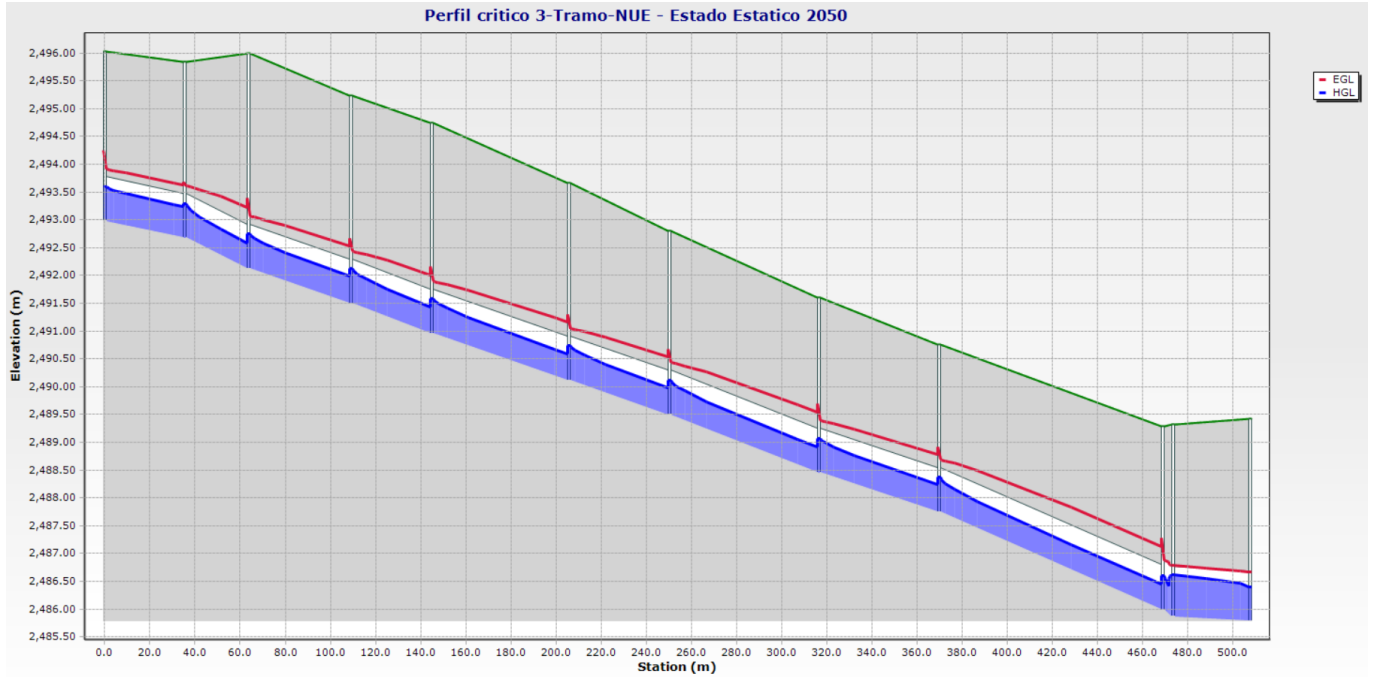
LABEL	LONGITUD (m)	PENDIENTE	DIAMETRO (mm)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
1010INT(TANTI)	36.5	0.032	800	4.44	40.4	60	951.81	1,405.06	2,356.87
1011INT(TANTI)	45.2	0.027	800	4.15	44.2	60.8	951.81	1,202.77	2,154.58
1012INT(TANTI)	168.2	0.014	800	3.29	60.1	65.2	951.81	631.08	1,582.89
1013INT(TANTI)	110.1	0.009	800	2.72	76.7	70	951.81	289.6	1,241.41
1014INT(TANTI)	8	0.027	800	4.2	43.4	64.9	951.81	1,238.91	2,190.72
1015INT(TANTI)	77	0.007	800	2.52	84.4	72.4	951.81	176.19	1,128.00
1016INT(TANTI)	60.8	0.018	800	3.61	53.3	63.2	951.81	835.29	1,787.10
1017INT(TANTI)	48.7	0.016	800	3.45	56.5	64.3	951.81	731.6	1,683.41
1018INT(TANTI)	67.1	0.027	800	4.2	43.5	60.3	951.81	1,238.08	2,189.89
1019INT(TANTI)	11.3	0.038	800	4.75	36.9	62	951.81	1,630.81	2,582.62
1020INT(TANTI)	135.8	0.013	800	3.14	64	66.3	951.81	536.55	1,488.36
1021INT(TANTI)	53.5	0.019	800	3.64	52.6	74.6	951.81	856.78	1,808.59
1022INT(TANTI)	151.4	0.006	800	2.36	90.9	74.6	951.81	95.77	1,047.58
1025INT(TANTI)	60.5	0.022	800	3.87	48.5	61.8	951.81	1,009.03	1,960.84
1026INT(TANTI)	51.3	0.013	800	3.21	62.1	65.7	951.81	581.4	1,533.21
1027INT(TANTI)	88.6	0.014	800	3.24	61.3	65.5	951.81	599.93	1,551.74
1028INT(TANTI)	33.5	0.015	800	3.38	58.2	65.2	951.81	684.27	1,636.08
1029INT(TANTI)	96.9	0.012	800	3.11	64.7	66.5	951.81	519.39	1,471.20
1030INT(TANTI)	141.6	0.008	800	2.59	81.4	71.5	951.81	217.31	1,169.12
1031INT(TANTI)	25.8	0.016	800	3.46	56.4	65.2	951.81	734.64	1,686.45
1032INT(TANTI)	144.9	0.009	800	2.78	74.6	69.4	951.81	324.25	1,276.06
1033INT(TANTI)	78.5	0.013	800	3.14	64	66.3	951.81	534.35	1,486.16
1034INT(TANTI)	12.1	0.041	800	4.89	35.4	61.4	951.81	1,740.48	2,692.29
1035INT(TANTI)	19.1	0.047	800	5.13	33.1	59.2	951.81	1,921.74	2,873.55
1036INT(TANTI)	15.9	0.063	800	5.71	28.6	58.2	951.81	2,377.00	3,328.81
1037INT(TANTI)	17.6	0.038	800	4.76	36.7	60.7	951.81	1,638.47	2,590.28

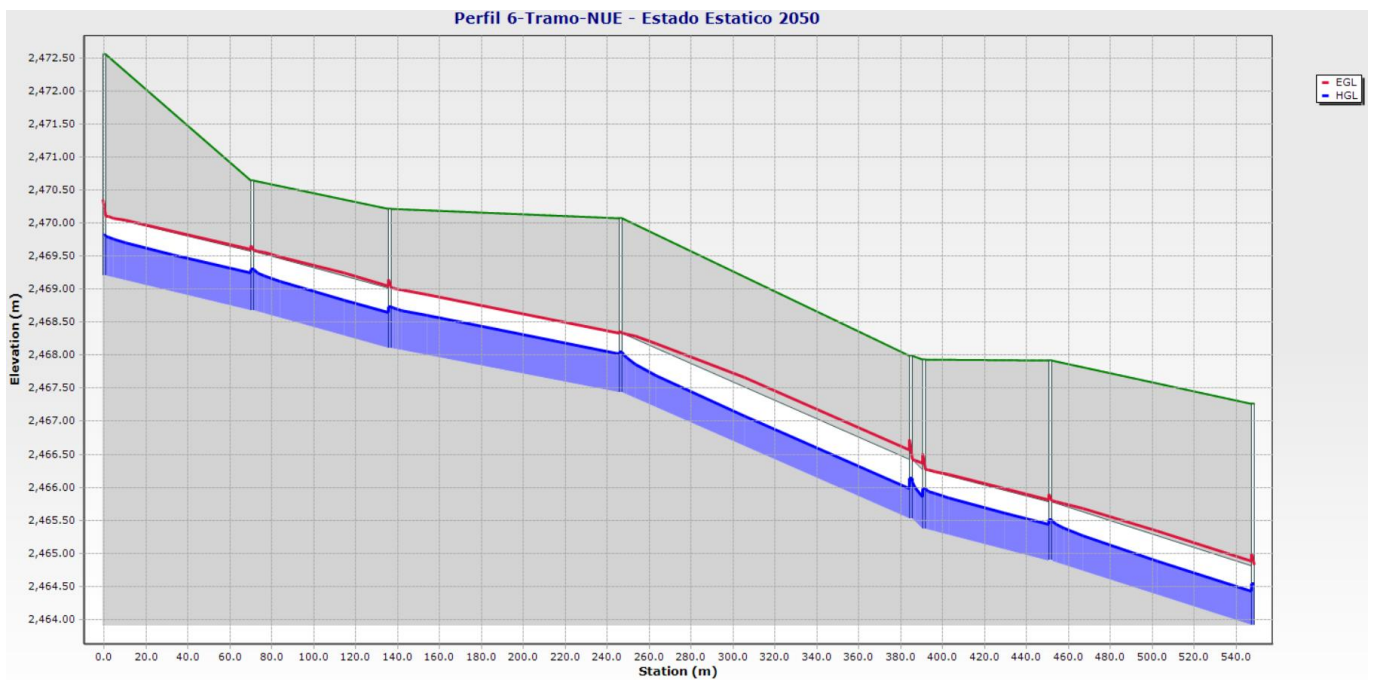
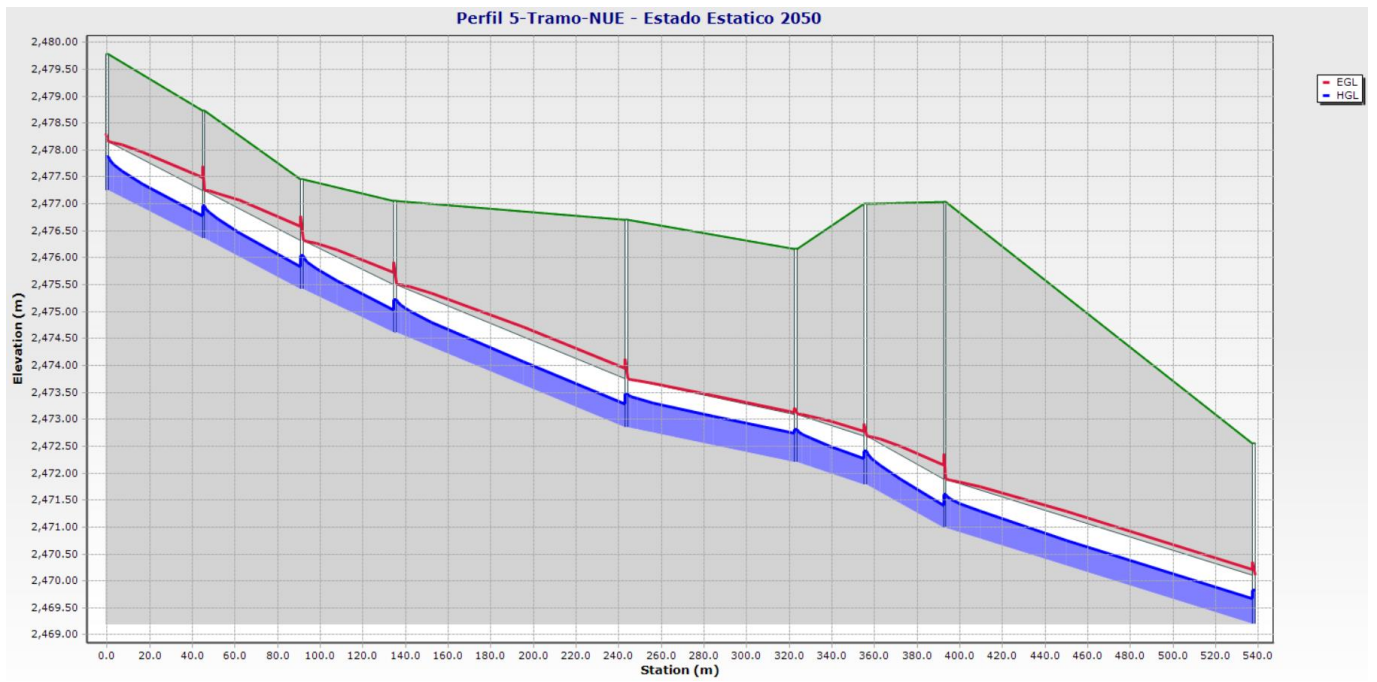
LABEL	LONGITUD (m)	PENDIENTE	DIAMETRO (mm)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
1038INT(TANTI)	33.7	0.016	800	3.46	56.5	80.5	951.81	733.9	1,685.71
1039INT(TANTI)	71.2	0.005	800	2.02	105.7	80.5	951.81	-51.34	900.47
1040INT(TANTI)	26	0.01	800	2.89	71.1	68.8	951.81	386.81	1,338.62
1041INT(TANTI)	31.9	0.015	800	3.38	58.2	65.3	951.81	684.28	1,636.09
1042INT(TANTI)	36.1	0.011	800	2.96	69	68	951.81	426.84	1,378.65
1045INT(TANTI)	49.9	0.008	800	2.64	79.8	71	951.81	241.5	1,193.31
1046INT(TANTI)	44.1	0.009	800	2.78	74.7	69.4	951.81	322.6	1,274.41
1047INT(TANTI)	29.9	0.016	900	3.46	41.1	55.2	951.81	1,364.54	2,316.35
1048INT(TANTI)	39.9	0.008	900	2.58	60.7	60.1	951.81	617.51	1,569.32
1049INT(TANTI)	166.5	0.009	900	2.82	54.1	58.2	951.81	806.53	1,758.34
1050INT(TANTI)	119.7	0.009	900	2.77	55.4	58.6	951.81	767.73	1,719.54
1051INT(TANTI)	7.9	0.038	900	4.71	27	54.1	951.81	2,576.21	3,528.02
1052INT(TANTI)	111.5	0.006	900	2.31	70.2	62.9	951.81	404.69	1,356.50
1053INT(TANTI)	148.7	0.008	900	2.67	58.1	59.4	951.81	685.88	1,637.69
1054INT(TANTI)	55.9	0.053	900	5.32	22.8	48.3	951.81	3,226.16	4,177.97
1055INT(TANTI)	81.7	0.022	900	3.84	35.7	52.7	951.81	1,712.03	2,663.84
1056INT(TANTI)	148.3	0.009	900	2.73	56.4	58.9	951.81	735.55	1,687.36
1057INT(TANTI)	78.6	0.014	900	3.24	44.9	55.5	951.81	1,166.97	2,118.78
1058INT(TANTI)	94.4	0.011	900	2.95	51	57.3	951.81	913.49	1,865.30
1059INT(TANTI)	175.1	0.007	900	2.52	62.8	69.7	951.81	563.64	1,515.45
1060INT(TANTI)	28.3	0.003	900	1.7	100.2	69.7	951.81	-1.9	949.91
1061INT(TANTI)	40.3	0.007	900	2.49	63.8	71.6	951.81	540.56	1,492.37
1062INT(TANTI)	71.4	0.006	900	2.29	70.7	89.6	951.81	394.56	1,346.37
1063INT(TANTI)	53.8	0.006	900	1.5	66.7	100	951.81	475.02	1,426.83
1064INT(TANTI)	195.9	0.005	900	2.31	118.4	89.8	1,471.53	-228.22	1,243.31
1065INT(TANTI)	40.5	0.008	900	2.86	91.7	87.3	1,471.53	132.54	1,604.07

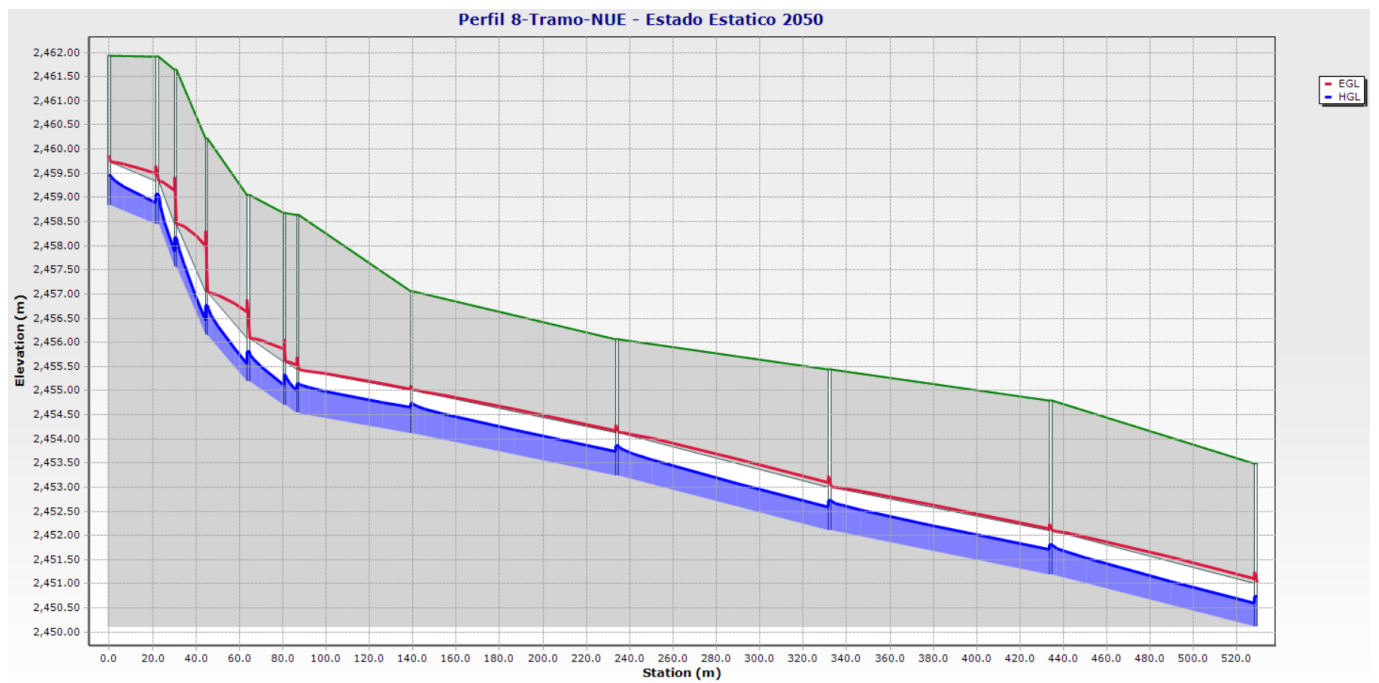
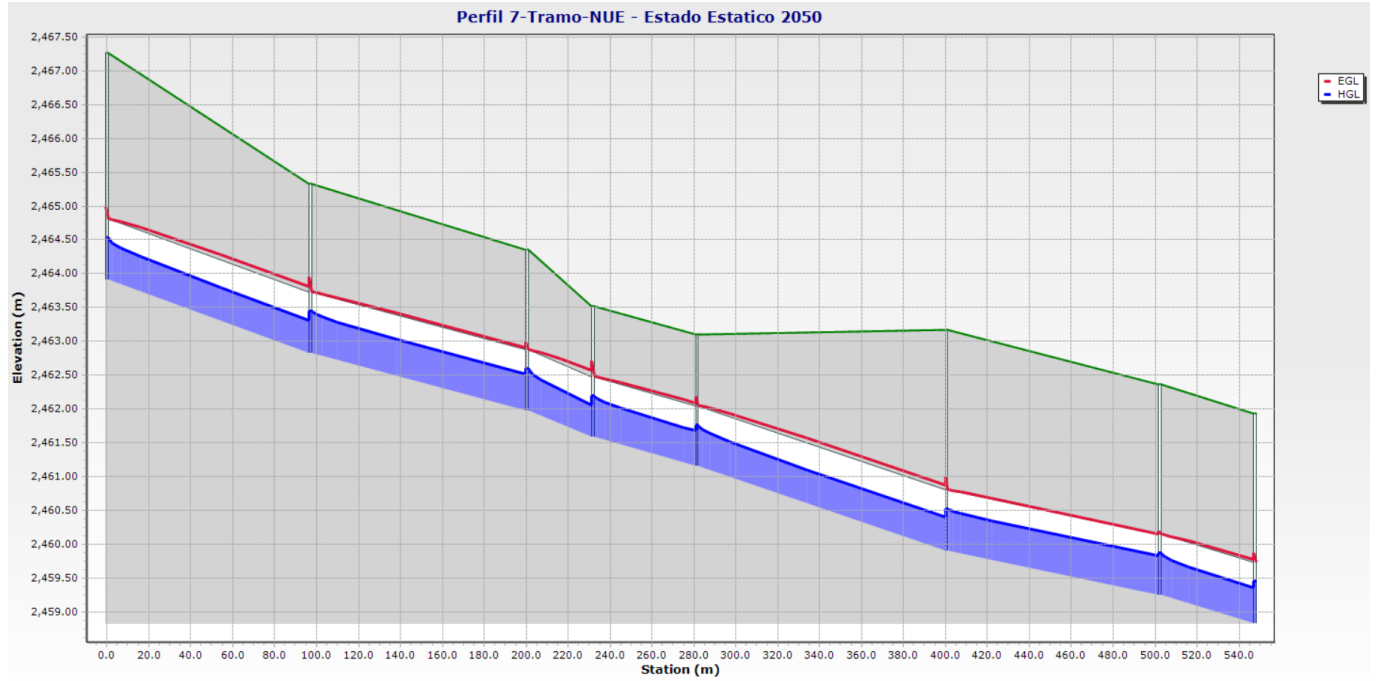
LABEL	LONGITUD (m)	PENDIENTE	DIAMETRO (mm)	Velocidad (m/s)	Caudal/ Capacidad (%)	Calado (%)	Caudal MAX (L/s)	Capacidad Excedente (L/s)	Capacidad Diseño (L/s)
1066INT(TANTI)	71.3	0.005	900	2.31	112.5	87.3	1,471.53	-163.64	1,307.89
1067INT(TANTI)	110.3	0.017	900	3.92	62.3	68.4	1,471.53	891.73	2,363.26
1068INT(TANTI)	80.9	0.032	900	4.98	45.4	63.4	1,471.53	1,772.11	3,243.64
1069INT(TANTI)	181.2	0.02	900	4.17	57.3	66.9	1,471.53	1,096.15	2,567.68
1070INT(TANTI)	90.9	0.009	900	3.08	84.3	75	1,471.53	273.96	1,745.49
1071INT(TANTI)	152.4	0.017	900	3.93	61.9	68.3	1,471.53	904.57	2,376.10
1072INT(TANTI)	119.2	0.008	900	2.93	89.1	76.6	1,471.53	179.38	1,650.91
1073INT(TANTI)	98.8	0.014	900	3.65	68.3	70.1	1,471.53	683.16	2,154.69
1074INT(TANTI)	199.9	0.01	1000	3.24	60.7	70.4	1,471.53	953.06	2,424.59
1075INT(TANTI)	64.2	0.005	1000	2.47	85.1	70.4	1,471.53	257.21	1,728.74
1076INT(TANTI)	81.9	0.016	1200	3.8	29.9	46.4	1,471.53	3,455.15	4,926.68
1077INT(TANTI)	119.3	0.006	1200	2.72	47	59.5	1,471.53	1,658.55	3,130.08
1078INT(TANTI)	84.8	0.003	1200	1.96	72.3	65.8	1,471.53	562.78	2,034.31
1079INT(TANTI)	3.8	0.015	1200	3.68	31.3	71	1,471.53	3,235.10	4,706.63
CO-10 (TANTI)	31.9	0.01	800	2.87	71.9	68.8	951.81	371.68	1,323.49
CO-5 (TANTI)	70.2	0.012	800	3.08	65.5	66.7	951.81	500.89	1,452.70

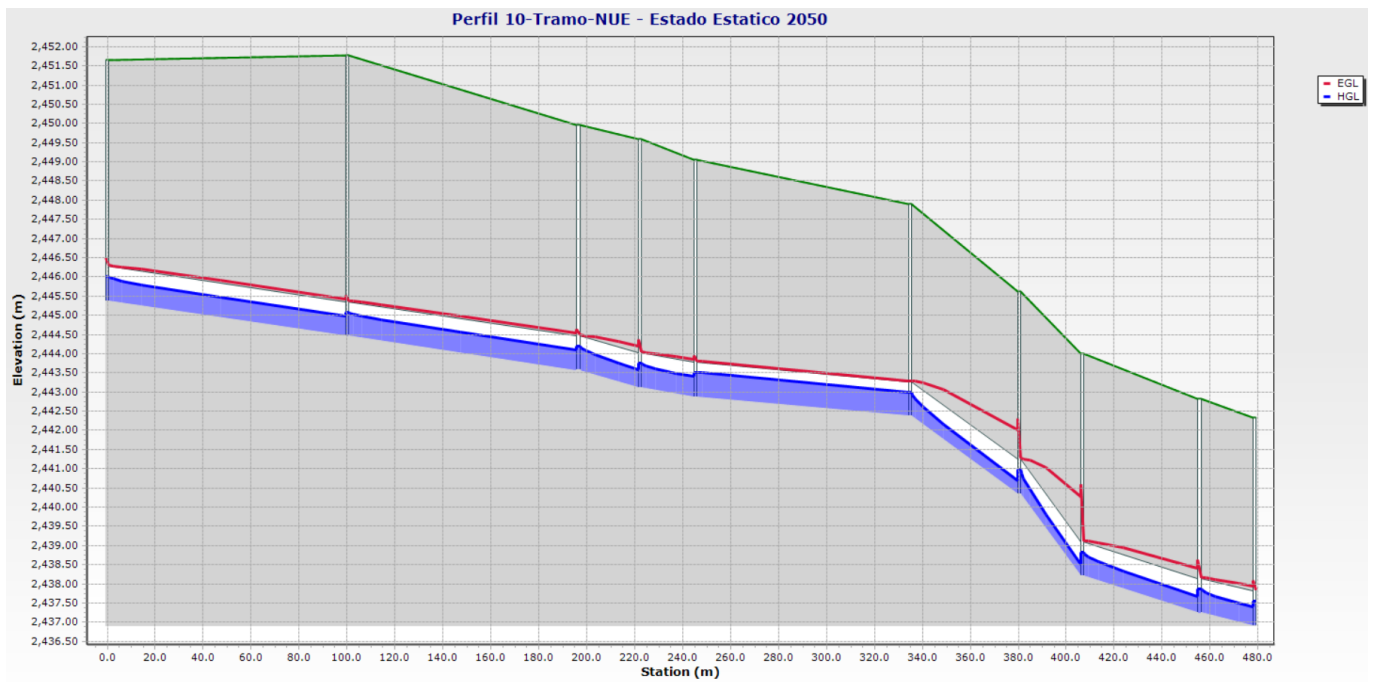
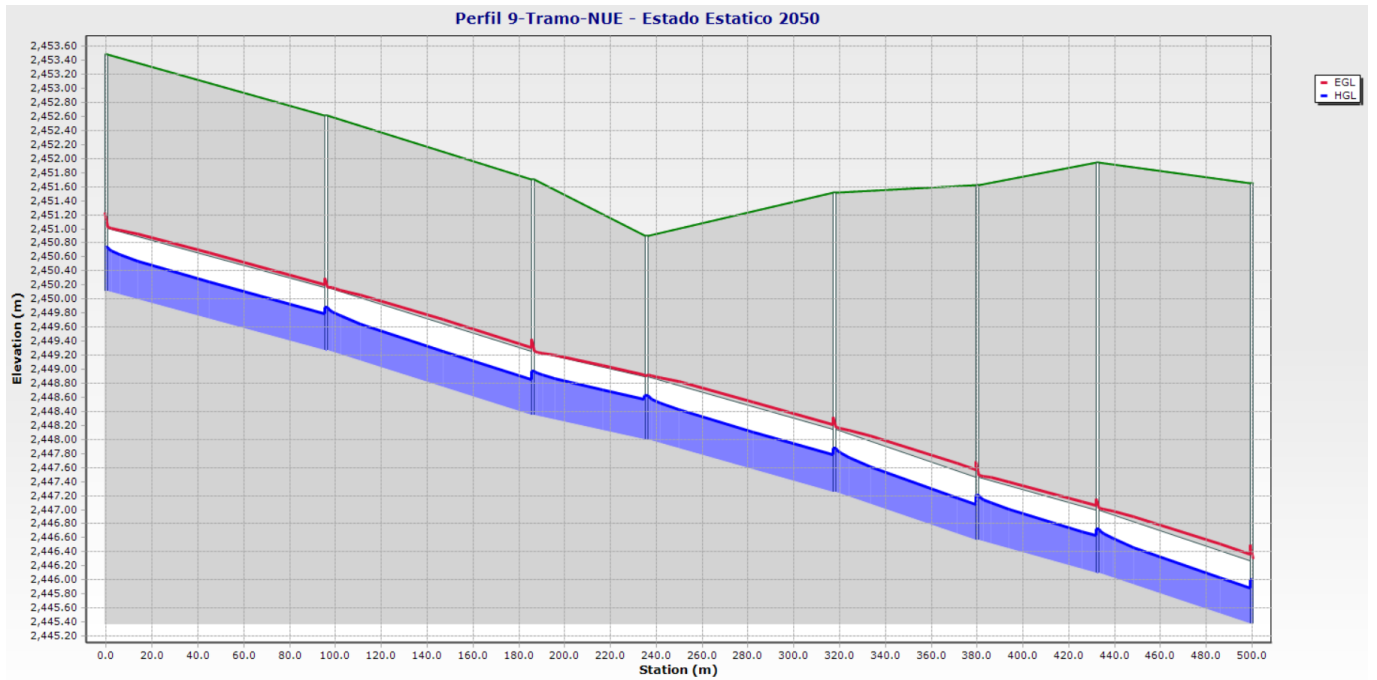
Anexo No. 16: Perfil hidráulico, con las tuberías redimensionadas, completo del tramo nuevo del interceptor, en el escenario 2050, en estado estático.

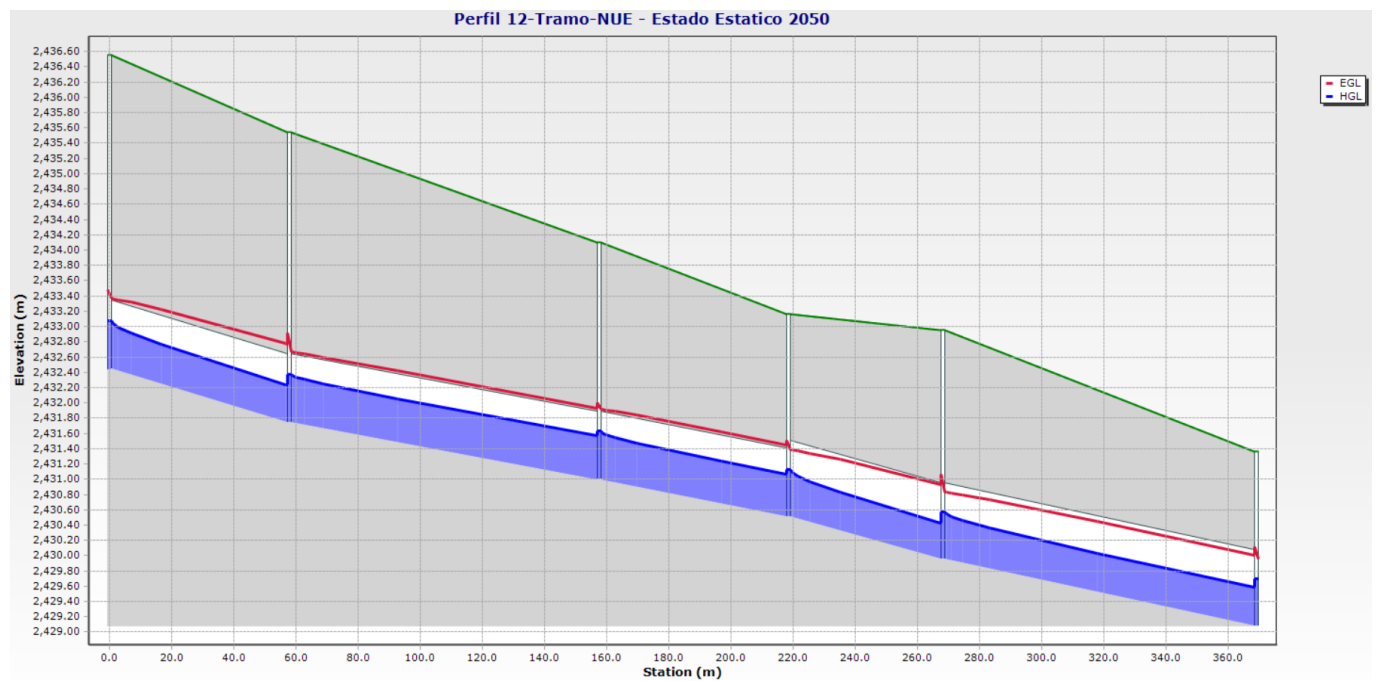
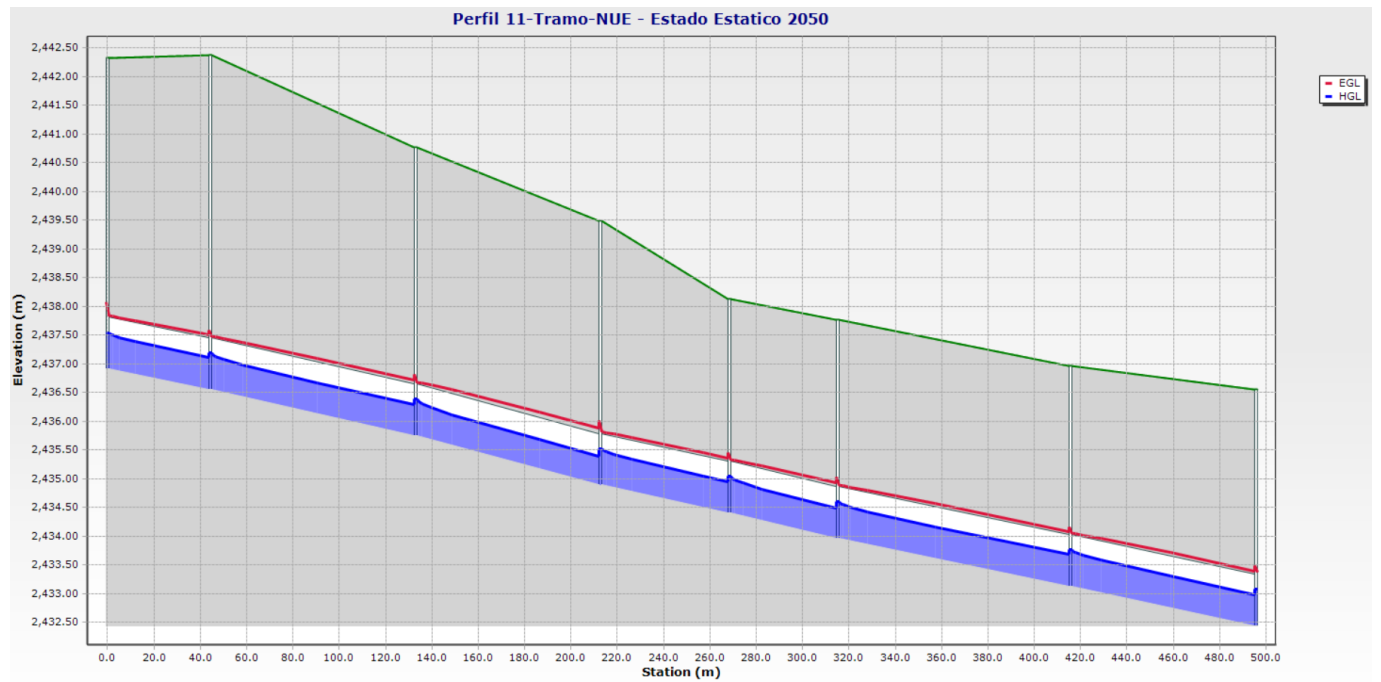


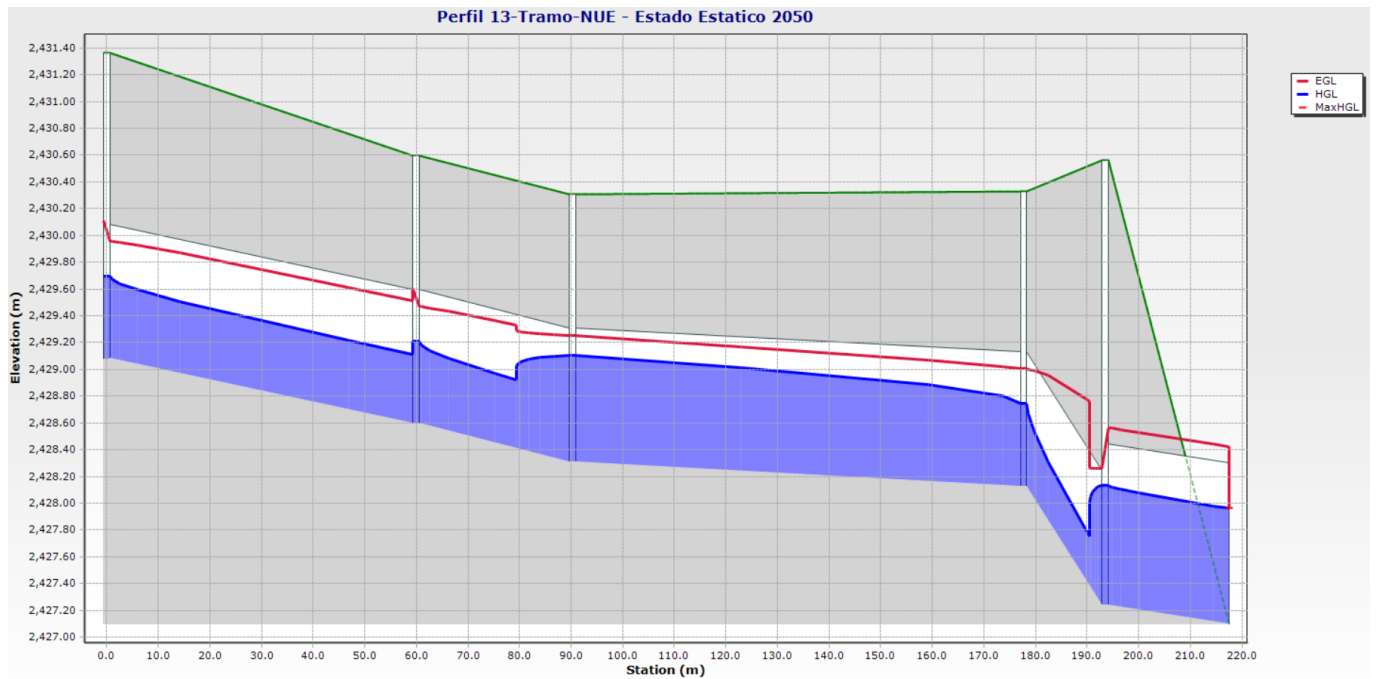




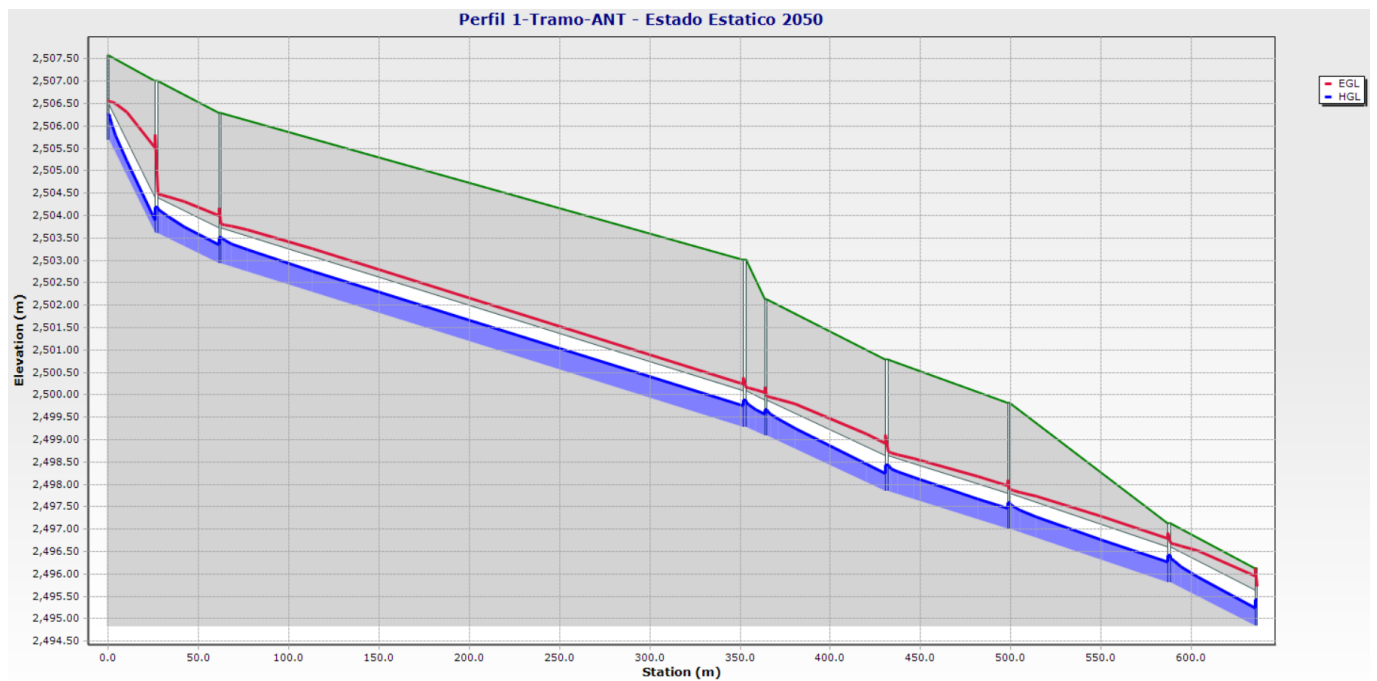


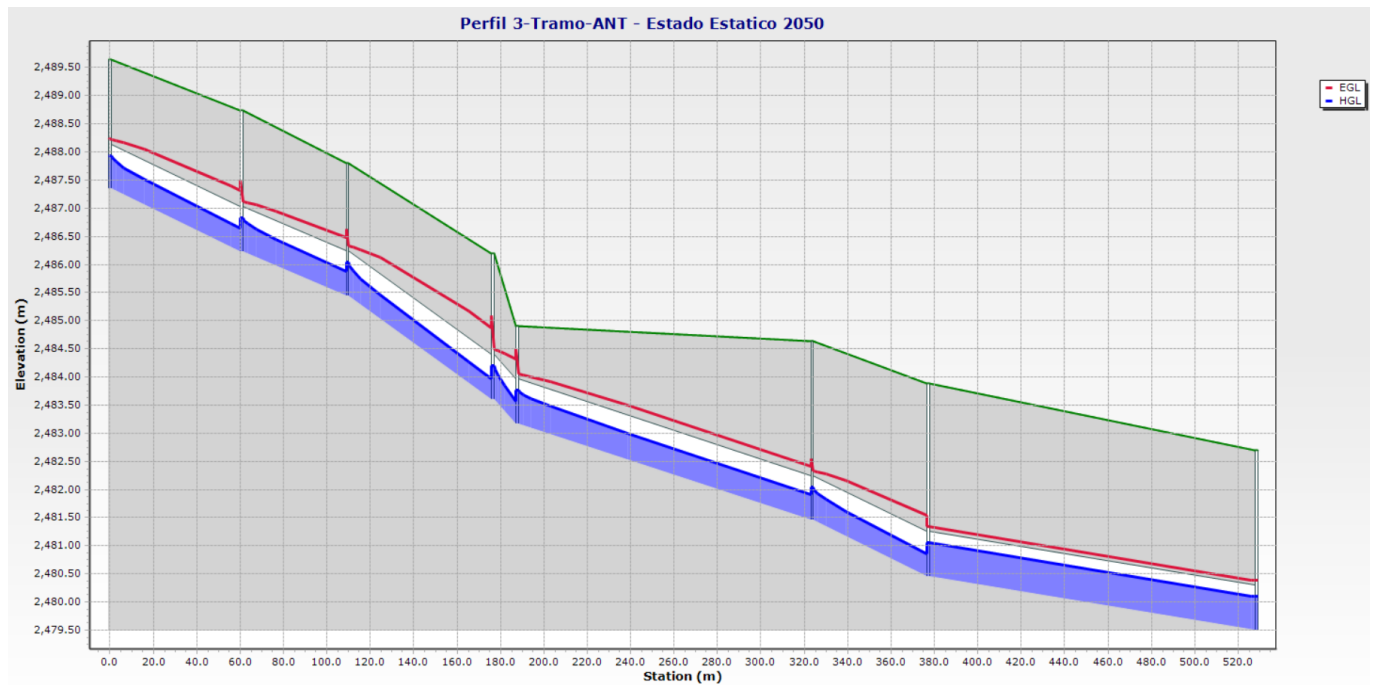
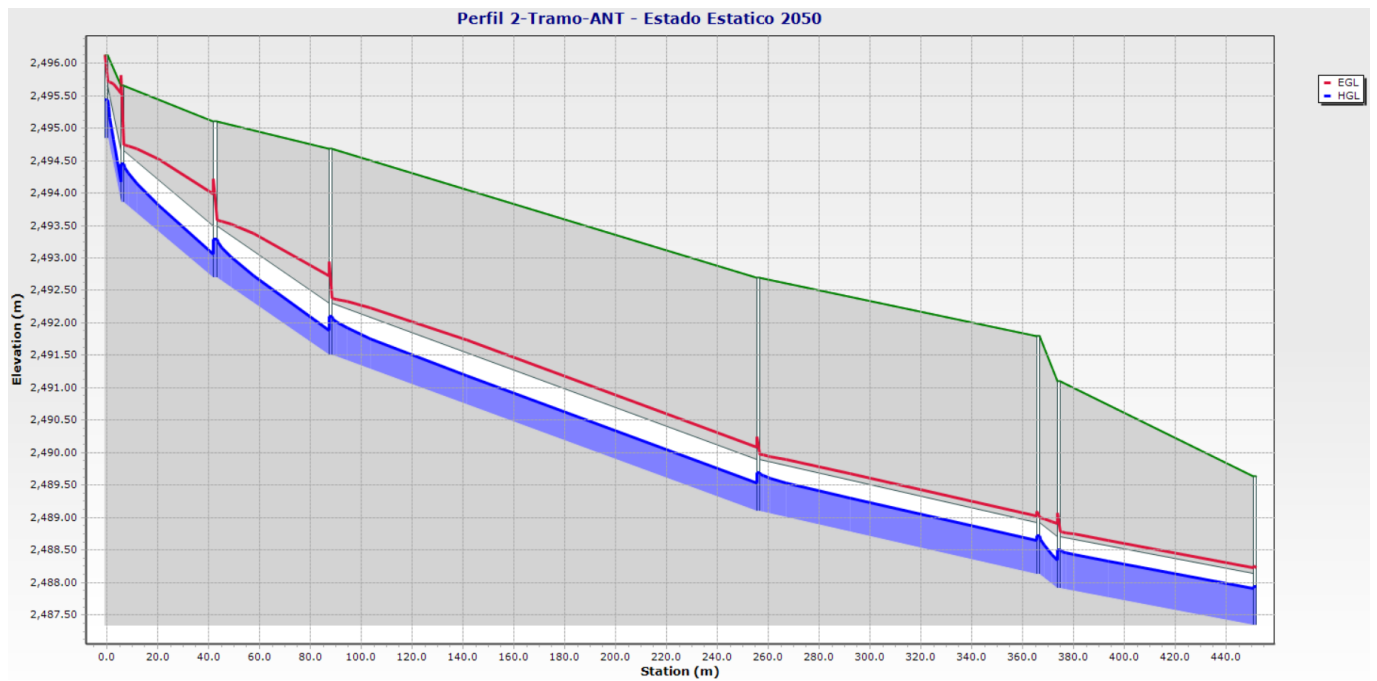


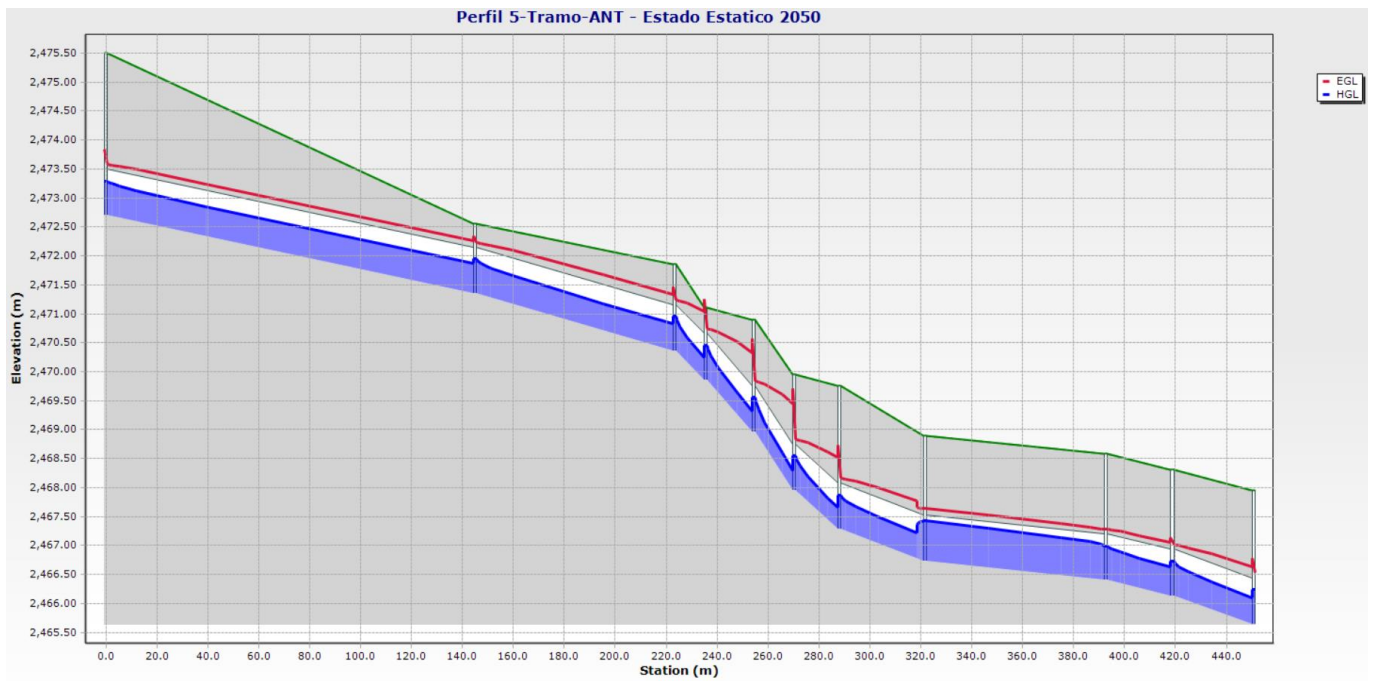
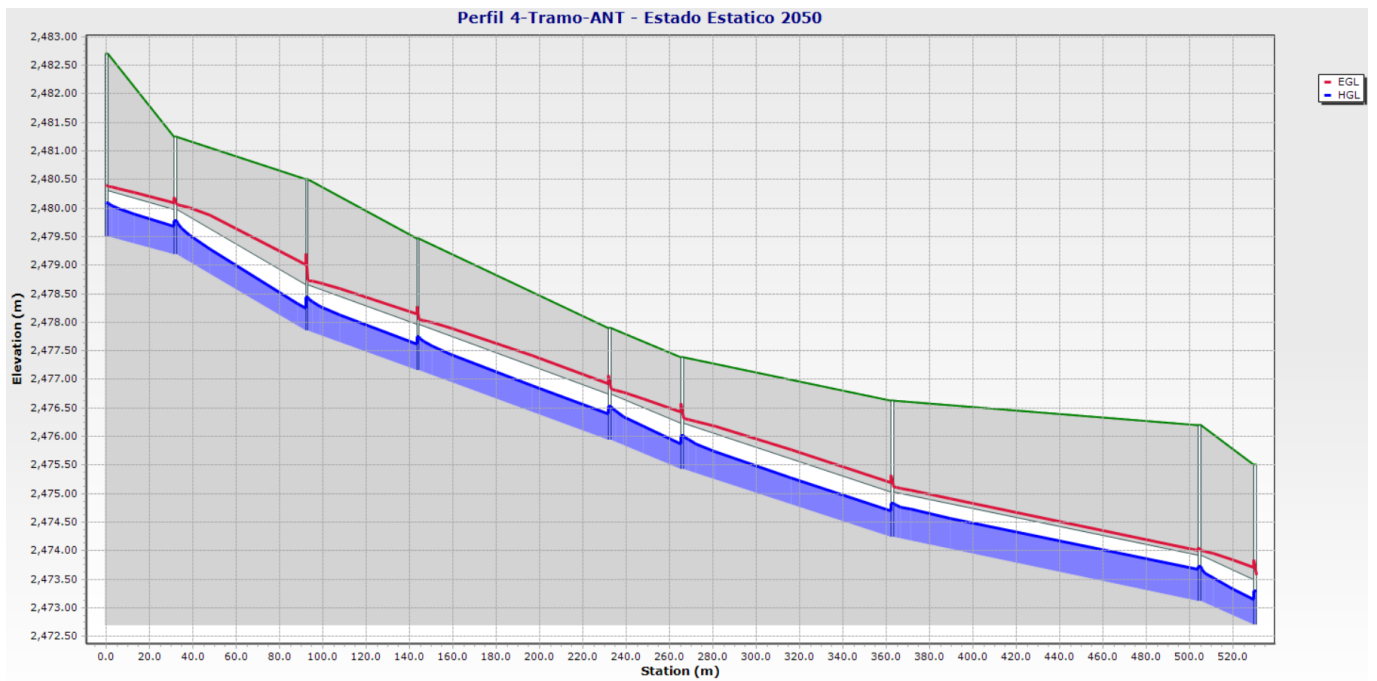


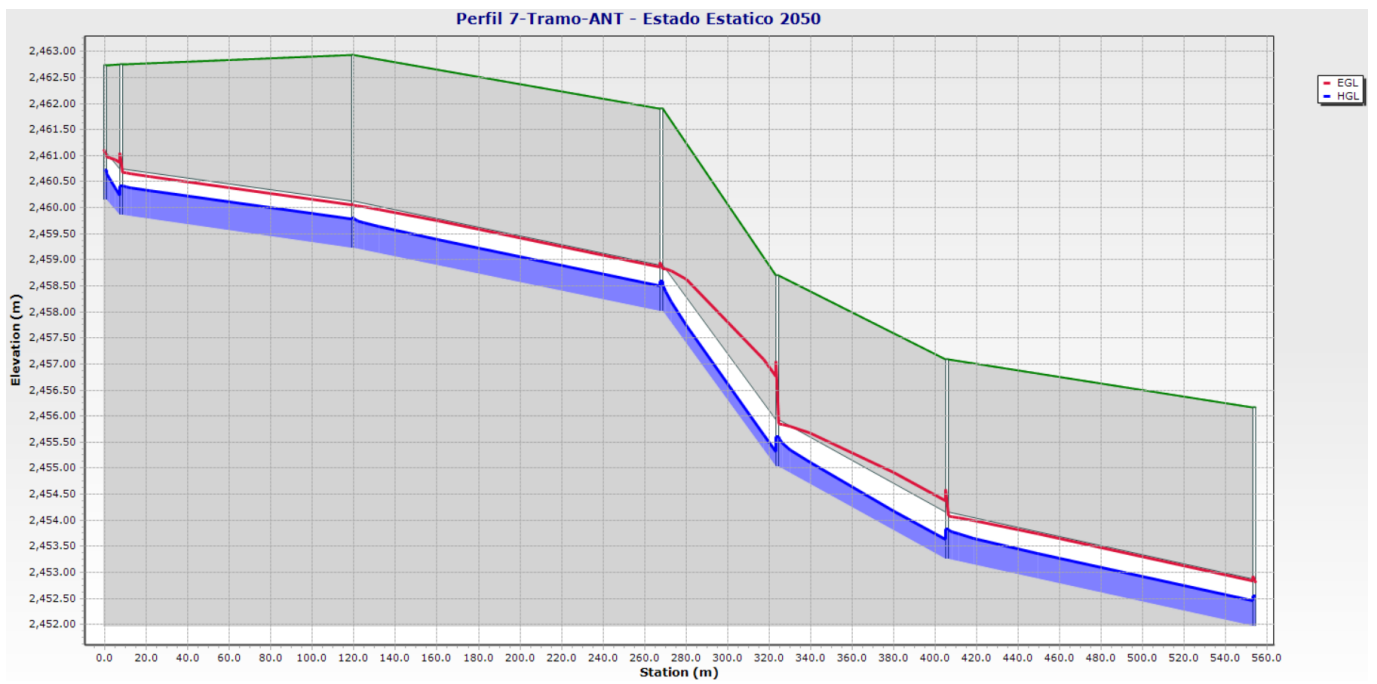
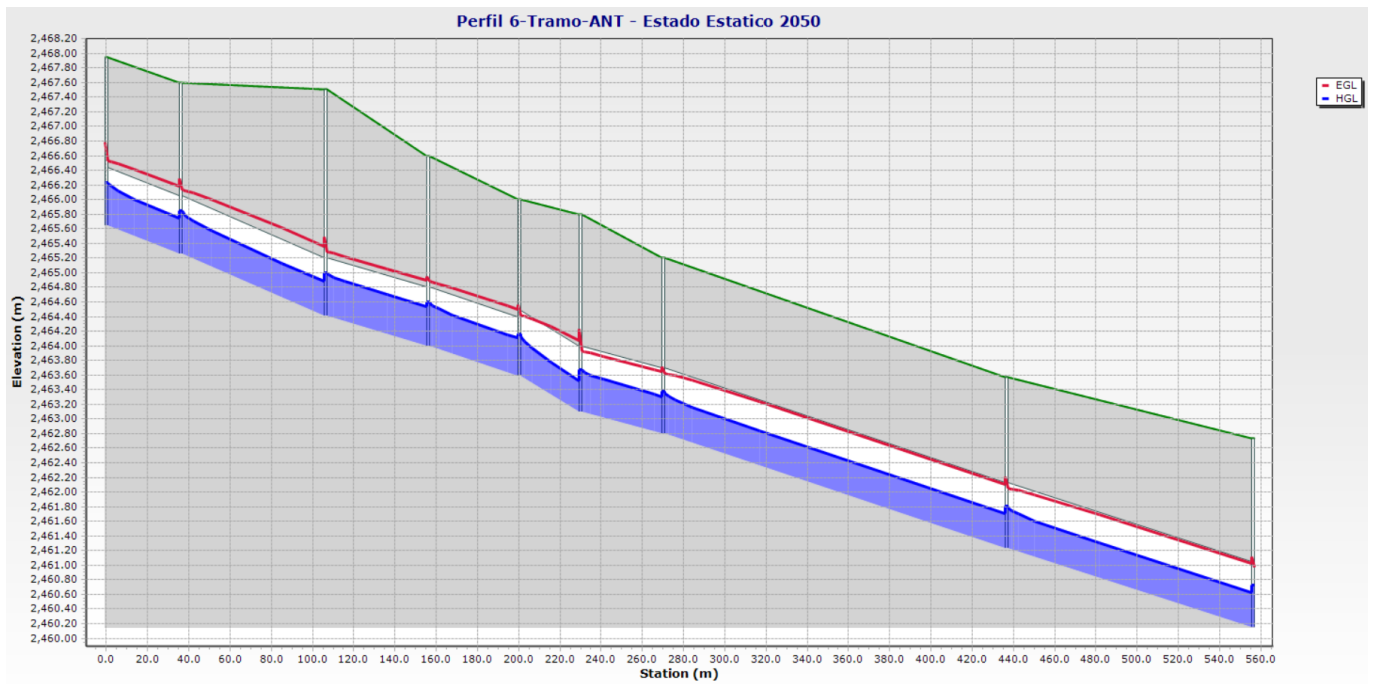


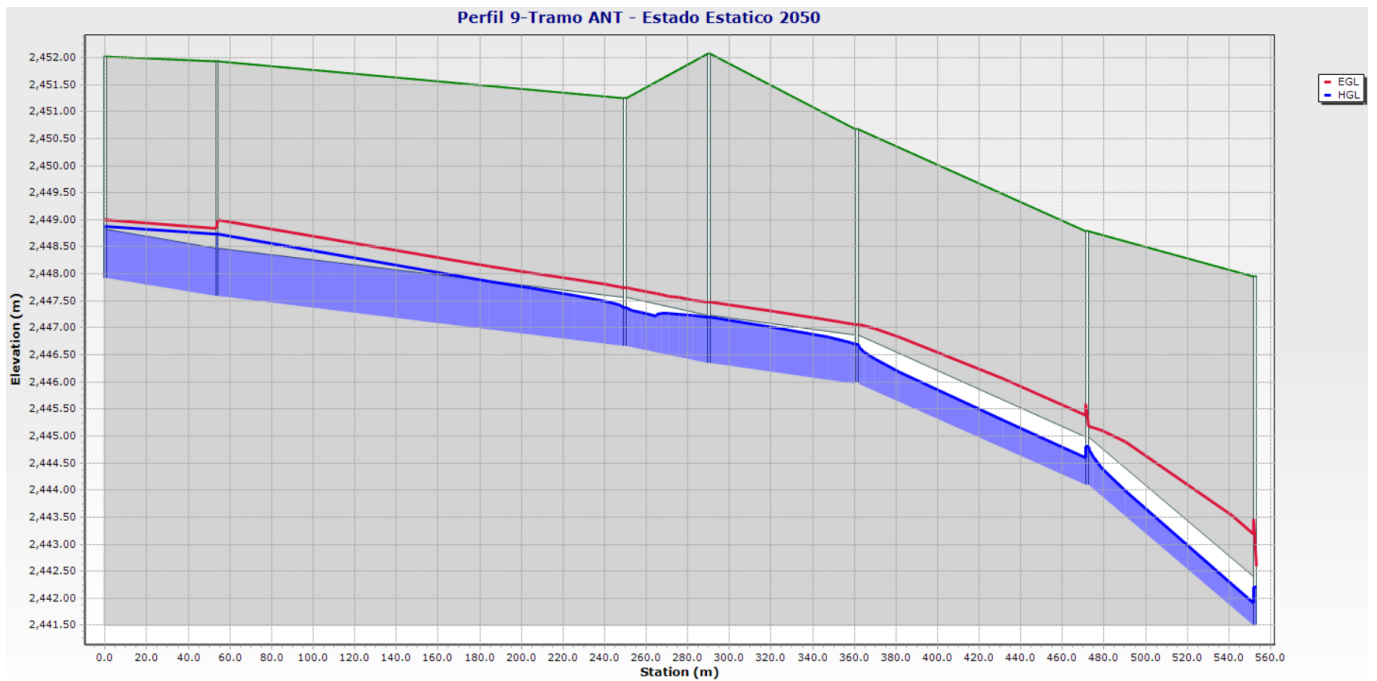
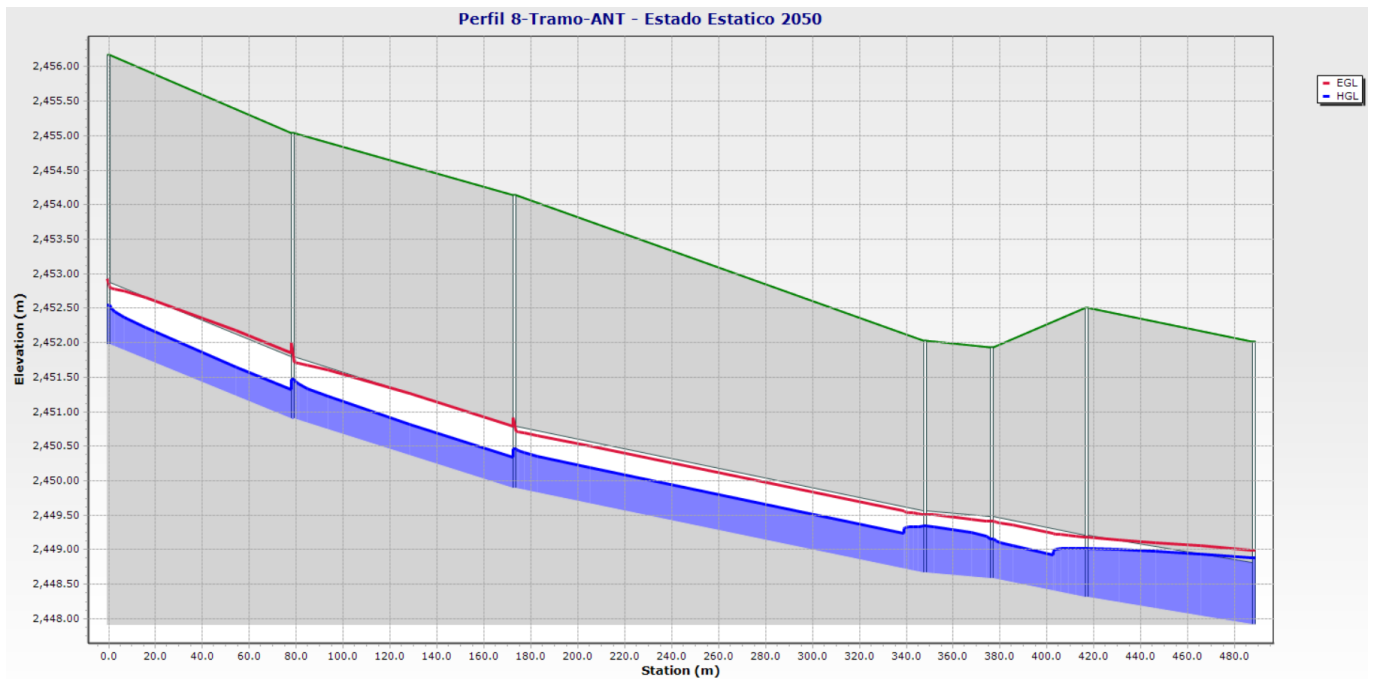
Anexo No. 17: *Perfil hidráulico, con las tuberías redimensionadas, completo del tramo antiguo del interceptor; en el escenario 2050, en estado estático.*

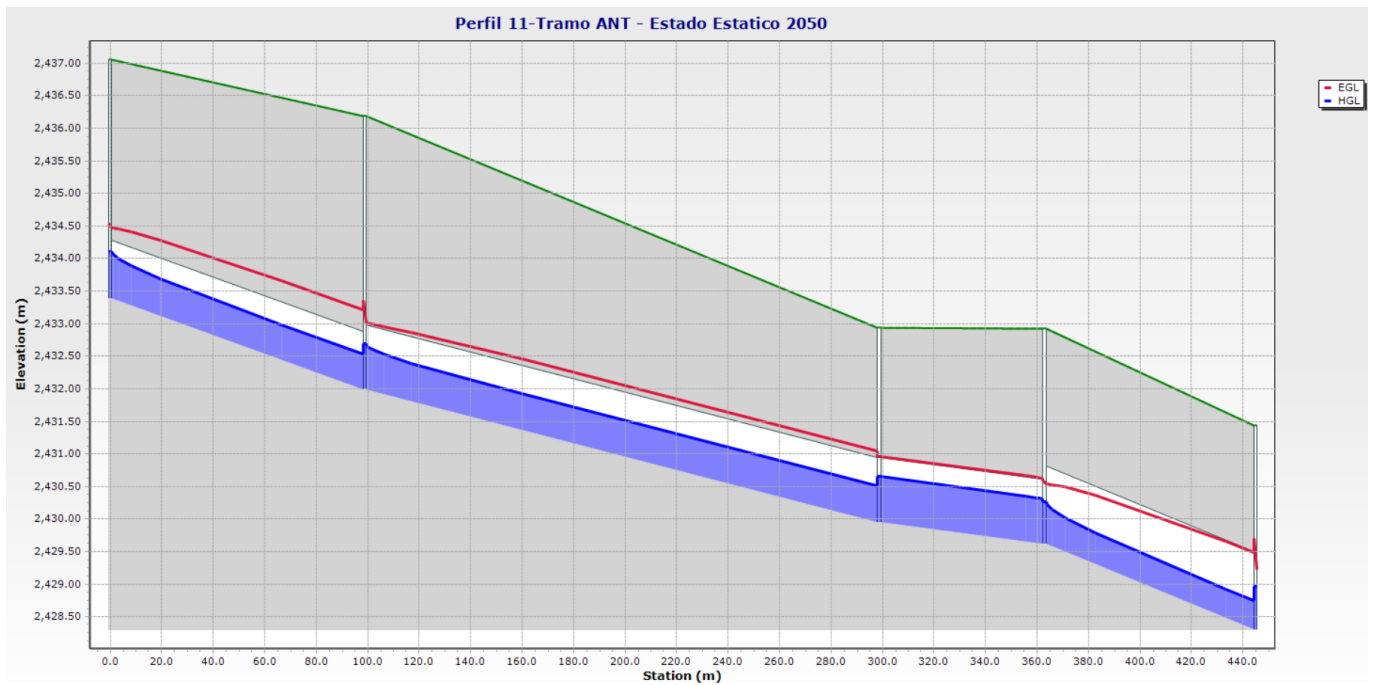
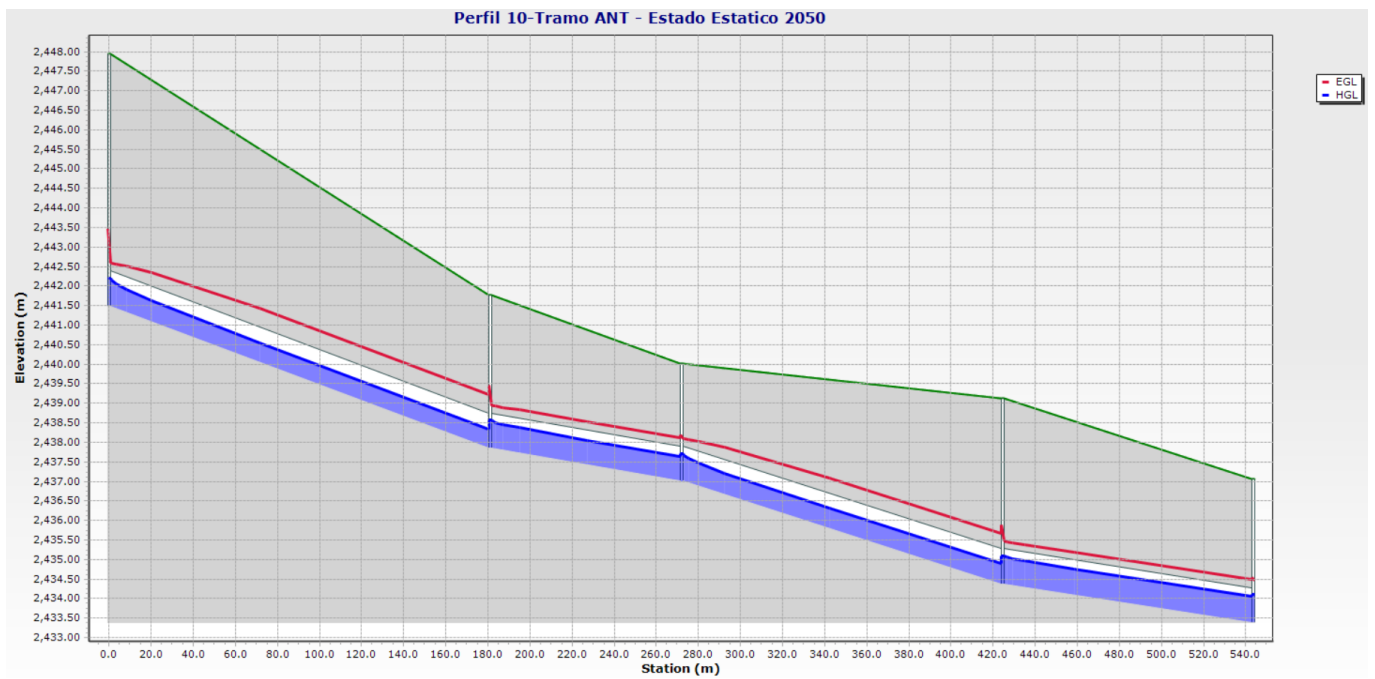


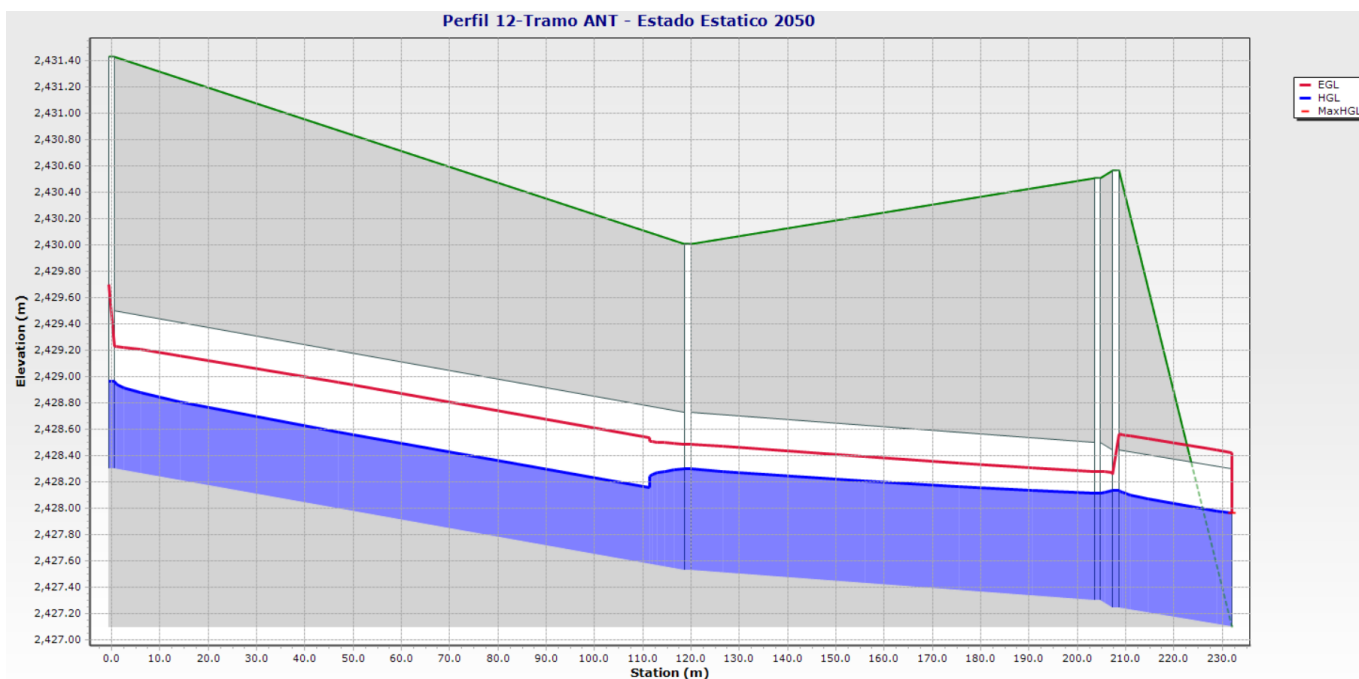












Anexo No. 18: Perfil hidráulico de la descarga del interceptor, en el escenario 2050, en estado estático, con el cambio de diámetros en los conductos con problemas.

