



**“AJUSTE Y REVISIÓN DEL PLAN MAESTRO
DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO
Y DRENAJE PLUVIAL DE GUAYAQUIL”**

TOMO II

CONTENIDO

12. METAS PROPUESTAS.....	3
12.1. Metas y Estándares de Calidad del Servicio Contractuales	4
12.2. Objetivos Estratégicos	6
12.3. Metodología General	10
13. INTERVENCIONES Y OBRAS REQUERIDAS - SISTEMA DE AGUA POTABLE	18
13.1. Escenarios Analizados.....	18
13.2. iNTERVENCIONES Y OBRAS - PRODUCCIÓN.....	30
13.3. intervenciones y obras – distribución.....	67
13.4. Intervenciones y obras – Agua potable	115
13.5. Intervenciones y obras – reducción de ANC	144
13.6. INTERVENCIONES Y OBRAS - PROTECCIÓN CATÓDICA.....	213
13.7. ANEXO 1.....	231
14. INTERVENCIONES Y OBRAS REQUERIDAS – SIST. ALC. SANITARIO	285
14.1. Obras Nuevas en Plantas de Tratamiento de Efluentes Cloacales y Descargas	287
14.2. Nuevas Plantas de Tratamiento de Efluentes Cloacales	294
14.3. Intervenciones sobre las Instalaciones de Depuración para adecuar Funcionamiento.....	320
14.4. Expansión del Alcantarillado Sanitario	331
14.5. Predicción de la condición del alcantarillado; priorización de rehabilitación de tuberías de alcantarillado; Evaluación de la condición de la tubería	353
14.6. Programa de Renovación y Rehabilitación de Colectoras	362
14.7. Programa de Medición de Caudal y Calidad en Colectoras y Estaciones de Bombeo	366
15. INTERVENCIONES Y OBRAS REQUERIDAS – SIST. ALC. PLUVIAL	375
15.1. Diagnóstico	375
15.2. Intervenciones propuestas	428
15.3. ANEXO MODELACIÓN CON MIKE URBAN	447
16. CONTROL DE EFLUENTES NO DOMÉSTICOS	465
16.1. Introducción.....	465
16.2. Criterios para un eficiente Control Industrial	465



16.3. Programa de Monitoreo Combinado de Líquidos Residuales.....	466
16.4. Conclusiones	473
17. INTERVENCIONES Y OBRAS REQUERIDAS – SISTEMA SCADA	474
17.1. ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO.....	474
17.2. OBJETIVOS PROPUESTOS.....	481
17.3. Anexo 1. Resumen de la recomendación ANSI/ISA-101.01-2015.	490
18. INVERSIONES A REALIZAR.....	497
18.1. Plan de Inversiones	498
19. CRONOGRAMA FISICO FINANCIERO DEL PLAN	507
19.1. Fichas descriptivas de las intervenciones.....	507

12. METAS PROPUESTAS

El Ajuste y Actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Alcantarillado Pluvial se realiza en el marco del cumplimiento del Contrato de Concesión y de la Legislación Nacional y Municipal vigente, considerando el desarrollo de planes de vivienda públicos y privados en el Norte de la Ciudad, en la Nueva Zona Urbana Nor Oeste, a lo largo de Vía a la Costa y en proximidades de Chongón, la entrada en operaciones del Puerto de Aguas Profundas en Posorja, el desarrollo de un sistema de captación de agua de lluvias en la cuenca Nor Este, y el escenario correspondiente al desarrollo del proyecto del Nuevo Aeropuerto de Guayaquil en el área denominada Chongón – Daular, que lleva adelante el Municipio de Guayaquil a través de la Autoridad Aeroportuaria.

El desarrollo del Ajuste y Actualización del Plan Maestro que dispone actualmente Interagua se realiza de manera de garantizar la eficiencia, calidad y cobertura en la prestación de los servicios que provee Interagua, considerando asimismo la protección del medio ambiente, los recursos naturales y la salud de la población.

El propósito principal del Ajuste y Actualización del Plan Maestro es disponer de un conjunto actualizado de proyectos, estructurados en programas para cada uno de los sistemas, que en forma integral e integrada se constituya en la herramienta estratégica principal de Interagua para la gestión de los servicios de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Alcantarillado Pluvial del área de la Concesión conforme al Contrato de Concesión.

A tales fines se presenta en forma independiente e interrelacionada los proyectos e intervenciones sobre:

- Sistema de Abastecimiento de Agua Potable: Toma, Potabilización, Transporte, Almacenamiento, Distribución y Sistemas de gestión, monitoreo y control.
- Sistema de Alcantarillado Sanitario: Recolección, Transporte, Tratamiento, descarga a cuerpo receptor y sistemas de gestión, monitoreo y control
- Sistema de Alcantarillado Pluvial: Sumideros, Transporte, Obras de control y sistemas de gestión, monitoreo y control.
- Elaboración de un Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica dirigido a promover e investigar en forma proactiva las actividades técnicas

Asimismo, el Ajuste y Actualización del Plan Maestro de los servicios que provee Interagua se ha desarrollado de manera de integrar en forma equilibrada y coherente:

- Las Metas y estándares de calidad del servicio definidas en el Contrato de la Concesión;
- Los Objetivos Estratégicos del Plan;
- Las Intervenciones a realizar en correspondencia con las Inversiones programadas resultantes.

En este sentido, debe señalarse que ha resultado muy importante el requerimiento de inversiones impulsado por el Municipio de Guayaquil, para los Sistemas de Tratamiento de Alcantarillado Sanitario de Esclusas, Mi Lote y Merinos, al continuar con los planes de ejecución durante el Quinto Quinquenio.

En este contexto ha sido imprescindible definir acuerdos de soluciones de compromiso en un proceso conjunto de Identificación de Escenarios de Análisis y Proyectos Alternativos, su Evaluación y Selección entre Interagua – EMAPAG y Municipalidad de Guayaquil, teniendo en cuenta incrementos en los niveles de inversión posibles de ser obtenidos y gestionados por la Concesión.

En el siguiente diagrama se presenta en forma simplificada las relaciones consideradas que han permitido definir los Escenarios de Análisis y los Proyectos Alternativos y su selección Técnica, Económica y Ambiental para conformar la Actualización del Plan Maestro de los servicios prestados por Interagua.

Figura 12.1:



12.1. Metas y Estándares de Calidad del Servicio Contractuales

El Contrato de la Concesión establece en el Capítulo 5.4 las obligaciones de la Concesionaria en relación con la prestación del Servicio. En este sentido se fijan los Estándares de Calidad del Servicio y parámetros determinados en el Anexo 2 del Contrato.

En relación a los estándares de Calidad del Servicio:

- Interagua se obliga a que la calidad de los servicios que presta cumpla con los niveles y con las metas especificadas en el Anexo 2 del Contrato de Concesión. Sin embargo, en este mismo marco se señala que al final de cada quinquenio las metas de calidad sean revisadas conjuntamente con los planes de inversión.
- Interagua es responsable del mantenimiento, operación y rehabilitación de todas las instalaciones necesarias para la prestación del servicio, a fin de lograr las metas de calidad establecidas en el Anexo 2 del Contrato de Concesión y las que se agreguen.

El Anexo 2 del Contrato de Concesión determina que para cada uno de los aspectos a ser controlados se deben considerar dos tipos de parámetros: i) Los referentes al nivel técnico de Calidad del Servicio esperado; y ii) Los que miden el grado que dicho nivel ha alcanzado.

Los parámetros referentes al nivel técnico de Calidad del Servicio, definidos como Parámetros Técnicos, cuentan con una definición para cada uno de ellos, estableciéndose los valores límites recomendables y permisibles.

Los parámetros referentes a la medición del grado alcanzado, definidos como Parámetros de Cumplimiento, indican su forma de medición.

En el Anexo 2 del Contrato se definen los Parámetros Técnicos y su Cumplimiento conforme a los siguientes Capítulos:

- Capítulos 2.1 y 3.1: Calidad del Agua
- Capítulos 2.2 y 3.1: Presión de Agua
- Capítulos 2.3 y 3.3: Continuidad de Abastecimiento
- Capítulos 2.4 y 3.4: Tratamiento de Aguas Residuales
- Capítulo 2.5: Control de los Efluentes Industriales
- Capítulos 2.6 y 3.5: Desbordes del Sistema de Alcantarillado Sanitario
- Capítulos 2.7 y 3.6: Atención de Consultas y Reclamos de Usuarios

El Ajuste y Actualización del Plan Maestro de Abastecimiento de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Alcantarillado Pluvial ha considerado el cumplimiento de las Metas y Estándares de Calidad del Servicio establecidos en el Contrato, sin embargo, en los puntos siguientes se presentan 2 parámetros particulares (Nivel de presión mínima y límite permisible de Trihalometanos) para los cuales se sugiere su revisión contractual debido a consideraciones técnicas y económicas.

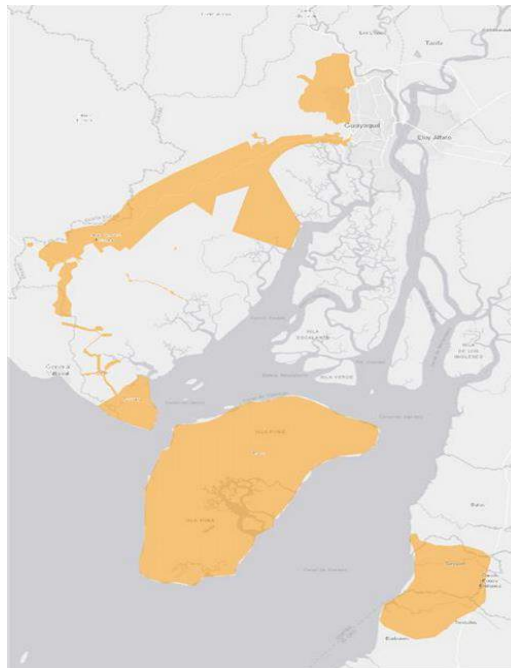
Cabe aclarar que estas revisiones no causarán en ningún modo perjuicios en la calidad de los servicios que actualmente presta Interagua, estando ellas plenamente justificadas en un marco de gestión racional y seguro del sistema de Agua Potable.

12.1.1 Revisión a considerar en el parámetro Presión del Servicio del Sistema de Distribución de Agua potable

Conforme al Capítulo 2.2. Presión de Agua del Anexo 2, las metas a alcanzar respecto del sistema de distribución son las siguientes:

- Presiones mínimas de servicio de acuerdo con las metas contractuales: la meta vigente es de 15 mca desde el Tercer Quinquenio. Para áreas urbano marginales el valor de la presión mínima deberá ser de 10 mca (14.2 psi) (Isla Trinitaria y extremo Noroeste de la Ciudad) según siguiente plano:

Figura 12.2:



Sin embargo, las hipótesis de inversión prevista en el Programa de Renovación y Rehabilitación de Redes de Agua Potable y su gestión, en el marco del Ajuste y Actualización del Plan Maestro consideran que la presión mínima a nivel de usuario se

mantendrá en 10 mca en los Macrosectores involucrados en el PRANC, por el aumento significativo demostrado del nivel de pérdidas físicas, para posteriormente finalizada la rehabilitación del Macrosector normalizarla a la presión establecida contractualmente de 15 mca.

- Presiones máximas de servicio por debajo de los 40 mca: estas condiciones de presión entran dentro de los criterios de optimización de la gestión de redes participando en una minimización del nivel de pérdidas físicas en las redes distribuidoras, no resultando entonces necesaria su revisión.

12.1.2 Revisión a considerar en el parámetro Trihalometanos – Calidad del Agua Potable distribuida.

En el Capítulo 2.1.2 del Anexo 2 del Contrato de Concesión, se ha establecido la Calidad de Agua Potable y del Agua Distribuida por las Redes.

Particularmente en el punto 2.1.2.4 Características químicas orgánicas se ha definido como Límite Permisible para el parámetro Trihalometanos el valor de 30g/l.

Al respecto, Interagua ha realizado mejoras en la cloración y reclusión del agua en red, sin llegar al cumplimiento del valor límite, por cuanto este resulta muy superior los estándares internacionales fijado en 100 g/l y a las Normas INEM (500 g/l).

En este sentido, en el desarrollo del Ajuste y Actualización del Plan Maestro no se han considerado nuevas intervenciones tendientes a alcanzar el valor límite contractual del parámetro, sugiriendo que el valor Límite Permisible del parámetro Trihalometanos se rija por la Norma Nacional INEM.

12.2. Objetivos Estratégicos

Constituyen los Objetivos Estratégicos del Ajuste y Actualización del Plan Maestro de Abastecimiento de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Alcantarillado Pluvial aquellos propósitos a alcanzar con la implementación del Plan Maestro que no constituyen en sí metas contractuales.

Los Objetivos Estratégicos y las Metas Contractuales componen el conjunto de fines que enmarcan las intervenciones identificadas.

Son Objetivos Estratégicos de la Actualización del Plan Maestro:

- El servicio Universal de Abastecimiento de AAPP
- El servicio Universal de AASS
- La mejora continua en Calidad y Niveles de Servicio
- Mantener el Programa de Renovación y Rehabilitación de los bienes de la Concesión.
- El tratamiento adecuado de los Efluentes Cloacales y su vuelco sostenible a Cuerpos Receptores
- El aumento de la resiliencia ante el cambio climático con la Ampliación de los Servicios de AALL logrando una razonable aceptación del Riesgo.
- Mejorar la eficiencia de los sistemas de AALL y los estándares de diseño.

12.2.1 Servicio Universal de Abastecimiento de Agua Potable

En consonancia con los criterios Constitucionales y con la expresa voluntad de cumplir con los requerimientos de la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil, se ha establecido que el grado de Cobertura del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable alcance al 100 % de población que se encuentre dentro de los límites urbanos de la ciudad de Guayaquil, atendiendo las ampliaciones del éjido urbano proyectadas y en trámite de aprobación por el Municipio en 2021. Asimismo se tendrá en cuenta especialmente las tendencias de desarrollo en las Parroquias de Posorja y Chongón.

Alcanzar y mantener en estas condiciones el grado de Cobertura al 100% de la población requiere continuar la intervención con Obras de Expansión de redes de abastecimiento de agua y de la Ampliación en las Obras de Captación, Transporte y Potabilización, a la vez que se tiene en cuenta los posibles volúmenes de agua recuperada mediante intervenciones en Renovación y Rehabilitación de Redes e Instalaciones.

12.2.2 Disminución del Agua No Contabilizada

El el marco del Ajuste y Actualización del Plan Maestro se asume como objetivo estratégico el Control del Agua No Contabilizada, en correspondencia con el programa de inversiones a largo plazo en Renovación y Rehabilitación de las redes y considerando la incidencia de la Expansiones de Agua Potable.

Se ha fijado un objetivo estratégico de bajar el nivel actual de agua no contabilizada (del orden del 55%) hasta 50,1% en el año 2026 y 45,2% en el año 2031, al final del Sexto Quinquenio. hipótesis consideradas para la elaboración de la proyección de la demanda al año 2031, evaluándose 3 escenarios de análisis para el Sistema de Producción y Abastecimiento de Agua Potable.

El cumplimiento de este objetivo significa la realización de obras de Renovación y Rehabilitación de Redes como complemento del programa de reorganización de gestión operativa del sistema ya iniciado durante los quinquenios anteriores y que continuará durante el Quinto Quinquenio (sectorización, regulación de presión, etc.). La meta de rehabilitación de la red de AAPP es de 60 km por año en el periodo 2022-2031, totalizando 600 km.

12.2.3 Servicio Universal de Alcantarillado Sanitario

En consonancia con los criterios Constitucionales y con la expresa voluntad de cumplir con los requerimientos de la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil, se ha establecido que el grado de Cobertura del Sistema de Alcantarillado Sanitario alcance al 100 % de población que se encuentre dentro de los límites urbanos de la ciudad de Guayaquil, atendiendo las sucesivas ampliaciones del ejido proyectadas y dispuestas por el Municipio.

Alcanzar y mantener en estas condiciones el grado de Cobertura al 100% de la población requiere de una fuerte intervención en Obras de Expansión de redes de Alcantarillado Sanitario y de la Ampliación en las Obras de Transporte y Tratamiento.

12.2.4 Mejora Continua en Calidad y Niveles de Servicio

La Actualización del Ajuste y Actualización Plan Maestro incluye intervenciones en la gestión de los sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Alcantarillado Sanitario y de Alcantarillado Pluvial tendientes a mejorar la Calidad y Niveles de los Servicios provistos por Interagua.

Las intervenciones referenciales de este Objetivo Estratégico se incluyen básicamente en el Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológico, en los Sistemas SCADA y GIS y en las Obras de Renovación y Rehabilitación de Redes y Equipamiento. Se incluye asimismo la construcción de un nuevo Laboratorio Central de Control de Calidad de Aguas.

12.2.5 Programa de Renovación y Rehabilitación de los bienes afectados al servicio de la Concesión

La Actualización del Ajuste y Actualización Plan Maestro incluye intervenciones de Renovación y Rehabilitación de los bienes afectados al servicio de la Concesión, habiéndose desagregado para cada uno de los principales componentes de los sistemas de AAPP, AASS y AALL.

Las intervenciones que comprenden este programa presentan como principal propósito mantener un adecuado nivel de eficiencia y estado de funcionamiento de las instalaciones y equipamiento empleado para brindar los servicios de la empresa, complementando las intervenciones en Renovación y Rehabilitación de las redes de AAPP, incluidas en el Objetivo Estratégico.

12.2.6 Tratamiento de Efluentes Cloacales y vuelco sostenible a Cuerpos Receptores

Este objetivo estratégico está dirigido al cumplimiento de legislación vigente en todos los parámetros y en consideración de la necesidad de velar por la salud pública y evitar las condiciones adversas en el medio ambiente provocadas por las descargas de efluentes cloacales. Se realiza un análisis particularizado del control de efluentes no doméstico en las redes de AASS.

El tratamiento de efluentes cloacales y el vuelco en condiciones sostenibles a los cuerpos receptores se desarrolla en el Ajuste y Actualización del Plan Maestro considerando el esquema global del proyecto en el marco geográfico que abarca a todas las cuencas existentes y futuras de la ciudad de Guayaquil, la programación de la ejecución de las intervenciones requeridas, las condiciones de funcionamiento y mantenimiento del sistema y el financiamiento para la construcción y operación de las instalaciones.

Por tanto, este objetivo estratégico representa como ejes de acción:

- Tratamiento Secundario de efluentes y/o “vuelco sostenible” del 100% de la población servida al año 2031

Se señala que para el Ajuste y Actualización del Plan Maestro se ha considerado como línea de base:

- La construcción de la Nueva Planta de Tratamiento Las Esclusas durante el Cuarto Quinquenio, que ejecuta EMAPAG EP mediante financiamiento del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) y del Banco Europeo de Inversiones (BEI) por un monto contractual de \$163.447.996 y que entrará en funcionamiento en noviembre de 2021.
- La construcción de la Nueva Planta de Tratamiento Los Merinos durante el Quinto Quinquenio, que ejecuta EMAPAG EP, mediante financiamiento del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF). Para la ejecución de este proyecto se lleva a cabo una licitación pública internacional que se encuentra en proceso de análisis de ofertas. Los inicios de los trabajos están programados para el año 2021 con un plazo de 36 meses, más 6 meses de puesta en marcha.
- La contratación para la ejecución de la Repotenciación de la Planta, Mi Lote (Fase 1), que ejecutará EMAPAG mediante la contratación de la construcción con

un monto contractual de \$10.248.082 y que entrará en operación durante el Año 2022.

12.2.7 Ampliación de los Servicios de Alcantarillado Pluvial

Actualmente la ciudad de Guayaquil sufre afectaciones por inundaciones de origen Pluvial, Costeras y Mixtas debidas a insuficiencias de capacidad de los sistemas existentes, y fundamentalmente a la falta de desarrollo de nuevas obras y de acciones no estructurales en el sistema de drenaje pluvial de manera que acompañen mediante una protección adecuada el desarrollo urbanístico de la ciudad.

Las ideas rectoras del Plan Maestro de Drenaje Pluvial de Guayaquil son fundamentalmente las siguientes:

- Asegurar la vida y los bienes de los habitantes
- Mínima intervención sobre el ecosistema y el ambiente,
- Necesidad de mejorar las condiciones sanitarias de la ciudad.

Es este sentido, el Ajuste y Actualización del Plan Maestro a la hora de planificar los drenajes pluviales urbanos, busca integrar la planificación urbana, la gestión de las aguas excedentes y el saneamiento ambiental.

Para poder controlar efectivamente los excedentes pluviales en la fuente, es necesario complementar las medidas estructurales (obras) con medidas no estructurales que restrinjan el aumento de la impermeabilidad y/o exijan una retención temporaria de las aguas pluviales.

En el Plan de Drenaje Urbano las medidas estructurales son abordadas desde el mismo inicio de su prediseño con un criterio armónico, que mejore y/o conserve las características que se postulan para el ordenamiento territorial-ambiental del espacio urbano (incluyendo equipamiento, infraestructura, actividades de la sociedad, etc.)

Estas medidas estructurales comprenden obras tales como:

- Conductos de macro y microdrenaje.
- Canalizaciones a cielo abierto.
- Desvíos o rectificaciones de cauces.
- Almacenamiento y Obras de retención de excedentes hídricos.
- Obras de control y conexas, estaciones de bombeo.

Las prácticas no estructurales apuntan a mejorar la gestión del Plan de Drenaje urbano, abordando tanto el manejo de la cantidad como la calidad del agua de escurrimiento, en un contexto integrado en donde la componente socio - económica de la población adquiere un rol por demás relevante. En este sentido pueden citarse los siguientes aspectos:

- Instrumentos regulatorios y de planeamiento.
- Medidas de manejo ambiental a nivel de cuencas y fortalecimiento institucional en materia ambiental.
- Diseño e implementación de sistemas no convencionales y sostenibles de drenaje urbano.

En el Ajuste y Actualización del Plan Maestro, se estiman los cambios previsibles hacia el futuro inmediato y mediano para proponer las medidas estructurales y no estructurales en materia de drenaje pluvial.

Al respecto, se ha de contemplar la influencia del cambio climático, tanto en las precipitaciones como en el aumento esperable del nivel del mar.

Sin embargo, la planificación efectuada debe considerar en forma realista los alcances que pueden darse en el marco del Contrato de Concesión teniendo en cuenta que las expansiones del desarrollo urbano requieren la intervención del Municipio, ya que por una parte de inversiones se encontrarían fuera del alcance de la Concesión y por el otro, se requerirían aspectos normativos exclusivos de las atribuciones municipales.

En este contexto, en el marco de la planificación de los sistemas de Alcantarillado Pluvial, se contemplarán los análisis y recomendaciones surgidas del “Plan de Manejo de Aguas Lluvias en la Cuenca Noroeste de Guayaquil” elaborado por Greeley And Hansen – Gruconsa.

Por otra parte, se actualizarán los modelos pluviales, considerando la variación de la impermeabilidad de las subcuencas, debida a los cambios en el uso del suelo.

- Presiones mínimas de servicio de acuerdo con las metas contractuales: la meta vigente hasta el final del Segundo Quinquenio (10 mca) pasaría a ser de 15 mca al Tercer Quinquenio.

Sin embargo, las hipótesis de inversión prevista en el Programa de Renovación y Rehabilitación de Redes de Agua Potable y su gestión, en el marco del Ajuste y Actualización del Plan Maestro consideran que la presión mínima a nivel de usuario se mantendrá en 10 mca en los macrosectores involucrados en el PRANC por el aumento significativo demostrado del nivel de pérdidas físicas, para posteriormente normalizarla a la presión establecida contractualmente terminada la rehabilitación del macrosector.

12.3. Metodología General

En este Capítulo se describe sucintamente la metodología general empleada para el Ajuste y Actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Drenajes Pluviales para la Ciudad de Guayaquil.

El proceso de análisis aplicado involucra la totalidad de estudios y evaluaciones que integran el presente documento. Al respecto:

- ❖ Los Capítulos 1 a 9 conforman la línea de base de la planificación, que se sustenta en:
 - La revisión del Plan Maestro elaborado por Interagua en 2015
 - El Marco Legal e Institucional
 - Los aspectos Socioeconómicos
 - Los Estudios Demográficos y Proyecciones de Población
 - El diagnóstico del estado de funcionamiento de los sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Drenaje Pluvial.
 - El diagnóstico del sistema SCADA.
 - El diagnóstico sobre Cambio Climático.
- ❖ En el Capítulo 10 se presenta el estudio de demanda.
- ❖ En el Capítulo 11 se exponen los impactos del Cambio Climático.
- ❖ En el Capítulo 12 se explicitan las Metas y Objetivos Estratégicos del Plan.
- ❖ En los Capítulos 13, 14 y 15 se desarrollan las Intervenciones y obras requeridas a ser realizadas a largo plazo para los sistemas de:

- Abastecimiento de Agua Potable
- Alcantarillado Sanitario
- Alcantarillado Pluvial.
- ❖ El Capítulo 16 contiene el Informe de Control de efluentes no domésticos.
- ❖ En el Capítulo 17 se presentan las intervenciones y obras requeridas para el Sistema SCADA.
- ❖ En el Capítulo 18 se indican las inversiones a realizar.
- ❖ El Capítulo 19 en el que se efectúa el cronograma anual físico financiero del Plan.

12.3.1 Principios generales

El desarrollo del Ajuste y Actualización del Plan Maestro se realiza en forma separada sobre cada uno de los sistemas, aunque considerando las interrelaciones que existen entre ellos:

- Abastecimiento de Agua Potable: Toma, Potabilización, Transporte y Distribución.
- Alcantarillado Sanitario: Recolección, Transporte, Tratamiento y Descarga
- Alcantarillado Pluvial: Recolección, Transporte y Obras de Control.

Complementariamente se incluye un Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica dirigido a promover e investigar en forma proactiva las actividades técnicas de la empresa para la mejora y eficiencia de sus servicios.

Para cada sistema se consideran los aspectos vinculados a:

- La legislación y normas contractuales y de regulación vigentes.
- Las Metas Contractuales y los Objetivos Estratégicos definidos en la Actualización del Plan Maestro
- Los requerimientos realizados por el Organismo Regulador y de Control de la Concesión
- Los requerimientos efectuados por la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil
- La empresa como prestadora de los servicios
- Los recursos disponibles
- Las tecnologías disponibles
- El mercado local respecto a suministros y servicios.
- Los usuarios y Clientes.

Básicamente la Actualización del Plan Maestro incluye:

- El Diagnostico de la situación de cada servicio en lo que respecta a la infraestructura y equipamiento disponible y a los requerimientos esperados.
- La Proyección de la Demanda y evolución considerando las Expansiones y las exigencias previsibles en cuanto a la calidad del Servicio.
- La evaluación diversas alternativas de estrategias de largo plazo para los diferentes componentes de cada uno de los Servicios: Análisis de Escenarios de planificación y evaluación de proyectos alternativos.
- Justificación legal, técnica, económica y ambiental de los proyectos seleccionados.
- Memoria descriptiva de las principales obras y requerimientos de infraestructura que se considera necesarios efectuar.
- Estimación de las Inversiones quinquenales requeridas.
- Cronograma quinquenal Físico - Económico del Plan.

12.3.1.1 Proceso de análisis para la Actualización del Plan Maestro

Como fuera ya mencionado, para el Ajuste y Actualización del Plan Maestro se ha considerado las interrelaciones entre las Metas Contractuales, los Objetivos Estratégicos, los Recursos e Inversiones, los que se articulan conceptualmente en “Requerimientos”, con los Diferentes Escenarios de Análisis y Proyectos Alternativos: Sobre esta base se ha efectuado la selección y evaluación de las Intervenciones a realizar a largo plazo, las que se agrupan para cada servicio en “Programas”.

El horizonte de proyecto del Ajuste y Actualización del Plan Maestro se corresponde hasta el final del período de Concesión de 30 años a partir de la fecha de transferencia del servicio (año 2001), es decir hasta el año 2031. Sin embargo, en el desarrollo de los proyectos, y en particular los vinculados a grandes obras de infraestructura hidráulica, se consideran horizontes de proyecto a más largo plazo (2041), adaptados con las inversiones a realizar y los beneficios a obtener.

En relación al área de intervenciones, tal como fuera indicada en el Capítulo 1.3.2.- del Tomo I, corresponde a:

- ❖ Ciudad de Guayaquil: Abastecimiento de Agua Potable; Alcantarillado Sanitario y Alcantarillado Pluvial en el Área Urbana de la Ciudad de Guayaquil, establecida en la Ordenanza Reformativa de Delimitación Urbana, publicada en el R. O. N° 828 del 9 de Diciembre de 1991, ampliada en conformidad con las Zonas de Expansión Urbana, según la ordenanza del Plan Regulador de Desarrollo Urbano de Guayaquil, publicado en el R. O. 127 del 25 de Julio de 2000.
- ❖ Localidades de las Parroquias Rurales Progreso, El Morro, Posorja, Puná y Tenguel. Abastecimiento de Agua Potable; Alcantarillado Sanitario y Alcantarillado Pluvial.
- ❖ Localidades de Nobol; Daule; Samborombón (La Puntilla) y Durán. Abastecimiento de Agua Tratada en bloque.

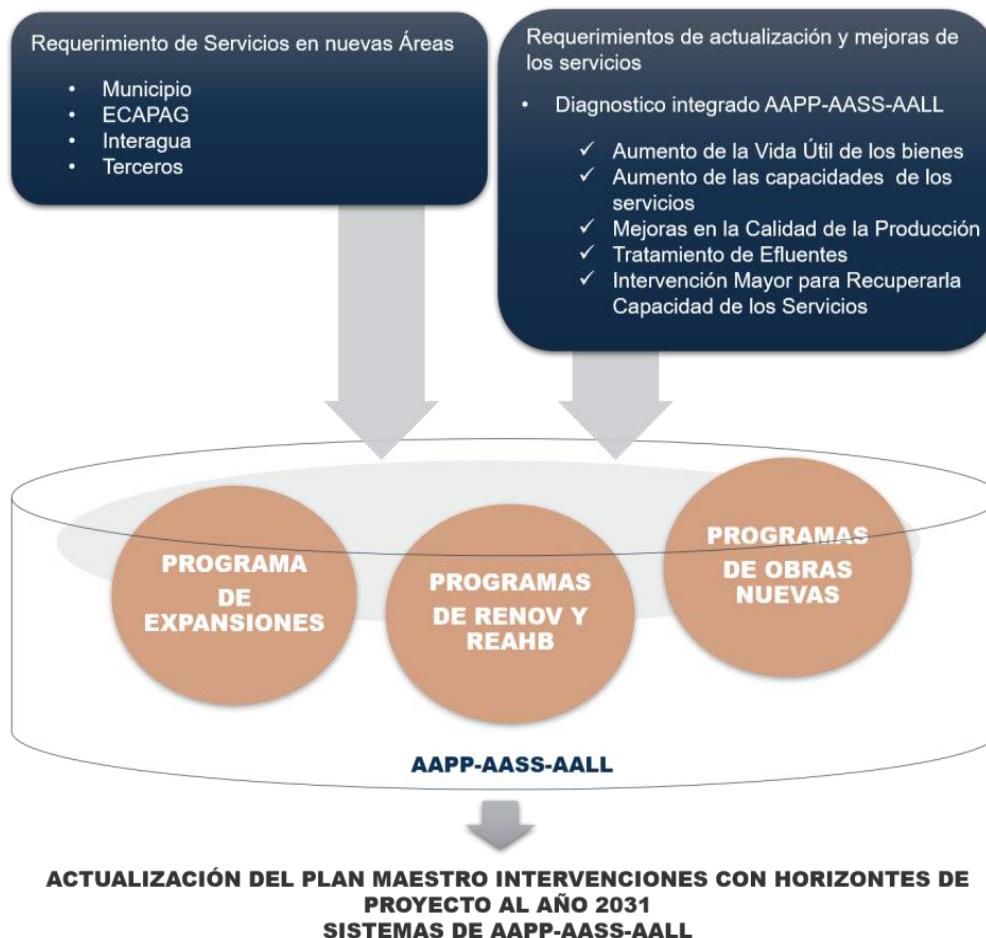
A continuación, se efectúa una descripción general del proceso de análisis seguido para el Ajuste y Actualización del Plan Maestro, el cual involucra principalmente evaluaciones efectuadas en base a los Requerimientos de Servicios en Nuevas Áreas y al Requerimiento de Actualización y Mejoras del Servicio.

El mismo fue desarrollado en forma integrada para cada uno de los tres sistemas, teniendo en cuenta las respectivas interdependencias que los vinculan entre ellos.

En los esquemas de más abajo se representan en forma resumida las interrelaciones que definen el marco de la planificación y el complejo conjunto de Requerimientos y de Programas de Intervenciones y sus Inversiones asociadas que componen la Actualización del Plan Maestro con horizonte de proyectos al año 2031.

Marco de Identificación de Intervenciones e Inversiones

Figura 12.3:



Se expone a continuación la descripción de las principales componentes del marco de Identificación de Intervenciones y sus Inversiones asociadas.

❖ Expansiones de los Servicios en Nuevas Areas

Como fuera mencionado en el Capítulo 9 Metas y Objetivos a cumplir con las Inversiones Propuestas, requiere del Ajuste y Actualización del Plan Maestro considerando el escenario correspondiente al desarrollo del proyecto del Nuevo Aeropuerto de Guayaquil en el área denominada Chongón – Daular, que lleva adelante el Municipio de Guayaquil, y la conclusión del Convenio con Hidroplayas, considerando concurrentemente a largo plazo el desarrollo del Puerto de aguas profundas en Posorja.

Asimismo, el Muy Ilustre Municipio de Guayaquil y el Organismo Regulador y de Control de la Concesión - EMAPAG EP- han requerido que en el próximo quinquenio la empresa efectúe un extenso Programa de Expansiones de las Redes de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento.

Asimismo, el Programa de Expansiones se integrará con otras áreas a ser servidas requeridas por terceros, compuestas por urbanizaciones desarrolladas por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda – MIDUVI – y por emprendimientos particulares.

Por último, la empresa también requiere de completar pequeñas áreas sin servicios formales de Abastecimiento de Agua Potable y/o de Alcantarillado sanitario, las que se localizan dentro de sus respectivos radios servidos. Este conjunto de intervenciones se los denomina “Cierres de Malla”.

El conjunto de intervenciones asociadas a los requerimientos del servicio de Abastecimiento de Agua Potable en nuevas Areas se ha agregado en el **Programa de Expansiones de Redes de Agua Potable**

El conjunto de intervenciones asociadas a los requerimientos del servicio de Alcantarillado Sanitario en nuevas Areas se ha agregado en el **Programa de Expansiones de Redes de Alcantarillado Sanitario**.

El conjunto de intervenciones asociadas a los requerimientos del servicio de Alcantarillado Pluvial en nuevas Areas se ha agregado en el **Programa de Expansiones de Redes de Alcantarillado Pluvial**.

❖ **Actualización y Mejoras del Servicio**

La base de los análisis la constituye el Diagnóstico Integrado y a las proyecciones que se ha efectuado en el marco del presente Ajuste y Actualización del Plan Maestro.

Básicamente la evaluación conjunta de las Proyecciones de demandas y los resultados obtenidos en el Diagnóstico Integrado efectuado (cuyo resultado es el Estado de Funcionamiento de los servicios de Provisión de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Drenaje Pluvial, en términos de instalaciones, equipamiento y redes evaluado), permite sustentar la identificación de las ampliaciones y obras nuevas en instalaciones existentes y las obras de Renovación y Rehabilitación del Servicio, teniendo como propósitos específicos:

- Aumento de la Capacidad de Servicio
- Aumento de la Vida Útil de los bienes
- Mejoras en la Calidad de la Producción
- Recuperación de la Capacidad de Servicio

El conjunto de intervenciones sobre los bienes existentes para cada Servicio respectivamente se ha agregado en i) **Programas de Obras Nuevas**; ii) **Programas de Renovación y Rehabilitación de bienes**.

De esta manera el Plan de Intervenciones y sus Inversiones asociadas para cada uno de los sistemas, núcleo del Ajuste y Actualización del Plan Maestro se desagrega en:

• **Actualización del Plan Maestro de AAPP**

Las Intervenciones a largo plazo, con horizonte al año 2031 correspondientes al Ajuste y Actualización del Plan Maestro se integran en los siguientes Programas:

- Programa de Obras Nuevas
 - ✓ En Plantas Potabilizadoras
 - ✓ En Acueductos y Reservas
 - ✓ En Redes de Distribución
 - ✓ En Parroquias Rurales
- Programa de Expansiones

- ✓ Redes de Abastecimiento en Áreas nuevas
- ✓ Acueductos, Conductos Principales y Mallas
- ✓ Cierres de Malla
- Programa de Renovación y Rehabilitación
 - ✓ En Plantas Potabilizadoras
 - ✓ En Acueductos, Conductos Principales y Mallas
 - ✓ Bombeos y Cisternas
 - ✓ Redes de Distribución

- **Actualización del Plan Maestro de AASS**

Las Intervenciones a largo plazo, con horizonte al año 2031 correspondientes al Ajuste y Actualización del Plan Maestro se integran en los siguientes Programas:

- Programa de Obras Nuevas
 - ✓ En Colectoras, Estaciones de Bombeo e Impulsiones
 - ✓ En Plantas de Tratamiento de Efluentes y Descargas existentes
 - ✓ En Redes colectoras
 - ✓ Nuevas Plantas de Tratamiento de Efluentes
 - ✓ En Parroquias Rurales
- Programa de Expansiones
 - ✓ Redes Colectoras en Areas nuevas
 - ✓ Colectores, Estaciones de Bombeo e Impulsiones
 - ✓ Cierres de Malla
- Programa de Renovación y Rehabilitación
 - ✓ En Redes colectoras.
 - ✓ En Conductos Principales
 - ✓ En Estaciones de Bombeo e Impulsiones
 - ✓ En Plantas de Tratamiento de Efluentes

- **Actualización del Plan Maestro de AALL**

Las Intervenciones a largo plazo, con horizonte al año 2031 correspondientes al Ajuste y Actualización del Plan Maestro se integran en los siguientes Programas:

- Programa de Obras Nuevas
 - ✓ En Conductos Principales
 - ✓ En Nuevas Descargas
 - ✓ En Redes y Sumideros
 - ✓ En Parroquias Rurales
- Programa de Expansiones
 - ✓ Redes y Sumideros en Áreas nuevas
 - ✓ Conductos Principales
 - ✓ Estaciones de Bombeo y Descargas

- Programa de Renovación y Rehabilitación
 - ✓ Redes y Sumideros en Áreas nuevas
 - ✓ Conductos Principales
 - ✓ Estaciones de Bombeo y Descargas

- **Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica**

El objetivo del Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica (PDIT) está dirigido a:

- Promover e investigar en forma proactiva el Desarrollo Tecnológico de las actividades técnicas que realiza la empresa.
- Desarrollar acciones de asistencia técnica acompañando el crecimiento de la Empresa
- Fomentar la mejora continua a través del desarrollo y aplicación de innovaciones tecnológicas.

Proceso participativo empleado

Se ha implementado una metodología participativa en la que los diferentes actores fueron involucrados desde las etapas tempranas de la elaboración del Ajuste y Actualización del Plan Maestro, de forma de buscar un enfoque integral y sostenible, considerando las visiones estratégicas de crecimiento y desarrollo a largo plazo para los servicios que presta Interagua en la Ciudad de Guayaquil.

Los procesos participativos empleados son entendidos como un espacio de encuentro o ámbito de interacción en el que actores diversos, miembros de diferentes organizaciones, con visiones diferentes, pudieron reflexionar, debatir, realizar consultas y/o propuestas sobre cuestiones en las que tienen unos intereses y objetivos comunes.

A su vez se ha mantenido un contacto fluido con el Organismo Regulador y de Control de la Concesión - EMAPAG -, y con el Municipio de Guayaquil, con el objeto de considerar desde etapas tempranas sus expectativas, y mantener informado en forma continua sobre los avances que se vayan plasmando en el Ajuste y Actualización del Plan Maestro.

Para el Ajuste y Actualización del Plan Maestro fueron utilizados procesos participativos considerando como premisa básica que los cambios producen resistencias, y entonces es tarea principal estimular e involucrar a los actores con el propósito fundamental de facilitar la toma de decisiones.

A tal efecto fueron empleados como mecanismos de participación: i) Reuniones de Trabajo específicas, en los que fueron tratados en detalle diversos temas ii) Talleres, donde se encuentran los actores para discutir y evaluar metodologías de planificación, escenarios de planificación, propuestas de Intervenciones y propuestas de Inversiones; y iii) Entrega de Informes de Avance a ser considerados por los participante mediante correcciones y comentarios a ser tenidos en cuenta en los documentos de entrega final.

En los Talleres y Reuniones de Trabajo, además de los técnicos y funcionarios de Interagua vinculados a la elaboración del Ajuste y Actualización del Plan Maestro, se contó con la participación de funcionarios de diferentes disciplinas de los principales organismos vinculados directamente con la Concesión:

- Del ámbito del Organismo Regulador y de Control de la Concesión. EMAPAG EP
- Del ámbito Municipal
 - ✓ Dirección de Ordenamiento e Infraestructura Territorial. DOIT
 - ✓ Dirección de Avalúos Urbanismo y Registro. DUAR

- De Organismos Nacionales ligados a la Vivienda Social

En total se realizaron tres Talleres de trabajo que comprendieron temáticas de las siguientes etapas de elaboración de la Actualización del Plan Maestro:

- Taller Inicial de presentación de la Propuesta Metodológica
- Taller Intermedio de presentación de la Etapa de Diagnóstico y del informe referente al impacto del Cambio Climático en la prestación de los servicios
- Taller Final de presentación de la Etapa de Inversiones y Actualización del Plan Maestro

13. INTERVENCIONES Y OBRAS REQUERIDAS - SISTEMA DE AGUA POTABLE

13.1. Escenarios Analizados

Como ya fuera señalado precedentemente el objetivo del presente Ajuste y Actualización del Plan Maestro de AAPP; AASS y AALL corresponde al Escenario que incluye, además de la evolución propia del área urbana actual de Guayaquil, el desarrollo del proyecto del Nuevo Aeropuerto de Guayaquil en el área denominada Chongón – Daular, que lleva adelante el Municipio de Guayaquil, y considerando concurrentemente a largo plazo el desarrollo del Puerto de aguas profundas en Posorja.

Se plantean entonces para los Servicios de AAPP; AASS y AALL Escenarios Principales para el desarrollo del Ajuste y Actualización del Plan Maestro.

Para cada uno de ellos se analizan variables principales vinculadas a incertidumbres inherentes a la planificación a largo plazo, ellas son:

- Relacionadas a la Proyección de la Población
- Relacionadas a la configuración topológica de cada uno de los sistemas que compone la infraestructura principal de los Servicios de AAPP; AASS y AALL.
- Relacionadas a la inversión y eficiencia de las intervenciones programadas en la Actualización de Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.
- Relacionadas a la situación futura del Sistema de AALL y al grado de protección esperado.

En los Capítulos 3 y 10 correspondientes a Aspectos Socioeconómicos, Demográficos y Estudios de Demanda respectivamente, se han realizado evaluaciones tendientes a definir los escenarios de proyección demográfica, dejando la posibilidad de evaluar alternativas de población y de densidad de población a nivel de Sectores Hidráulicos y de Áreas de Expansión. De esta manera las posibles divergencias entre la proyección demográfica efectuada y el real crecimiento poblacional podrá ser resuelto en la etapa de desarrollo de los proyectos particulares.

Por tanto, se ha puesto énfasis en analizar las variaciones que pudieran provocar las incertidumbres propias de la planificación a largo plazo relacionadas con la magnitud de las inversiones a realizar y las reales eficiencias que se puedan lograr.

13.1.1 Sistema de Agua Potable

Ciudad de Guayaquil y Sub-Zonas Chongón y Progreso del NAIG

Se plantean para la Ciudad de Guayaquil y la parte de la Zona de Influencia del Nuevo Aeropuerto de Guayaquil compuesta por las Sub-Zonas Chongón y Progreso (Se excluyen las Sub-Zonas Posorja y el Morro) los siguientes Escenarios Principales:

- ❖ **Escenario I: Sistemas Independientes para el Abastecimiento a la Ciudad de Guayaquil hasta el km 23,5 Vía a la Costa con producción en La Toma; y Nueva Planta Potabilizadora en Chongón para la provisión de las Sub-Zonas Chongón y Progreso de la Zona de Influencia del Nuevo Aeropuerto de Guayaquil.**
- ❖ **Escenario II: Abastecimiento integrado a todo el sistema compuesto por la Ciudad de Guayaquil hasta el km 23,5 Vía a la Costa + Sub-Zonas Chongón y Progreso de la Zona de Influencia del Nuevo Aeropuerto de Guayaquil con producción en La Toma y en la Nueva Planta Potabilizadora en Chongón.**

Cada uno de los Escenarios Principales asimismo es evaluado con 2 Escenarios que corresponden a diferentes proyecciones de la demanda para la Ciudad de Guayaquil hasta el km 23,5: 1) Teniendo en cuenta consumos promedios del año 19 de Concesión (8 meses NO-COVID y 4 meses COVID) y 2) Considerando consumos residenciales COVID y el resto de las conexiones con consumos “NO COVID”. Para las Sub-Zonas Chongón y Progreso la proyección de la demanda se realiza con los consumos promedios del año 19 de Concesión (8 meses NO COVID y 4 meses COVID).

Las proyecciones de Agua No Contabilizada corresponden a conjuntos de intervenciones de Renovación y Rehabilitación de Redes de Agua con tasas de 60 Km/año. En el Numeral 4 del presente informe se desarrolla en detalle los estudios vinculados a la recuperación de Agua No Contabilizada.

En las Tablas siguientes se presenta el desarrollo de cálculo correspondiente a la estimación de las demandas desagregadas para i) Ciudad de Guayaquil, incluyendo el desarrollo del Área de Expansión Urbana localizada al noroeste del Límite Urbano, hasta el km 23,5 vía a la Costa; ii) Sub-Zonas Chongón y Progreso del Área de Influencia del Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de Guayaquil.

❖ **Ciudad de Guayaquil y su proyección incluyendo el desarrollo del Área de Expansión Urbana localizada al noroeste del Límite Urbano hasta el km 23,5 Vía a la Costa**

La definición de población servida con la cual se trabajó es población con conexión domiciliaria, ya sea en la vivienda (conexión residencial) como en el porcentaje de los comercios con servicio de agua potable que se consideran habitados. Como la Base de Datos de Usuarios registra el tipo de conexión en función a las superficies destinadas a cada uso, en el caso de comercios con vivienda, quedan caracterizados como comercios inmuebles en los que además de una parte dedicada a esta actividad, tienen 1 o 2 habitaciones en las cuales vive gente. La estimación de población servida al 2020 se basa en datos de la Base de Datos de Usuarios de Interagua referidos a conexiones residenciales y a un 48% de los comercios en la ciudad de Guayaquil, excepto la zona Centro, en la cual sólo el 13% de los comercios está habitado. El número promedio de personas por vivienda se toma de información recopilada en ocasión de las intervenciones comunitarias con motivo de la expansión de servicios en el 4° Quinquenio y del número empleado con motivo de la anterior actualización del Plan Maestro, discriminado por Zona de Planificación Urbana.

En la Tabla 13.1 se presentan las poblaciones actuales y futuras y los correspondientes incrementos quinquenales.

Tabla 13.1: Proyecciones de Población Servida. Ciudad de Guayaquil y Área de Expansión Urbana al noroeste del Límite Urbano hasta el km 23,5 Vía a la Costa

Año	2020	2021	2026	2031	2041
Población Servida	2.377.899*	2.455.380*	2.739.733	3.192.054	3.599.956
Incremento de población servida		77.481	284.353	452.321	407.902

* Incluyen Guayaquil Urbano y Sub-Zonas Chongón y Daular. Funcionamiento actual.

En la tabla siguiente se presenta la evolución esperada de los Consumos:

Tabla 13.2: Evolución de Consumos Totales. Ciudad de Guayaquil y Área de Expansión Urbana al noroeste del Límite Urbano hasta el km 23,5 Vía a la Costa

Año	Unidad	2020	2021	2026	2031	2041
Consumos Totales (Promedio año 19)	m ³ /día	501.860*	511.106*	521.205	597.969	680.839
Consumos Totales (Residencial COVID y Resto No COVID)	m ³ /día	521.416*	531.532*	567.492	631.137	718.753

Año	Unidad	2020	2021	2026	2031	2041

* Incluyen Guayaquil Urbano y Sub-Zonas Chongón y Daular. Funcionamiento actual.

Para completar los volúmenes de agua potable entregada, en la Tabla 13.3 se presenta la evolución asumida para la Venta de Agua en Bloque por parte de Interagua:

Tabla 13.3: Volúmenes de Venta de Agua en Bloque

Venta en Bloque	Unidad	Año				
		2020	2021	2026	2031	2041
Subtotal Venta en Bloque	m ³ /día	52.480	52.480	52.480	52.480	52.480
	m ³ /mes	1.574.400	1.574.400	1.574.400	1.574.400	1.574.400

❖ Sub-Zonas Chongón y Progreso del Área de Influencia del Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de Guayaquil

El área de influencia del Nuevo Aeropuerto Internacional de Guayaquil (NAIG) tiene una parte de su población en centros poblados tradicionales y el resto en urbanizaciones, para algunas de las cuales, por no haber estado habitadas en oportunidad del último Censo (2010) y al tener servicio de agua potable en todas las viviendas, se estima la población al 2020 en función a las conexiones residenciales registradas en la Base de Datos de Usuarios de la Dirección Comercial.

También pertenece al área de influencia del NAIG el Plan de Vivienda Social Mi Casa Mi Futuro, en la periferia de Chongón. Por último, en la zona se implantarán urbanizaciones nuevas y se completarán las fases o etapas faltantes de las comenzadas.

La cobertura global al 2020 es del 68% y se planifica que sea total al 2026, por lo que desde entonces la población estimada y la servida coinciden.

La población servida es el producto de las conexiones residenciales con medidor activo y el número promedio de personas por conexión residencial.

El consumo (potencial) total por tipo de conexión es el producto del número conexiones por tipo con medidor activo y el consumo promedio de las conexiones de ese tipo que tienen consumo positivo.

Como el análisis que se presenta se ha efectuado contemplando las particularidades de centros poblados y urbanizaciones, los distintos momentos en que los mismos ingresan en los cálculos modifican la estructura de tipos de conexión y / o los consumos promedio prevalecientes.

Por caso, modernas urbanizaciones para sectores medio / medio altos seguramente evitan la instalación de empresas de ciertos rubros comerciales o industriales. Por otra parte, el rubro y dimensión predominante alteran los consumos promedio.

La razón del descenso del número de conexiones adicionales necesarias a lo largo del horizonte de planeamiento es que a medida que los centros poblados tradicionales y las nuevas urbanizaciones aún no completas o construidas son conectados al servicio, la variación tiende a la del número de habitantes.

En las Tablas siguientes se considera la Zona de Influencia sin el impacto de la finalización de la construcción y la operación plena del NAIG.

Se supone que el reinicio de la construcción de las obras del NAIG tiene lugar en 2028 y la entrada en operación, secuencial para sus 3 pistas, en 2034. Estas actividades generan una demanda adicional de agua, para el mismo Aeropuerto.

El impulso a la zona de influencia se manifiesta del siguiente modo:

Tabla 13.4: Proyecciones de Población Servida. Sub-Zonas Chongón y Progreso del NAIG.

Año	2026	2031	2041
Población Servida	70.117	127.518	222.257
Incremento de población servida	70.117	57.401	94.739

En la tabla siguiente se presenta la evolución esperada de los Consumos:

Tabla 13.5: Evolución de Consumos Totales. Sub-Zonas Chongón y Progreso del NAIG

Año	Unidad	2026	2031	2041
Consumos Totales (Promedio año 19)	m ³ /día	15.492	18.977	49.319

A efectos de completar los volúmenes de agua potable entregada, en la **Tabla 13.6:** Volúmenes de Venta de Agua en Bloque se presenta la evolución asumida para abastecer el consumo interno del nuevo Aeropuerto.

Tabla 13.6: Volúmenes de Venta de Agua en Bloque

Venta en Bloque	Unidad	Año	
		2031	2041
Aeropuerto	m ³ /día	2.070	2.780
	m ³ /mes	62.100	83.400

Escenarios analizados para el Abastecimiento de AAPP

La base de análisis de los escenarios alternativos la constituye: a) las diferentes **Posibilidades de abastecimiento de agua para la Ciudad de Guayaquil y el Área de las Sub-Zonas Chongón y Progreso del Nuevo Aeropuerto de Guayaquil;** y b) las distintas evoluciones que puede presentar la **Proyección de la Demanda**, considerado el impacto del COVID. Las proyecciones de Agua No Contabilizada corresponden a conjuntos de intervenciones de Renovación y Rehabilitación de Redes de Agua con tasas de 60 km/año y no son sujeto de análisis otras cantidades.

A. Escenario I: Sistemas Independientes para el abastecimiento a la Ciudad de Guayaquil hasta el km 23,5 Vía a la Costa con producción en La Toma; y Nueva Planta Potabilizadora en Chongón para la provisión de las Sub-Zonas Chongón y Progreso de la Zona de Influencia del Nuevo Aeropuerto de Guayaquil.

El Escenario I corresponde a la evaluación separada de los sistemas de Agua Potable:

- ❖ A.1) Comprende La Ciudad de Guayaquil y su proyección incluyendo el desarrollo del Área de Expansión Urbana localizada al noroeste del Límite Urbano hasta el km 23,5 Vía a la Costa.
- ❖ A.2) Comprende las Sub-Zonas Chongón y Progreso del área de influencia del Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de Guayaquil en Daular/Chongón desde el km 23,5 en adelante.

Las Obras principales identificadas para este Escenario quedarían conformadas por:

- ❖ Producción en La Toma:
 - Renovación y Rehabilitación de las Plantas Lurgi, Convencional y Nueva
 - Construcción de una Nueva Planta de 2.0 m³/s.
- ❖ Producción en Planta Chongón
- ❖ Transporte:
 - Construcción 5º Acueducto
 - RyR Acueducto Vía a Daule (1)
 - Estaciones de Bombeo en el acueducto Vía a la Costa y obras complementarias (*)

(1) Requiere Programa ANC.

(*) Estos proyectos están vinculados a la PTAP que está proyectando la Autoridad Aeroportuaria y el acueducto de vinculación de esta Planta que alimentará un sector de Vía a la Costa.

Se expone a continuación la determinación de las condiciones de demanda proyectada para cada una de las localidades:

A.1) Ciudad de Guayaquil y su proyección incluyendo el desarrollo del Área de Expansión Urbana localizada al noroeste del Límite Urbano hasta el km 23,5 Vía a la Costa

➤ Escenarios Analizados

El análisis que se hizo se refiere a consumos medidos por tipo de usuario y Sector de Macro Medición y de allí a Zona de Planificación Urbana en la ciudad de Guayaquil. Se tomaron los consumos registrados mensuales de la Base de Datos de Usuarios de la Dirección Comercial entre agosto 2019 y julio 2020. Se analizaron dos sub-períodos: uno entre agosto 2019 y marzo 2020 al que se denominó período NO COVID; el otro, entre abril y julio 2020 al que se denominó periodo COVID.

A través del procesamiento de dicha Base de Datos se logró evidencia de que los usuarios residenciales pusieron en práctica en el período COVID recomendaciones de las autoridades sanitarias relativas a mayor frecuencia del lavado de manos y mayor higiene de enseres y superficies, además de que hubo mayor permanencia en los hogares (en cierto tipo de actividades, práctica de teletrabajo; niños sin presencia en los establecimientos educativos). Esto se manifestó en un mayor consumo promedio de los residenciales entre el período COVID y el anterior, NO COVID.

A su vez, numerosos comercios e industrias y conexiones oficiales (excluyendo los ligados al sector salud), redujeron sus niveles de consumo promedio de agua potable, en el período COVID respecto al anterior (NO COVID), porque no funcionaron o redujeron su nivel de actividad. Esto también tuvo evidencia en los registros de la Base de Datos de Comercial.

En el Escenario A se supuso que a futuro los consumos promedio de cada tipo de conexión se mantendrán como en el promedio del Año 19 de la Concesión.

En el Escenario B se supuso que, a futuro, se mantendrán los hábitos de higiene COVID de los residenciales, y que comercios, industrias y oficiales (en rigor, además de estos, exonerados, otros, mientras que piletas y bocatomas "dejan de funcionar" en la medida en que las zonas a las que sirven obtienen cobertura domiciliaria total) recuperarán sus niveles de consumo NO COVID.

Para las conexiones que venden agua en bloque a los cantones vecinos, se supuso, en ambos escenarios, el mantenimiento de los niveles de consumo promedio del Año 19 de la Concesión.

A continuación, se muestran mediante tablas los escenarios de consumo con COVID y sin COVID para cada tipo de usuario.

Tabla 13.7: Escenarios de consumos residenciales

Zona de Planificación Urbana	Consumo promedio año 19 (m³/mes)	Consumo promedio NO COVID (m³/mes)	Consumo promedio COVID (m³/mes)
A (SUR)	19,3	18,8	20,5
B (OESTE)	23	22,3	24,2
C (CENTRO)	25,7	25,3	26,5
D (NORTE)	21,7	21,2	22,8
E (PASCUALES)	19,1	18,5	20,2
F (CHONGÓN)	22,1	21,6	23,1
NZU Nor Oeste	15,3	14,7	16,5
Total urbano Guayaquil	20,7	20,1	21,8

Aumento del 8% del consumo promedio residencial COVID - NO COVID.

Tabla 13.8: Escenarios de consumos promedio comerciales por zona

Zona de Planificación Urbana	Conexiones Comerciales Totales	Consumo promedio año 19 (m³/mes)	Consumo promedio sin COVID (m³/mes)	Consumo promedio COVID (m³/mes)
A (SUR)	4.153	35,8	37,2	32,9
B (OESTE)	4.048	29,1	30,4	26,6
C (CENTRO)	10.527	38,2	41	32,6
D (NORTE)	8.257	54,4	59,9	43,3
E (PASCUALES)	7.333	51,3	56,5	41,0
F (CHONGÓN)	1.270	62,9	66,8	55,1
Total límite urbano actual	35.588	44,2	47,9	37,0
NZU Nor Oeste	160	56	61,2	45,7
Total urbano Guayaquil	35.748	44,3	47,9	37,0

Disminución del 23% en el consumo promedio comercial NO COVID – COVID.

Tabla 13.9: Escenarios de consumo promedio industrial por zona

Zona de Planificación Urbana	Conexiones Industriales	Consumo promedio Año 19 (m³/mes)	Consumo promedio NO COVID (m³/mes)	Consumo promedio COVID (m³/mes)
A (SUR)	23	2.089	1.969	2.330
B (OESTE)	6	266	282	232
C (CENTRO)	15	407	435	351
D (NORTE)	233	1.087	1.252	929
E (PASCUALES)	166	1.252	1.352	1.051
F (CHONGÓN)	66	770	794	724
Total límite urbano actual	508	1.117	1.225	982
NZU Nor Oeste	1	6.590	6.397	6.975
Total urbano Guayaquil	509	1.128	1.235	994

Disminución del 20% en el consumo promedio industrial NO COVID – COVID.

Tabla 13.10: Escenarios de consumo promedio oficial por zona

Zona de Planificación Urbana	Conexiones Oficiales	Consumo promedio Año 19 (m³/mes)	Consumo promedio sin COVID (m³/mes)	Consumo promedio COVID (m³/mes)
A (SUR)	604	282	286	274
B (OESTE)	278	241	249	226
C (CENTRO)	506	293	324	230
D (NORTE)	989	435	435	434
E (PASCUALES)	873	309	314	299
F (CHONGÓN)	180	450	460	431
Total límite urbano actual	3.429	341	349	325
NZU Nor Oeste	6	547	553	535
Total urbano Guayaquil	3.435	341	349	326

Disminución del 7% en el consumo promedio oficial NO COVID – COVID.

A continuación, se identifican los escenarios analizados considerando la proyección de los Consumos de agua determinados más arriba y las Demandas de agua correspondientes a dos hipótesis de consumo teniendo en cuenta el impacto de la pandemia del COVID.

Tabla 13.11: Demandas de AAPP Totales para los diferentes Escenarios COVID. Ciudad de Guayaquil y Área de Expansión Urbana al noroeste del Límite Urbano hasta el km 23,5 Vía a la Costa

Escenario A						
Año		2020	2021	2026	2031	2041
Consumos Totales	m3/día	554.340	563.586	573.685	650.449	733.319
Consumos Totales	m3/mes	16.630.200	16.907.580	17.210.550	19.513.470	21.999.582
ANC	%	55,70%	55,00%	50,10%	45,20%	39,80%
Demanda Total 1	miles m3/día	1.251	1.252	1.150	1.187	1.218
Escenario B						
Año		2020	2021	2026	2031	2041
Consumos Totales	m3/día	573.896	584.012	619.972	683.617	771.233
Consumos Totales	m3/mes	17.216.880	17.520.360	18.599.160	20.508.510	23.137.002
ANC	%	55,70%	55,00%	50,10%	45,20%	39,80%
Demanda Total 2	miles m3/día	1.295	1.298	1.242	1.247	1.281

En la Tabla 13.12 se presenta el resumen final del Balance de Agua a nivel de la Ciudad de Guayaquil hasta el km 23,5 Vía a la Costa y el Área de Expansión Urbana al noroeste del Límite Urbano, indicándose i) las Demandas Totales para los 2 Escenarios de Análisis; ii) las Ofertas correspondientes a las capacidades de producción de las Plantas Convencional, Lurgi y Nueva, luego de las intervenciones de Renovación y Rehabilitación y de Mejoras Operativas en sus procesos de tratamiento; y la necesidad de construcción de una nueva Planta Potabilizadora; y iii) las Capacidades Remanentes expresadas como diferencias entre Oferta y Demanda y en forma porcentual, considerando un aumento de la capacidad de las plantas actuales hasta 1.368.036 m³/día en el 5° Quinquenio y una ampliación de la capacidad de producción de 172.800 m³/día mediante la construcción, también en el 5° Quinquenio, de un módulo de 2 m³/s en el predio de La Toma.

Tabla 13.12: Resumen Balance de Agua – Valores Medios Anuales. Ciudad de Guayaquil y Área de Expansión Urbana al noroeste del Límite Urbano hasta el km 23,5 de vía a la Costa.

Año		2020	2021	2026	2031	2041
Oferta Total Plantas Actuales	miles m³/día	1.255	1.368	1.368	1.368	1.368

Escenario A						
Demanda Potencial Total A	miles m ³ /día	1.251	1.252	1.150	1.187	1.218
Capacidad Remanente Esc. A	miles m ³ /día	4	116	218	181	150
Capacidad Remanente Esc. A	%	0,3%	8,4%	16,0%	13,2%	11,0%
Escenario B						
Demanda Potencial Total B	miles m ³ /día	1.295	1.298	1.242	1.247	1.281
Capacidad Remanente Esc. B	miles m ³ /día	-40	70	126	121	87
Capacidad Remanente Esc. B	%	-3,2%	5,1%	9,2%	8,8%	6,4%
Nueva Planta	miles m³/día			173	173	173
Oferta Total con Nueva Planta	miles m³/día	1.255	1.368	1.541	1.541	1.541
Escenario A						
Demanda Potencial Total A	miles m ³ /día	1.251	1.252	1.150	1.187	1.218
Capacidad Remanente Esc. A	miles m ³ /día	4	116	391	354	323
Capacidad Remanente Esc. A	%	0,3%	8,4%	25,4%	23,0%	21,0%
Escenario B						
Demanda Potencial Total B	miles m ³ /día	1.295	1.298	1.242	1.247	1.281
Capacidad Remanente Esc. B	miles m ³ /día	-40	70	299	294	260
Capacidad Remanente Esc. B	%	-3,2%	5,1%	19,4%	19,0%	16,9%

En la Tabla 13.12 se observa que la capacidad integrada de las Plantas Convencional, Lurgi y 10 MCS, aún luego de las intervenciones de RyR y mejoras operativas programadas, sólo permitiría tener una capacidad remanente de 70.000 m³/día (5,1% de la producción) para el Escenario B, lo que demuestra la necesidad de aumentar la producción.

Para el Escenario B (Consumo Potencial COVID Residencial + Resto de las Conexiones NO COVID), en el año 2020, la capacidad actual de las plantas no hubiera podido satisfacer la demanda, presentándose un déficit de 40.000 m³/día (3,2%).

En la segunda parte de la Tabla 13.12 se presenta el balance luego de incorporar a la oferta una Nueva Planta Potabilizadora en La Toma, cuya capacidad de producción ha sido estimada en 2 m³/s. En este caso, se alcanza para los 2 escenarios una Capacidad Remanente razonable al final del período de la Concesión: 354.000 m³/día (23,0% de la producción) para el Escenario A, y 294.000 m³/día (19,0% de la producción) para el Escenario B.

Cabe destacar que con la construcción de la Planta de Tratamiento de 2 m³/s se podría afrontar las reparaciones de la planta de 10 mcs.

A.2) Sub-Zonas Chongón y Progreso del Área de influencia del Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de Guayaquil en Daular/Chongón desde el km 23,5 en adelante

Para el abastecimiento de AAPP a estas localidades se va a construir una nueva Planta de Tratamiento en las proximidades del embalse Chongón en el 5° Quinquenio de la Concesión.

En la **Tabla 13.13:** Demandas de AAPP Totales se presentan las demandas de abastecimiento de agua potable totales para el Área de Influencia del Nuevo Aeropuerto de Guayaquil.

Sólo se ha considerado un escenario en relación con la evolución de ANC, ya que la mayor parte de las redes serán instaladas conforme se produzca el desarrollo urbanístico asociado a la implantación del aeropuerto.

Se aclara que la venta en bloque de AAPP para consumo del aeropuerto no es afectada por las pérdidas en la red de distribución, considerándose un 25% de ANC, asumiendo que se construirá una tubería de transporte directa para su abastecimiento.

Tabla 13.13: Demandas de AAPP Totales. Área de influencia del Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de Guayaquil.

Año	Unidad	2026	2031	2041
Consumo Potencial Total	m ³ /día	15.492	21.047	52.099
Consumo Potencial Total	m ³ /mes	464.746	631.411	1.562.976
ANC	%	64%	55%	48%
Demanda Potencial Total	miles m ³ /día	43	47	100

Las demandas calculadas tienen un alto nivel de incertidumbre debido al desarrollo de los proyectos de la implantación del aeropuerto. Por lo anterior, es aconsejable realizar un sistema que permita la construcción por etapas, para que de esta forma se acompañe adecuadamente la demanda que se genere.

Cabe mencionar que el ANC con el que se están proyectando las demandas puede ser disminuido y se recomienda implementar proyectos de recuperación de agua.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores se ha estimado que la Planta Potabilizadora a construirse en las proximidades del embalse Chongón esté compuesta por 2 módulos de 850 l/s de capacidad cada uno de ellos. Sin embargo, se recomienda contar con un terreno que permita su expansión.

En la Tabla 13.14 se presenta el resumen final del Balance de Agua estimado conforme al alcance mencionado, indicándose i) las Demandas; ii) las Ofertas requeridas para satisfacerlas, correspondientes a las determinadas por las capacidades de producción de la nueva Planta; y iii) las Capacidades Remanentes expresadas como diferencias entre Oferta y Demanda.

Tabla 13.14: Resumen Balance de Agua – Valores Medios Anuales. Área de influencia del Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de Guayaquil.

Año	Unidad	2026	2031	2041
Consumo Potencial Total	m ³ /día	15.492	21.047	52.099
Consumo Potencial Total	m ³ /mes	464.746	631.411	1.562.976
ANC	%	64%	55%	48%
Demanda Potencial Total	miles m ³ /día	43	47	100
Producción Nueva Planta Chongón	miles m³/día	52	104	156
Capacidad Remanente	miles m ³ /día	9	57	55
Capacidad Remanente	%	17%	55%	36%

En la tabla anterior se observa que una Planta de Tratamiento de AAPP compuesta por dos módulos de 600 l/s, a construirse en el 5° y 6° Quinquenio, permitiría contar con una capacidad remanente aceptable al final de la Concesión (2031).

B. Escenario II. Abastecimiento integrado a todo el sistema compuesto por la Ciudad de Guayaquil hasta el km 23,5 Vía a la Costa + Sub-Zonas Chongón y Progreso de la Zona de Influencia del Nuevo Aeropuerto de Guayaquil con producción en La Toma y en la Nueva Planta Potabilizadora en Chongón.

El escenario planteado comprende la evaluación integrada de los sistemas de agua potable para la ciudad de Guayaquil, incluyendo la zona Noroeste, y las Sub-Zonas Chongón y Progreso del Área de influencia del Nuevo Aeropuerto.

Las Obras principales identificadas para este Escenario quedarían conformadas por:

❖ Producción en La Toma:

- Renovación y Rehabilitación de las Plantas Lurgi, Convencional y Nueva
- Construcción de una Nueva Planta de 2.0 m³/s.

❖ Producción en Planta Chongón

❖ Transporte:

- Construcción 5º Acueducto
- RyR Acueducto Vía a Daule (1)
- Nuevo Acueducto desde Planta Chongón para abastecimiento de Daular, Chongón y Urbanizaciones localizadas en Vía a la Costa (*)
- Estación de Bombeo y obras complementarias (*)

(1) Requiere Programa ANC.

(*) Estos proyectos están vinculados a la PTAP que está proyectando la Autoridad Aeroportuaria y el acueducto de vinculación de esta Planta que alimentará un sector de Vía a la Costa.

En la Tabla 13.15 se presenta el resumen final del Balance de Agua integrado a nivel de la Ciudad de Guayaquil y el Área de Expansión Urbana al noroeste del Límite Urbano y la Zona de influencia del Nuevo Aeropuerto de Guayaquil en Daular Sub-Zonas Chongón y Progreso, considerando producción en La Toma y en Chongón.

En ella se indican i) las Demandas Totales para los 2 Escenarios de COVID Analizados; ii) las Ofertas, correspondientes a las determinadas por las capacidades de producción de las Plantas Convencional, Lurgi y Nueva, luego de las intervenciones de Renovación y Rehabilitación y la necesidad de construcción en el 5º Quinquenio de una nueva Planta de 2 m³/s en el predio de La Toma; y iii) las Capacidades Remanentes expresadas como diferencias entre Oferta y Demanda y en forma porcentual.

Tabla 13.15: Resumen Balance de Agua – Valores Medios Anuales. Producción La Toma y Chongón. Ciudad de Guayaquil y Área de Expansión Urbana al noroeste del Límite Urbano y Área de influencia del Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de Guayaquil Sub-Zonas Chongón y Progreso

Año		2020	2021	2026	2031	2041
Oferta Total Plantas Actuales + R y R La Toma	miles m ³ /día	1.255	1.368	1.368	1.368	1.368
Nueva Planta	miles m ³ /día			173	173	173
Producción Nueva Planta Chongón	miles m ³ /día			52	104	156
Oferta Total con Nueva Planta + Planta Chongón	miles m³/día	1.255	1.368	1.593	1.645	1.697
Escenario A						
Demanda Total A	miles m ³ /día	1.251	1.252	1.193	1.234	1.318
Capacidad Remanente Esc. A	miles m ³ /día	4	116	400	411	378
Capacidad Remanente Esc. A	%	0,29%	9,23%	33,55%	33,31%	28,69%
Escenario B						
Demanda Total B	miles m ³ /día	1.295	1.298	1.285	1.294	1.381

Año		2020	2021	2026	2031	2041
Capacidad Remanente Esc. B	miles m ³ /día	-40	70	307	350	315
Capacidad Remanente Esc. B	%	-3,12%	5,41%	23,91%	27,08%	22,82%

La principal ventaja del sistema integrado es que permite disponer del caudal excedente en cualquiera de los sistemas. Su conveniencia debe ser evaluada considerando el costo asociado a la integración Vs la disponibilidad y flexibilidad alcanzada.

En la Tabla 13.15 se observa que para los Escenarios A y B se dispondría de una Capacidad Remanente razonable al final del periodo de Concesión: 411.000 m³/día (33.31% de la producción) para el Escenario A y 350.000 m³/día (27,08% de la producción) para el Escenario B.

De igual forma, para el 2041 se obtienen Capacidades Remantes del orden de 378.000 m³/día para el Escenario A y 315.000 m³/día para el Escenario B.

Selección de Alternativas de Escenarios de AAPP

Teniendo en cuenta que los dos escenarios analizados constituyen un sistema de producción rígido debido a que tienen una Planta de Tratamiento en operación (La Toma) y otra próxima a construirse (Planta Chongón), la selección de la alternativa más conveniente corresponde a evaluar el costo asociado a la integración de los sistemas Vs la flexibilidad operativa y de abastecimiento alcanzada.

Parroquias Rurales

Se plantean mantener los Sistemas de AAPP principales en funcionamiento actualmente:

- ❖ **Sistema San Juan**
- ❖ **Sistema San Lorenzo**
- ❖ **Sistema Tenguel Cabecera**
- ❖ **Sistema Puná Cabecera**

Las evoluciones esperadas del número de Conexiones y Consumos para cada Parroquia y Cabecera Rural fueron presentadas en el CAPÍTULO 10. Estudio de Demanda.

Para cada Sistema de Transporte y Distribución de AAPP se ha confeccionado un Modelo hidráulico, tal como se explicó en el Informe Confección Modelos Hidráulicos Sistemas de AAPP Parroquias Rurales. A partir de dichos Modelos calibrados para la situación actual, se confeccionaron los mismos para los Escenarios al 2026 (5° Quinquenio) y al 2031 (6° Quinquenio).

A partir de los datos de Consumo y ANC definidos para cada Sistema, se determinaron las Demanda para cada uno de ellos.

A continuación, se presentan los valores de diseño adoptados:

Tabla 13.16: Proyecciones de ANC (%) adoptadas para cada Sistema (Parroquias Rurales)

Sistema de AAPP	ANC (%)	
	2026 (5°Q)	2031 (6°Q)
San Juan	38%	33%
San Lorenzo	19%	19%
Tenguel Cabecera	12%	12%

Sistema de AAPP	ANC (%)	
	2026 (5°Q)	2031 (6°Q)
Puná Cabecera	30%	30%

Tabla 13.17: Proyecciones de Demanda media (Modelo Sistema San Juan)

ESCENARIO	CONSUMO MEDIO		ANC	Demanda media
	(m³/mes)	(m³/d)		
2026	368.874	12.127	38%	19.560
2031	451.229	14.835	33%	22.142

Tabla 13.18: Proyecciones de Consumo por Custom Meters adoptado (Modelo Sistema San Juan)

Ubicación	Custom Meters definidos		Volumen total de Consumo (m³/mes)		Consumo por Custom Meter (m³/h)	
	2026	2031	2026	2031	2026	2031
San Miguel	1	1	2.346	2.405	3,3	3,3
Sitio Nuevo	1	1	1.826	1.872	2,5	2,6
Los Pocitos	1	1	1.488	1.525	2,1	2,1
El Morro	1	1	29.178	33.825	40,5	47,0
Puerto El Morro	1	1	36.702	37.629	51,0	52,3
Data de Posorja	1	1	21.951	22.505	30,5	31,3
Posorja	6.687	6.687	275.383	351.467	0,06	0,07

Tabla 13.19: Proyecciones de Consumo por Custom Meters adoptado (Modelo Sistema San Lorenzo)

Ubicación	Custom Meters		Volumen total de Consumo (m³/mes)		Consumo por Custom Meter (m³/h)	
	2026	2031	2026	2031	2026	2031
San Lorenzo	260	260	4.928	5.003	0,026	0,027
Sabana Grande	388	388	10.549	10.708	0,038	0,038
Puerto Sabana Grande	98	98	2.054	2.085	0,029	0,030

Tabla 13.20: Proyecciones de Demanda (Modelo Sistema San Lorenzo)

ESCENARIO	CONSUMO MEDIO		ANC	Demanda media
	(m³/mes)	(m³/d)		
2026	3.630	119	19%	148
2031	3.904	128	19%	159

Tabla 13.21: Proyecciones de Consumo por Custom Meters adoptado (Modelo Sistema Puná Cabecera)

Ubicación	Custom Meters		Volumen total de Consumo (m³/mes)		Consumo por Custom Meter (m³/h)	
	2026	2031	2026	2031	2026	2031
Puná Cabecera	802	802	11.809	13.038	0,0205	0,0226

Tabla 13.22: Proyecciones de Demanda (Modelo Sistema Puná Cabecera)

ESCENARIO	CONSUMO MEDIO		ANC	Demanda media
	(m³/mes)	(m³/d)		

2026	11.809	388	30%	555
2031	13.038	429	30%	612

Tabla 13.23: Proyecciones de Consumo por Custom Meters adoptado (Modelo Sistema Tenguel Cabecera)

Ubicación	Custom Meters		Volumen total de Consumo (m ³ /mes)		Consumo por Custom Meter (m ³ /h)	
	2026	2031	2026	2031	2026	2031
Tenguel Cabecera	2.460	2.460	68.430	77.045	0,0386	0,0435

Tabla 13.24: Proyecciones de Demanda (Modelo Sistema Tenguel Cabecera)

ESCENARIO	CONSUMO MEDIO		ANC	Demanda media
	(m ³ /mes)	(m ³ /d)	(%)	(m ³ /d)
2026	68.430	2.250	12%	2.554
2031	77.045	2.533	12%	2.875

La metodología para distribuir las Demandas en el Modelo es explicada en el Informe Confección Modelos Hidráulicos Sistemas de AAPP Parroquias que se anexa.

13.2. INTERVENCIONES Y OBRAS - PRODUCCIÓN

13.2.1 LA TOMA

Repotenciación estaciones de bombeo EB1, EB2 y EB3

En el siguiente cuadro se muestran las condiciones actuales de funcionamiento de todas las estaciones de bombeo según mediciones realizadas en el estudio de SADE.

Tabla 13.25: Condiciones actuales de funcionamiento Sistema de Captación Agua Cruda (*)

CAPACIDAD	EB1			EB2			EB3		EB-4
	GH1	GH2	GH3	GH7	GH8	GH9	GH10	GH11	6GV
Q (l/s)	652,63	598,02	643,18	657,41	657,96	671,34	810,46	820,66	1775,00
Q (m³/s)	0,65	0,60	0,64	0,66	0,66	0,67	0,81	0,82	1,78
Q-EB (m³/s)	1,89			1,99			1,63		10,65
Q Total (m³/s)	16,16								

Fuente (*): SADE Compagnie Generale de Travaux D'hydraulique, Estudio de factibilidad para la repotenciación de las estaciones de bombeo La Toma 1, 2 y 3.

Con el sistema actual de bombeo de las estaciones EB1, EB2 y EB3, con 9 bombas en simultáneo, han bombeado aproximadamente hasta 6,4 m³/s distribuyéndose 4,9 m³/s en la PTAP Convencional y 1,5m³/s en la PTAP Lurgi.

Con este proyecto se pretende repotenciar las Estaciones de Bombeo 1, 2 y 3, para mejorar la eficiencia energética de las estaciones de bombeo.

Si se considera la Energía Específica (EE) utilizada, que representa el consumo energético requerido por una bomba centrífuga para elevar a una altura de un metro un volumen de un metro cúbico de agua, se pudo observar determinar que las bombas GH1, GH2, GH3, GH4, GH7 y GH9 tienen un bajo desempeño con respecto a las otras bombas", como se observa en el siguiente cuadro.

Tabla 13.26: Energía Específica de las bombas de las EB: 1, 2 y 3 (*)

Bombas	Q real (l/s)	Energía Específica (Wh/(m ³ *mCH ₂ O))
GH1	652,63	4,17
GH2	598,02	4,41
GH3	643,17	4,22
GH7	657,41	4,51
GH8	657,96	3,78
GH9	671,34	4,11
GH10	810,46	3,50
GH11	820,66	3,55

Fuente (*): SADE Compagnie Generale de Travaux D'hydraulique

Con la excepción de las bombas GH6, GH10, GH11 y GHG12, los equipos de bombeo han sobrepasado su vida útil y operan de manera ineficiente. Se pretende el revamping de 5 equipos completos de bombeo.

La inversión prevista según estudio de factibilidad de SADE resulta de U\$D 15.200.000.

Interconexión tubería impulsión D°1800 con cámara de carga Planta Convencional

Con esta obra la Planta Lurgi y Convencional podrían contar con el caudal nominal de ambas plantas y significaría un incremento de 115.000 m³/día.

La obra se contrató el 1/10/2020 con la empresa SADE CGTH y está en ejecución. El monto de la inversión es el siguiente:

Tabla 13.27:

Descripción	Monto Contractual
Suministro de tubería y accesorios de línea de derivación	532.365,21
Obra civil	312.236,68
Parte eléctrica automatización y sistema Scada	148.371,69
Total sin indirectos	992.973,58
Indirectos 19%	188.664,98
Total sin IVA	1.181.638,56

Fecha de entrega: 26/08/2021.

Rehabilitación del Hormigón Planta 10 m³/s

Se han preparado los Términos de Referencia para la rehabilitación del Intervención en un Clarificador Piloto de la Planta Nueva. Son seis (6) unidades por sector en dos (2) grupos de tres (3) unidades. En total 12 floculadores - clarificadores que poseen una capacidad nominal de 72.000 m³/d.



Foto 13.1: Localización clarificador a rehabilitar

El presupuesto estimado para un Clarificador seleccionado como Piloto es el siguiente:

Tabla 13.28: Presupuesto estimado para reparación del floculador-clarificador piloto

1- REPARACIÓN HORMIGÓN Y REFUERZO COLUMNAS		COSTO U.	CANT.	TOTAL
CLARIFICADORES	REPARACION SUPERFICIES H°	\$545.833	1	\$545.833
	REFORZAMIENTO COLUMNAS	\$51.627	1	\$51.627
TOTAL				\$597.460

2- TRABAJOS COMPLEMENTARIOS PARA REPARACIÓN	COSTO U.	CANT.	TOTAL
PROYECTO EJECUTIVO INGENIERIA DE DETALLE	\$6.680	1	\$6.680
ENSAYOS HORMIGÓN EXISTENTE CLARIFICADOR PILOTO	\$3.730	1	\$3.730
NUEVA ABERTURA INGRESO EN CLARIFICADORES	\$3.104	1	\$3.104
COMPUERTAS CANALES AGUA SEDIMENTADA	\$8.186	1	\$8.186
TOTAL			\$21.700

COSTO DIRECTO TOTAL RUBROS 1 Y 2			\$619.159
COSTOS INDIRECTOS	19,0%		\$117.640
GESTIÓN	9,0%		\$66.312
COSTO (SIN IVA)			\$803.111
IVA	12,0%		\$96.373
COSTO (CON IVA)			\$899.485

B- TRABAJOS COMPLEMENTARIOS DE MANTENIMIENTO			
DESCRIPCIÓN	COSTO U.	CANT.	TOTAL
CLARIFICADORES	\$479.348	1	\$479.348
COSTO DIRECTO			\$479.348
COSTOS INDIRECTOS		19,0%	\$91.076
IVA		12,0%	\$68.451
COSTO (CON IVA)			\$638.875
COSTO TOTAL (A + B) (CON IVA)			\$1.538.360

Nota: este presupuesto contempla la reparación de las superficies de los canales premoldeados. No prevé la alternativa de su remplazo por nuevos canales.

Sistema de extracción de lodos en clarificadores Planta Convencional

El sistema que mejor se adopta a este tipo de instalaciones es el barredor oscilante ZICKERT Shark. El Zickert Shark se ha aplicado a numerosos procesos de tratamiento de agua. El diseño del mecanismo proporciona un sistema de acero inoxidable costo-efectivo.

Es una aplicación típica para Zickert (adjunto información ilustrativa al respecto y el siguiente link <https://youtu.be/g18liL1vxkM>). En el diseño de referencia, se deberá modificar el fondo para poder instalar los perfiles.

El mecanismo oscilante de barrido se puede configurar con un temporizador para permitir el engrosamiento adicional de sólidos según la turbiedad y dosis de coagulante. El perfil bajo del mecanismo lo hace ideal cuando se utilizan en sedimentadores con placas o seditubos, como se ilustra en la figura siguiente:

Figura 13.1: Vista de la instalación del sistema barredor oscilante Zickert



La cotización del equipamiento, de acuerdo con el presupuesto del fabricante es el siguiente:

Tabla 13.29: Presupuesto barredor oscilante Zickert

Pos	Art. N°	Especificación	Cant/Sed	Total	Precio Unitario	Precio Total SEK
1	Z10002	Scraper Z2002HD Long. 31,7 m; Ancho 4,35 m Unidad hidráulica doble	2	8	485.000	3.880.000
2		Panel de control	1	4	83.000	332.000
Total en Coronas Suecas						4.212.000
Total en U\$Dolar						485.275

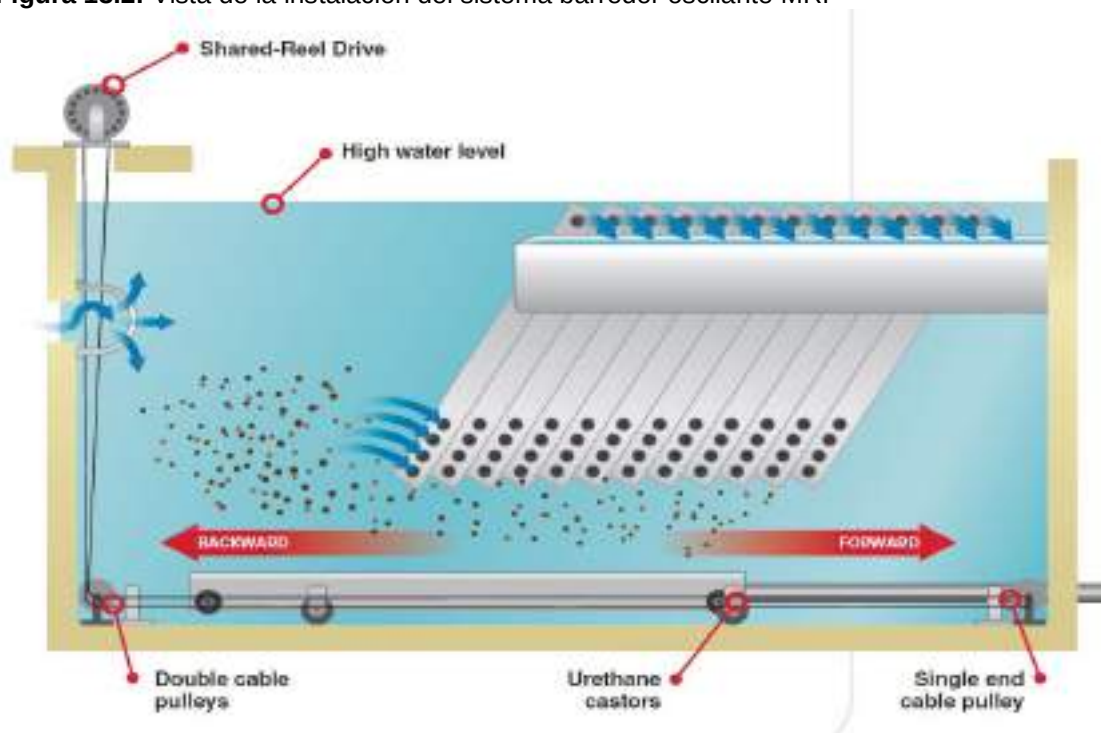
1 SEK = 0,12 U\$Dolar

El costo del flete no está incluido, según el fabricante se debe estimar flete de dos container de 40 pies, a \$ 9.000 cada container.

A los costos del suministro debe agregarse el costo de las obras civiles de montaje y cierre de tolvas en la base del sedimentador.

Otro modelo utilizado es el MRI Sludge Collectors de MRI perteneciente a PARKSON BRAND de USA. <https://www.meurerresearch.com/literature/product-brochures/mri-sludge-collectors/2096>.

Figura 13.2: Vista de la instalación del sistema barredor oscilante MRI



Reemplazo de válvulas y actuadores en filtros rápidos

La planta convencional tiene dos baterías de filtros rápidos con la siguiente configuración.

Figura 13.3: Corte filtro rápido con fondo Wheeler (1-12)

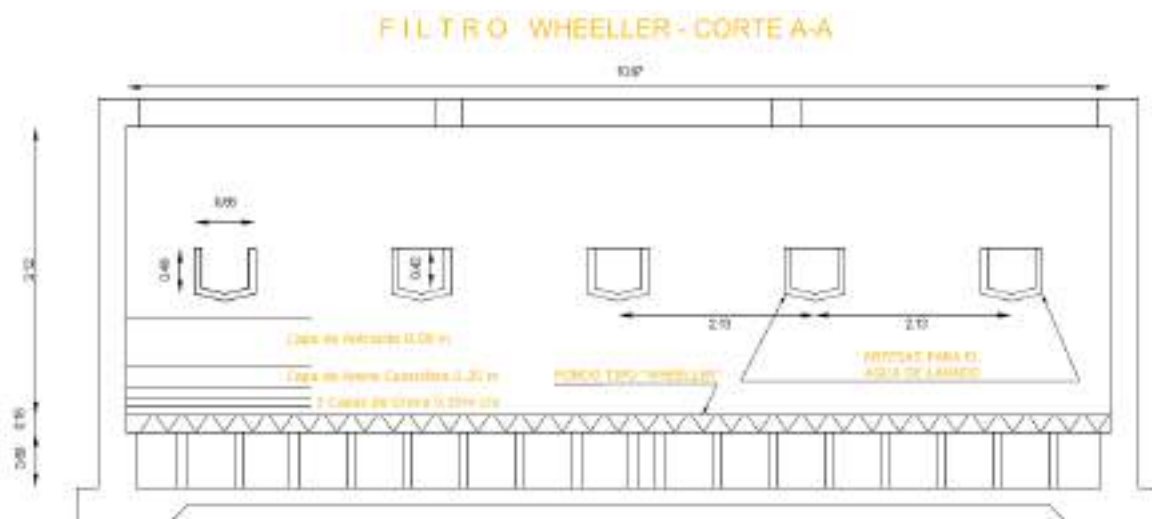
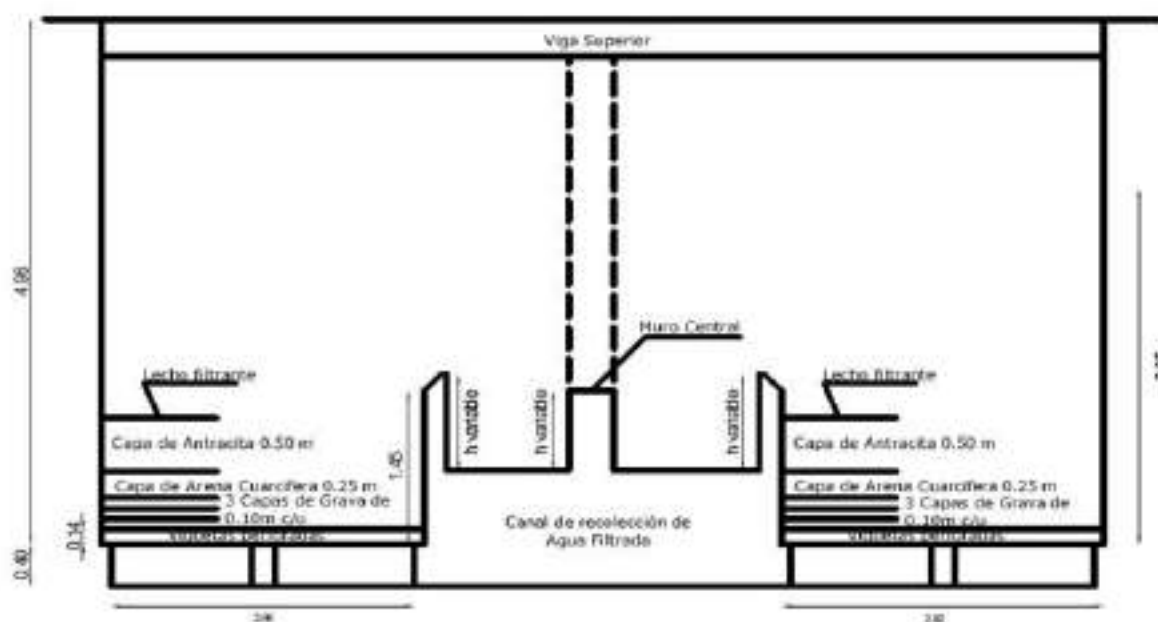


Figura 13.4: Filtros autolavables (13-22)

FILTRO AUTOLAVANTE VISTA EN CORTE



Para su operación tiene un conjunto de válvulas que requieren su renovación, según la siguiente tabla.

Tabla 13.30: Válvulas y actuadores a reemplazar

Filtros 1-12								
Diámetro	Tipo	Material	Norma	Presión	Cantidad	Accionamiento	Obs	Intervención
30"	Compuerta	Hierro Dúctil	ANSI	Clase 150	12	Hidráulico	Válvulas antiguas / fugas constantes por sistema hidráulico	Se recomienda cambio por válvulas tipo mariposa tipo WAFER por la distancia entre caras de las bridas para poder realizar su instalación.
14"	Compuerta	Hierro Dúctil	ANSI	Clase 150	12	Hidráulico		
Filtros 13-22								
Diámetro	Tipo	Material	Norma	Presión	Cantidad	Accionamiento	Obs	Intervención
DN 700	Mariposa	Hierro Dúctil	DIN	PN 10	10	Manual	Válvulas antiguas	Se recomienda al cambiar considerar actuador eléctrico. Alimentación trifásica de 440 voltios con comunicación
DN 600	Mariposa	Hierro Dúctil	DIN	PN 10	10	Manual		
DN 350	Mariposa	Hierro Dúctil	DIN	PN 10	10	Manual		

Tabla 13.31: Tabla de válvulas con actuadores

15/42-0039

Válvula de compuerta
embrizada con actuador
eléctrico BERNARD
Todo/Nada, 3"400V 50Hz, 2
límites de carrera, 2
limitadores de par, indicador
mecánico de posición y
 volante
Distancia entre caras según
EN 558 Tabla 2 Serie Básica
14
Fundición dúctil
EPDM certificado para agua
potable
Revestimiento de aspo según
EN 14901 y DIN 3475-1,
certificado GSK



Referencia AVK	DN mm	Brida Tallado	Actuador	Peso teórico kg	PVP EUR
15-050-40-0160000021	50	PN10/16	AT6LF10 B3-20	39	2.370,00
15-065-42-0160000021	65	PN10/16	AT6LF10 B3-20	42	2.065,00
15-080-42-0146409021	80	PN10/16	AT6LF10 B3-20	49	2.174,00
15-100-42-0146409021	100	PN10/16	AT6LF10 B3-20	43	2.180,00
15-125-42-0146409021	125	PN10/16	AT6LF10 B3-20	47	2.329,00
15-150-42-0146409021	150	PN10/16	AT6LF10 B3-20	56	2.329,00
15-200-42-0146409022	200	PN10	AT14F10 B3-20	97	3.060,00
15-200-42-0146409022	200	PN16	AT14F10 B3-20	97	3.060,00
15-250-42-0060000023	250	PN10	AT25F14 B3-30	177	4.647,00
15-250-42-0160000023	250	PN16	AT25F14 B3-30	177	4.647,00
15-300-42-0060000023	300	PN10	AT25F14 B3-30	224	5.063,00
15-300-42-0160000023	300	PN16	AT25F14 B3-30	224	5.119,00
15-350-40-0060000024	350	PN10	AT50F14 B3-30	289	7.182,00
15-350-40-0160000024	350	PN16	AT50F14 B3-30	289	7.182,00
15-400-40-0060000024	400	PN10	AT50F14 B3-30	309	7.183,00
15-400-40-0160000024	400	PN16	AT50F14 B3-30	309	7.150,00

Tabla 13.32: Tabla de válvulas mariposa

EVFS 75/20

Válvula de mariposa
conocéntrica junta vulcanizada
-Embridada cuello corto-
Distancia entre bridas EN550,
tabla 4, s.b. 13
Cuerpo: fundición dúctil
EN-GJS-400
Junta: EPDM vulcanizado al
cuerpo, certificado para agua
potable
Eje: acero inoxidable AISI 431
Disco: fundición dúctil revestido
de BILSPN (340µm)
Bridas y orificios según
EN1092-2. Bajo consulta ANSI
Cl.150
Revestimiento de epoxi, 200µm

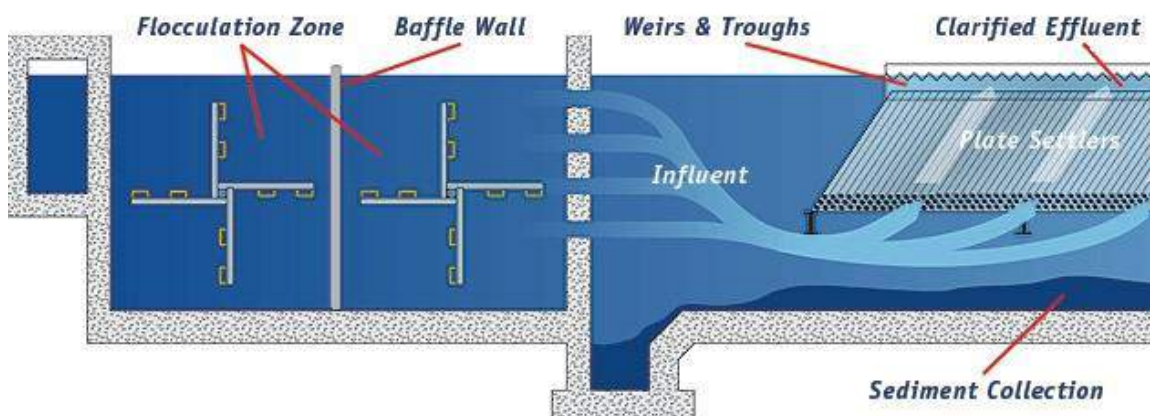


Referencia AVK	DN mm	PN	Peso teórico kg	PVP EUR
75-0250-20-205101314200	250	PN10	50	1,390.00
75-0250-20-205102614200	250	PN16	50	1,390.00
75-0300-20-205101314200	300	PN10	65	1,672.00
75-0300-20-205102614200	300	PN16	65	1,672.00
75-0350-20-205101314200	350	PN10	95	2,260.00
75-0350-20-205102614200	350	PN16	95	2,260.00
75-0400-20-205101314200	400	PN10	130	3,403.00
75-0400-20-205102614200	400	PN16	130	3,403.00
75-0450-20-205101314200	450	PN10	150	3,932.00
75-0450-20-205102614200	450	PN16	150	3,932.00
75-0500-20-205101314200	500	PN10	200	4,902.00
75-0500-20-205102614200	500	PN16	200	4,902.00
75-0600-20-205101314200	600	PN10	300	6,972.00
75-0600-20-205102614200	600	PN16	300	6,972.00
75-0700-20-205101314200	700	PN10	360	9,213.00
75-0700-20-205102614200	700	PN16	360	9,213.00
75-0800-20-205101314200	800	PN10	500	11,347.00
75-0800-20-205102614200	800	PN16	500	11,347.00
75-0900-20-205101314200	900	PN10	820	19,096.00
75-0900-20-205102614200	900	PN16	820	19,096.00
75-1000-20-205101314200	1000	PN10	960	26,000.00
75-1000-20-205102614200	1000	PN16	960	26,000.00

Rehabilitación del sistema de floculación de las piletas. Planta Convencional

La floculación se logra por medio de los floculadores mecánicos a paletas horizontales como indica la siguiente figura con dos cámaras en serie de floculación.

Figura 13.5:



En el caso de la planta Convencional, cuenta con cinco cámaras en serie, separadas entre sí por medio de tabiques de madera, con paso intercalado y paletas horizontales como la siguiente foto.



Foto 13.2: Sistema floculadores a paletas horizontales con baffles

Por las dimensiones de cada floculador y teniendo en cuenta los caudales actuales tratados. Los previstos y la capacidad nominal de la Planta Convencional, resultan los siguientes tiempos de floculación:

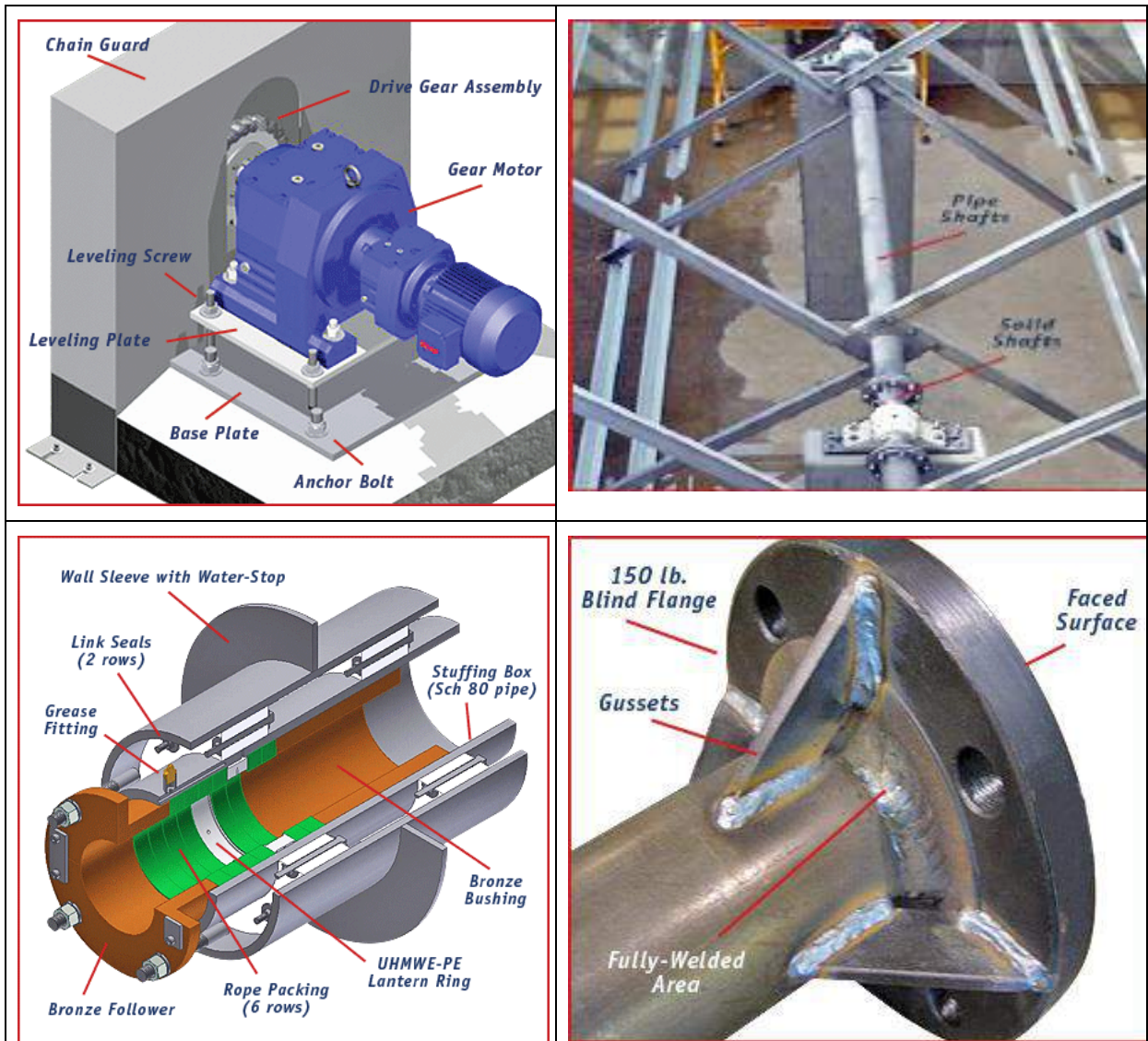
Tabla 13.33: Tiempos de floculación Planta Convencional

Caudal (m³/día)	290.000	420.000	480.000
Cantidad de Floculadores	4		
Altura	5,3 m		
Ancho	20 m		
Largo	26,2 m		
Superficie Unitaria	524 m ²		
Volumen Unitario	2.777 m ³		
Volumen Total Floculación	11.108 m ³		
Tiempo floculación t=V/Q	0,04 día	0,03 día	0,02 día
	0,919 h	0,635 h	0,56 h
	55,16 min	38,08 min	33,32 min

Los tiempos de floculación son excesivos para los caudales actuales y aun para el caudal nominal. Por esta razón se produce sedimentación en la quinta cámara de floculación.

Asimismo, los siguientes componentes del floculador mecánico requieren rehabilitación.

Figura 13.6:



MRI suministra piezas certificadas de fábrica. Al combinar el conocimiento del producto, la experiencia en ingeniería, los registros de fabricación, los dibujos de ingeniería y las listas de materiales, los especialistas de MRI pueden cotizar y suministrar las piezas exactas de tratamiento de agua necesarias para cada equipo.

Tales como:

- Piñones
- Cadena
- Engranaje
- Motores velocidad variable
- Sensores
- Rodamientos
- Palas de PRFV

<https://www.meurerresearch.com/parts-services/aftermarket-parts>

Optimización funcionamiento clarificadores SEDIMAT Planta Lurgi

El agua entra directamente al fondo del tanque y asciende hasta las canaletas de recolección colocadas en la superficie del tanque.

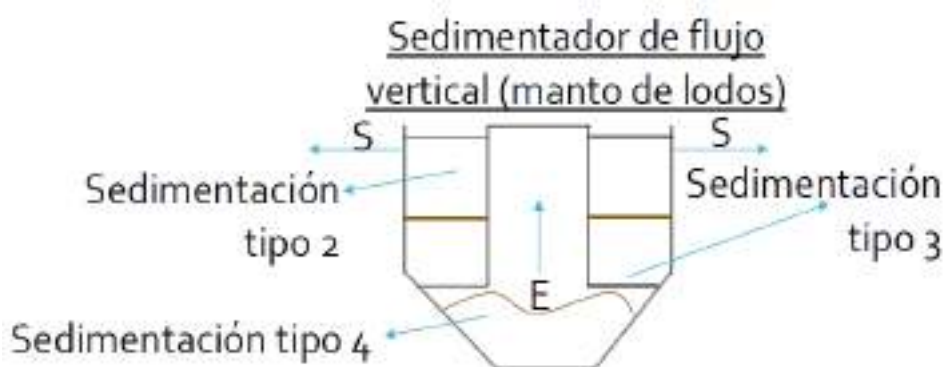
Se forma en la parte inferior del tanque un manto de partículas que se corresponde con los tipos de sedimentación 3 y 4, a través del cual pasa el flujo.

En el mismo tanque se realiza la floculación en la parte inferior y la sedimentación en la parte superior.

El manto se puede considerar como un filtro de flujo ascendente, en el que los granos de filtración son los coágulos floculados en la parte inferior del tanque que están suspendidos por la fuerza ascensional de fricción del flujo.

El floc no conserva su peso específico, su tamaño o forma. Se establece régimen turbulento en el manto de lodos.

Figura 13.7: Esquema funcionamiento Sedimat



La Planta Lurgi cuenta con dos clarificadores de diámetro Dº 25 m y dos clarificadores de diámetro Dº 28 m de las siguientes características.

Tabla 13.34: Características clarificadores

Caudal (m³/día)	150.000	
Cantidad de Clarificadores	2	2
Altura	3,7 m	3,7 m
Diámetro	25 m	28 m
Superficie Unitaria	432,79 m²	543,37 m²
Superficie Total Decantación	1.952 m²	
Tasa Superficial	69,3 m³/m²*d	52,2 m³/m²*d

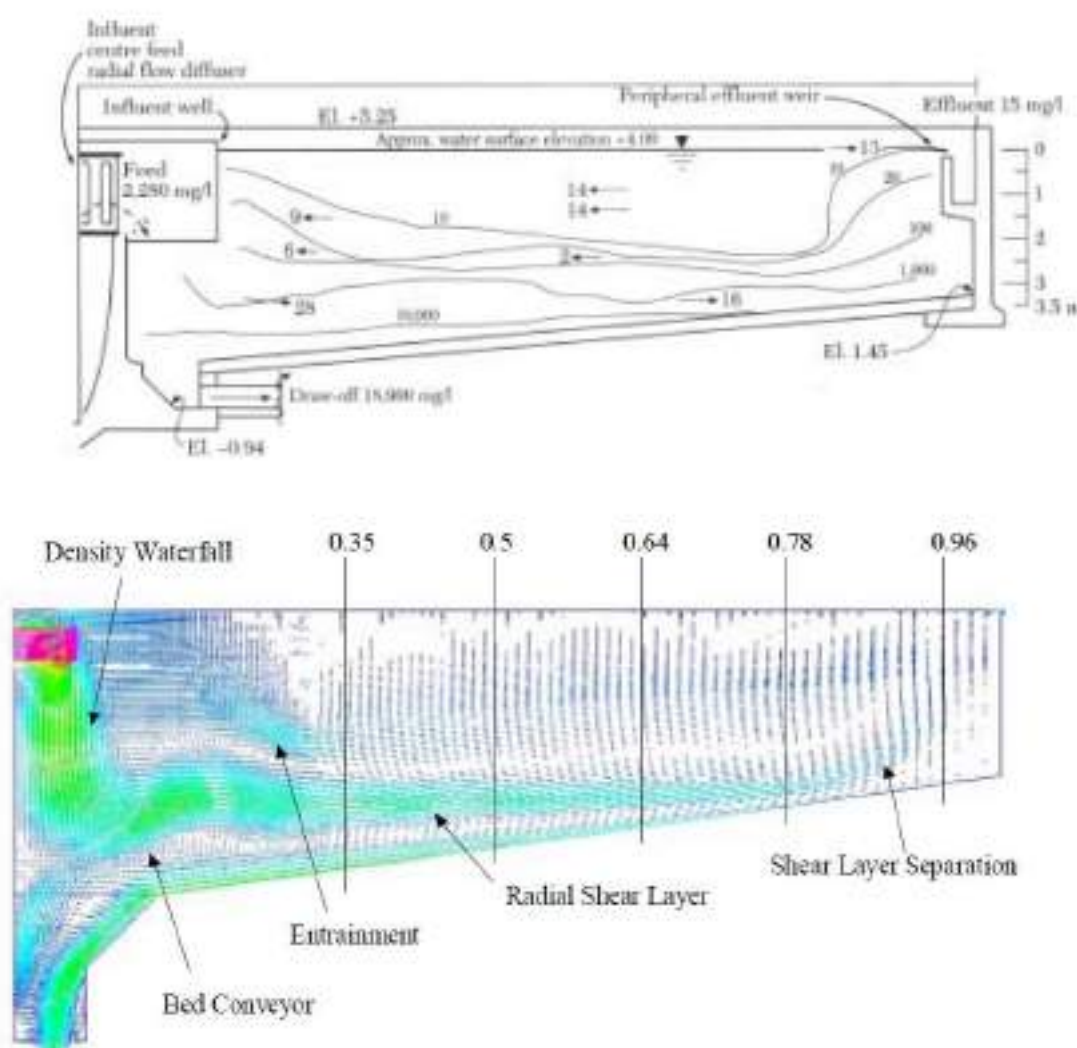
Los clarificadores circulares con alimentación central cuentan con un deflector circular suspendido a corta distancia del centro del tanque, formando un espacio anular por donde se descarga el agua a clarificar en dirección radial. El agua clarificada se recoge por medio de unos vertederos colocados en un canal ubicado en la parte perimetral del clarificador



Foto 13.3: Vertederos clarificadores D°25m y D°28 m

Por los tipos de corrientes radiales este tipo de sedimentador tiene tendencia al arrastre de flocs sedimentados como se muestra en la Figura siguientes.

Figura 13.8: Corrientes en clarificador circular



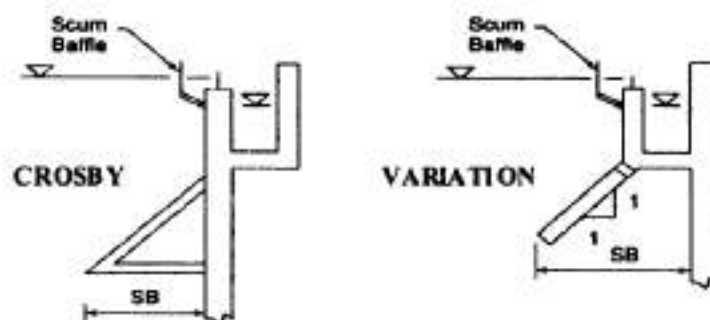
Las mediciones de las velocidades típicas de los fluidos, mostradas como vectores discretos, y de la distribución de la concentración de sólidos, mostradas como contornos en

la Figura 1.5 ilustran la corriente impulsada por la densidad observada en todos los clarificadores circulares.

El lodo se espesa en un manto a profundidades más bajas y se extrae de la tolva central de lodos a concentraciones de hasta diez veces la concentración de sólidos de entrada. La recirculación resultante es una de las razones por las que el manto de lodos parece levantarse en la pared lateral debajo del vertedero de efluentes.

Se han propuesto varias opciones de deflectores para limitar el arrastre de sólidos mediante la reorientación del flujo de retorno lejos del vertedero. Estos deflectores pueden estar unidos a la pared lateral justo debajo del vertedero del efluente o pueden ser fundidos en la estructura de hormigón del tanque. La Figura 13.9 muestra algunas de las opciones típicas de deflectores de pared lateral que se pueden aplicar a los clarificadores circulares.

Figura 13.9: Posiciones de baffles para interceptar cortocircuitos



Otra solución para controlar el arrastre de flocs es la instalación de seditubos como se indica en la foto siguiente.



Foto 13.4: Vista clarificador circular con seditubos

En el interior del clarificador se dispone de módulos laminares, cada uno conformado de manera de que haya un conjunto de seditubos de sección hexagonal.

Los módulos laminares se fabrican a partir de láminas de PVC de alto impacto conformadas en zig zag, para formar las caras de los hexágonos. Los módulos laminares están soportados por planchuelas de acero inoxidable. Las planchuelas son soportadas por vigas

de perfiles estructurales, de acero al carbono. Estas vigas descargan sobre las estructuras de hormigón del decantador.

Los módulos de seditubos deben construirse con láminas de PVC espaciadas uniformemente que estén soldadas con disolventes para formar una unión duradera entre láminas y canales. El material de PVC será inerte y resistente al deterioro de los componentes de origen natural en el agua. Los módulos de materiales y acabados que se utilizarán para la planta de tratamiento de agua potable deben estar certificados según la norma ANSI/NSF-61 para el agua potable. Cualquier material utilizado debe incluir un inhibidor de la radiación ultravioleta.

Tabla 13.35: Características seditubos

Material	PVC	
Cantidad	m ²	1.952,0
Peso específico	kg/m ³	1.42
Resistencia a la tracción	N/mm ²	42
Resistencia a la tracción	N/mm ²	77
Deflexión por calor @ 70°C	N/mm ²	1,8
geometría del módulo laminar		
Geometría seditubos	hexagonal	
Altura recta	cm	75
Ancho nominal	cm	100
Longitud	cm	100
Ángulo inclinación seditubos y el plano vertical	º	60
Diámetro hidráulico	mm	60
Espesor de pared de la lámina de PVC	mm	1,2

Los módulos laminares se colocan yuxtapuestos, y su apoyo es sobre planchuelas, cuyas principales características se encuentran en la tabla siguiente:

Tabla 13.36: Características planchuelas

Material	acero inox tipo AISI 304	
Peso específico	kg/m ³	8.000
Módulo de elasticidad	GPa	193
	kg/cm ²	1,97 E+06
Resistencia a la tracción	MPa	515
	kg/cm ²	5.255
Límite de fluencia	MPa	205
	kg/cm ²	2.092

▪ Vigas de soporte

Las planchuelas descargan sobre vigas de soporte. Para mantener la distancia entre planchuelas, éstas se fijan mediante tornillos a unos separadores colocados en las vigas. En la tabla siguiente se indican los principales datos de las vigas de soporte.

Tabla 13.37: Características vigas soporte

Material	Acero al carbono tipo SAE 1020	
Revestimiento	Pintura Epoxi (AWWWA C210-2007)	
Peso específico	kg/m ³	7.850
Módulo de elasticidad	GPa	200
	kg/cm ²	2.050.000
Resistencia a la tracción (trabajado en frío)	MPa	420
	kg/cm ²	4.286

Límite de fluencia (trabajado en frío)	MPa	205
	kg/cm ²	2.092

- **Revestimientos pintura epoxi**

Según Normas AWWA C120-2007 y la norma ISO 12944.

- **Coeficientes de seguridad**

Para dimensionar la estructura con seguridad, se emplearán los coeficientes habituales para construcciones de acero. En cuanto a los módulos de PVC, se incrementa su seguridad por ser altamente susceptibles de dañarse.

En tabla siguiente se indican los valores sugeridos.

Tabla 13.38:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD:

Para compresión del PVC, respecto del límite de fluencia	Nº	2,00
Para compresión del PVC, respecto de la resistencia a la tracción	Nº	4,00
Para aceros:		
Tensiones normales, respecto del límite de fluencia	Nº	1,67
Tensiones tangenciales, respecto del límite de fluencia	Nº	2,90
Tensiones normales en soportes, respecto del límite de fluencia	Nº	3,00
Tensiones tangenciales en soportes, respecto del límite de fluencia	Nº	5,20

13.2.2 PARROQUIAS RURALES

La estimación de población de cabeceras y recintos de Parroquias Rurales se efectuó a partir de datos Censales de INEC 1990, 2001 y 2010, complementados con estudios de campo, imágenes satelitales y conteo de viviendas por fotografías tomadas por un dron.

La estimación del consumo por tipo de usuario se obtuvo a partir del procesamiento de la Base de Datos de Usuarios de la Dirección Comercial, para las conexiones con consumo medido. Para las viviendas sin servicio se estimó el consumo futuro, cuando sean servidas, similar al de las de recintos próximos de tamaño equivalente. En los recintos y cabeceras con importante presencia de comercios o industrias, se supuso a futuro el mantenimiento de las proporciones respecto al consumo residencial de 2020. Como la demanda es el consumo / (1-% de ANC), se aplicó esta fórmula para incorporar a la proyección de consumos la reducción de ANC prevista por Interagua para cada Parroquia / Sistema.

Parroquia Rural Progreso

La parroquia Rural Progreso (Juan Gómez Rendón) es colindante con el área de expansión urbana de la Ciudad de Guayaquil.

El Acueducto que abastece a las poblaciones y urbanizaciones localizadas en Vía a la Costa es de Dº 700 mm de HPT y se alimenta del Reservorio Oeste. En la progresiva km 14,5 se encuentra la Estación de Bombeo que eleva el agua a una presión de aproximadamente 150 mca, necesaria para alcanzar en la Progresiva km 56,0 el nivel del Cerro Las Monas (Reservorio a 136,4 msn actualmente fuera de funcionamiento). El acueducto actualmente se encuentra taponado operativamente antes de llegar a la localidad de Olmedo en la Progresiva km 75,8.

La localidad cabecera Progreso se alimenta desde el Acueducto D° 600 HPT vía a Salinas mediante una salida radial de D° 200 mm, que luego se reduce a 150 mm y que abastece al tanque reserva.

La PTAP San Lorenzo abastece comunidades de San Lorenzo, Sabana Grande y Puerto Sabana Grande. El sistema actualmente cuenta con tuberías de PVC, acometidas con sus respectivos medidores, con 4 sectores hidráulicos, los cuales son: San Lorenzo CE-917, Sabana Grande CE-918, Puerto Sabana Grande CE-922 y la línea del acueducto desde San Lorenzo-Sabana Grande CE-977. La población de las localidades abastecida se indica en la siguiente tabla:

Tabla 13.39: Población abastecida por PTAP San Lorenzo

Parroquias Rurales	Recintos	Población			
		2020	2026	2031	2041
Progreso	Sabana Grande	1.813	2.053	2.276	2.616
	Puerto de Sabana Grande	353	398	440	536
	San Lorenzo	847	1.123	1.123	1.383

El consumo medido en el Año 20 según registros de la Gerencia Comercial y su proyección acompañando la hipótesis de crecimiento de la población es la siguiente:

Tabla 13.40: Consumo medido en Progreso

Parroquias Rurales	Recintos	Proyecciones de Consumo (m³/mes)			
		2020	2026	2031	2041
Progreso	Sabana Grande	11.460	12.975	14.389	16.535
	Puerto de Sabana Grande	2.263	2.552	2.821	3.439
	San Lorenzo	561	7.200	7.202	8.866
	Total	14.284	22.727	24.412	28.840

La proyección de la demanda, afectando la proyección del consumo medido con la evolución del ANC será la siguiente:

Tabla 13.41: Proyección demanda y producción agua potable

Parroquias Rurales	Recintos	Proyecciones de Demanda (m³/día)			
		2020 (1)	2026 (2)	2031 (3)	2041 (4)
Progreso	Sabana Grande	849	865	872	1.002
	Pto de Sabana Grande	168	170	171	208
	San Lorenzo	42	480	436	537
	Total	1.058	1.515	1.480	1.748

(1) ANC 55 %; (2) ANC 50%; (3) ANC 45%; (4) ANC 45%

La producción de la PTAP en el Año 20 fue la siguiente:

Tabla 13.42: Producción PTAP San Lorenzo

Producción (m³/día)	PROMEDIO AÑO 20
Volumen agua bombeada	662
Volumen agua tratada	662
Volumen agua consumo interno	95
Volumen agua a consumo	567
Consumo interno	14%

De acuerdo con la capacidad de producción de la PTAP de 2.000 m³/día con un rendimiento del 91%, supera la demanda proyectada.

En la Tabla 13.43 y Tabla 13.44 se indica la población de los recintos de Progreso y la demanda de agua estimada.

Tabla 13.43: Población en Recintos de Parroquia Progreso

Parroquias Rurales	Recintos	Población			
		2020	2026	2031	2041
Progreso	Mamey	288	306	321	355
	Cerecita	2.848	3.381	3.900	4.896
	Caimito	872	950	1.019	1.149
	Bajada de Progreso	291	293	296	298
	San Cristóbal	288	306	321	338
	San Isidro	835	974	1.107	1.247
	Olmedo	684	710	733	799
	Safando	1.282	1.523	1.757	2.142
	Bajada de Chanduy	666	728	785	910
	Resto	1.132	1.822	2.807	3.914

La proyección de la demanda, afectando la proyección del consumo medido con la evolución del ANC será la siguiente.

Tabla 13.44: Proyección de la demanda en Parroquias Progreso

Parroquias Rurales	Recintos	Consumo total 2020 m ³ /mes	Consumo total 2026 m ³ /mes	Consumo total 2031 m ³ /mes	Consumo total 2041 m ³ /mes
Progreso	Mamey	-	1.115	1.172	1.295
	Cerecita	8.054	19.518	22.517	28.266
	Caimito	880	2.439	2.619	2.950
	Bajada de Progreso	992	1.000	1.007	1.017
	San Cristóbal	806	855	899	945
	San Isidro	1.446	6.470	7.356	8.288
	Olmedo	1.505	2.121	2.188	2.386
	Safando	3.119	3.705	4.276	5.212
	Bajada de Chanduy	-	3.049	3.285	3.813
	Resto	-	8.428	12.982	18.102

Parroquia rural El Morro

La parroquia El Morro es una de las cinco parroquias rurales pertenecientes al cantón Guayaquil. Está ubicada al suroeste de Guayaquil; a unos 90 km de esta ciudad, y cercana a las poblaciones General Villamil Playas y Posorja. Tiene una extensión de 283,10 km² y el mapa siguiente muestra su ubicación.

Plano 13.1: Ubicación Parroquia El Morro



En la Tabla 13.45 y Tabla 13.46 se indica la población de los recintos de El Morro y la demanda de agua estimada.

Tabla 13.45: Proyección de población en Parroquia El Morro

Parroquias Rurales	Recintos	Proyecciones			
		2020	2026	2031	2041
El Morro	Puerto El Morro	2.641	3.265	3.896	4.939
	Los Pocitos	352	355	358	376
	Sitio Nuevo	433	437	440	462
	Recinto San Miguel	476	480	484	462
	Resto	731	578	372	129

Tabla 13.46: Proyección de la demanda en Parroquia El Morro

RECINTOS	Demanda 2020 ⁽¹⁾	Demanda 2026 ⁽²⁾	Demanda 2031 ⁽³⁾	Demanda 2041 ⁽⁴⁾
	(m ³ /mes)	(m ³ /mes)	(m ³ /mes)	(m ³ /mes)
Puerto El Morro	80.955	81.560	75.258	71.915
Los Pocitos	3.282	3.306	3.051	2.915
Sitio Nuevo	4.027	4.057	3.744	3.578
Recinto San Miguel	5.175	5.214	4.811	4.597

(1) ANC 56 %

(2) ANC 55 %

(3) ANC 50 %

(4) ANC 45 %

En las fotos siguientes se muestra el nivel de desarrollo urbano de algunos recintos.



Foto 13.5: Recinto POCITOS



Foto 13.6: Puerto EL MORRO



Foto 13.7: Recinto SAN JUAN



Foto 13.8: Recinto SAN MIGUEL



Foto 13.9: Recinto AYALÁN

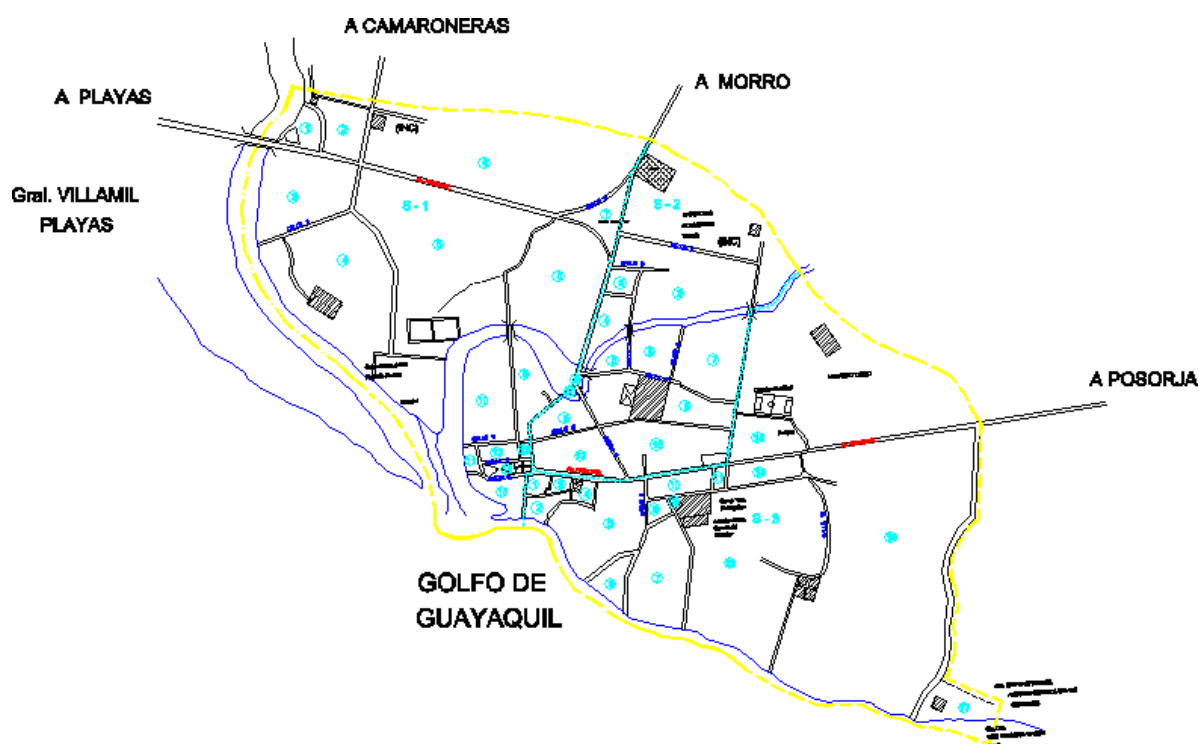
Parroquia Rural Posorja

Se encuentra localizada al suroeste de la ciudad de Guayaquil. La Parroquia abarca una superficie de 7.178 hectáreas, limitando con la Parroquia Rural El Morro y con el Cantón Playas.

El puerto de Aguas Profundas en Posorja, colocará al Ecuador a la par con el crecimiento portuario que se está desarrollando en la región y el mundo, resultante de la evolución global en el mercado naviero y la tendencia hacia buques de más capacidad.

Adicionalmente, se desarrollará un parque logístico e industrial de 100 hectáreas contiguas al puerto, que será una Zona Especial de Desarrollo Económico (ZEDE), lo que representa un sin número de oportunidades para empresas nacionales e internacionales, e impulsará nuevas inversiones.

Plano 13.2: Ubicación parroquia Posorja



Actualmente la cabecera parroquial y el principal recinto de la Parroquia Posorja, Data de Posorja, reciben agua de red suministrada por la planta de San Juan. Las fuentes de provisión de agua, habitantes servidos y conexiones de red para las diferentes localidades de la Parroquia Rural Posorja se presentan en la siguiente tabla siguiente.

Tabla 13.47: Proyección de Población en Parroquia de Posorja

Parroquias Rurales	Recintos	Proyecciones			
		2020	2026	2031	2041
Posorja	Cabecera	30.547	40.936	52.246	70.215
	Data de Posorja	3.275	3.947	4.756	6.088
	Resto	344	742	1.239	1.955

Interagua con la nueva planta de agua potable de San Juan, lleva agua hacia el reservorio del que se abastece la parroquia. El acueducto, abastecerá desde ahora a todos los sectores de la parroquia rural, así como a El Morro, Puerto El Morro y Data de Posorja, San Miguel y San Juan.

La nueva planta de tratamiento capta el agua superficial desde el embalse San Juan, y abastecerá unas para 32.500 personas. Tiene una capacidad neta de producción de 200 litros por segundo con posibilidad de escalar hasta 600 litros por segundo en etapas posteriores.

La tecnología que utiliza la planta potabilizadora de agua, es de filtración con los procesos de bombeo de agua cruda, desbaste de sólidos mediante rejillas gruesas, filtración mediante filtro de anillos, aplicación de ozono, ultrafiltración y desinfección.

Capacidad de la Planta de Tratamiento San Juan

La proyección de la demanda, afectando la proyección del consumo medido con la evolución del ANC será la siguiente:

Tabla 13.48: Proyección de la demanda

m ³ /día	AÑOS

	2020 ⁽¹⁾	2026 ⁽²⁾	2031 ⁽³⁾	2041 ⁽⁴⁾
Consumo	6.910	11.502	15.013	20.578
Demanda (*)	15.705	25.560	30.026	35.479
Capacidad Producción	17.725	35.450	35.450	35.450

(1) ANC 56 %

(2) ANC 55 %

(3) ANC 50 %

(4) ANC 42 %

La capacidad de la PTAP de San Juan es de 17.280 m³/día con un gasto interno del 9% lo que resulta una capacidad neta de agua librada al consumo de 15.725 m³/día. En el año 2026 debería estar operativo el segundo módulo de la planta de potabilización.

Parroquia Rural Puná

Puná constituye una Parroquia Rural localizada al sur del Cantón de Guayaquil, compuesta básicamente por las islas Puná y Estuario. La Parroquia abarca una superficie total de 162.096 hectáreas, de las cuales 89.020 hectáreas corresponden a la Isla Puná. Separada por un estrecho se encuentra Estuario, que abarca una superficie de 73.076 hectáreas.

Actualmente la cabecera parroquial y principales recintos de la Parroquia Puná se proveen de agua mediante una PTAP de Osmosis Inversa que capta agua de mar y mediante barco cisterna (Estuario). Las fuentes de provisión de agua para los diferentes recintos se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 13.49: Provisión de agua. Parroquia Rural Puná

Localidad	Fuente
Cabecera	
Puná	Agua de mar
Recintos Isla Puná	
Agua Piedra / Puerto Agua Piedra	Pozo
Bella Vista	Pozo
Campo Alegre	Pozo
Cauchiche	Pozo
La Concordia	Pozo
La Pólvara	Pozo
Puerto Chajón	Pozo
Puerto Zapote	Pozo
Puná Vieja	Pozo
Río Hondo	Pozo
Recintos Estuario	
Bellavista (Isla de los Quiñonez)	Barco cisterna
Puerto Arturo (Isla Verde)	Barco cisterna
Puerto de la Cruz (Isla Mondragón)	Pozo artesiano
Puerto El Conchal (Isla Mondragón)	Pozo artesiano
Puerto Roma (Península)	Barco cisterna
Puerto Salinas (Isla Escalante)	Barco cisterna
Puerto Santa Rosa (Isla Chupadores Gr.)	Barco cisterna
Puerto Limones (Isla Pto. Limones)	Barco cisterna
Recinto Masa (Península)	Barco cisterna
San Lorenzo (Isla de los Ingleses)	Barco cisterna
Santo Domingo Grande (Isla Matorrillos)	Barco cisterna

La Isla Puná es una Parroquia del Cantón Guayaquil, que tiene aproximadamente 920 km² de extensión y 5.408 habitantes, y el acceso a la Isla se hace normalmente por vía fluvial.

El suministro de agua para consumo humano en los recintos se hace por aprovisionamiento desde el continente o mediante pozos artesanales que en términos generales entregan agua de mala calidad y con rendimientos muy bajos. Las proyecciones de población son las siguientes:

Tabla 13.50: Población recintos Puná

Parroquias Rurales	Recintos	Población			
		2020	2026	2031	2041
Puná	Campo Alegre	1.200	1.258	1.309	1.376
	Zapote y Puerto Zapote	420	433	444	462
	Agua Piedra/ Puerto	270	278	285	297
	Puná Vieja	520	536	549	572
	Río Hondo	108	111	114	119
	Estero de Boca	228	235	241	251
	Cauchiche	586	603	619	644
	Resto	265	351	422	847

La Calidad del agua es controlada por el Laboratorio de Interagua. Los análisis efectuados corresponden a muestras extraídas de los pozos. Los resultados obtenidos manifiestan que son superados los límites permisibles en los parámetros Dureza, Cloruros, Selenio y Sodio. Esta fuente es utilizada en los recintos indicados en la Tabla 1.16 mediante la instalación de un sistema de pozos, estaciones de bombeo, reservorios y redes.

Tabla 13.51: Calidad de agua librada al servicio

Porcentaje de Cumplimiento - Año 2022		Parámetros															
Puntos		CLORURO	RESIDUO	SODIO	DUREZA	COLORES	ODOR	TRUBIA	MADE	TEMPERATURA	PH	CLORURO	RESIDUO	SODIO	DUREZA	COLORES	ODOR
Punto Mediciones		100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %
Punto Plástico		100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %
Punto Restricción		100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %
PUNTA AGUA PIEDRA		100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %
PUNTA BELLAVISTA		100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %
PUNTA CAMPO ALEGRE		100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %
PUNTA CAUCHICHE		100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %
PUNTA ESTERO DE BOCA		100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %
PUNTA AGUA PIEDRA		100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %

EMAPAG EP dispuso de estudios y diseños para el abastecimiento de agua potable en los siguientes recintos: Río Hondo, Campo Alegre, Estero de Boca, Cauchiche, Bellavista, Subida Alta y Puná Vieja.

Actualmente EMAPAG EP está en proceso de adjudicación las obras del nuevo sistema de abastecimiento de agua potable con un presupuesto referencial de 3.413.660 dólares de Estados Unidos de América, sin incluir el IVA, y el plazo estimado para la ejecución del contrato es de 300 días.

El nuevo sistema de abastecimiento consiste en una captación de agua subterránea, tomando como referencia un análisis realizados por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) a un pozo ubicado en el sector Los Pocitos con una profundidad de 65 m, teniendo un caudal natural de 2.5 l/s y haciendo prueba con una bomba electro sumergible de 5 HP se obtuvo un caudal de hasta 6.5 l/s que es el que servirá para distribuir el agua a las comunas antes señaladas previo tratamiento en una PTAP convencional capacidad 23,4 m³/h.

La producción de agua potable es transportada a los recintos indicados por una red de acueductos y estaciones de bombeo desde un tanque metálico de 800 m³ de capacidad. La

PTAP contará con un generador de energía de 30 KVA. Para el abastecimiento en cada recinto se plantea colocar un reservorio alto que almacene el 10% de la demanda y desde este distribuir a cada punto de consumo. La situación del abastecimiento a los recintos de Puná es la siguiente:

Tabla 13.52: Población y consumo de agua de los recintos de Puná

RECINTOS	Fuente
Campo Alegre (*)	Pozo
Zapote y Puerto Zapote (**)	Pozo
Agua Piedra/ Puerto A. Piedra (*)	Pozo – Red - Tanqueros
Puná Vieja (*)	Pozo - Red
Río Hondo (***)	Pozo - Red
Estero de Boca (*)	Pozo
Cauchiche (*)	Pozo - Red

El consumo medido en las condiciones de abastecimiento indicadas en la Tabla 1.18 y proyectadas, es el indicado en la siguiente Tabla:

Tabla 13.53: Consumo medido y proyectado en Puná

RECINTOS	Consumo 2020	Consumo 2026	Consumo 2031	Consumo 2041
	(m ³ /mes)	(m ³ /mes)	(m ³ /mes)	(m ³ /mes)
Campo Alegre	1.800	1.822	1.840	1.877
Zapote y Puerto Zapote	560	567	572	584
Agua Piedra/ Puerto A. Piedra	405	410	414	422
Bellavista	245	255	267	280
Puná Vieja	780	789	797	813
Río Hondo	162	164	166	169
Estero de Boca	342	346	350	357
Cauchiche	878	889	898	916

La proyección de la demanda en m³/mes, afectando la proyección del consumo medido con la evolución del ANC será la siguiente:

Tabla 13.54: Demanda de agua potable estimada

RECINTOS	Demanda 2020 ⁽¹⁾	Demanda 2026 ⁽²⁾	Demanda 2031 ⁽³⁾	Demanda 2041 ⁽⁴⁾
	(m ³ /mes)	(m ³ /mes)	(m ³ /mes)	(m ³ /mes)
Campo Alegre	4.091	4.048	3.680	3.413
Zapote y Puerto Zapote	1.273	1.259	1.145	1.062
Agua Piedra/ Puerto A. Piedra	920	911	828	768
Bellavista	832	836	776	724
Puná Vieja	1.773	1.754	1.595	1.479
Río Hondo	368	364	331	307
Estero de Boca	777	769	699	649
Cauchiche	1.996	1.976	1.796	1.666

(1) ANC 56 %

(2) ANC 55 %

(3) ANC 50 %

(4) ANC 45 %

Las proyecciones de población de la cabecera de Puná son presentadas a continuación:

Tabla 13.55: Proyección de población en Parroquia Puná

Puná	Población			
	2020	2026	2031	2041
Cabecera	3.881	4.370	4.825	5.655

La proyección del consumo medido y la demanda son las indicadas en el siguiente cuadro:

Tabla 13.56:

Consumo total (m ³ /mes)			
2020	2026	2031	2041
5.472	11.809	13.038	15.281
Demanda (m ³ /mes)			
7.817	16.870	18.626	21.830
Demanda (m ³ /día)			
261	562	621	728

ANC 30%

La PTAP de la cabecera de Puná tiene una capacidad de tratamiento de 2.200 m³/día con un rendimiento aproximado del 65%, logrando una capacidad de agua librada al servicio de 1.500 m³/día.

Todas las obras civiles, mecánicas, eléctricas y de pretratamiento instaladas son aptas para la capacidad de 1.500 m³/día.

En la primera fase se abastecerá a la cabecera y en la segunda etapa, con líneas de impulsión, el agua llegará a otros recintos cercanos.

**Foto 13.10:** Recinto AGUA PIEDRA



Foto 13.11: Recinto BELLAVISTA



Foto 13.12: Recinto CAMPOALEGRE



Foto 13.13: Recinto CAUCHICHE



Foto 13.14: Recinto CHOJON



Foto 13.15: Recinto ESTERO DE BOCA



Foto 13.16: Recintos ZAPOTE Y PUERTO ZAPOTE

Parroquia Rural Tenquel

Plano 13.3: Ubicación de parroquia Tenguel



En la Tabla 13.57 se muestra el detalle de la población de los principales recintos de la parroquia, obtenidos de datos del Censo INEC 2010, datos relevados por Interagua y la proyección al año 2041.

Tabla 13.57: Población Parroquia Tenguel

Parroquias Rurales	Recintos	Población			
		2020	2026	2031	2041
Tenguel	San Rafael (Junta de Agua)	1.214	1.352	1.478	1.715
	Pedregal	280	294	306	321
	Puerto Conchero	653	684	712	749
	San Francisco	400	420	437	459
	Israel	288	302	314	330
	Buena Vista	113	118	123	129
	Esperanza del Carmen	1.175	1.428	1.679	2.150
	Resto	1.516	1.514	1.474	1.041

Interagua efectúa la provisión de Agua Potable a las localidades Cabecera y Recintos de la Parroquia Tenguel. En general las fuentes de provisión corresponden a pozos de diferentes profundidades. El informe técnico sobre el sistema de agua potable determina que los principales parámetros que afectan el agua proveniente de los pozos que abastecen el sistema son: hierro y manganeso.

La red de aproximadamente 31.100 m de longitud, tiene como fuente tres pozos que alimentan a los filtros de Mangagran. La capacidad de la PTAP es de 3.456 m³/día con un rendimiento del 82%, da una producción de agua potable librada al servicio 2.830 m³/día.

Las características de los grupos de bombeo de los pozos se detallan a continuación:

Tabla 13.58: Características del abastecimiento a Cabecera Tenguel

Equipo	Características	Pozo Nº 1	Pozo Nº 2	Pozo Nº 3
		Grupo de Bombeo Nº 1	Grupo de Bombeo Nº 2	Grupo de Bombeo Nº 3
Motor	Potencia (hp)	20	15	10
	Amperaje (amp)	54	40	26
	Voltaje (voltios)	220 trifásico	220 trifásico	220 trifásico
	RPM	3450	3450	3450
	Frecuencia	60 HZ	60 HZ	60 HZ
Bomba pozo profundo	Caudal (m ³ /h)	72	61	52
	Tub. Impulsión	diám.= 3"	diám.= 3"	diám.= 3"
	# de tazones	7	6	5
Encamisado Bomba Pozo	Diámetro	10"	8"	10"
	Profundidad del Pozo	26,3 m	27 m	19,5 m
	Profundidad de la Bomba	24 m	22,5 m	18 m

Tabla 13.59: Características del abastecimiento a Recintos Tenguel

Equipos	Característica	Pozo San Francisco/Israel/Las Vegas	Pozo Pedregal/Buena Vista/Limonal
		Grupo de Bombeo	Grupo de Bombeo
Motor	Potencia (hp)	3	2
	Voltaje (voltios)	220 monofásico	220 monofásico
	RPM	3450	3450
	Frecuencia	60 HZ	60 HZ
Bomba de Pozo profundo	Caudal (gal. /min.)	35	30
	Tub. Impulsión	diám.= 2"	diám.= 2"
Encamisado Bomba Pozo	Diámetro	6"	6"
	Profundidad del pozo	80 mts	80 m
	Profundidad de la bomba	24 mts	24 m

Los Recintos de Tenguel: Pedregal, San Francisco, Israel, Buena Vista, Limonal y Las Vegas cuentan con tanques elevados de 30 m³ cada uno y de 14 metros de altura y pozos de bombeo cuyas características se detallan a continuación:

Tabla 13.60: Características del Abastecimiento en Recintos

Equipos	Característica	Pozo San Francisco/Israel/Las Vegas	Pozo Pedregal/Buena Vista/Limonal
		Grupo de Bombeo	Grupo de Bombeo
Motor	Potencia (hp)	3	2
	Voltaje (voltios)	220 monofásico	220 monofásico
	RPM	3450	3450
	Frecuencia	60 HZ	60 HZ
Bomba de Pozo profundo	Caudal (gal. /min.)	35	30
	Tub. Impulsión	diám.= 2"	diám.= 2"
Encamisado Bomba Pozo	Diámetro	6"	6"
	Profundidad del pozo	80 mts	80 m
	Profundidad de la bomba	24 mts	24 m

Las Ciudades Las Vegas y El Limonal, ambas lindantes con Tenguel Cabecera disponen de Pozo y Tanque Elevado respectivamente, que se encuentran fuera de servicio.

El Recinto Esperanza del Carmen dispone de un pozo a 6 m de profundidad y una red de abastecimiento.

El Recinto Puerto Conchero dispone de un pozo de 120 m de profundidad construido por el Municipio en el año 2002.

Asimismo, Puerto Conchero dispone de una red que cubre parcialmente la localidad, construida por el Municipio en el año 2006 en tuberías de D° 2" de PVC.

Las características del pozo que opera Interagua se presentan a continuación:

Tabla 13.61: Características del abastecimiento en Recinto Puerto Conchero

Equipos	Característica	Pozo Grupo de Bombeo
Motor	Potencia (hp)	5
	Amperaje (amp)	17
	Voltaje (voltios)	220 monofásico
	RPM	3450
	Frecuencia	60 HZ
Bomba pozo profundo	Caudal (gal./min)	55
	Tub. Impulsión	diám.= 2"
Encamisado Bomba Pozo	Diámetro	6"
	Profundidad del Pozo	100 m
	Profundidad de la Bomba	24 m

El Recinto San Rafael dispone de un pozo construido y red que cubre parcialmente la localidad. El Recinto San Francisco / Israel dispone de 2 pozos provistos con sendos grupos bombeo de 3 HP de potencia y cisternas de almacenamiento. Existe una red que abarca parcialmente el recinto.

El recinto Nicolás Castro / Buena Vista conforma parte de los terrenos de una hacienda productora de banano. En la localidad se dispone de 1 pozo provisto de un grupo de bombeo de 2 HP de potencia y tanque de almacenamiento. Parcialmente la población se abastece de agua desde la localidad de Nueva Esperanza en la provincia de Azuay.

La Calidad del agua entregada es controlada por el Laboratorio de Interagua. Los análisis efectuados corresponden a muestras extraídas en: la localidad cabecera Tenguel (Pozos N° 1, N° 2 y N° 3), en las localidades Las Vegas y Limonal, y en los Recintos: Buena Vista, Puerto Conchero, Esperanza El Carmen, San Francisco / Israel, Pedregal y San Rafael.

Los resultados obtenidos muestran que los Recintos Puerto Conchero, San Francisco / Israel y San Rafael presentan valores del parámetro Manganeseo superiores a los Límites Permisibles. El resto de las localidades disponen de agua en la que no se superan los valores permisibles de los parámetros analizados. Los consumos medidos y su proyección en las condiciones actuales de abastecimiento, es la siguiente:

Tabla 13.62: Consumo medido en Recintos de Tenguel y su proyección

RECINTOS	Consumo 2020	Consumo 2026	Consumo 2031	Consumo 2041
	(m³/mes)	(m³/mes)	(m³/mes)	(m³/mes)
San Rafael (Junta de Agua)	2.429	2.502	2.566	2.697
Pedregal	560	577	592	622
Puerto Conchero	240	247	254	267
San Francisco	800	824	845	888
Israel	225	232	238	250
Buena Vista	2.350	2.421	2.483	2.610
Esperanza del Carmen	2.429	1.428	1.679	2.150

La proyección de la demanda en m³/mes, afectando la proyección del consumo medido con la evolución del ANC será la siguiente:

Tabla 13.63: Proyección demanda recintos Tenguel

RECINTOS	Demanda 2020	Demanda 2026	Demanda 2031	Demanda 2041
	(m ³ /mes)	(m ³ /mes)	(m ³ /mes)	(m ³ /mes)
San Rafael (Junta de Agua)	5.520	5.560	5.132	4.904
Pedregal	1.273	1.282	1.184	1.131
Puerto Conchero	545	549	508	485
San Francisco	1.818	1.831	1.690	1.615
Israel	511	516	476	455
Buena Vista	5.341	5.380	4.966	4.745
Esperanza del Carmen	5.520	3.173	3.358	3.909

La demanda total y la capacidad de producción del sistema es la siguiente:

Tabla 13.64: Demanda total y Capacidad de producción de la PTAP

Demanda Total	Demanda 2020	Demanda 2026	Demanda 2031	Demanda 2041
m ³ /mes	20.528	18.291	17.314	17.244
m ³ /día	684	610	577	575
Capacidad de producción	3.180	3.180	3.180	3.180

A continuación, se muestran fotografías de los recintos, que indican las características de cada uno.

**Foto 13.18:** Recinto BUENA VISTA



Foto 13.19: Recinto EL CONCHERO



Foto 13.20: Recinto ESPERANZA DEL CARMEN



Foto 13.21: Recinto ISRAEL



Foto 13.22: Recinto EL PEDREGAL



Foto 13.23: Recinto SAN FRANCISCO



Foto 13.24: Recinto SAN RAFAEL

13.3. intervenciones y obras – distribución

13.3.1 SISTEMA DE AAPP GUAYAQUIL

Se plantea para la Ciudad de Guayaquil + Zona de Influencia del Nuevo Aeropuerto de Guayaquil (NAIG), el siguiente Escenario Principal:

- ❖ Sistemas Independientes para el Abastecimiento a la Ciudad de Guayaquil con producción en:
 - Nueva Planta Potabilizadora Chongón: provisión a la Zona de influencia del NAIG y a la Zona de influencia de Vía a la Costa (desde el KM 24 en adelante).
 - La Toma: provisión al resto del área no abarcada por la nueva Planta.

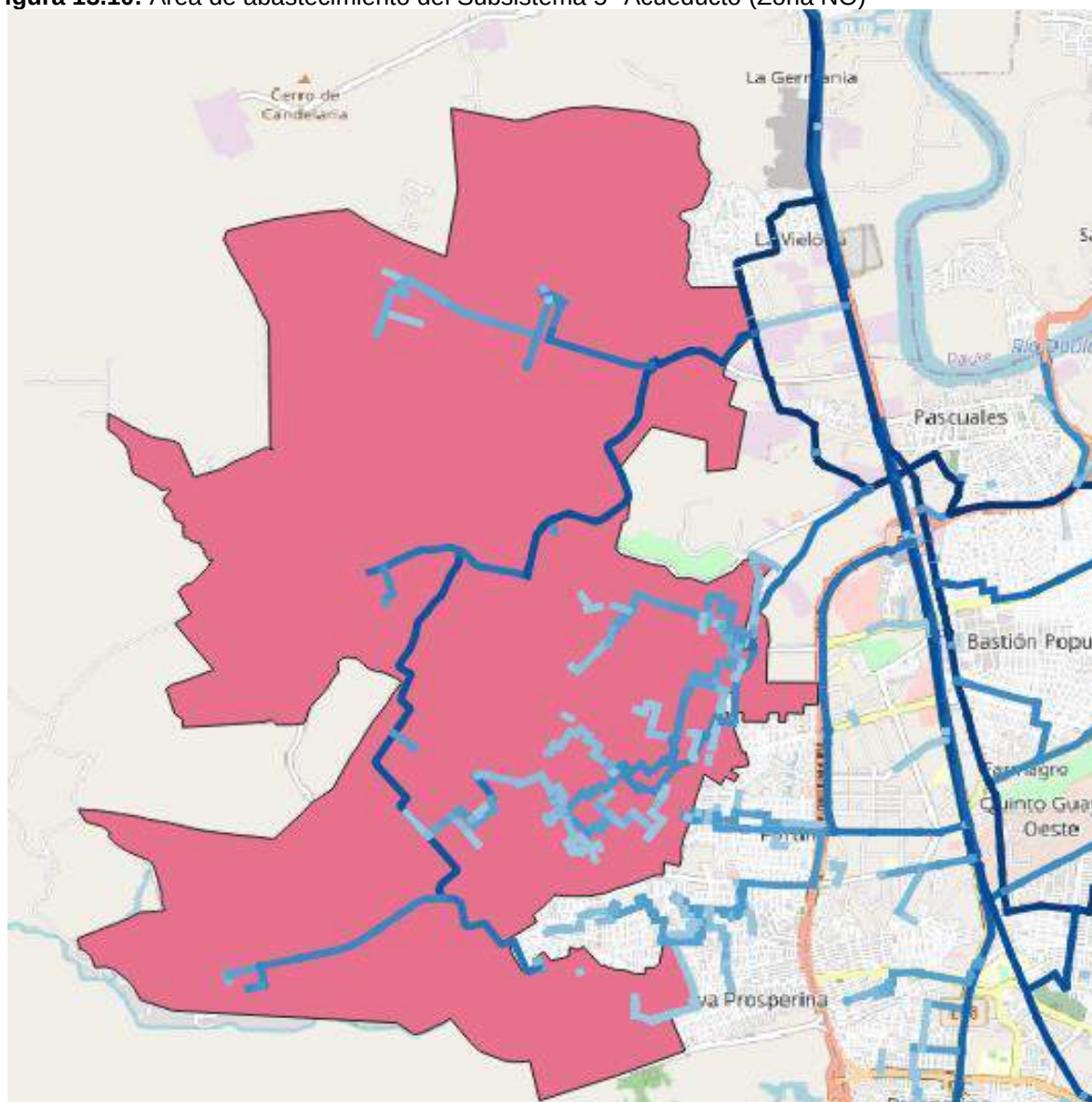
Se ha confeccionado un Modelo hidráulico (utilizando el software WaterGEMS), para los Escenarios al 2026 (5° Quinquenio) y al 2031 (6° Quinquenio) del Sistema de Transporte y Distribución de AAPP de Guayaquil.

Sistema La Toma

Dentro de este sistema se identifican dos Subsistemas de Transporte y Distribución independientes: a) Subsistema 5° Acueducto (Zona NO) y b) Subsistema de los 4 Acueductos principales.

Subsistema 5° Acueducto (Zona NO)

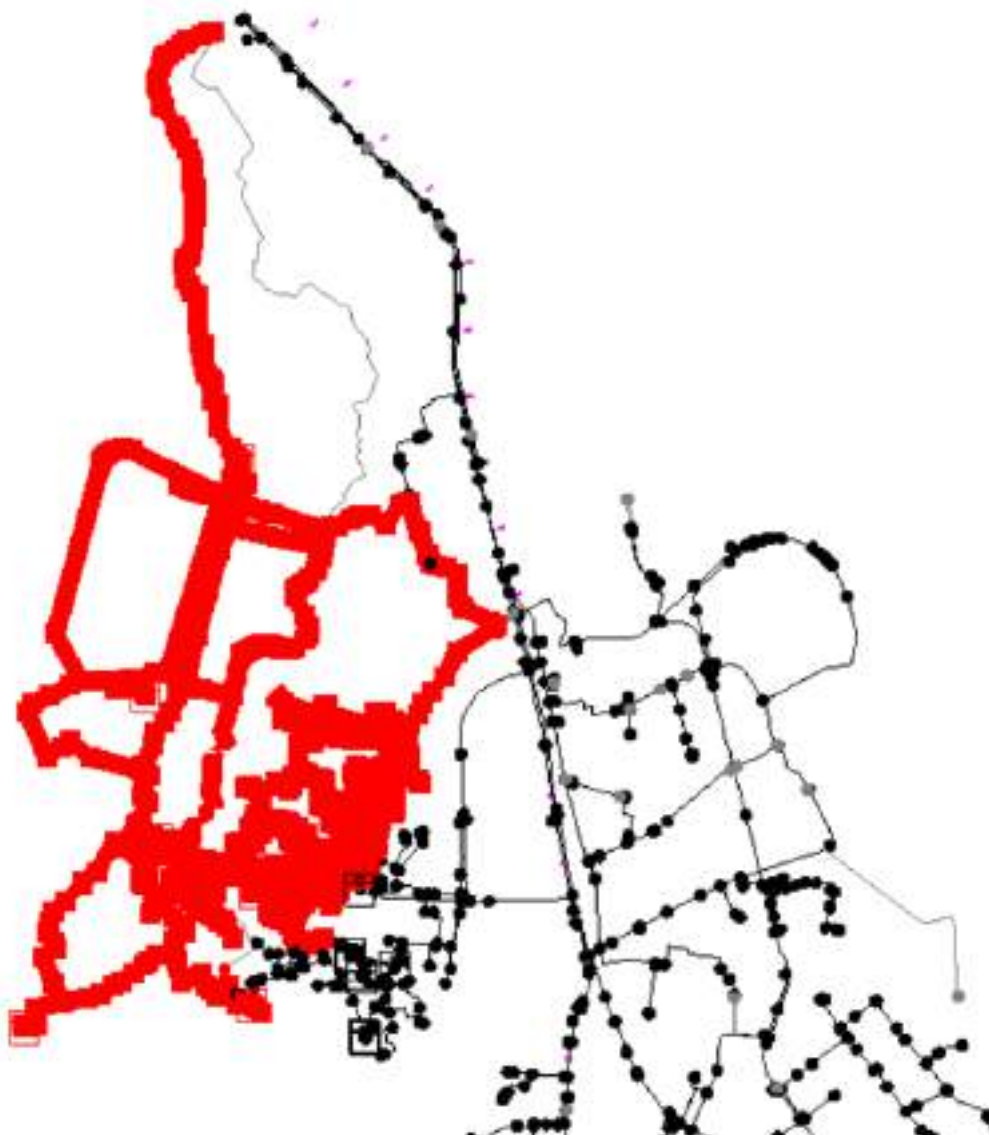
Con la habilitación durante el 5° Q del Tramo 1 (los Tramos 2 a 4 están habilitados) se podrá alimentar en forma exclusiva, a través del mismo, el área de influencia que se muestra en la siguiente figura:

Figura 13.10: Área de abastecimiento del Subsistema 5° Acueducto (Zona NO)

El área de influencia de este Subsistema abarca las zonas de Mi Lote, Flor de Bastión Norte, Ciudad Victoria, Sergio Toral (I y II), Monte Sinaí y Socio Vivienda. A su vez, también abarca la Nueva Zona Urbana NO (NZU NO).

En la siguiente figura se puede visualizar la representación del Subsistema en el Modelo hidráulico utilizado:

Figura 13.11: Esquema Subsistema 5° Acueducto (identificación en el Modelo)



Subsistema de los 4 Acueductos principales

El área servida por este Subsistema es el área total actualmente con servicio menos la zona abastecida a futuro por el Subsistema del 5° Acueducto (según descripción anterior) y el Sistema Chongón (ver explicación más adelante).

Es decir, abarca las ZPU completas Sur, Centro, Oeste y Norte, y parcialmente, las ZPU Pascuales y Chongón.

En la siguiente figura se puede visualizar la representación del Subsistema en el Modelo hidráulico utilizado:

Figura 13.12: Esquema Subsistema 4 Acueductos principales (identificación en el Modelo)

Específicamente en la zona de Vía a la Costa, este Subsistema sirve al sector que queda fuera del Sistema Chongón, es decir, desde los Reservorios Oeste hasta aproximadamente el KM 23,5 de Vía a la Costa.

Sistema Chongón

Este sistema se abastecerá desde la futura Planta Chongón.

Desde la Planta se prevé instalar dos tuberías de salidas independientes, cada una con el siguiente objetivo: a) Alimentación al actual Acueducto Vía a la Costa, b) Alimentación a la zona de influencia del futuro NAIG.

Alimentación a Acueducto Vía a la Costa

La tubería proveniente de la Planta llega a Vía a la Costa (ubicación del acueducto actual) aproximadamente en el KM 32.5 de la misma (cota topográfica 70 m, aprox.), en donde se prevé una conexión entre ambas tuberías. Luego, en virtud de las cotas topográficas existentes en la zona, se prevé la otra conexión de dicha tubería nueva con el Acueducto Vía a la Costa aproximadamente en el KM 29.5 de la misma (cota 40.00 m).

Dada la cota piezométrica disponible en la salida de la Planta (Reservas con cota piezométrica 91.00 m, aproximadamente) y las cotas topográficas de las áreas a servir ubicadas al Este de la conexión con el Acueducto Vía a la Costa, se define una frontera o límite Este de abastecimiento del Sistema Chongón aproximadamente en el KM 23,5, en donde la cota topográfica supera el nivel de 50 m.

Es decir, el Sistema Chongón abastecerá a través del Acueducto Vía a la Costa existente las áreas abastecidas a través del mismo ubicadas entre el KM 23,5 hasta el final de dicho acueducto (zona Progreso y Olmedo). Por ende, desde el KM 23,5 hacia el lado de Guayaquil, se abastecerán las áreas de la misma manera que la situación actual, es decir, desde las Reservas Oeste.

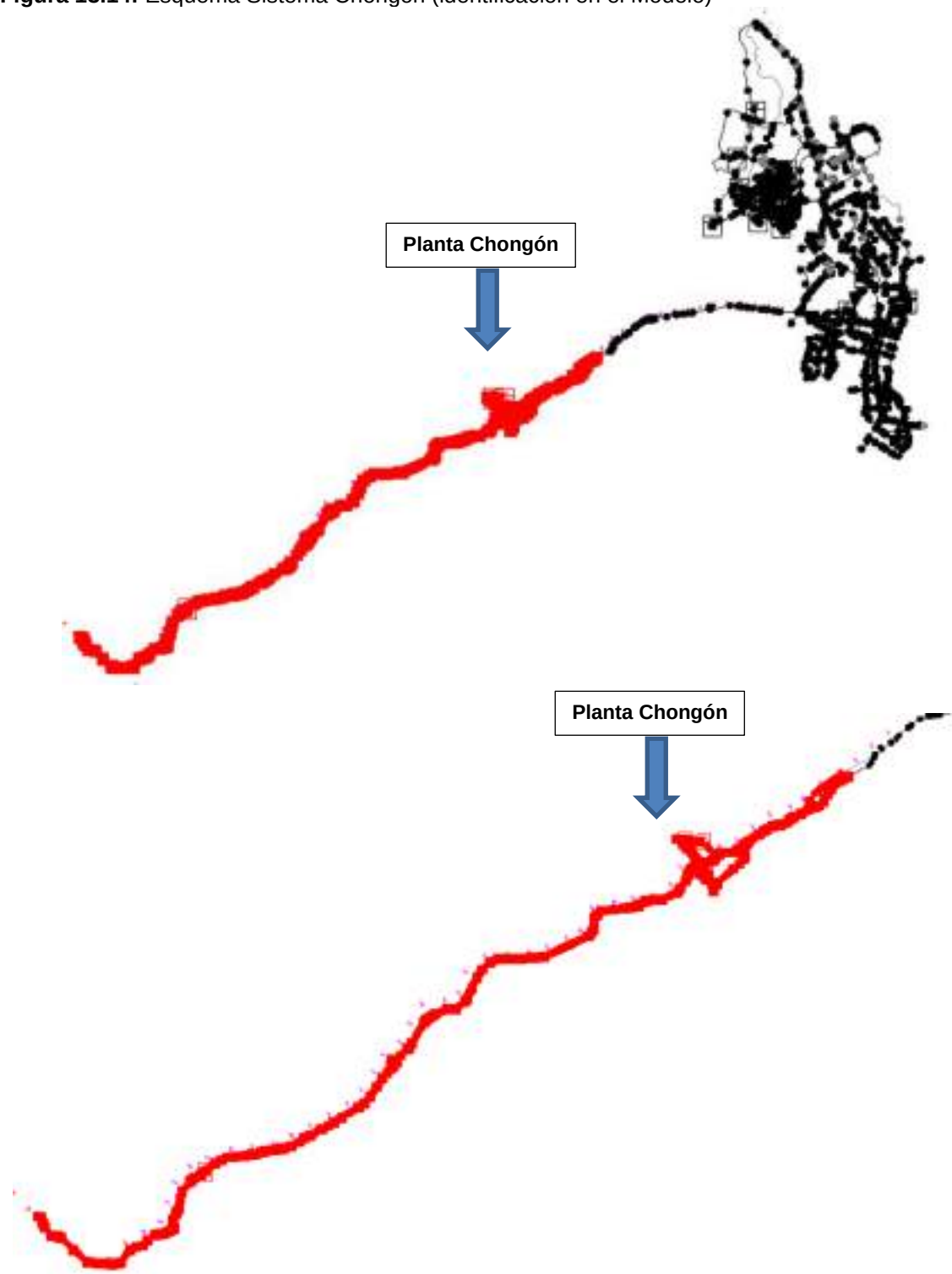
En la siguiente figura se muestra el perfil longitudinal del terreno a lo largo de Vía a la Costa, desde la zona de ubicación del futuro Booster San Eduardo (ubicado en el extremo izquierdo del perfil longitudinal y del lado derecho de la planimetría) hasta el final del Acueducto Vía a la Costa.

Figura 13.13: Planialtimetría Vía a la Costa (fuente: Google Earth)



En la siguiente figura se muestra la ubicación del Sistema Chongón representado en el Modelo.

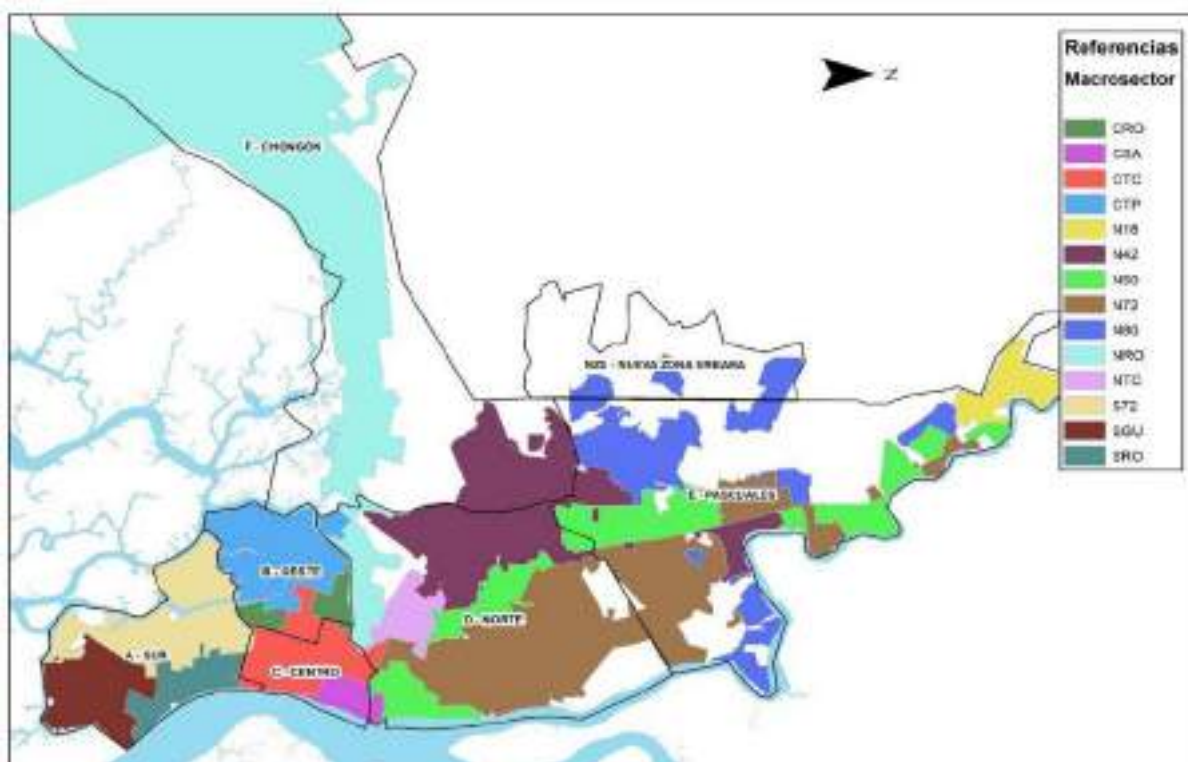
Figura 13.14: Esquema Sistema Chongón (identificación en el Modelo)



Determinación de los Consumos por Sistema y Subsistemas

Las evoluciones esperadas de los Consumos para Guayaquil fueron presentadas en el CAPÍTULO 10. ESTUDIO DE DEMANDA.

En la siguiente figura se pueden observar las Zonas de Planificación Urbana (ó ZPU) y los Macrosectores hidráulicos, correspondientes a Guayaquil.

Figura 13.15: Zonas de Planificación Urbana (ZPU) y Macrosectores Hidráulicos (Guayaquil)

A continuación, se extraen de dicho informe los valores considerados por Zona de Planificación Urbana (ZPU), para cada Escenario:

Tabla 13.65: Proyecciones de Consumo adoptadas para Sistema AAPP Guayaquil por ZPU (Escenarios al 2026 y 2031)

Zona de Planificación Urbana	Consumo medio total (l/s)	
	2026	2031
A (SUR)	1.036	1.099
B (OESTE)	766	826
C (CENTRO)	496	496
D (NORTE)	1.680	1.735
E (PASCUALES)	2.512	2.672
F (CHONGÓN)	537	773
NZU NO	703	486
Total	7.730	8.087

Se adoptan los valores del Escenario B (según lo definido en el Capítulo 10 – Estudio de Demanda), es decir:

- Los Residenciales mantienen los promedios de Consumos COVID.
- Resto de tipos de usuario recupera los promedios de consumo NO COVID después de 2024.

Para definir los Consumos para cada Sistema y Subsistema, se procedió para cada caso de la forma que se explica a continuación.

Sistema Chongón

Se identificaron los Consumos actuales y futuros (para cada Escenario: al 2026 y al 2031), del km 24 al km 80:

Tabla 13.66: Proyecciones de Consumo adoptadas para Sistema Chongón por Tramos Vía a la Costa (Escenarios al 2026 y 2031)

TRAMO	Consumo (l/s)	
Tramo II (km24 al km26)	2026	2031
Total Tramo II	131	128
TRAMO	Consumo (l/s)	
Tramo III (km 26 al km 32)	2026	2031
Total Tramo III	3	27
TRAMO	Consumo (l/s)	
Tramo IV (km 32 al km 55) (del 32 al 40 la mayoría de desarrollo)	2026	2031
Total Tramo IV	28	54
TRAMO	Consumo (l/s)	
Tramo V (Km 55 al km 64)	2026	2031
Total Tramo V	6	12
TRAMO	Consumo (l/s)	
Tramo VI (Km 64 al km 80)	2026	2031
Total Tramo VI	12	23
		Consumo (l/s)
		2026
		2031
Total Tramos	179,3	243,6

Subsistema 5° Acueducto

Se consideró el total de los Consumos previstos de la NZU NO y una parte de la Zona Pascuales (E). Para esta última asignación, se consideraron los siguientes valores:

- Consumo Zona Pascuales asignado al Subsistema 5° Acueducto (al 2026): 587 l/s
- Consumo Zona Pascuales asignado al Subsistema 5° Acueducto (al 2031): 637 l/s

Estos valores fueron definidos considerando los consumos actuales en dicha zona, las factibilidades de servicio comprometidas y las proyecciones de consumo estimadas en dicha zona.

En base a estas definiciones, los Consumos para cada Escenario son:

Tabla 13.67: Proyecciones de Consumo adoptadas para Subsistema 5° Acueducto (Escenarios al 2026 y 2031)

SUBSISTEMA 5° ACUEDUCTO	Consumo (l/s)
Escenario al 2026	1.257,60
Escenario al 2031	1.075,15

Subsistema 4 Acueductos principales

Considerando el total de Consumo para cada Escenario para todo Guayaquil (valores presentados anteriormente) y definidos los correspondientes a los demás Subsistemas y

Sistemas (según lo presentado más arriba), resultan, por diferencia, los Consumos asignados a este Sistema.

Tabla 13.68: Proyecciones de Consumo adoptadas para Subsistema 5° Acueducto (Escenarios al 2026 y 2031)

SUBSISTEMA 4 ACUEDUCTOS PPALES.	Consumo (l/s)
Escenario al 2026	6.292,9
Escenario al 2031	6.767,9

A manera de resumen, se presentan nuevamente los Consumos asignados a cada Sistema y Subsistema y para todo Guayaquil:

Tabla 13.69: Proyecciones de Consumo total medio para cada Sistema y Subsistema AAPP Guayaquil)

Sistema ó Subsistema	Consumo total medio total (L/s)	
	2026	2031
Sistema Chongón	179,3	243,6
Subsistema 4 Acued. principales	6.292,9	6.767,9
Subsistema 5° Acueducto (Zona NO)	1.257,6	1.075,15
Total	7.730	8.087

Estos Consumos son los que se distribuyeron espacialmente en los Modelos de ambos Escenarios, en cada Sistema y Subsistema.

13.3.2 ANC definidos para cada Sistema y Subsistema

Se definen las metas de ANC para todo el Sistema de AAPP Guayaquil:

- Escenario al 2026 50,1%
- Escenario al 2031 45,2%

En particular, en el análisis realizado con los Modelos, se ha considerado un valor de ANC diferente para el Sistema Chongón y Subsistema 5° Acueducto, dadas las diferentes características que poseen los mismos (igual para ambos Escenarios), a saber:

- Subsistema 5° Acueducto 38,1%
- Sistema Chongón 49,6%

En base a estos valores fijados en estos Subsistemas y el valor general de ANC para todo el Sistema Guayaquil definido anteriormente, surge el valor del ANC para el Subsistema 4 Acueductos, que resulta ser para cada Escenario:

- Escenario al 2026 52%
- Escenario al 2031 46%

A partir de todos estos valores, se calculan las Demandas medias para todo el Sistema de AAPP Guayaquil a futuro, para ambos Escenarios evaluados:

Tabla 13.70: Proyecciones de Demanda media para cada Sistema y Subsistema AAPP Guayaquil)

Sistema ó Subsistema	Demanda media total (l/s)

	2026	2031
Sistema Chongón	355,7	483,1
Subsistema 4 Acued. principales	13.108,7	12.536,5
Subsistema 5° Acueducto (Zona NO)	2.032	1.737,7
Total	15.496	14.757

Balance de los Modelos hidráulicos

Una vez cargados los Consumos en los nodos y definidas las obras para cada Escenario (ver explicación en apartados siguientes), se realiza la comparación de las Demandas definidas (valores presentados más arriba) con los Caudales de los Acueductos de alimentación principales que surgen del Modelo, este ajuste o balance para que coincidan los mismos se realiza ajustando los Coeficientes de Emisión, que representan el ANC del Sistema.

Los resultados a los que se llega, para cada Escenario, son los siguientes:

Tabla 13.71: Balance Demandas y ANC entre resultados Modelos y valores adoptados – Escenario al 2026 (Sistema AAPP Guayaquil)

Sistema ó Subsistema	Demanda media (l/s)		ANC (%)	
	Modelo	Teórico	Modelo	Teórico
Sistema Chongón (1)	348,87	355,7	49,4	49,6
Subsistema 4 Acued. Principales (2)	13.081,08	13.108,7	51,9	52
Subsistema 5° Acueducto (Zona NO) (3)	2.046,06	2.032	38,5	38,1
Total	15.476,01	15.496	50,1	50,1

Tabla 13.72: Balance Demandas y ANC entre resultados Modelos y valores adoptados – Escenario al 2031 (Sistema AAPP Guayaquil)

Sistema ó Subsistema	Demanda media (l/s)		ANC (%)	
	Modelo	Teórico	Modelo	Teórico
Sistema Chongón (1)	482,04	483,1	49,5	49,6
Subsistema 4 Acued. Principales (2)	12.488,53	12.536,5	45,8	46
Subsistema 5° Acueducto (Zona NO) (3)	1.761,41	1.737,7	39	38,1
Total	14.731,98	14.757,33	45,1	45,2

Referencias:

- (1) Corresponde a la suma de los Caudales (promedio diario) de los dos acueductos de salida de la Planta Chongón (alimentación a Acueducto Vía a la Costa y alimentación a zona influencia NAIG).
- (2) Corresponde a la suma de los Caudales (promedio diario) de los 4 Acueductos principales provenientes de La Toma: Ø1800, Ø1250, Ø2000 y Ø1050).
- (3) Corresponde al Caudal promedio diario del Tramo 1.

En todos los casos, la Demanda media en la columna Modelo corresponde al Caudal promedio diario de los Tramos considerados para cada caso.

De la comparación entre valores, se demuestra que los Modelos para ambos Escenarios están ajustados en forma aceptable a los valores de Demandas y ANC definidos de antemano.

13.3.3 PARROQUIAS RURALES

Sistema San Juan

Modelo hidráulico del Sistema de Transporte y Distribución (Escenarios a futuro)

En este apartado se presenta el análisis y los resultados del estudio del sistema a futuro (Escenario al año 2026: 5° Quinquenio y al año 2031: 6° Quinquenio) utilizando los modelos hidráulicos confeccionados.

Alimentación a la red de distribución de Posorja (Cabecera)

Reserva existente:

En la siguiente figura se pueden observar los niveles de terreno en toda el área servida por la red de distribución y en la zona de ubicación de la Cisterna actual:

Figura 13.16: Cotas de terreno área de la Red de distribución Posorja



Como se puede observar, las zonas rojas son zonas con cota topográfica entre 25,50 y 34,00 metros.

La reserva de agua posee cota 31,42 de base, 31,92 con Nivel líquido mínimo y 35,42 con Nivel líquido lleno.

Es decir, la altura piezométrica estática varía entre 9,9 mca (Reserva llena y punto más bajo del área señalada) y 1,4 mca (Reserva llena y punto más alto de la zona); por lo cual, no es posible garantizar en toda esa zona, con esa Cota piezométrica máxima disponible en la Reserva, presiones por encima de 10 mca.

Lo anterior hace necesario que se deba incorporar un tanque elevado, que brinde la Altura Piezométrica suficiente para garantizar este nivel de presiones mínimas.

Como se presenta más adelante, también es necesario ampliar la capacidad de volumen de almacenamiento para este Sistema, por lo cual, se proponen las siguientes obras nuevas (sobre Reservas):

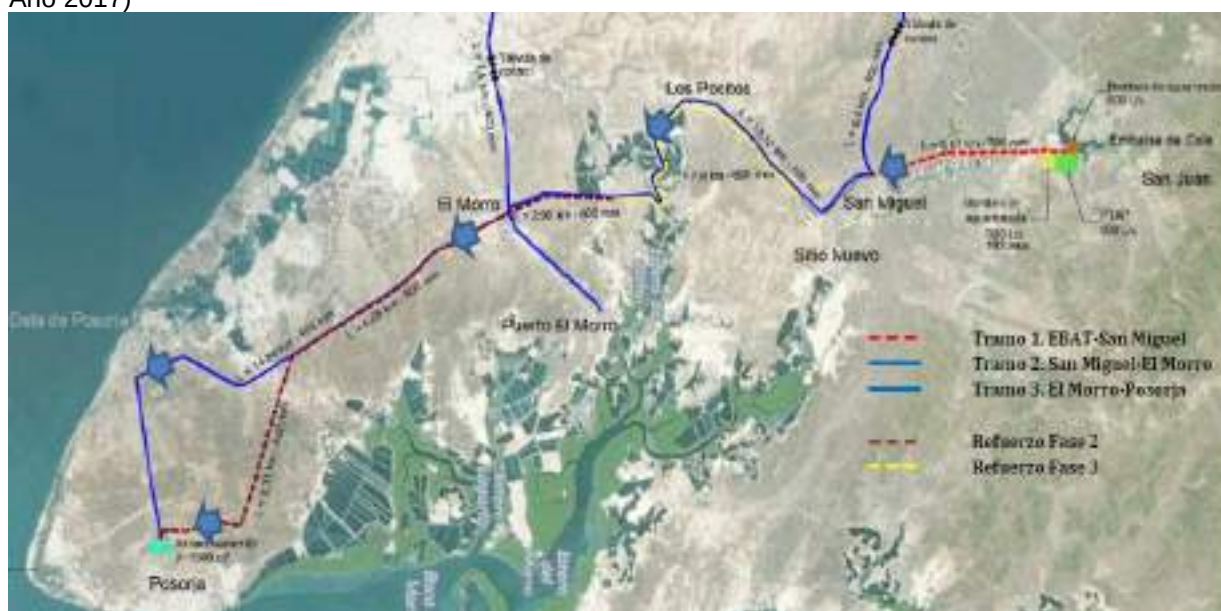
- ✓ Ampliación Cisternas
- ✓ Estación de bombeo a Tanque elevado
- ✓ Tanque elevado

Acueducto de Transporte de alimentación a Reserva:

Actualmente la Reserva se alimenta de una tubería de acero de 400 mm de diámetro. Según se desprende del análisis del Modelo hidráulico para los Escenarios a futuro, el caudal que aporta esta tubería no es suficiente para mantener con agua la misma, debido a la escasa altura piezométrica disponible en dicha tubería.

Es por ello que se plantea agregar una nueva tubería de alimentación a la reserva, para aumentar el caudal de aporte, siguiendo el lineamiento establecido en el proyecto original del Sistema San Juan ("DISEÑOS DE DETALLE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y OBRAS ANEXAS PARA LA PARROQUIA RURAL DE POSORJA" – INTERAGUA-EMAPAG, agosto 2017), tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 13.17: Esquema de Diseño Acueductos de transporte de AAPP (Proyecto Sistema San Juan – Año 2017)



Por lo cual, se propone la siguiente obra:

- ✓ Construcción de Nuevo Acueducto de DN600 mm y 23,6 km de extensión.

Incorporando este refuerzo se observa que los niveles en las cisternas y el tanque elevado se mantienen dentro de rangos aceptables, a lo largo del día.

Resultados de los Modelos hidráulicos para los Escenarios 5°Q y 6°Q

A continuación, se presentan los gráficos de salida de los Modelos, en donde se pueden observar:

- Esquema y Diámetros del Sistema
- Obras propuestas: Renovaciones y Cierres de Malla
- Velocidades máximas en tramos
- Presiones para Demanda máxima
- Presiones máximas

Para cada caso, se presentan los gráficos del Sistema San Juan y los correspondientes a la Red de distribución de Posorja, ya que resulta ser el de mayor interés (por su importancia en la Demanda y la extensión de la red).

Se observa que con las Obras propuestas se logran los objetivos de diseño que son:

- Presiones en nodos para Máx. Demanda ≥ 10 mca.
- Presiones máximas en nodos < 40 mca.
- Velocidades en tuberías dentro de rangos admisibles.

Figura 13.18: Modelo Escenario al 2026 Acueductos de transporte y Distribución de AAPP (Sistema San Juan)

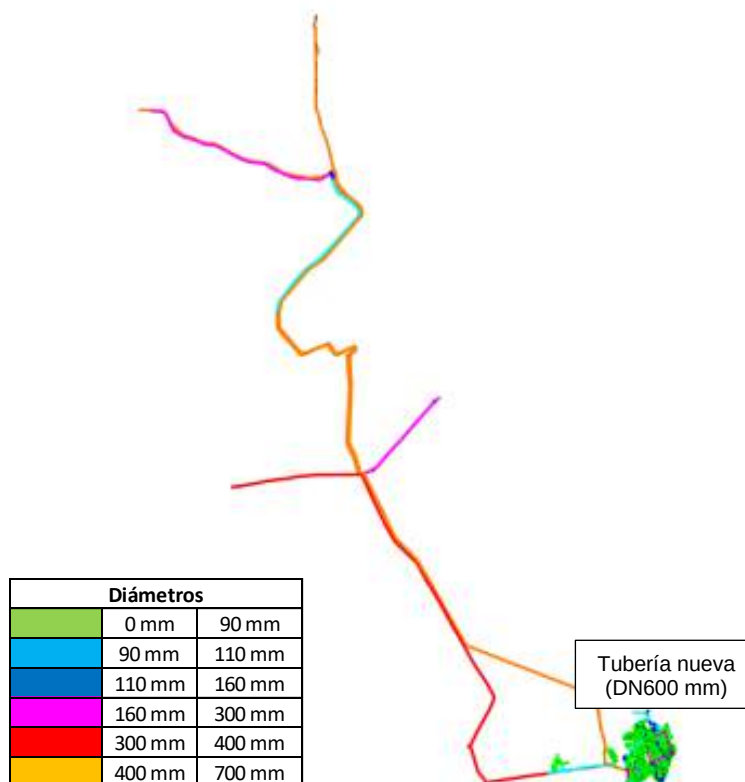
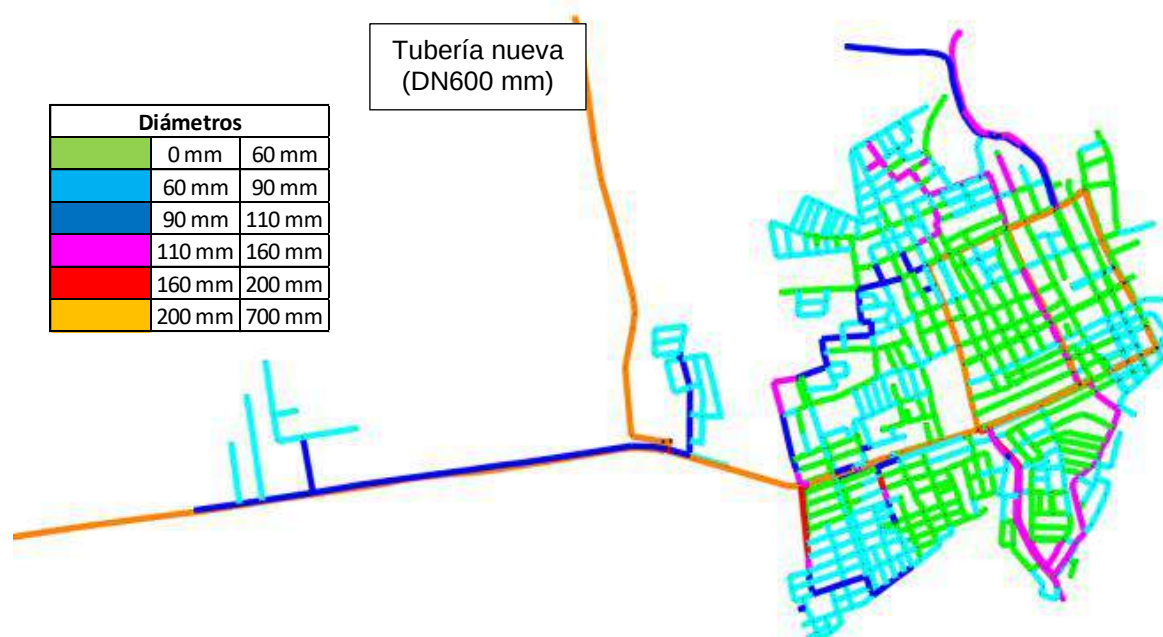
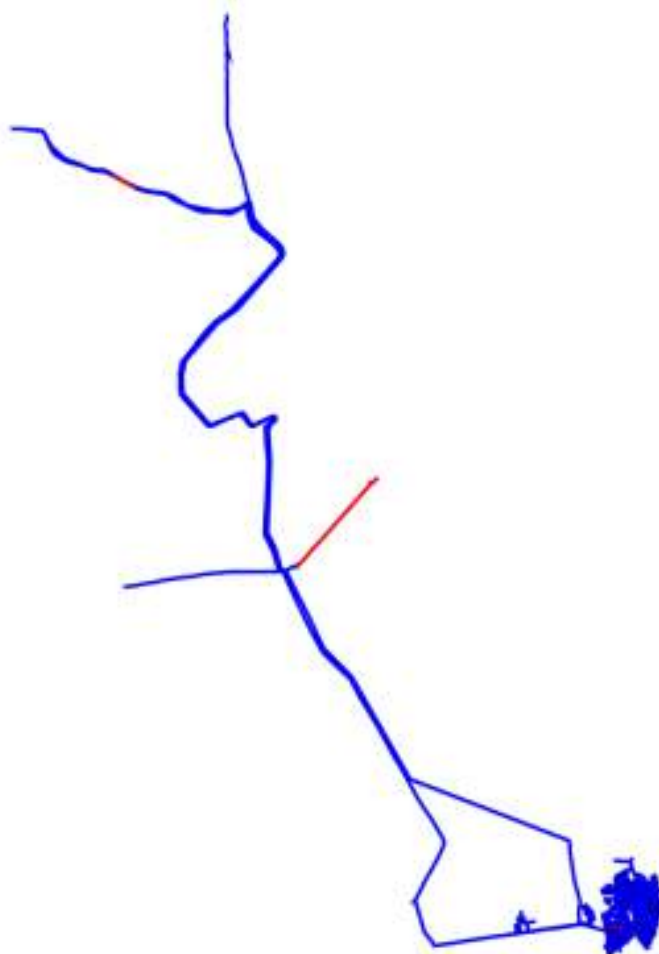


Figura 13.19: Modelo Escenario al 2026 Red de Distribución de AAPP (Posorja)**Figura 13.20:** Modelo Escenario al 2026 Acueductos de transporte y Distribución de AAPP – Renovación de tuberías propuesta (San Juan)

Se indica en rojo los tramos de tubería a renovar.

Figura 13.21: Modelo Escenario al 2026 Red de Distribución de AAPP – Renovación de tuberías propuesta (Posorja)

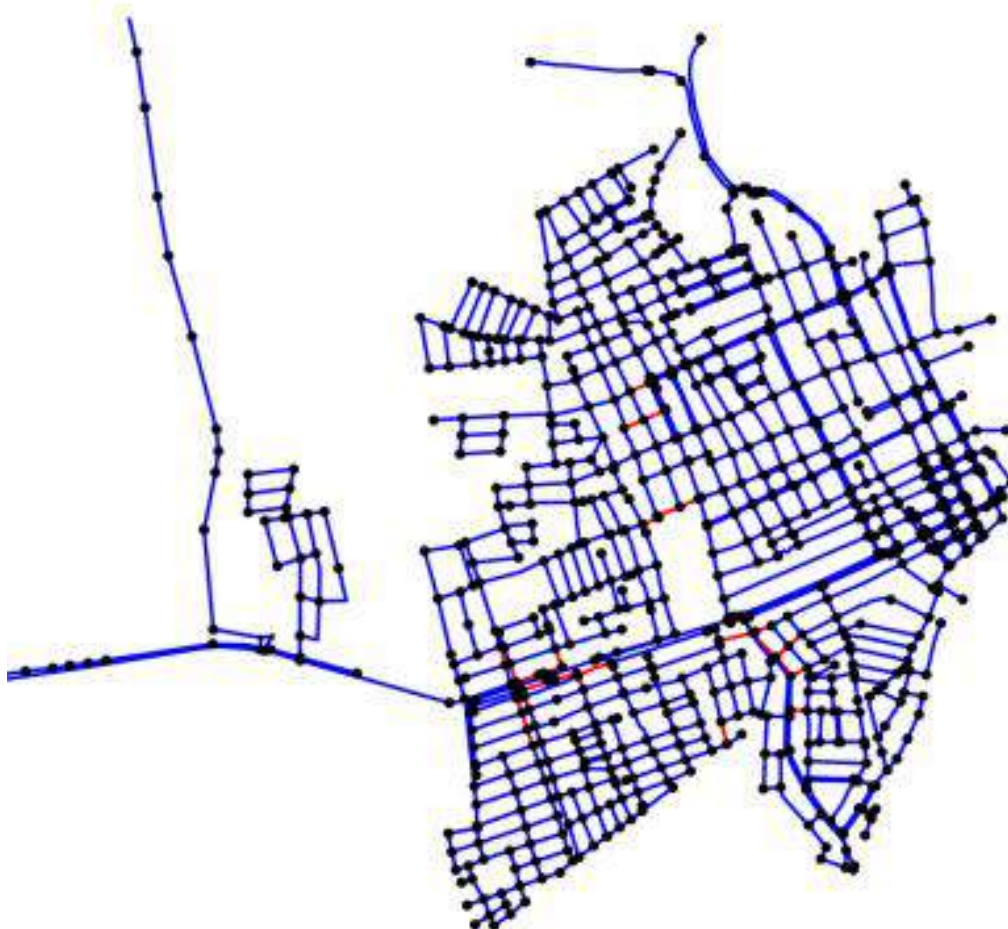


Figura 13.22: Modelo Escenario al 2026 Red de Distribución de AAPP – Cierres de Malla propuestos (Posorja)

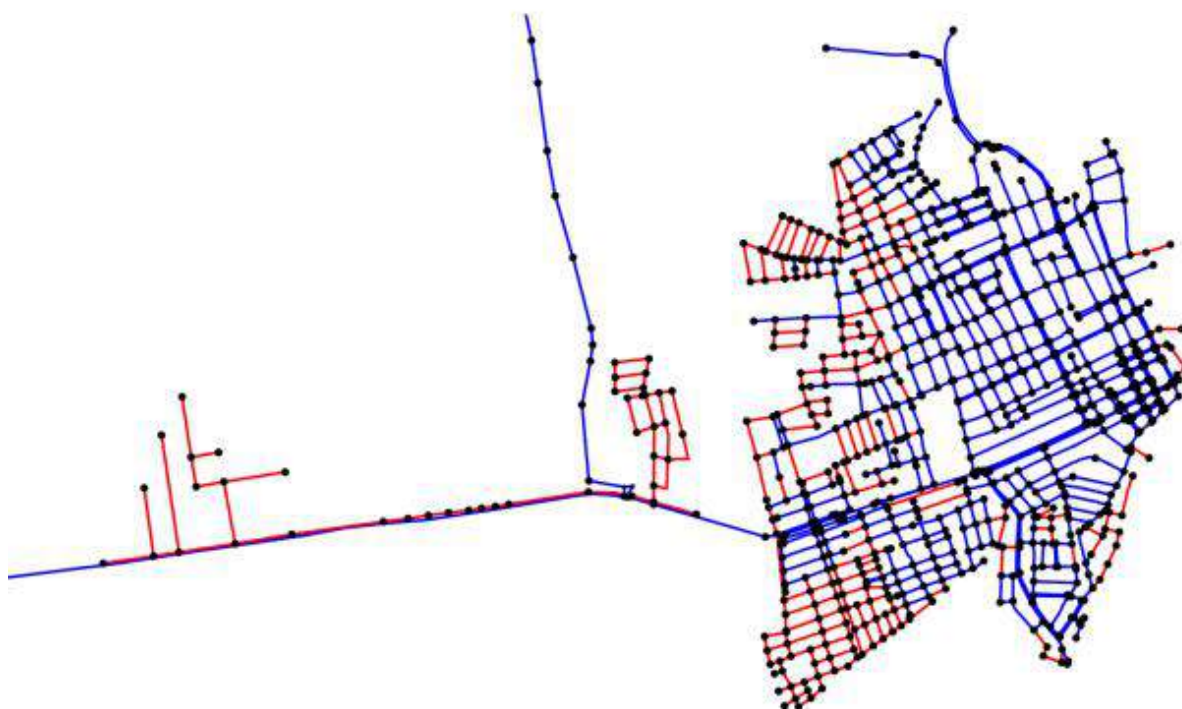


Figura 13.23: Modelo Escenario al 2026 Red Transporte y Distribución de AAPP – Velocidades máximas (San Juan)

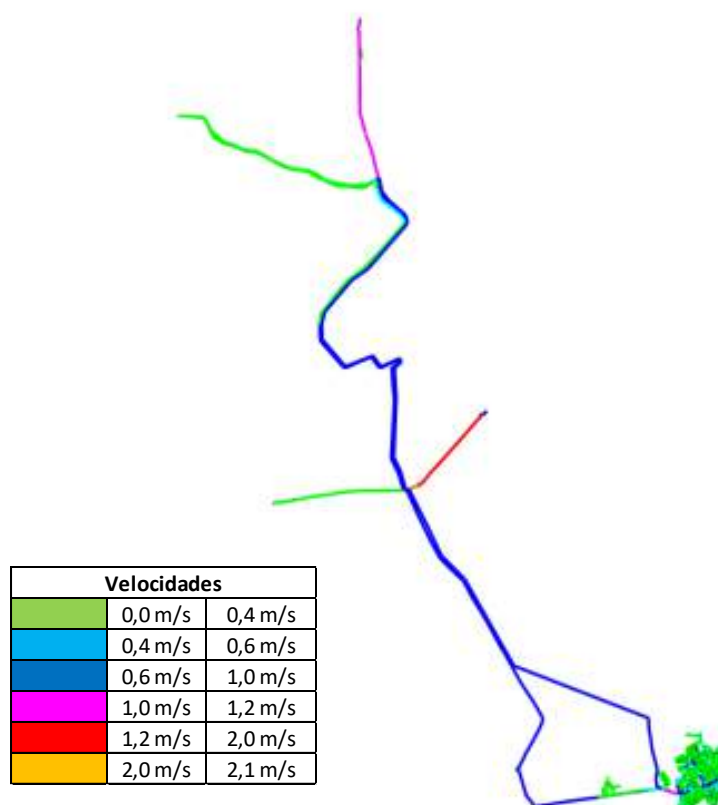


Figura 13.24: Modelo Escenario al 2026 Red de Distribución de AAPP – Velocidades máximas (Posorja)

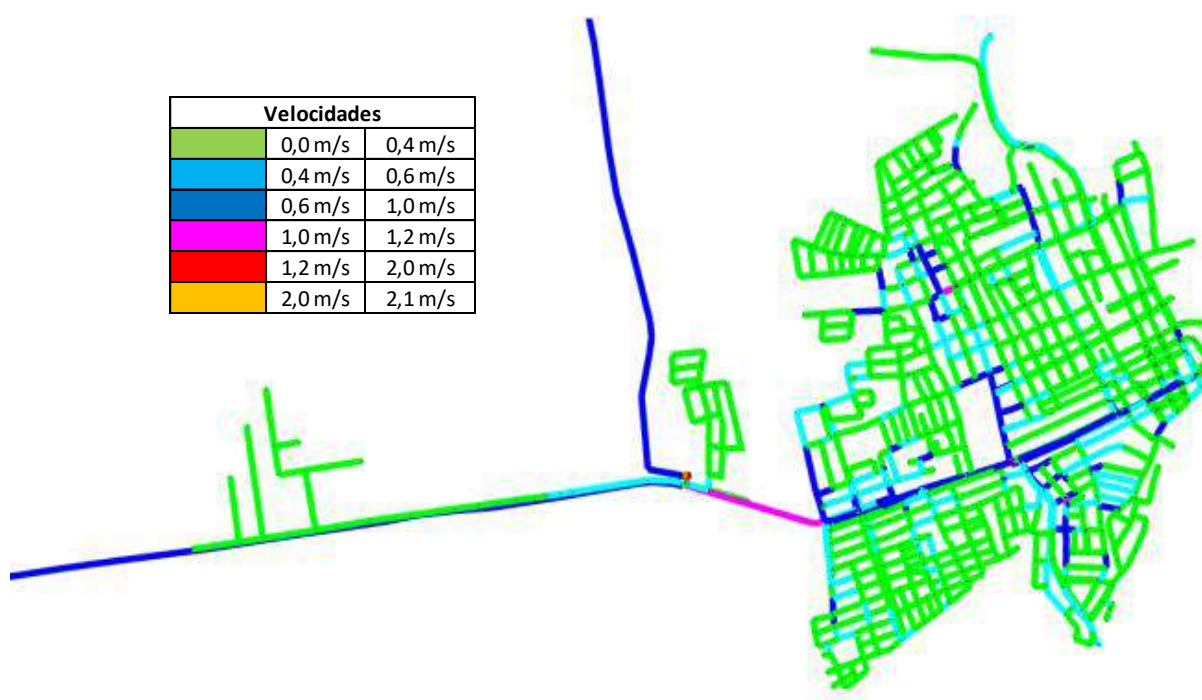


Figura 13.25: Modelo Escenario al 2026 Red de Distribución de AAPP – Presiones para Demanda máxima (Posorja)

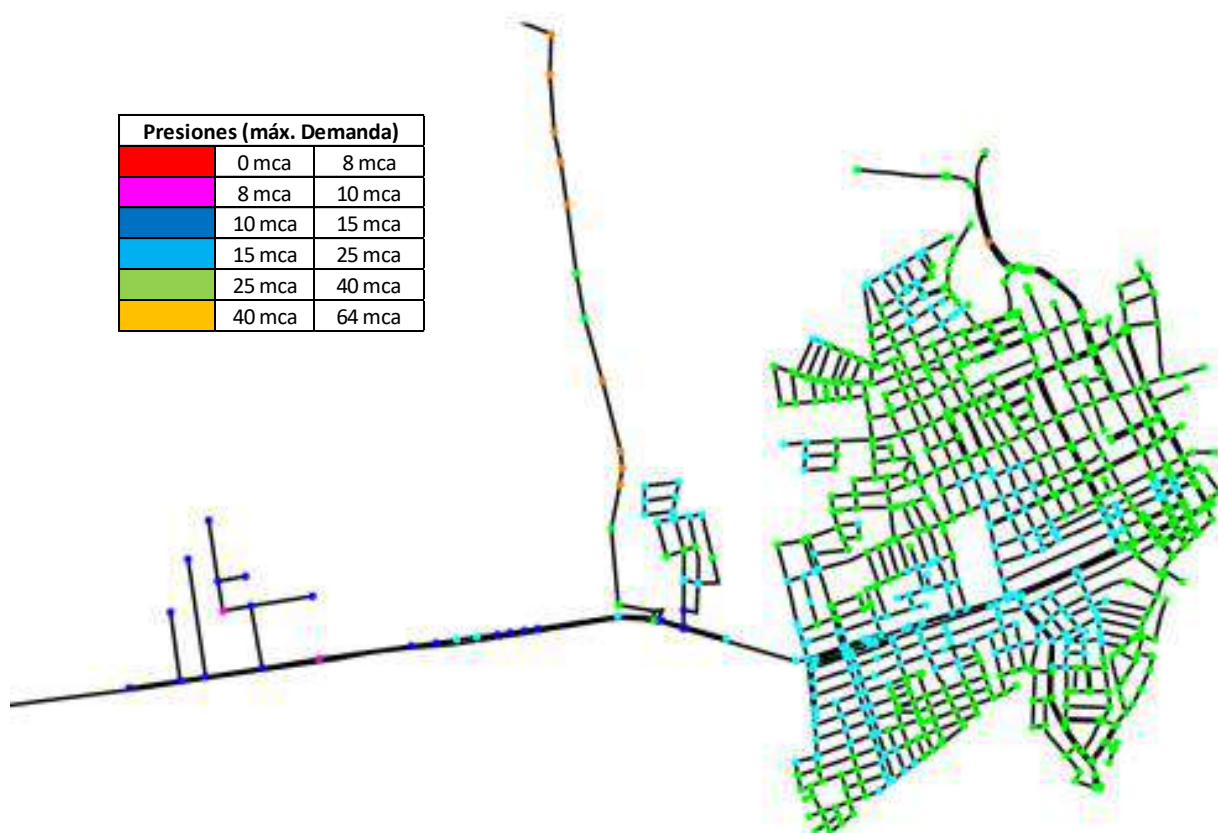


Figura 13.26: Modelo Escenario al 2026 Red de Transporte y de Distribución de AAPP – Presiones Máximas (San Juan)

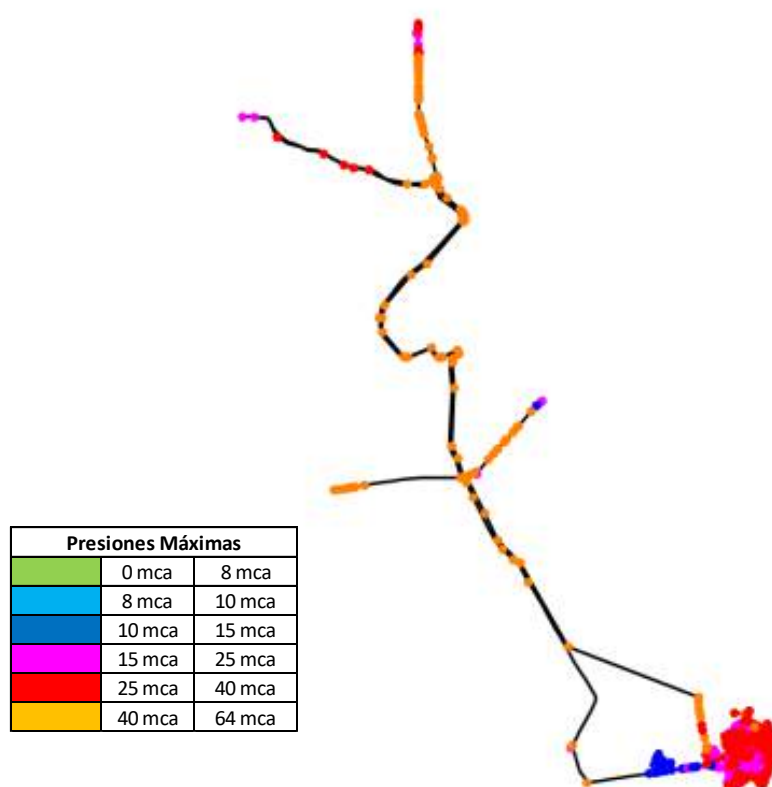


Figura 13.27: Modelo Escenario al 2026 Red de Distribución de AAPP – Presiones Máximas (Posorja)



Figura 13.28: Modelo Escenario al 2031 Red de Transporte y de Distribución de AAPP – Diámetros (San Juan)

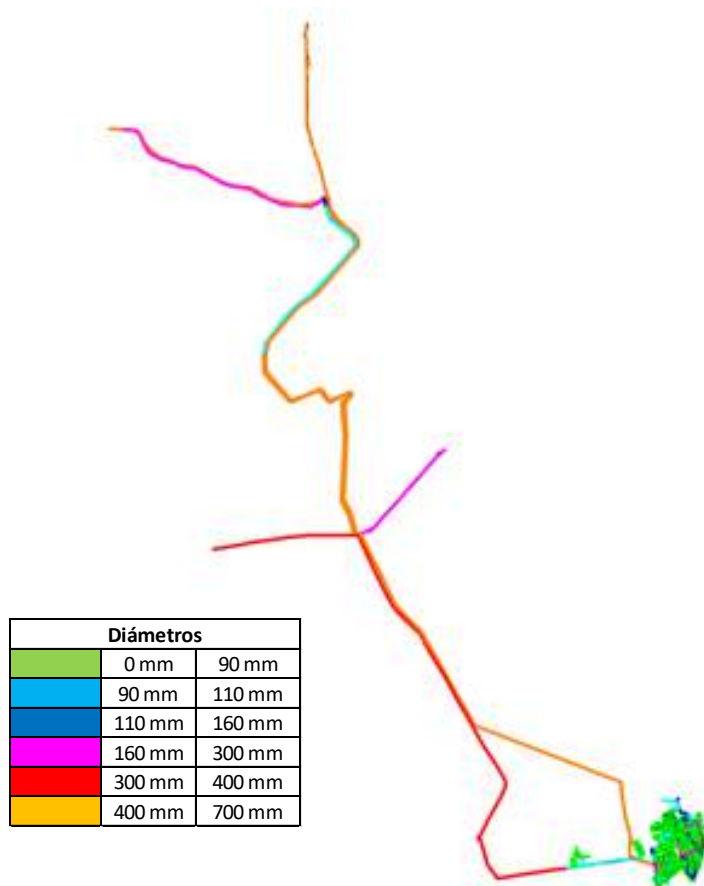


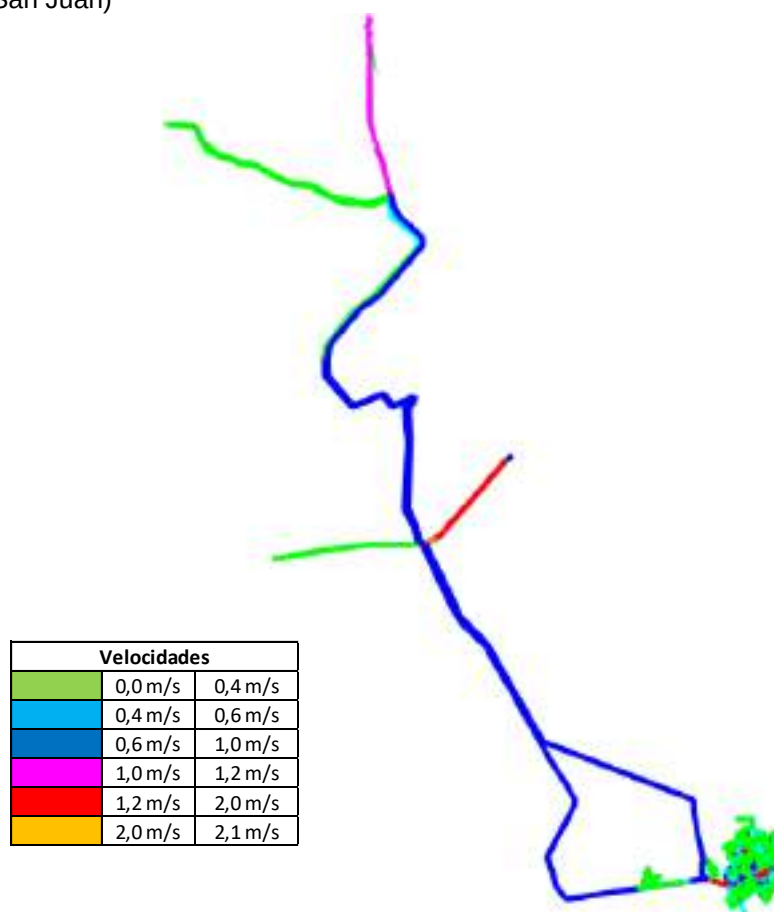
Figura 13.29: Modelo Escenario al 2031 Red de Distribución de AAPP – Diámetros (Posorja)**Figura 13.30:** Modelo Escenario al 2031 Red de Transporte y de Distribución de AAPP – Velocidades máximas (San Juan)

Figura 13.31: Modelo Escenario al 2031 Red de Distribución de AAPP – Velocidades máximas (Posorja)

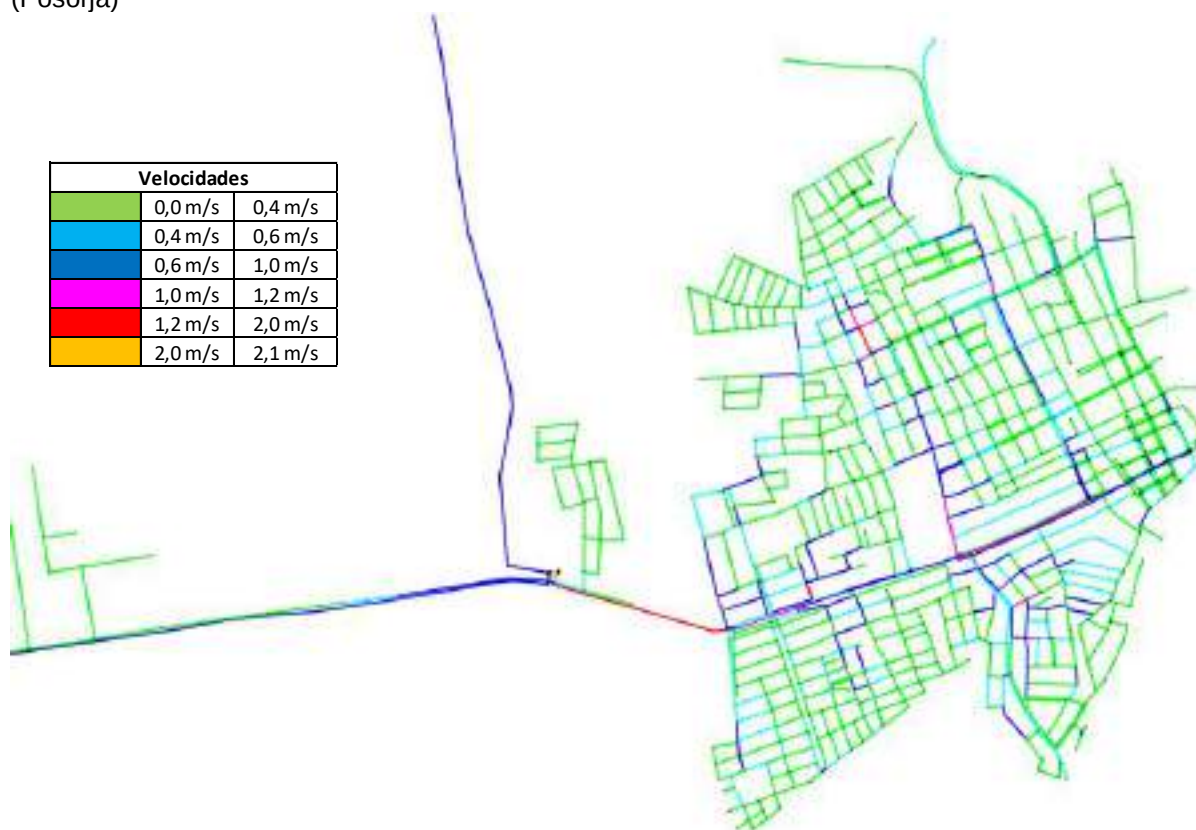


Figura 13.32: Modelo Escenario al 2031 Red de Distribución de AAPP – Presiones para Demanda máxima (Posorja)

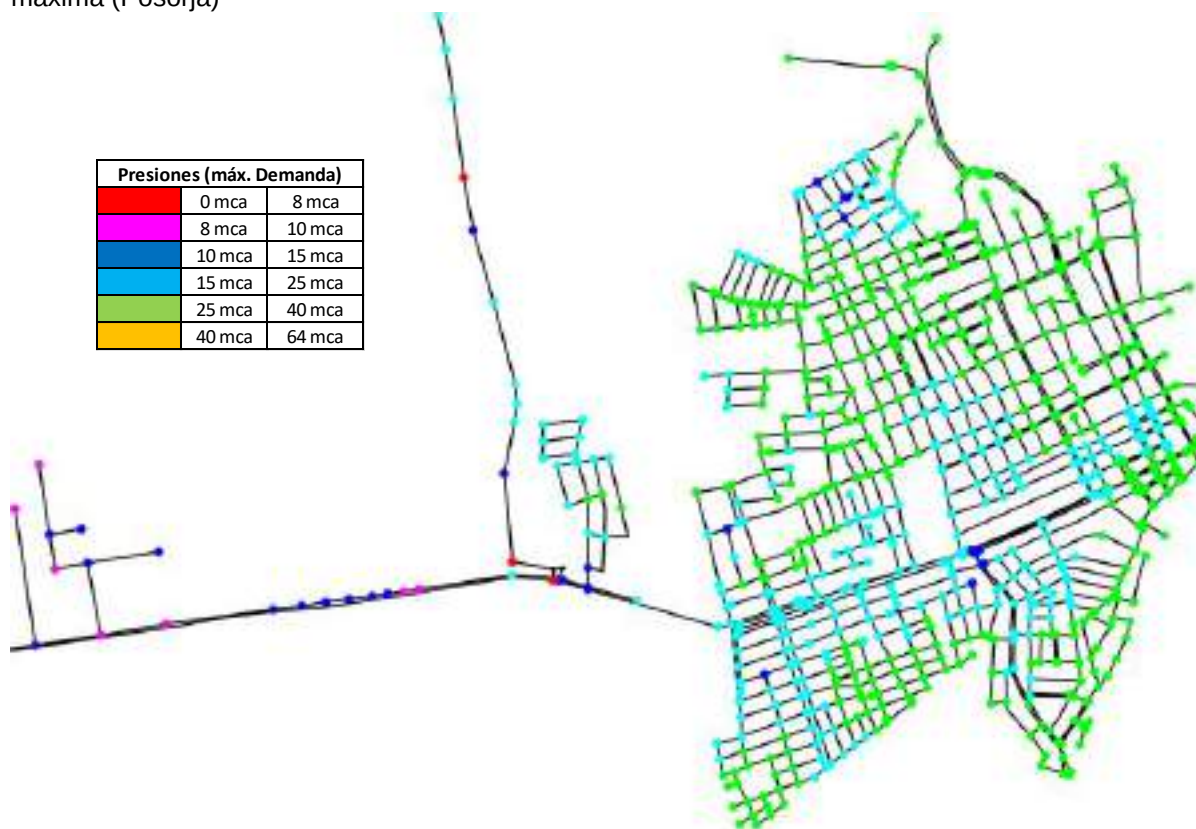


Figura 13.33: Modelo Escenario al 2031 Red de Transporte y de Distribución de AAPP – Presiones Máximas (Sistema San Juan)

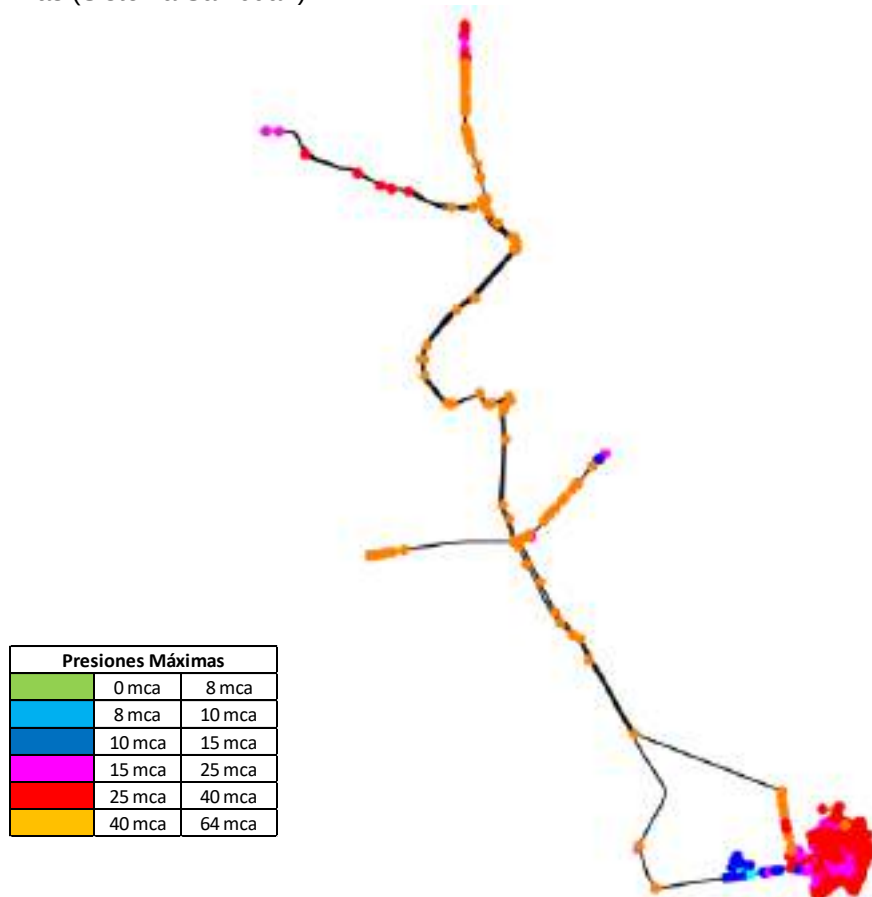


Figura 13.34: Modelo Escenario al 2031 Red de Distribución de AAPP – Presiones Máximas (Posorja)



Obras Nuevas en Acueductos y Reservas

Reservas

Se presenta en las Tablas siguientes el cálculo del balance de Reservas considerando lo definido en el Manual de Diseño de Acueductos (MA-OED-004) de IA.

Tabla 13.73: Balance de Volúmenes de Reservas (Posorja)

ESCENARIO	CONSUMO MEDIO		COEF. Kmd	Consumo Max d	ANC	Demanda máx. d	% Almac.	Vol. Almac. necesario	Vol. Almac. total actual	Balance Almac.	Vol. Almac. a construir	Vol. Almac. Total	Vol. T.E. a construir	Vol. Cisterna a construir
	(m³/mes)	(m³/d)		(m³/d)	(%)	(m³/d)	%	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
2026	275.383	9.054	1,5	13.581	38%	21.904	25%	5.476	2.600	-2.876	2.700	5.300	200	2.500
2031	351.467	11.555	1,5	17.333	33%	25.870	25%	6.467	5.300	-1.167	1.250	6.550		1.250

Tabla 13.74: Balance de Volúmenes de Reservas (Puerto El Morro)

ESCENARIO	CONSUMO MEDIO		COEF. Kmd	Consumo Max d	ANC	Demanda máx. d	% Almac.	Vol. Almac. necesario	Vol. Almac. total actual	Balance Almac.	Vol. Almac. a construir	Vol. Almac. Total
	(m³/mes)	(m³/d)		(m³/d)	(%)	(m³/d)	%	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
2026	36.702	1.207	1,5	1.810	38%	2.919	30%	876	0	-876	850	850
2031	37.629	1.237	1,5	1.856	33%	2.770	30%	831	850	19	0	850

Tabla 13.75: Balance de Volúmenes de Reservas (El Morro)

ESCENARIO	CONSUMO MEDIO		COEF. Kmd	Consumo Max d	ANC	Demanda máx. d	% Almac.	Vol. Almac. necesario	Vol. Almac. total actual	Balance Almac.	Vol. Almac. a construir
	(m³/mes)	(m³/d)		(m³/d)	(%)	(m³/d)	%	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
2026	29.178	959	1,5	1.439	38%	2.321	30%	696	0	-696	750
2031	33.825	1.112	1,5	1.668	33%	2.490	30%	747	750	3	0

Tabla 13.76: Balance de Volúmenes de Reservas (Data de Posorja)

ESCENARIO	CONSUMO MEDIO		COEF. Kmd	Consumo Max d	ANC	Demanda máx. d	% Almac.	Vol. Almac. necesario	Vol. Almac. total actual	Balance Almac.	Vol. Almac. a construir
	(m³/mes)	(m³/d)		(m³/d)	(%)	(m³/d)	%	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
2026	21.951	722	1,5	1.083	38%	1.746	30%	524	0	-524	500
2031	22.505	740	1,5	1.110	33%	1.656	30%	497	500	3	0

Del análisis anterior se proponen las siguientes obras:

5° Quinquenio

Posorja:

En la actualidad existe una reserva de 2.600 m³, la cual abastece a toda la red.

Existe un proyecto para construir una Reserva nueva de igual capacidad a la existente, ubicada al lado de la misma, para trabajar en paralelo.

No obstante, lo anterior, como se explicó anteriormente, es necesario considerar para el Escenario a futuro un Tanque elevado, por lo cual, se propone una modificación a dicho proyecto de ampliación de Reservas, incorporando nuevas Cisternas, una EB y un Tanque elevado.

- ✓ Se propone ampliar la capacidad actual construyendo:
 - 2 Cisternas a nivel de terreno de 1.250 m³ c/u.
 - Sistema de bombeo a Tanque elevado: 2 equipos (configuración 1+1) de 60 HP c/u.
 - Reserva Elevada de 200 m³. La altura desde el nivel de terreno hasta la base de la cuba adoptada es 13 metros.

Puerto El Morro:

- ✓ Se propone ampliar la capacidad actual construyendo:
 - Reserva de 850 m³. La altura desde el nivel de terreno a la base de la cuba adoptada es de 5 metros.

El Morro:

- ✓ Se propone ampliar la capacidad actual construyendo:
 - Reserva de 750 m³. La altura desde el nivel de terreno a la base de la cuba adoptada es de 13 metros.

Data de Posorja:

- ✓ Se propone ampliar la capacidad actual construyendo:
 - Reserva de 500 m³. La altura desde el nivel de terreno a la base de la cuba adoptada es de 14 metros.

6° Quinquenio

Posorja Cabecera:

- ✓ Se propone ampliar la capacidad total construyendo:
 - 1 Cisterna a nivel de terreno de 1.250 m³.

Acueductos de Transporte

Del análisis de los resultados de los Modelos, como se mencionó anteriormente, surge la necesidad de construir un Refuerzo del Acueducto de Transporte hacia Posorja.

Por lo cual, se propone la siguiente obra:

5° Quinquenio

- ✓ Construcción de Nuevo Acueducto de DN 600 mm y 23.6 km de extensión.

Capacidad de bombeo disponible en la EBAT (Salida de la Planta San Juan)

Según las proyecciones de las Demandas máximas diarias para todo el Sistema, para los Años 2026 y 2031, se observa que las mismas son menores a la Capacidad de diseño de la EBAT para la Fase 2 (400 l/s) y por supuesto a la Fase 3 (600 l/s).

Según la información presentada en el informe de Diagnóstico, actualmente existen 3 equipos de bombeo (configuración 2+1), por lo cual, para el 5° Quinquenio será necesario agregar un equipo más (configuración 3+1) de iguales características a las existentes.

5° Quinquenio

- ✓ Instalación de un equipo de bombeo en la EBAT San Juan (Potencia motor = 184 Kw).

Obras Nuevas en Redes de Distribución

No se prevén obras dentro de este Rubro.

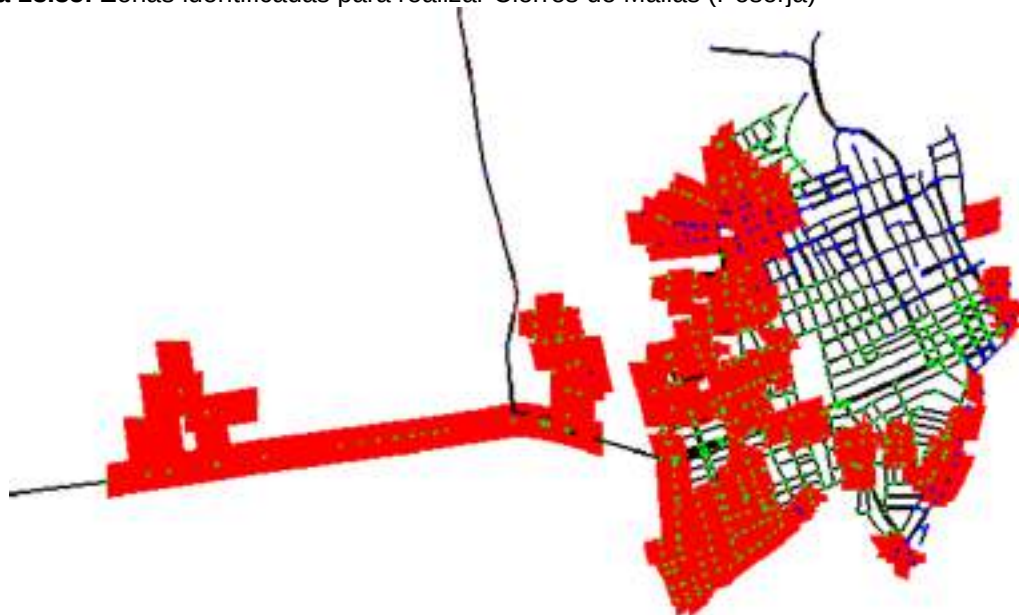
Expansión de Redes de Distribución

No se prevén obras dentro de este Rubro.

Expansión por Cierres de Malla

En Posorja se observan en la actualidad varios sectores en donde es necesario realizar Cierres de Mallas. En la siguiente figura se identifican dichos sectores considerados:

Figura 13.35: Zonas identificadas para realizar Cierres de Mallas (Posorja)



De los resultados, el detalle de las obras a realizar es el siguiente:

5° Quinquenio

- ✓ 19 km de tuberías de DN75 mm
- ✓ 4,7 km de tuberías de DN110 mm
- ✓ 425 m de tuberías de DN160 mm

Renovación y Rehabilitación en Reservorios Principales, Estaciones de Bombeo y Cisternas

Como se indicó en la etapa de Diagnóstico, en los Reservorios y Cisternas no se identificaron mayores problemas.

Para las Estaciones de Bombeo se ha considerado a los efectos de las previsiones de la Actualización del Plan Maestro una vida útil de las bombas, motores y tableros eléctricos de 10 años. Esto implica que debe realizarse una renovación integral del 100% de los equipos electromecánicos y eléctricos de las diferentes estaciones de bombeos cada dos quinquenios.

El Sistema está en servicio desde el año 2019, por lo cual, se prevé la renovación integral de estas instalaciones en el 6° Quinquenio.

Se señala que las inversiones necesarias para la automatización y monitoreo de las Estaciones de Bombeo y Cisternas mediante sistema SCADA son consideradas en el Capítulo correspondiente a Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica.

5° Quinquenio

- ✓ Renovación de 3 equipos de bombeo en la EBAT San Juan (Potencia = 184 Kw c/u)

Renovación y Rehabilitación de Redes de Distribución

Por déficit de capacidad de transporte o nivel de presiones insuficiente

De acuerdo con los resultados de los Modelos confeccionados surge la necesidad de realizar Renovaciones de algunos tramos porque presentan para los Escenarios a futuro velocidades por encima de las admisibles ó zonas con presiones mínimas por debajo de la admisible.

5° Quinquenio

- ✓ Renovación de 160 m de tubería DN63 mm
- ✓ Renovación de 660 m de tubería DN75 mm
- ✓ Renovación de 270 m de tubería DN110 mm
- ✓ Renovación de 400 m de tubería DN160 mm
- ✓ Renovación de 3.400 m de tubería DN200 mm
- ✓ Renovación de 60 m de tubería DN250 mm

Sistema San Lorenzo**Modelo hidráulico de la Red de Distribución (Escenarios a futuro)**

En este apartado se presenta el análisis y los resultados del estudio del sistema a futuro (Escenario al año 2.026: 5° Quinquenio y al año 2.031: 6° Quinquenio) utilizando los Modelos hidráulicos confeccionados.

Resultados de los Modelos hidráulicos para los Escenarios 5° Q y 6° Q

A continuación, se presentan los gráficos de salida de los Modelos, en donde se pueden observar:

- Esquema y Diámetros del Sistema

- Velocidades máximas en tramos
- Presiones para Demanda máxima
- Presiones máximas

Para cada caso, se presentan por separado los gráficos de las zonas de San Lorenzo, Sabana Grande y Puerto Sabana Grande, dada la extensión de los mismos.

Se observa que se logran en general los objetivos de diseño que son:

- Presiones en nodos para Máx. Demanda ≥ 10 mca
- Presiones máximas en nodos < 40 mca
- Velocidades en tuberías dentro de rangos admisibles

Figura 13.36: Esquema del Modelo de la Red de Distribución (zona San Lorenzo) - Escenario al Año 2026 (Sistema San Lorenzo)

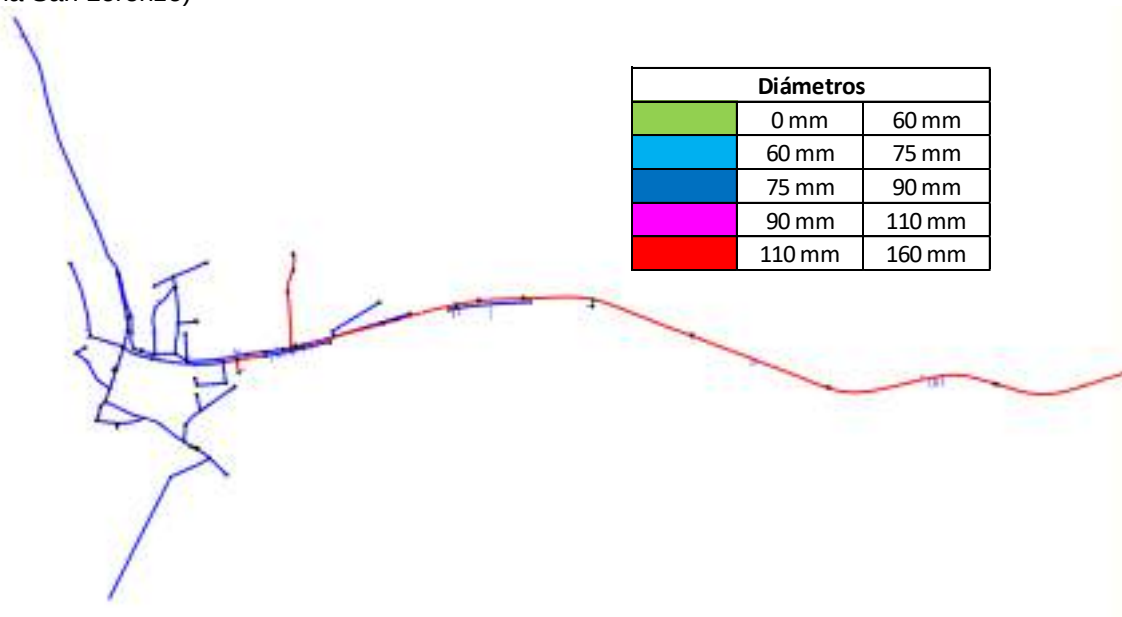


Figura 13.37: Esquema del Modelo de la Red de Distribución (zona Sabana Grande) - Escenario al Año 2026 (Sistema San Lorenzo)

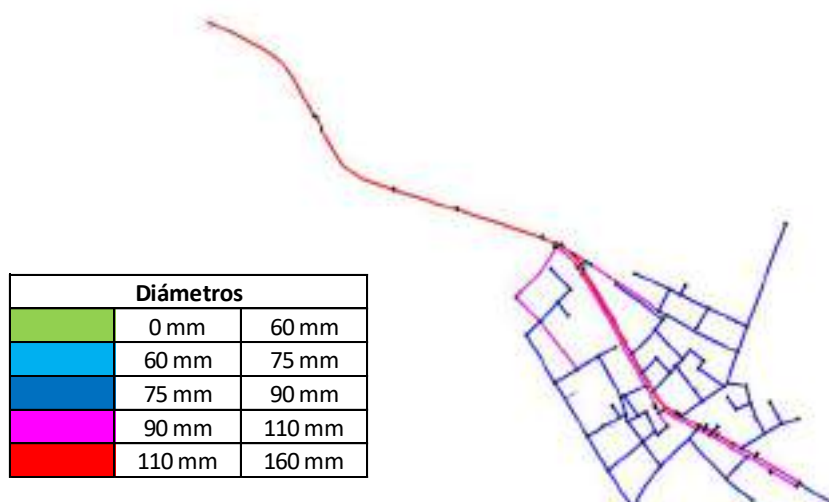


Figura 13.38: Esquema del Modelo de la Red de Distribución (zona Puerto Sabana Grande) - Escenario al Año 2026 (Sistema San Lorenzo)

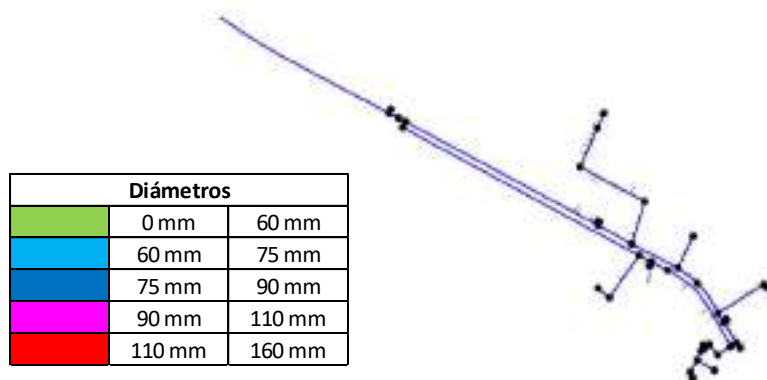


Figura 13.39: Modelo de la Red de Distribución (zona San Lorenzo) - Escenario al Año 2026 – Velocidades máximas (Sistema San Lorenzo)

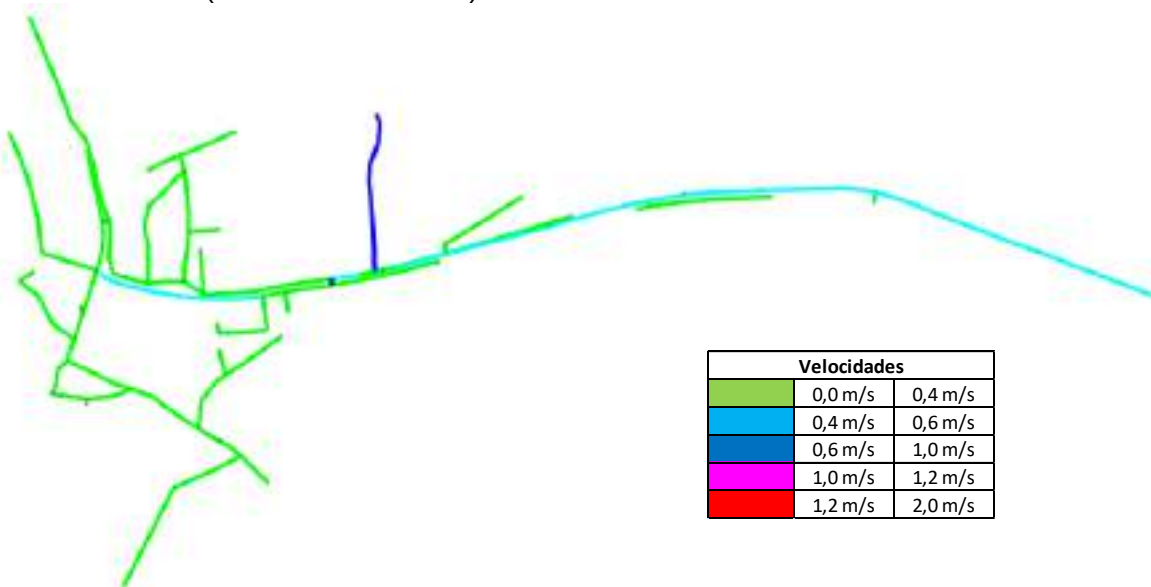


Figura 13.40: Modelo de la Red de Distribución (zona Sabana Grande) - Escenario al Año 2026 – Velocidades máximas (Sistema San Lorenzo)



Figura 13.41: Modelo de la Red de Distribución (zona Puerto Sabana Grande) - Escenario al Año 2026 – Velocidades máximas (Sistema San Lorenzo)

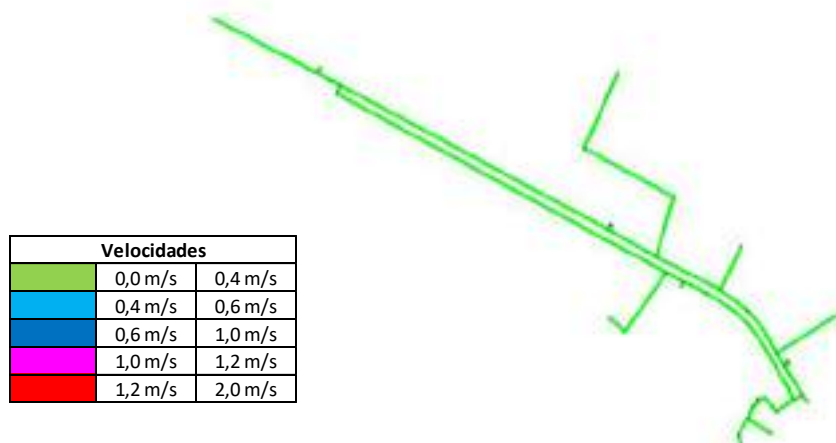


Figura 13.42: Modelo de la Red de Distribución (zona San Lorenzo) - Escenario al Año 2026 – Presiones para Máxima Demanda (Sistema San Lorenzo)

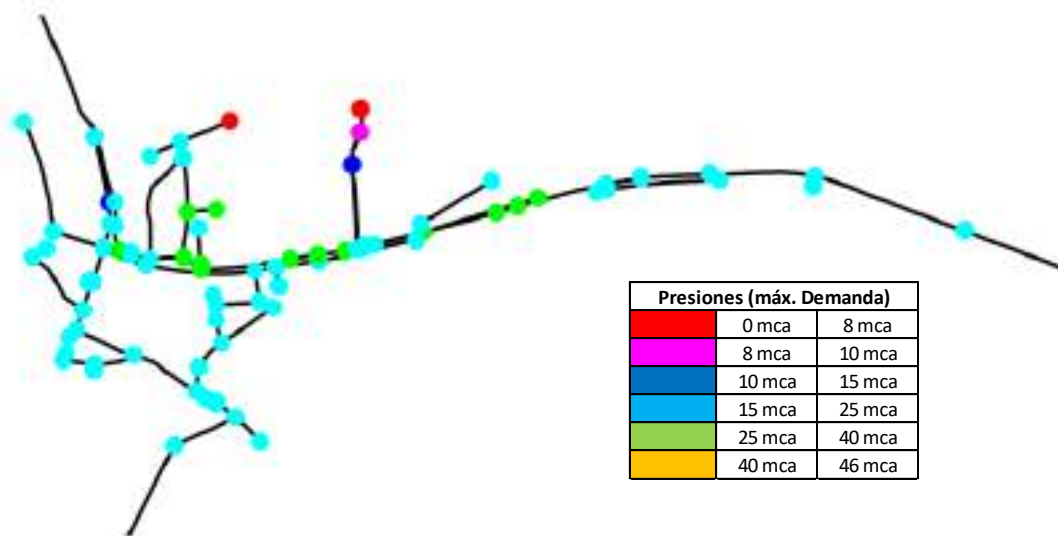


Figura 13.43: Modelo de la Red de Distribución (zona Sabana Grande) - Escenario al Año 2026 – Presiones para Máxima Demanda (Sistema San Lorenzo)

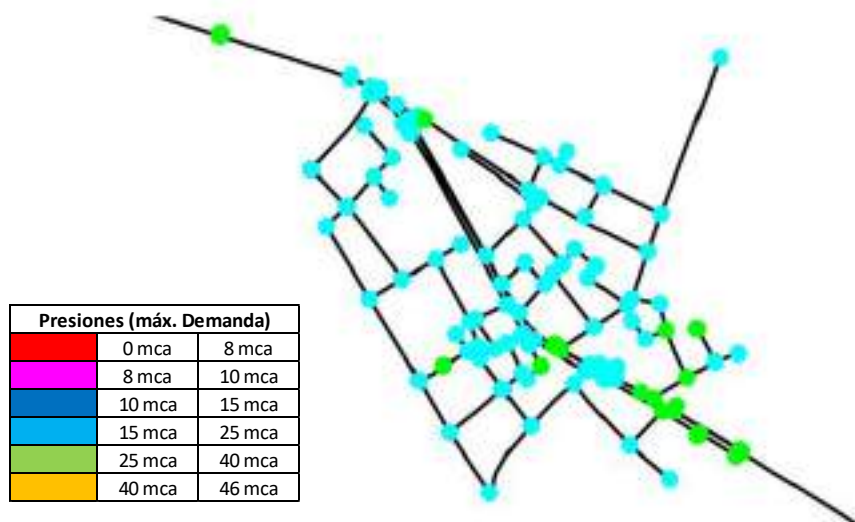


Figura 13.44: Modelo de la Red de Distribución (zona Puerto Sabana Grande) - Escenario al Año 2026 – Presiones para Máxima Demanda (Sistema San Lorenzo)

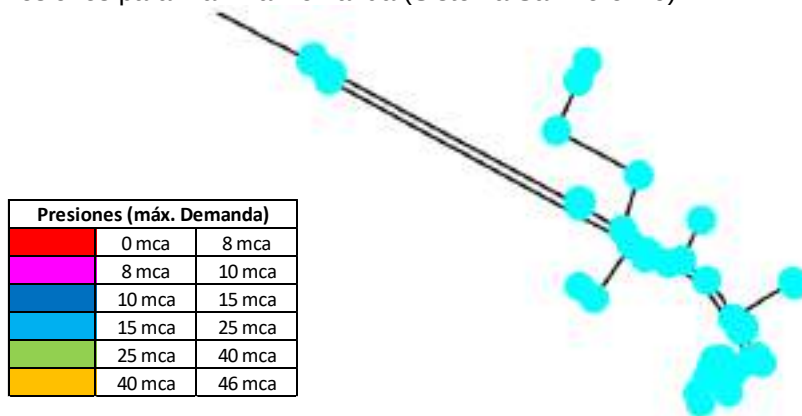


Figura 13.45: Modelo de la Red de Distribución (zona San Lorenzo) - Escenario al Año 2026 – Presiones Máximas (Sistema San Lorenzo)

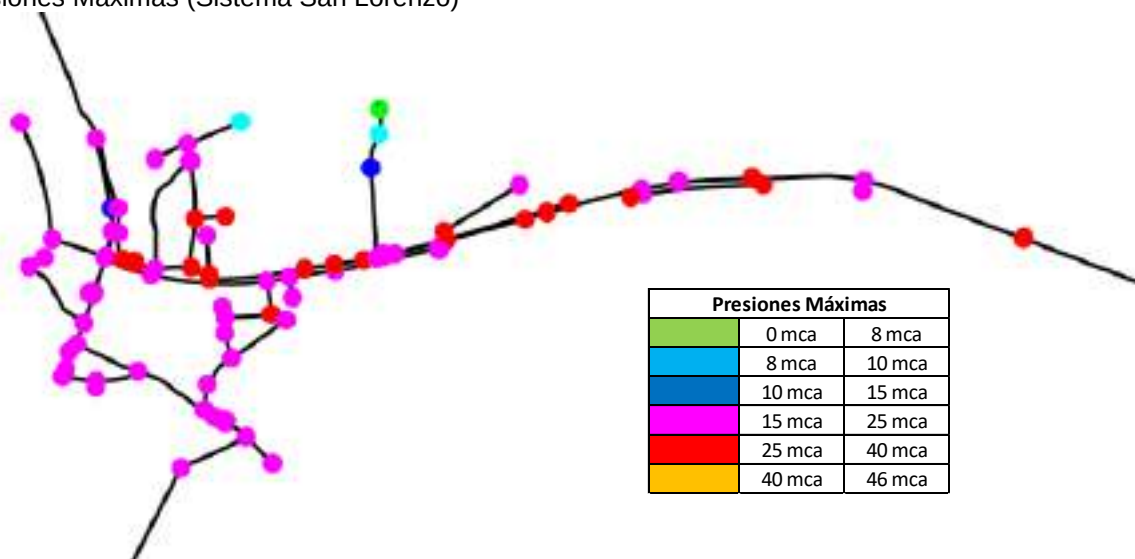


Figura 13.46: Modelo de la Red de Distribución (zona Sabana Grande) - Escenario al Año 2026 – Presiones Máximas (Sistema San Lorenzo)

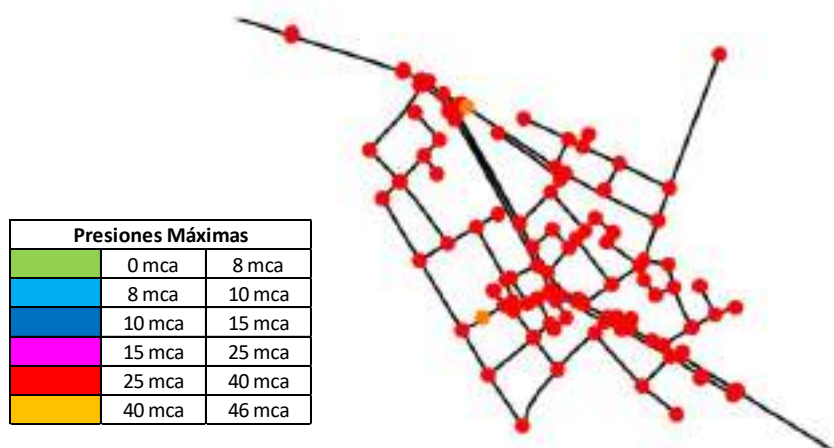


Figura 13.47: Modelo de la Red de Distribución (zona Puerto Sabana Grande) - Escenario al Año 2026 – Presiones Máximas (Sistema San Lorenzo)

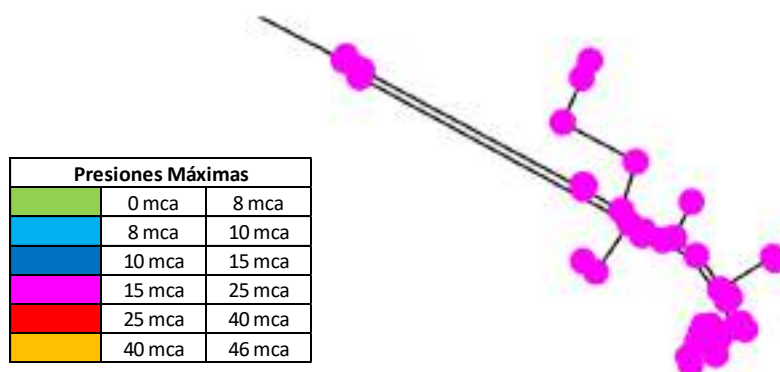


Figura 13.48: Modelo de la Red de Distribución (zona San Lorenzo) - Escenario al Año 2031 – Velocidades máximas (Sistema San Lorenzo)

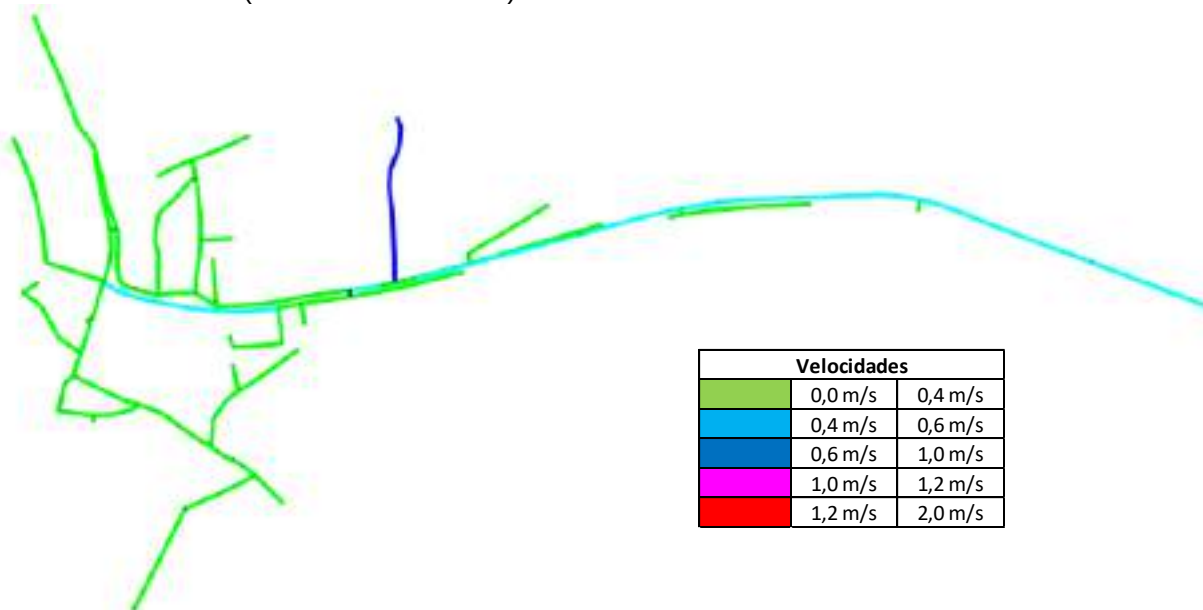


Figura 13.49: Modelo de la Red de Distribución (zona Sabana Grande) - Escenario al Año 2031 – Velocidades máximas (Sistema San Lorenzo)

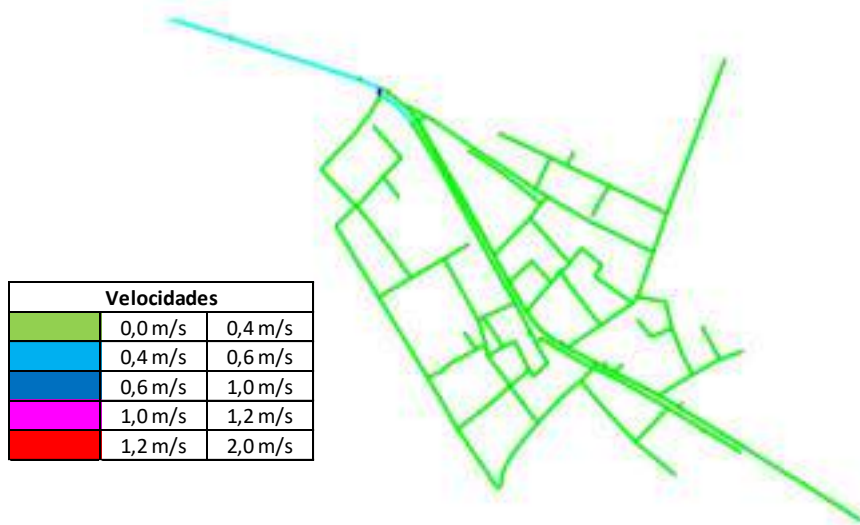


Figura 13.50: Modelo de la Red de Distribución (zona Puerto Sabana Grande) - Escenario al Año 2031 – Velocidades máximas (Sistema San Lorenzo)

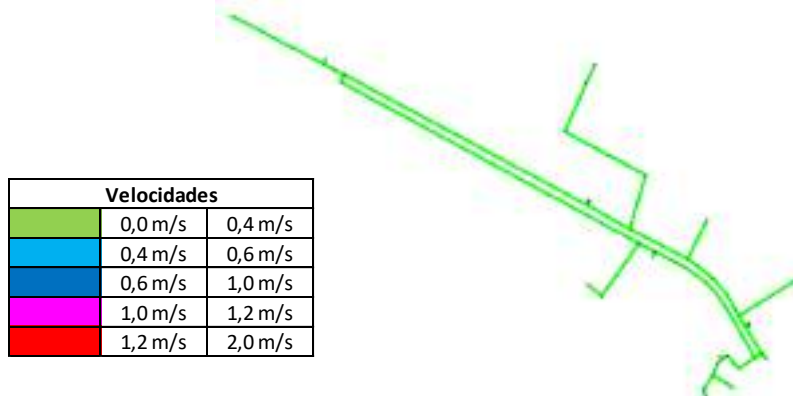


Figura 13.51: Modelo de la Red de Distribución (zona San Lorenzo) - Escenario al Año 2031 – Presiones para Máxima Demanda (Sistema San Lorenzo)

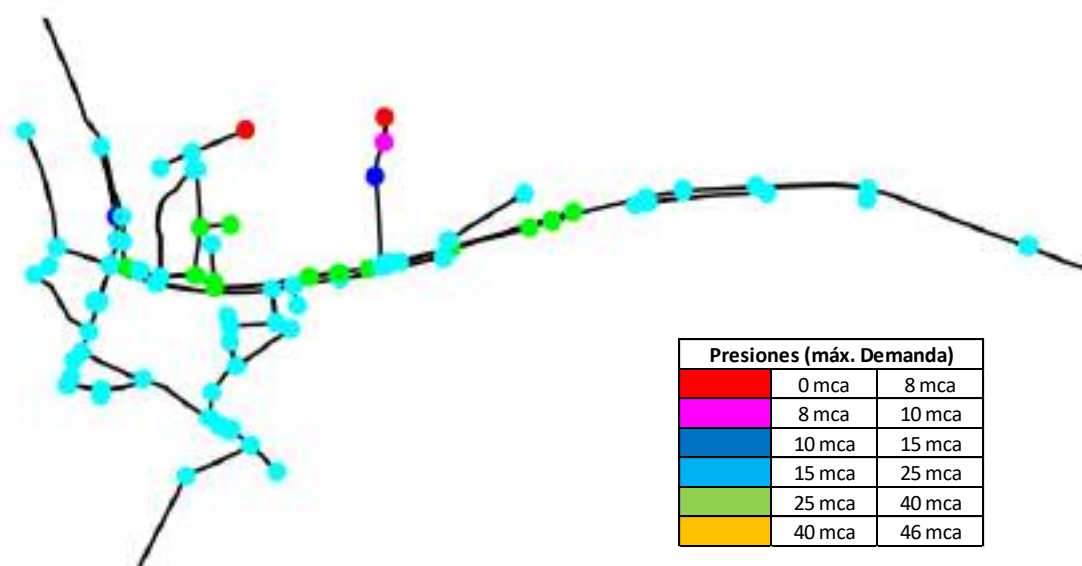


Figura 13.52: Modelo de la Red de Distribución (zona Sabana Grande) - Escenario al Año 2031 – Presiones para Máxima Demanda (Sistema San Lorenzo)

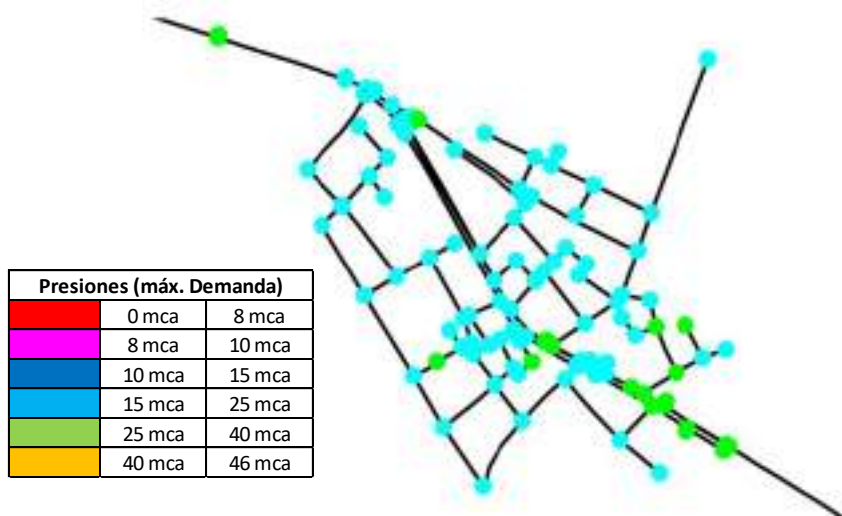


Figura 13.53: Modelo de la Red de Distribución (zona Puerto Sabana Grande) - Escenario al Año 2031 – Presiones para Máxima Demanda (Sistema San Lorenzo)

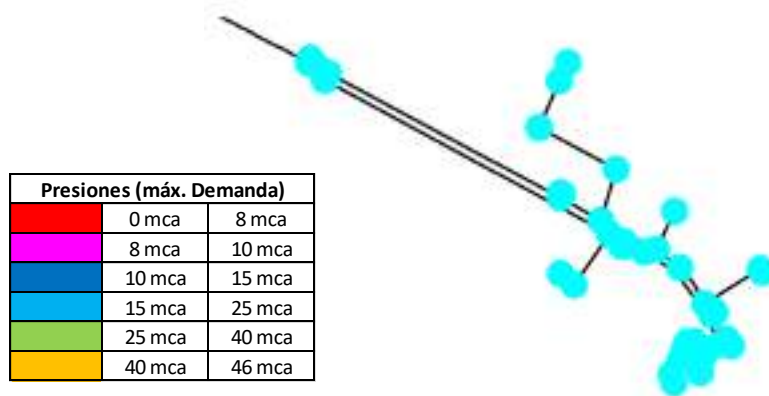


Figura 13.54: Modelo de la Red de Distribución (zona San Lorenzo) - Escenario al Año 2031 – Presiones Máximas (Sistema San Lorenzo)

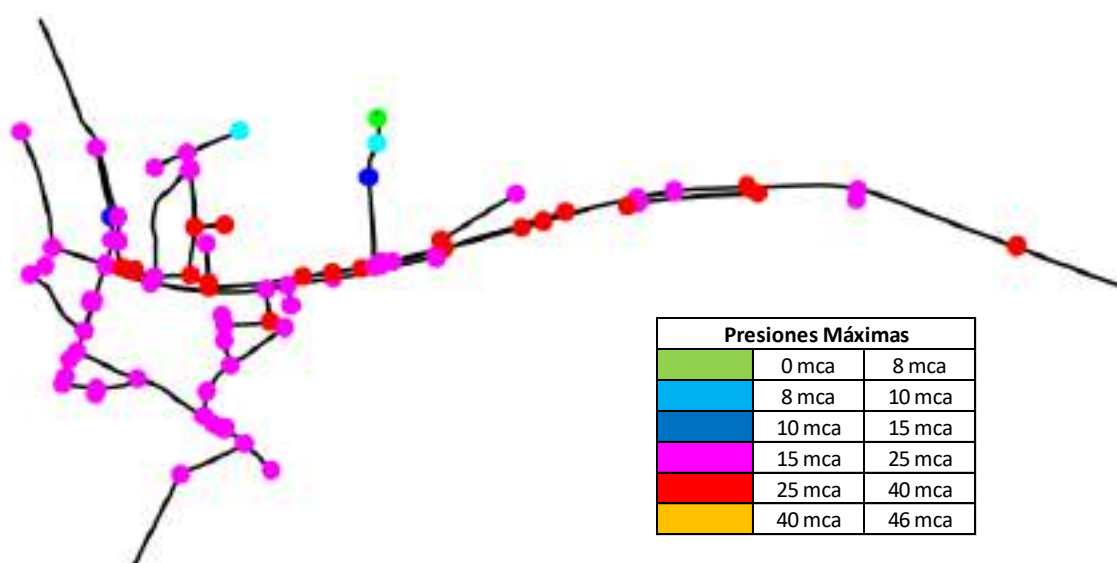


Figura 13.55: Modelo de la Red de Distribución (zona Sabana Grande) - Escenario al Año 2031 – Presiones Máximas (Sistema San Lorenzo)

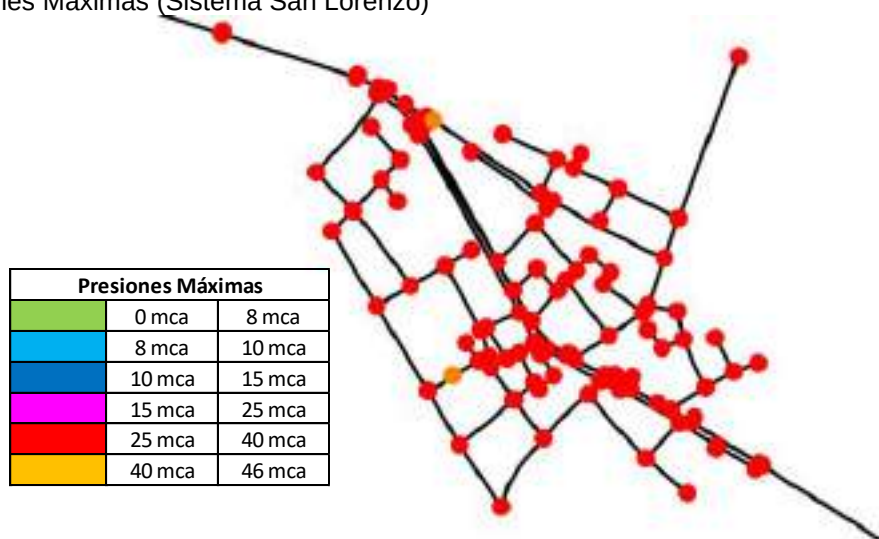
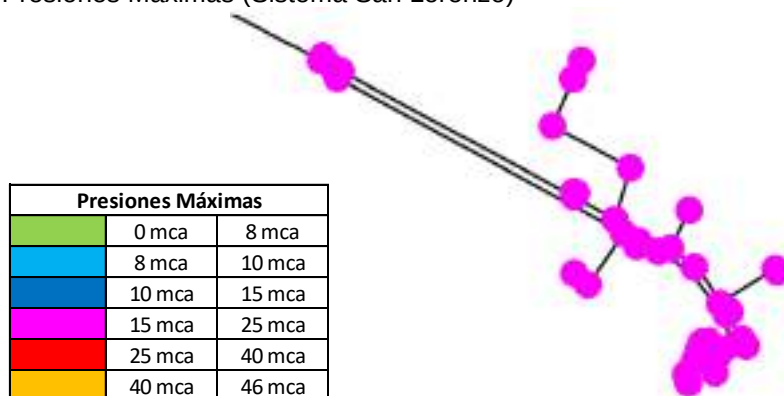


Figura 13.56: Modelo de la Red de Distribución (zona Puerto Sabana Grande) - Escenario al Año 2031 – Presiones Máximas (Sistema San Lorenzo)



Obras Nuevas en Acueductos y Reservas

Reservas

Se presenta en la Tabla siguiente el cálculo del balance de Reservas considerando lo definido en el Manual de Diseño de Acueductos (MA-OED-004) de IA.

Tabla 13.77: Balance de Volúmenes de Reservas (San Lorenzo)

ESCENARIO	CONSUMO MEDIO		ANC	Demanda máx. d	% Almacenam	Vol Almac necesario	Vol Almac total actual	Balance Almac	Vol Almac a constr
	(m³/mes)	(m³/d)							
2026	3.630	119	19%	222	30%	67	230	163	0
2031	3.904	128	19%	239	30%	72	230	158	0

Del análisis anterior surge que no es necesario ampliar las capacidades de Reservas.

Acueductos de Transporte

Según la información extraída del informe “DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA SAN LORENZO DEL MATE, SABANA GRANDE Y PUERTO SABANA GRANDE (EMAPAG-EP) - Año 2014”, la capacidad de bombeo instalada en la EBAT (bombeo al Tanque Alto) es de 230 GPM (14,5 l/s) a 130 pies (39,62 mca) con 2 bombas (configuración 1+1).

Según la Demanda máxima diaria prevista para los Escenarios a futuro, se observa que son menores a la capacidad de bombeo instalada, por lo cual, no resulta necesario ampliar dicha capacidad.

Regulación de presiones:

Según los Modelos confeccionados, en la zona de Puerto Sabana Grande, en ambos Escenarios, se observan Presiones máximas por encima de 40 mca, aunque no son valores muy superiores a ese límite (46/48 mca). No obstante, se considerará la instalación de una Válvula Reductora de Presión en la tubería de DN90 mm de alimentación a la red de Puerto Sabana Grande.

5° Quinquenio

- ✓ Instalación de Válvula Reductora de Presión DN90 mm (Puerto Sabana Grande)

Obras Nuevas en Redes

No se prevén obras dentro de este Rubro.

Expansión de Redes de Distribución

No se prevén obras dentro de este Rubro.

Expansión por Cierres de Malla

No se prevén obras dentro de este Rubro.

Renovación y Rehabilitación en Reservorios Principales, Estaciones de Bombeo y Cisternas

Como se indicó en la etapa de Diagnóstico, en los Reservorios y Cisternas no se identificaron mayores problemas.

Para las Estaciones de Bombeo se ha considerado a los efectos de las previsiones de la Actualización del Plan Maestro una vida útil de las bombas, motores y tableros eléctricos de 10 años. Esto implica que debe realizarse una renovación integral del 100% de los equipos electromecánicos y eléctricos de las diferentes estaciones de bombeos cada dos quinquenios.

El Sistema está en servicio desde el año 2015, por lo cual, se prevé la renovación integral de estas instalaciones dentro del 5° Quinquenio.

Se señala que las inversiones necesarias para la automatización y monitoreo de las Estaciones de Bombeo y Cisternas mediante sistema SCADA son consideradas en el Capítulo correspondiente a SCADA.

5° Quinquenio

- ✓ Renovación de 2 equipos de bombeo en la EBAT (Potencia = 10 HP c/u)

Renovación y Rehabilitación de Redes de Distribución

Por déficit de capacidad de transporte o nivel de presiones insuficiente

De acuerdo con los resultados de los Modelos confeccionados no surge la necesidad de realizar Renovaciones de tramos por velocidades por encima de las admisibles ó zonas con presiones mínimas por debajo de la admisible.

Sistema Tenquel Cabecera

Modelo hidráulico de la Red de Distribución (Escenarios a futuro)

En este apartado se presenta el análisis y los resultados del estudio del sistema a futuro (Escenario al año 2026: 5° Quinquenio y al año 2031: 6° Quinquenio) utilizando los Modelos hidráulicos confeccionados.

Resultados de los Modelos hidráulicos para los Escenarios 5°Q y 6°Q

A continuación, se presentan los gráficos de salida de los Modelos, en donde se pueden observar:

- Esquema y Diámetros del Sistema
- Obras en Redes propuestas: Renovación de tuberías
- Velocidades máximas en tramos
- Presiones para Demanda máxima
- Presiones máximas

Se observa que se logran los objetivos de diseño que son:

- Presiones en nodos para Máx. Demanda ≥ 10 mca
- Presiones máximas en nodos < 40 mca
- Velocidades en tuberías dentro de rangos admisibles

Figura 13.57: Esquema del Modelo de la Red de Distribución - Escenario al Año 2026 (Tenguel Cabecera)

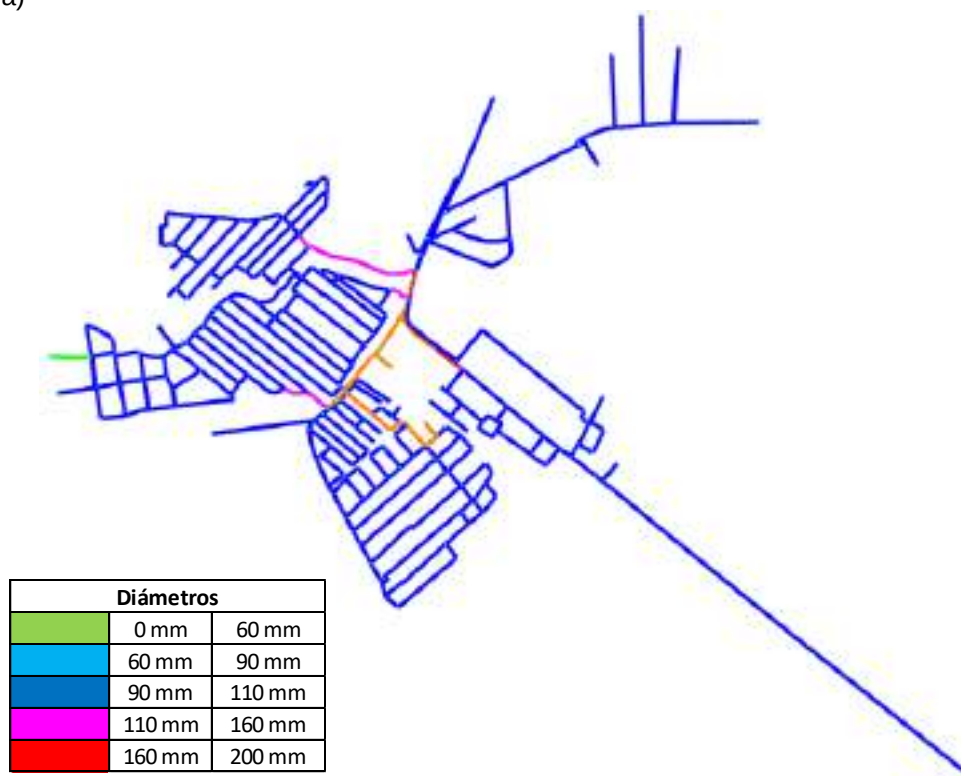


Figura 13.58: Esquema del Modelo de la Red de Distribución - Escenario al Año 2026 (Tramos de tuberías a Renovar) (Tenguel Cabecera)

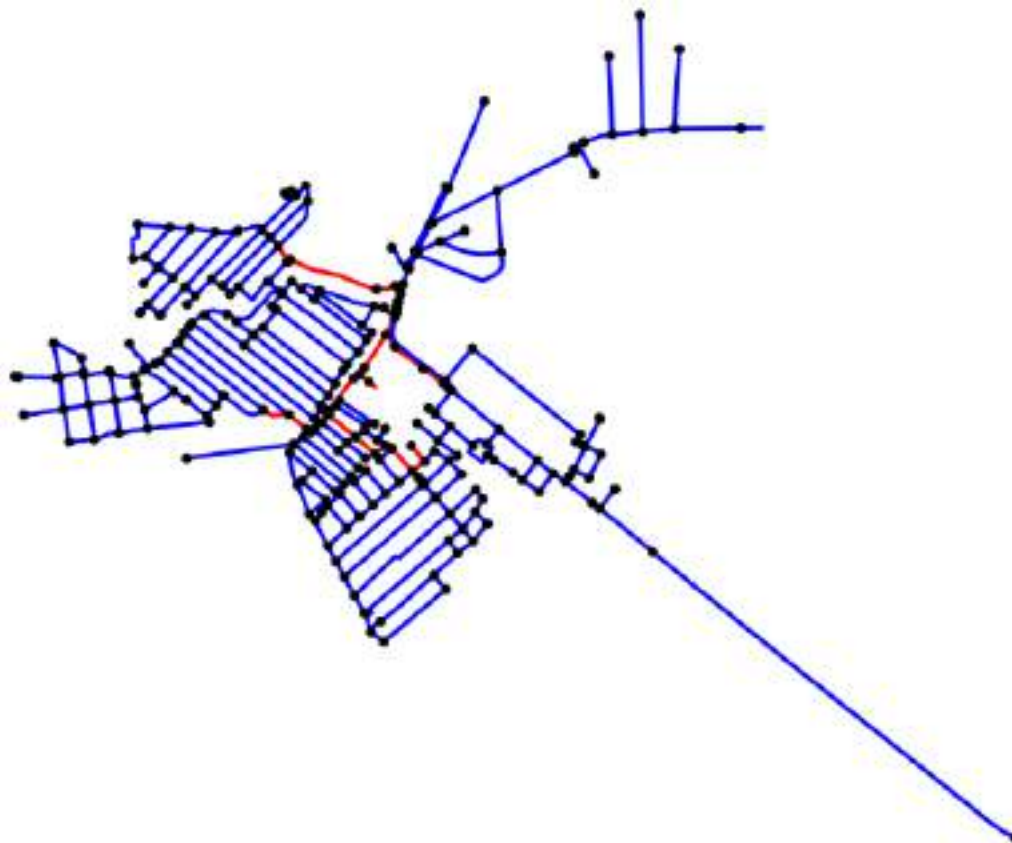


Figura 13.59: Modelo de la Red de Distribución - Escenario al Año 2026 – Velocidades máximas (Tenguel Cabecera)

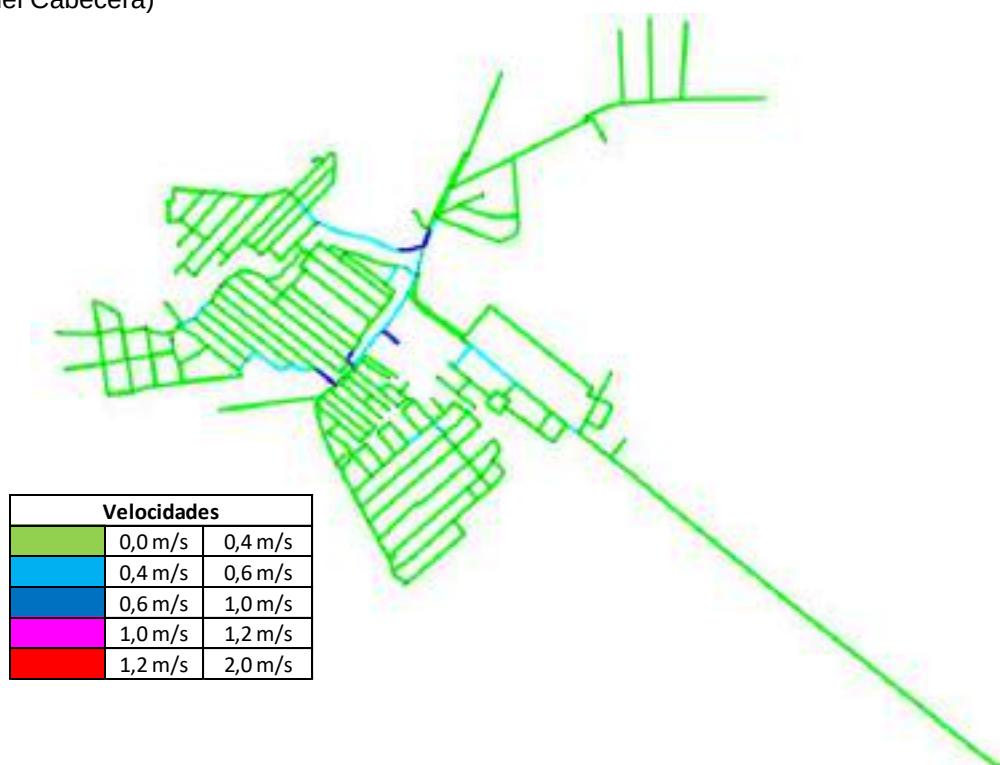


Figura 13.60: Modelo de la Red de Distribución - Escenario al Año 2026 – Presiones para Máxima Demanda (Tenguel Cabecera)

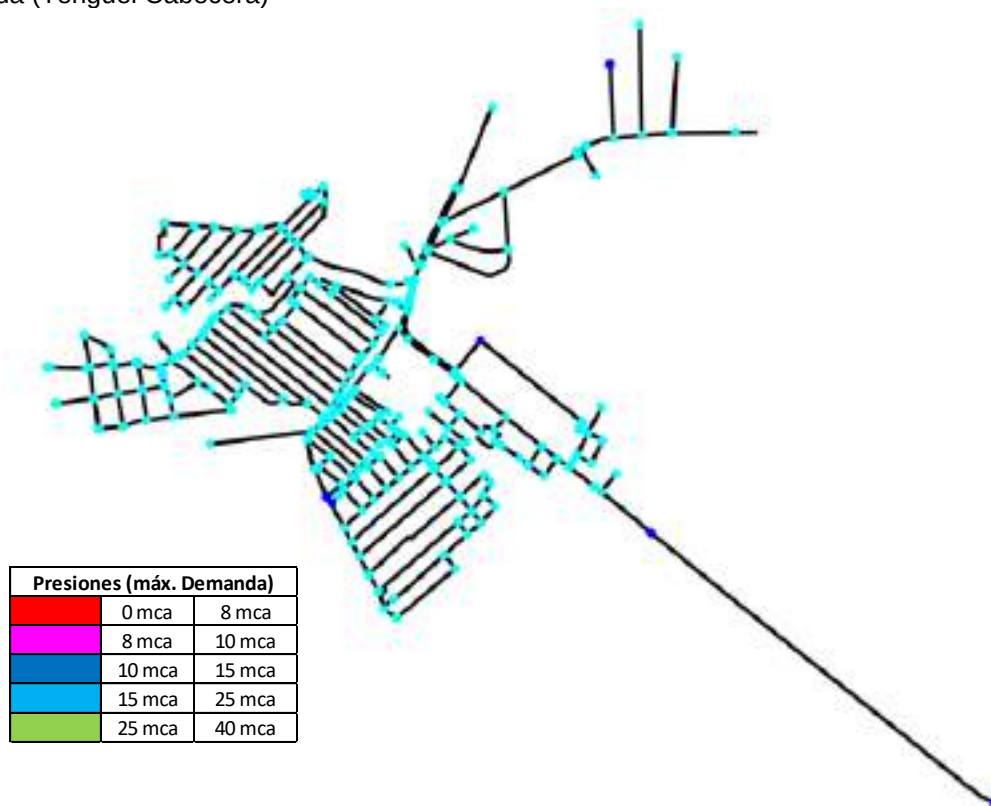


Figura 13.61: Modelo de la Red de Distribución - Escenario al Año 2026 – Presiones Máximas (Tenguel Cabecera)

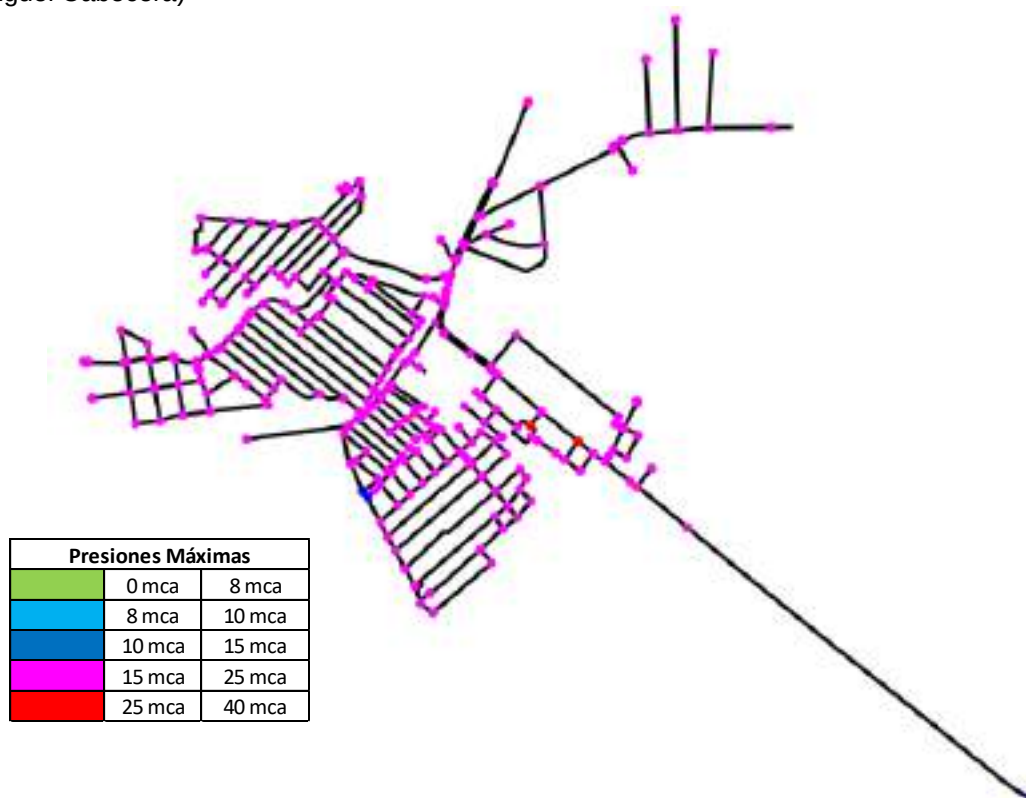


Figura 13.62: Modelo de la Red de Distribución - Escenario al Año 2031 – Velocidades máximas (Tenguel Cabecera)

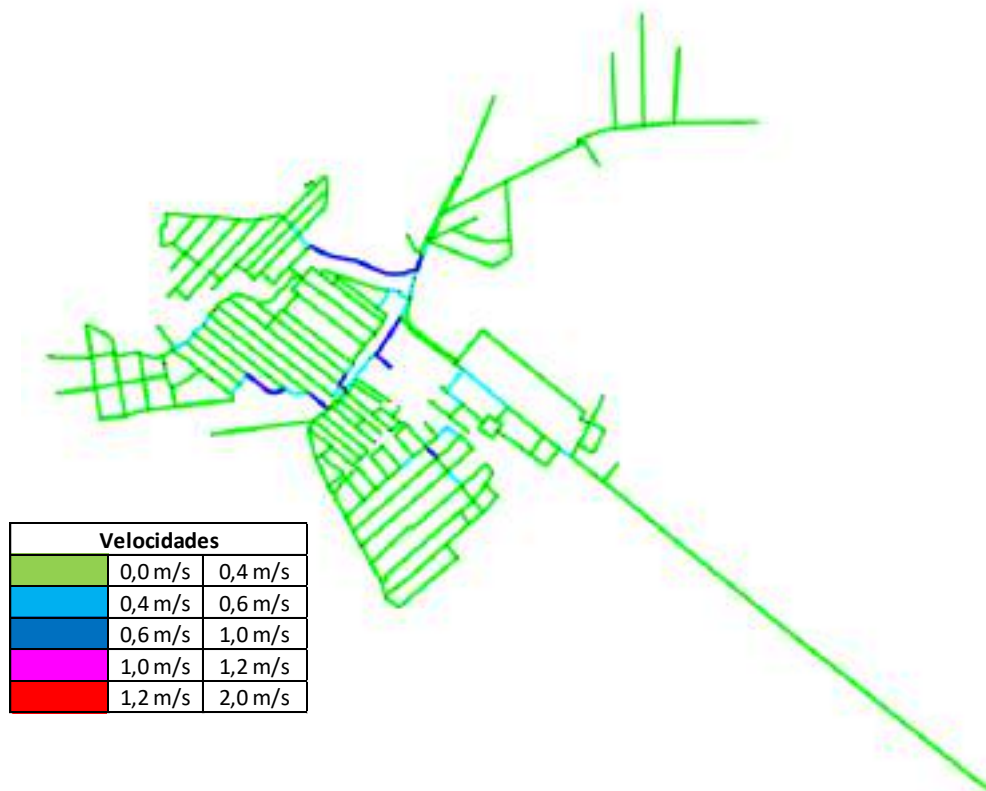


Figura 13.63: Modelo de la Red de Distribución - Escenario al Año 2031 – Presiones para Máxima Demanda (Tenguel Cabecera)

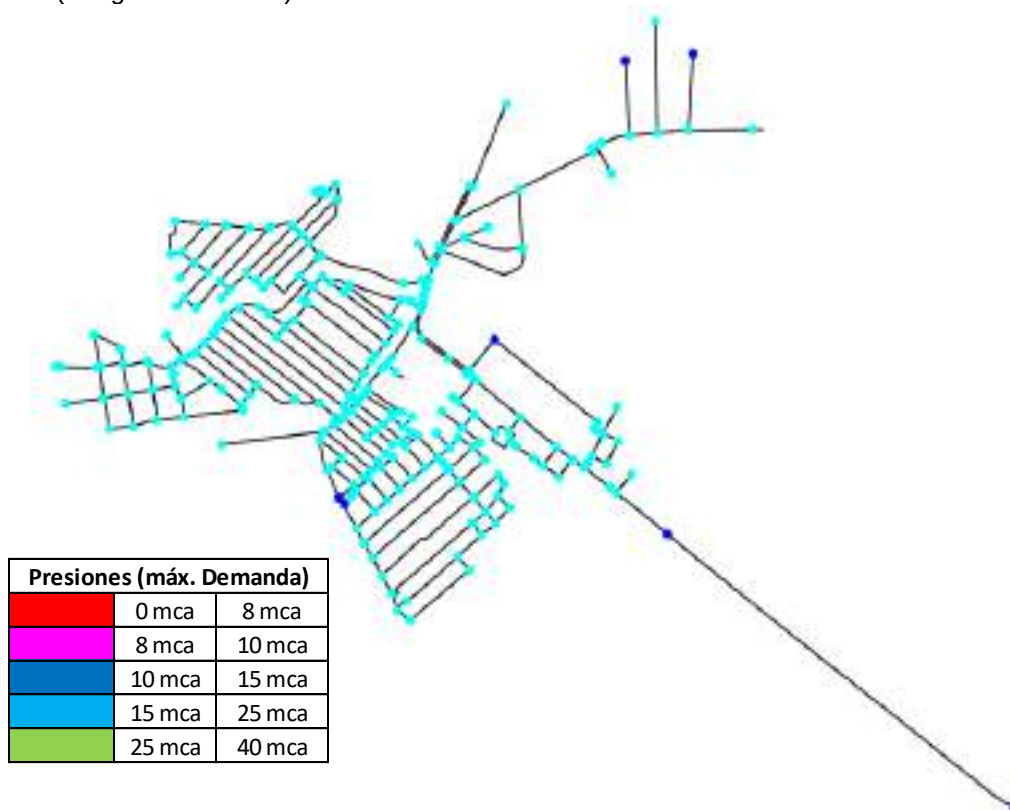
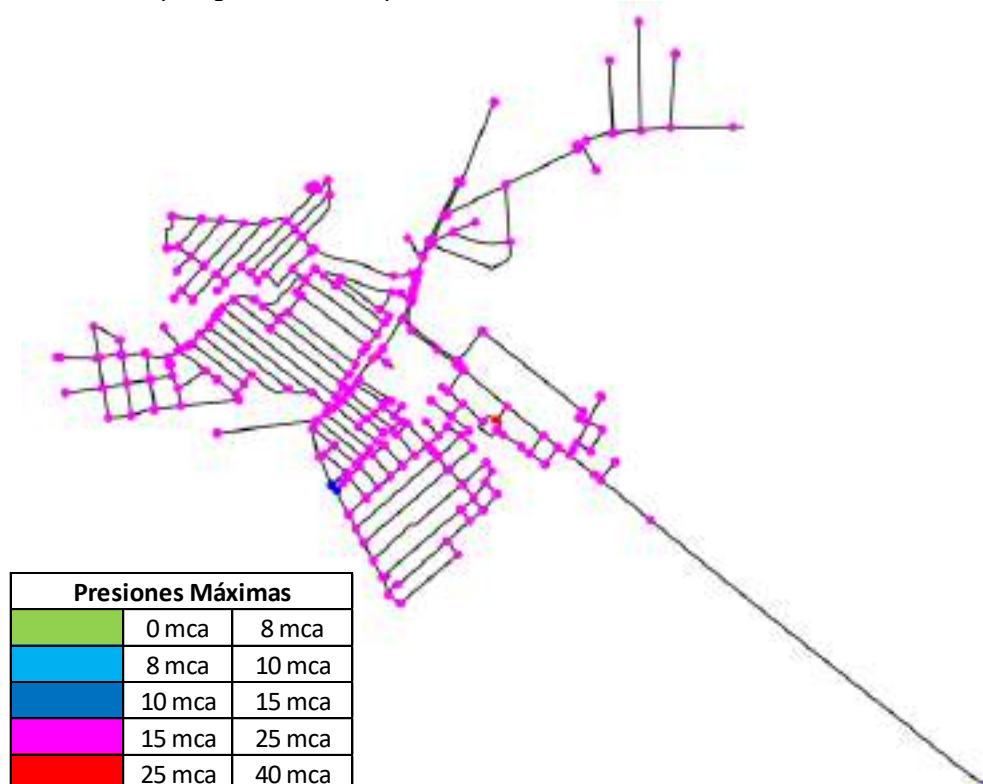


Figura 13.64: Modelo de la Red de Distribución (zona San Lorenzo) - Escenario al Año 2031 – Presiones Máximas (Tenguel Cabecera)



Obras Nuevas en Acueductos y Reservas

Reservas

Se presenta en las Tablas siguientes el cálculo del balance de Reservas considerando lo definido en el Manual de Diseño de Acueductos (MA-OED-004) de IA.

En la actualidad se cuenta con una Cisterna de AT de 440 m³ y un Tanque elevado de 88 m³ de capacidad útil, lo cual representa un volumen total útil de 528 m³.

Tabla 13.78: Balance de Volúmenes de Reservas (Tenguel Cabecera)

ESCENARIO	CONSUMO MEDIO		ANC	Demanda máx. d	% Almac.	Vol. Almac. necesario	Vol. Almac. total actual	Balance Almac.	Vol. Almac. a construir
	(m ³ /mes)	(m ³ /d)							
2026	68.430	2.250	12%	3.830	25%	958	528	-430	550
2031	77.045	2.533	12%	4.313	25%	1.078	1.078	0	0

Del análisis anterior surge que es necesario ampliar la capacidad de Reservas, por lo cual se proponen las siguientes obras:

5° Quinquenio

- ✓ Ampliación de la capacidad de las Cisternas en 550 m³.

EBAT

Según la información recabada, existen 3 equipos de bombeo de AT al Tanque elevado (configuración 2+1): un equipo de 40 HP (460 GPM a 65 mca) y 2 equipos de 30 HP (600 GPM a 37 mca); por lo cual, la capacidad de bombeo instalada es de 1.060 GPM (66,87 l/s).

Según la Demanda máxima diaria prevista para los Escenarios a futuro, se observa que dichos valores son menores a la capacidad de bombeo instalada, por lo cual, no resulta necesario ampliar dicha capacidad.

Obras Nuevas en Redes de Distribución

No se prevén obras dentro de este Rubro.

Expansión de Redes de Distribución

No se prevén obras dentro de este Rubro.

Expansión por Cierres de Malla

No se prevén obras dentro de este Rubro.

Renovación y Rehabilitación en Reservorios Principales, Estaciones de Bombeo y Cisternas

Como se indicó en la etapa de Diagnóstico, en los Reservorios y Cisternas no se identificaron mayores problemas.

Para las Estaciones de Bombeo se ha considerado a los efectos de las previsiones de la Actualización del Plan Maestro una vida útil de las bombas, motores y tableros eléctricos de

10 años. Esto implica que debe realizarse una renovación integral del 100% de los equipos electromecánicos y eléctricos de las diferentes estaciones de bombeos cada dos quinquenios.

El Sistema está en servicio desde el año 2021, por lo cual, no se prevé la renovación integral de estas instalaciones.

Se señala que las inversiones necesarias para la automatización y monitoreo de las Estaciones de Bombeo y Cisternas mediante sistema SCADA son consideradas en el Capítulo correspondiente a SCADA.

Renovación y Rehabilitación de Redes de Distribución

Por déficit de capacidad de transporte o nivel de presiones insuficiente

De acuerdo con los resultados de los Modelos confeccionados surge la necesidad de realizar Renovaciones de algunos tramos por velocidades por encima de las admisibles o zonas con presiones mínimas por debajo de la admisible.

5° Quinquenio

- ✓ Renovación de 380 m de tubería DN110 mm
- ✓ Renovación de 175 m de tubería DN160 mm
- ✓ Renovación de 850 m de tubería DN200 mm
- ✓ Renovación de 200 m de tubería DN250 mm

Sistema Puná Cabecera

Modelo hidráulico de la Red de Distribución (Escenarios a futuro)

En este apartado se presenta el análisis y los resultados del estudio del sistema a futuro (Escenario al año 2.026: 5° Quinquenio y al año 2.031: 6° Quinquenio) utilizando los Modelos hidráulicos confeccionados.

Resultados de los Modelos hidráulicos para los Escenarios 5° Q y 6° Q

A continuación, se presentan los gráficos de salida de los Modelos, en donde se pueden observar:

- Esquema y Diámetros del Sistema.
- Velocidades máximas en tramos.
- Presiones para Demanda máxima.
- Presiones máximas.

Se observa que se logran los objetivos de diseño que son:

- Presiones en nodos para Máx. Demanda ≥ 10 mca.
- Presiones máximas en nodos < 40 mca.
- Velocidades en tuberías dentro de rangos admisibles.

Figura 13.65: Esquema del Modelo de la Red de Distribución - Escenario al Año 2026 (Puná Cabecera)

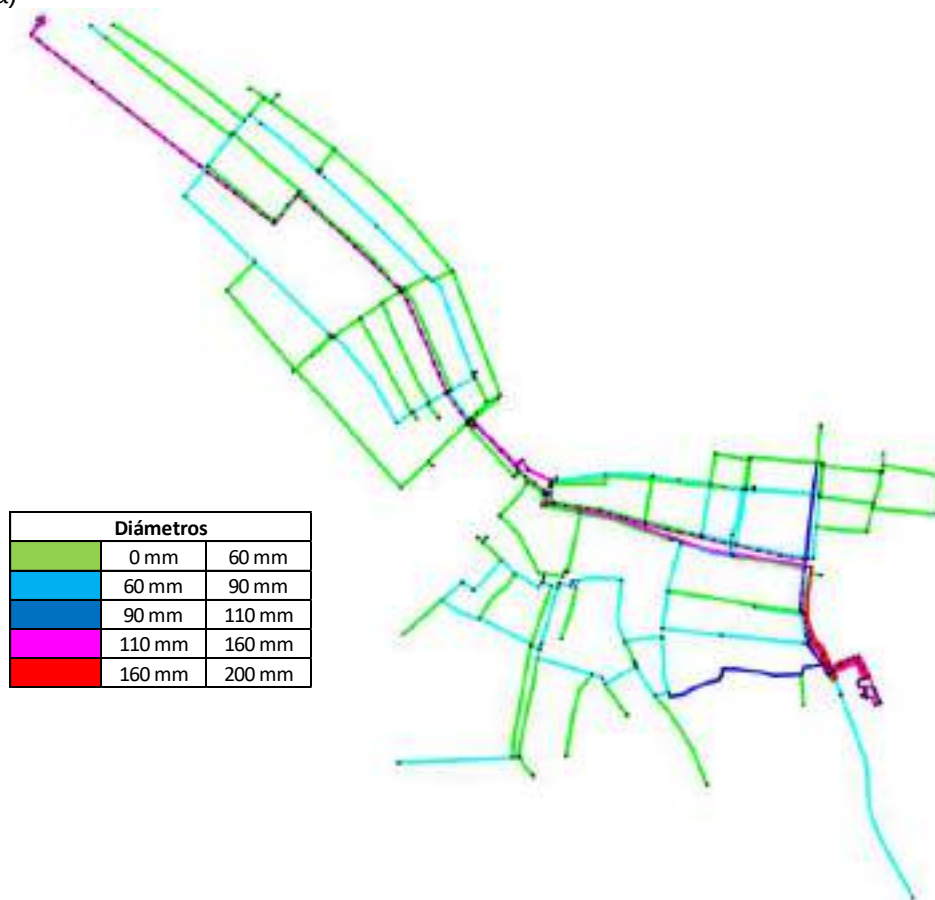


Figura 13.66: Modelo de la Red de Distribución - Escenario al Año 2026 – Velocidades máximas (Puná Cabecera)

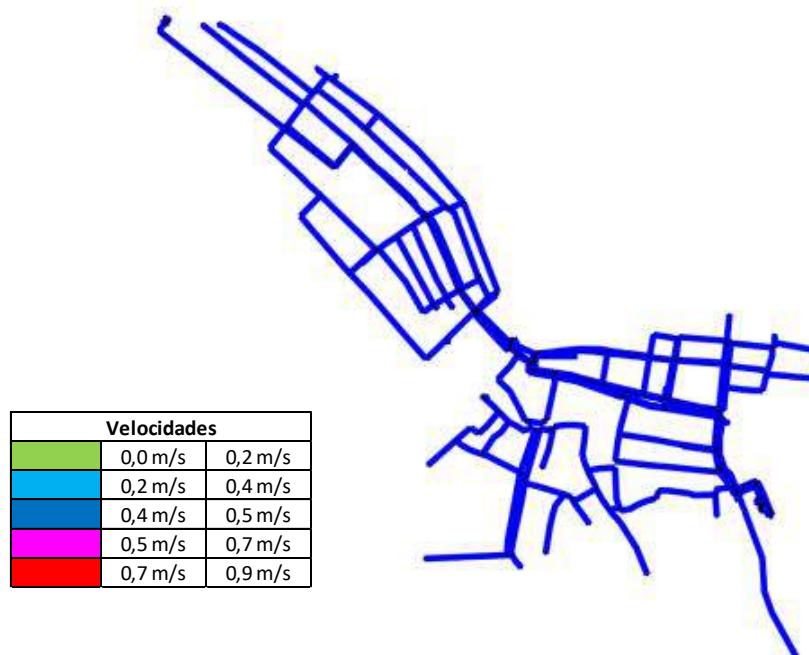


Figura 13.67: Modelo de la Red de Distribución - Escenario al Año 2026 – Presiones para Máxima Demanda (Puná Cabecera)

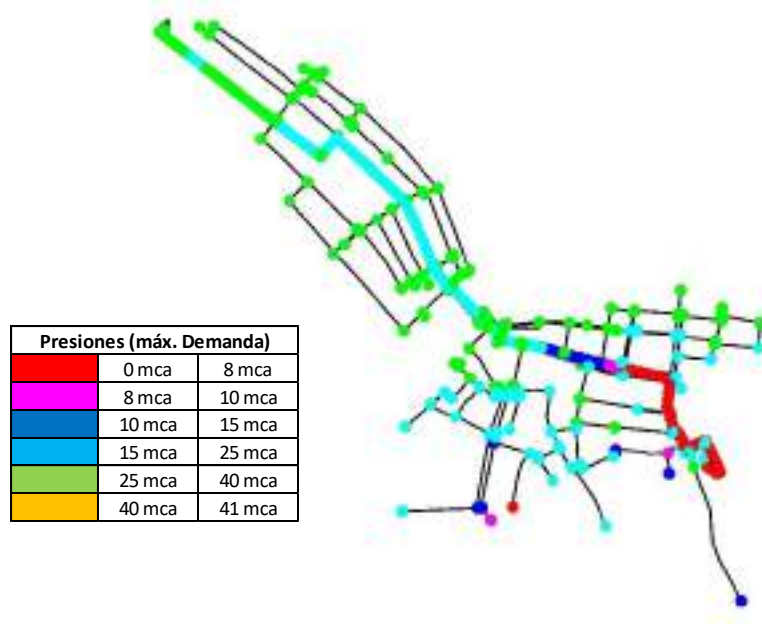


Figura 13.68: Modelo de la Red de Distribución - Escenario al Año 2026 – Presiones Máximas (Puná Cabecera)

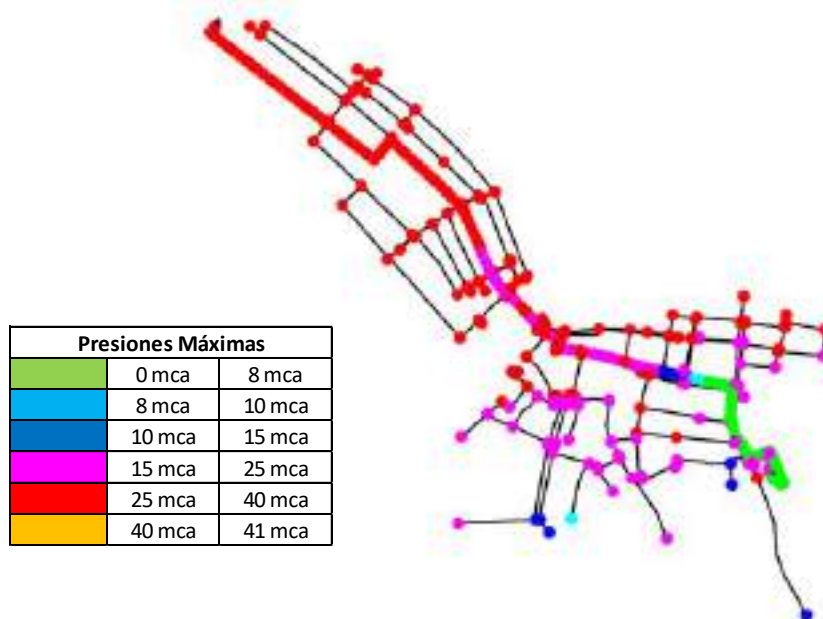


Figura 13.69: Modelo de la Red de Distribución - Escenario al Año 2031 – Velocidades máximas (Puná Cabecera)

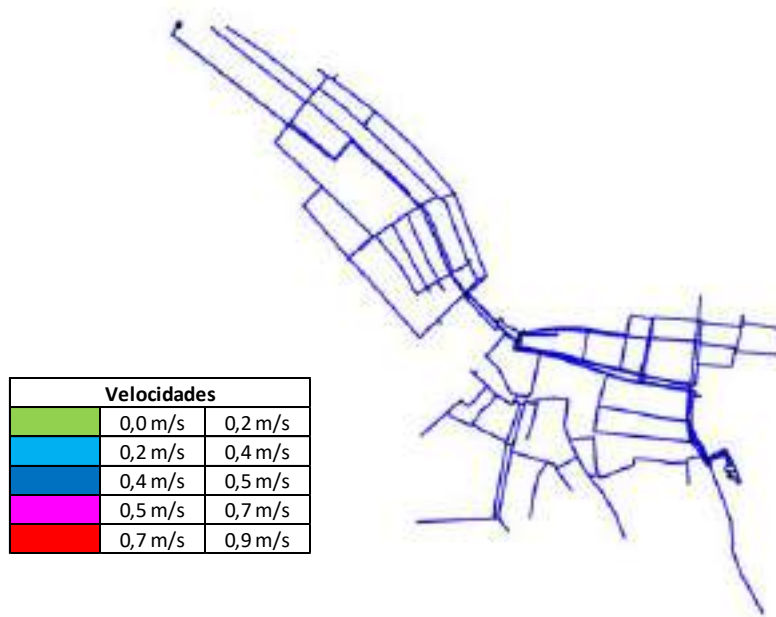


Figura 13.70: Modelo de la Red de Distribución - Escenario al Año 2031 – Presiones para Máxima Demanda (Puná Cabecera)

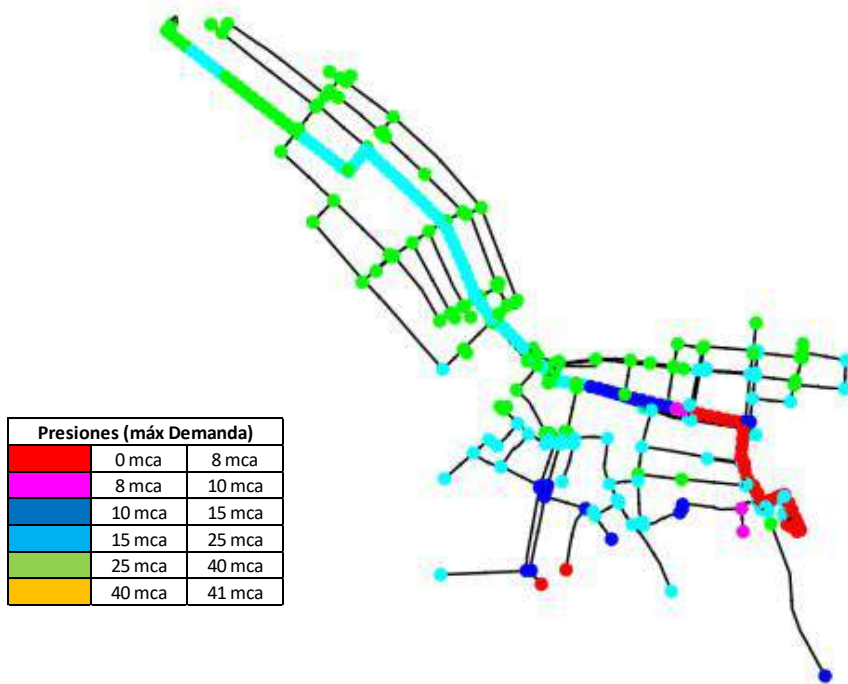
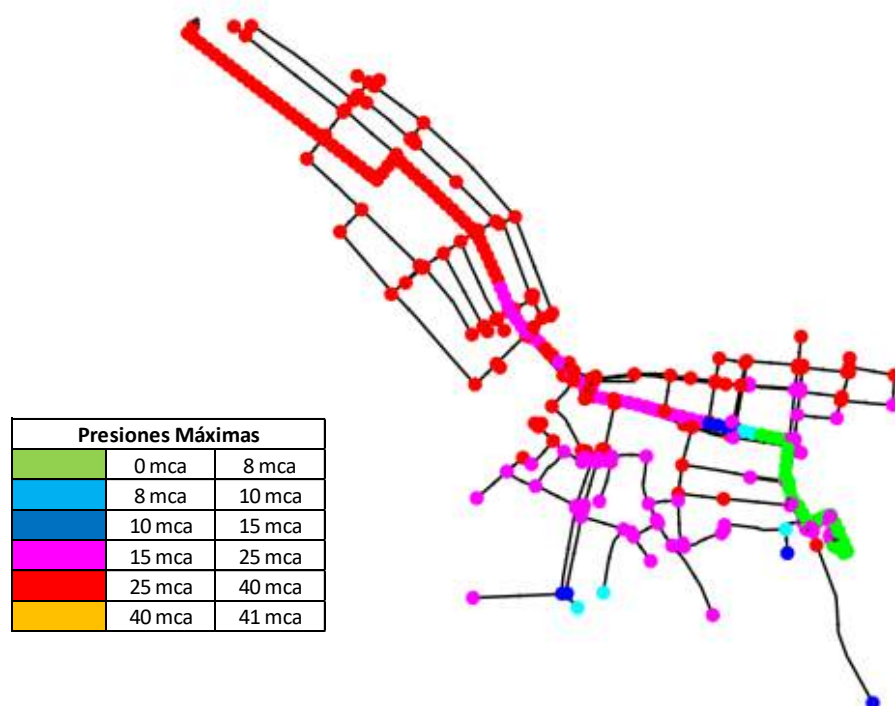


Figura 13.71: Modelo de la Red de Distribución - Escenario al Año 2031 – Presiones Máximas (Puná Cabecera)



Obras Nuevas en Acueductos y Reservas

Reservas

Se presenta en las Tablas siguientes el cálculo del balance de Reservas considerando lo definido en el Manual de Diseño de Acueductos (MA-OED-004) de IA.

En la actualidad se cuenta con 6 Cisternas de AT (agua tratada) de 20 m³ y un Tanque elevado de 150 m³ de capacidad útil, lo cual representa un volumen total útil de 270 m³.

Tabla 13.79: Balance de Volúmenes de Reservas (Puná Cabecera)

ESCENARIO	CONSUMO MEDIO		ANC	Demanda máx. d	% Almacenam	Vol Almac necesario	Vol Almac total actual	Balance Almac	Vol Almac a constr
	(m3/mes)	(m3/d)							
2026	11.809	388	30%	832	25%	208	270	62	0
2031	13.038	429	30%	919	25%	230	270	40	0

Del análisis anterior surge que no es necesario ampliar la capacidad de Reservas.

EBAT

Según la información recabada, existen 4 equipos de bombeo de AT al Tanque elevado (configuración 3+1): equipos de 5,5 kW (3,86 l/s a 26,89 mca); por lo cual, la capacidad de bombeo instalada es de 11,58 l/s.

Según la Demanda máxima diaria prevista para los Escenarios a futuro, se observa que dichos valores son menores a la capacidad de bombeo instalada, por lo cual, no resulta necesario ampliar dicha capacidad.

Obras Nuevas en Redes de Distribución

No se prevén obras dentro de este Rubro.

Expansión de Redes de Distribución

No se prevén obras dentro de este Rubro.

Expansión por Cierres de Malla

No se prevén obras dentro de este Rubro.

Renovación y Rehabilitación en Reservorios Principales, Estaciones de Bombeo y Cisternas

Como se indicó en la etapa de Diagnóstico, en los Reservorios y Cisternas no se identificaron mayores problemas.

Para las Estaciones de Bombeo se ha considerado a los efectos de las previsiones de la Actualización del Plan Maestro una vida útil de las bombas, motores y tableros eléctricos de 10 años. Esto implica que debe realizarse una renovación integral del 100% de los equipos electromecánicos y eléctricos de las diferentes estaciones de bombeos cada dos quinquenios.

El Sistema está en servicio desde el año 2019, por lo cual, se prevé la renovación integral de estas instalaciones.

Se señala que las inversiones necesarias para la automatización y monitoreo de las Estaciones de Bombeo y Cisternas mediante sistema SCADA son consideradas en el Capítulo correspondiente a SCADA.

6° Quinquenio

- ✓ Renovación de 4 equipos de bombeo en la EBAT (Potencia = 5,5 Kw c/u)

Renovación y Rehabilitación de Redes de DistribuciónPor déficit de capacidad de transporte o nivel de presiones insuficiente

De acuerdo con los resultados de los Modelos confeccionados no surge la necesidad de realizar Renovaciones de tramos por velocidades por encima de las admisibles o zonas con presiones mínimas por debajo de la admisible.

13.4. Intervenciones y obras – Agua potable

En este Capítulo se presentan los resultados de los Modelos hidráulicos y las Intervenciones asociadas que corresponden a la Actualización del Plan Maestro del Sistema de Transporte y Distribución de Agua Potable del Sistema Guayaquil.

Como se explicó anteriormente, son considerados como ejes principales de planificación para el Sistema de AAPP, las intervenciones en Obras Nuevas, Expansiones y Programa de Renovación y Rehabilitación, para cada componente del sistema: Transporte, Reservas y Redes de distribución.

13.4.1 Modelos hidráulicos del Sistema de Transporte y Distribución de AAPP de Guayaquil (Escenarios a futuro)

Generalidades

En este apartado se presenta el análisis y los resultados del estudio del sistema a futuro (Escenario al año 2.026: 5° Quinquenio y al año 2.031: 6° Quinquenio) utilizando los Modelos hidráulicos confeccionados.

Con las Obras propuestas se buscan lograr los siguientes objetivos:

- Presiones en nodos para Máx. Demanda = Presión Mínima $\geq$ 10 mca ó 15 mca (según la ubicación).
- Presiones máximas en nodos < 40 mca.
- Velocidades y pérdidas unitarias (m/km) en tuberías dentro de rangos admisibles.

Aclaración: para el análisis de las Presiones mínimas a cumplir, se adoptó como criterio de verificación tomar la Hora 11:00 AM como hora de referencia de la Demanda máxima (criterio de análisis ya establecido en la Etapa de Diagnóstico).

Presentación y Resultados de los Modelos

Escenario al 2026

Subsistema 5° Acueducto

En este Subsistema se agrega el Tramo 1, según se observa su representación en la siguiente figura:

Figura 13.72: Obra: Construcción Tramo 1 del 5° Acueducto (identificación en el Modelo)



El primer tramo (desde la salida de Reservas de La Toma hasta la zona de Mi Lote) resulta ser de diámetro 1.800 mm (8,10 km de longitud) y el otro tramo (hasta la zona de Ciudad Victoria resulta un diámetro de 1.500 mm (2,75 km de longitud).

Este acueducto será la única fuente de provisión de todo el sistema. Como en la actualidad esta zona se abastece a través de la conexión de la tubería de 1.200 mm con el Acueducto principal proveniente de La Toma de 2.000 mm y también de la tubería de alimentación a los tanques 60-85 y 30-60 Zona Sergio Toral, en la configuración del Modelo a evaluar se deben “desconectar” estos puntos de suministro.

En las siguientes figuras se muestran la representación de estos elementos en el Modelo:

Figura 13.73: Desconexión tubería de 1.200 mm de alimentación a Zona 5° Acueducto del Acueducto principal de 2.000 mm (identificación en el Modelo)

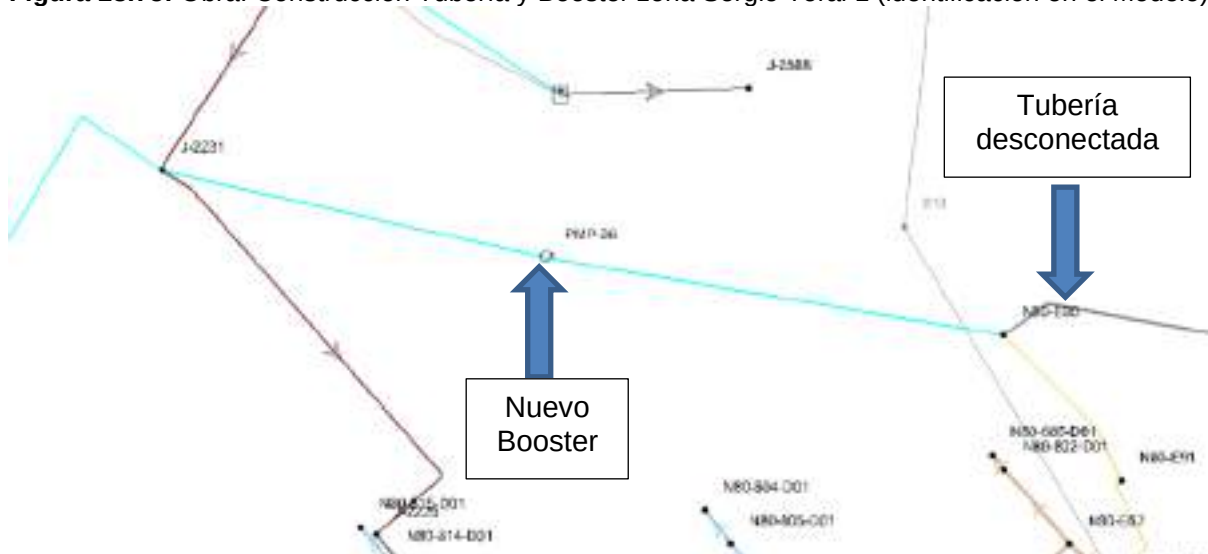


Figura 13.74: Desconexión tubería de alimentación a tanques 60-85 y 30-60 Zona Sergio Toral (identificación en el Modelo)



Debido a esta última acción, se debe construir una tubería de alimentación (mediante Booster) para abastecer a dichos Tanques desde la tubería principal de 1.200 mm ubicada en la zona Oeste. En la siguiente figura se muestra la identificación en el Modelo de esta nueva obra necesaria:

Figura 13.75: Obra: Construcción Tubería y Booster zona Sergio Toral 1 (identificación en el Modelo)



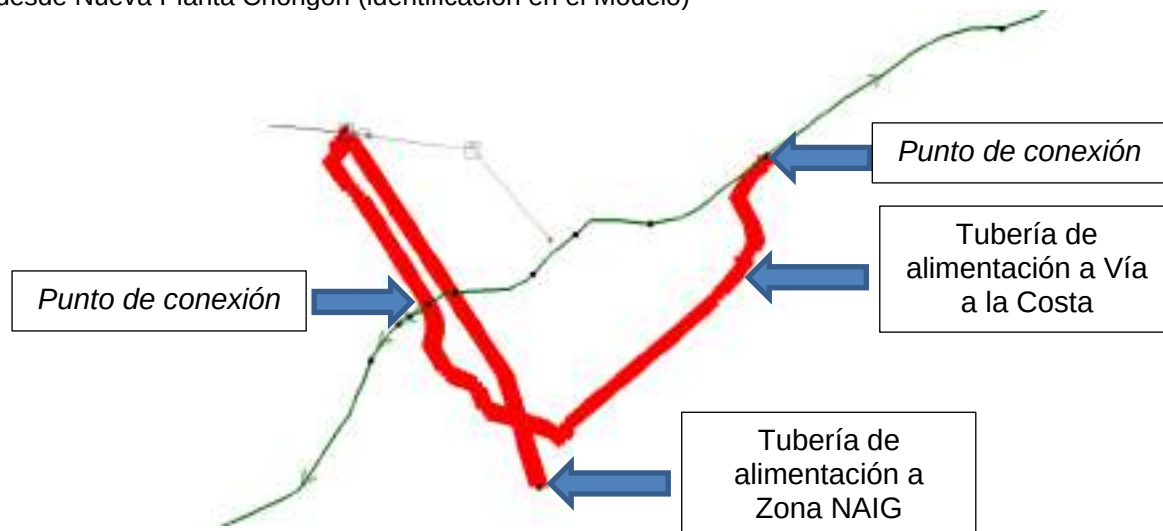
De los resultados del Modelo, surgen los siguientes datos del equipo de bombeo: 265 l/s a 78 mca.

Sistema Chongón

Como se mencionó anteriormente, se deben construir dos tuberías de alimentación desde las Reservas de la Nueva Planta Chongón: a) para el actual Acueducto Vía a la Costa (tramo 1: diámetro 1.000 mm y 1,5 km de longitud; tramo 2: diámetro 700 mm y 4,1 km de longitud, b) para la zona de influencia NAIG (diámetro 300 mm y 3 km de longitud).

En la siguiente figura se muestra la identificación de ambos conductos en el Modelo.

Figura 13.76: Obra: Construcción Tuberías de alimentación a Sistema de Transporte y Distribución desde Nueva Planta Chongón (identificación en el Modelo)



Por otro lado, dado el nivel piezométrico insuficiente que se dispone en las Reservas de la Nueva Planta Chongón (Cota base = 86 m y altura líquida máxima disponible = 5 m), no es posible alimentar en forma directa al Tanque La Mona (ubicado en km 61,5 de Vía a la Costa, con Cota de base = 154 m y altura total 5 m), es por ello que se necesitan construir Estaciones de bombeo (Booster); analizando las alternativas de cantidad de estaciones

necesarias, surge la conveniencia de instalar 2 Boosters (en km 36,5 y km 55,5 de Vía a la Costa).

En la siguiente figura se muestra la representación de las mismas en el Modelo:

Figura 13.77: Obra: Construcción Booster km 36,5 Vía a la Costa (identificación en el Modelo)

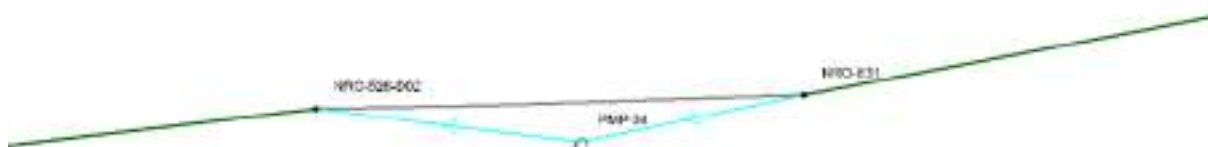
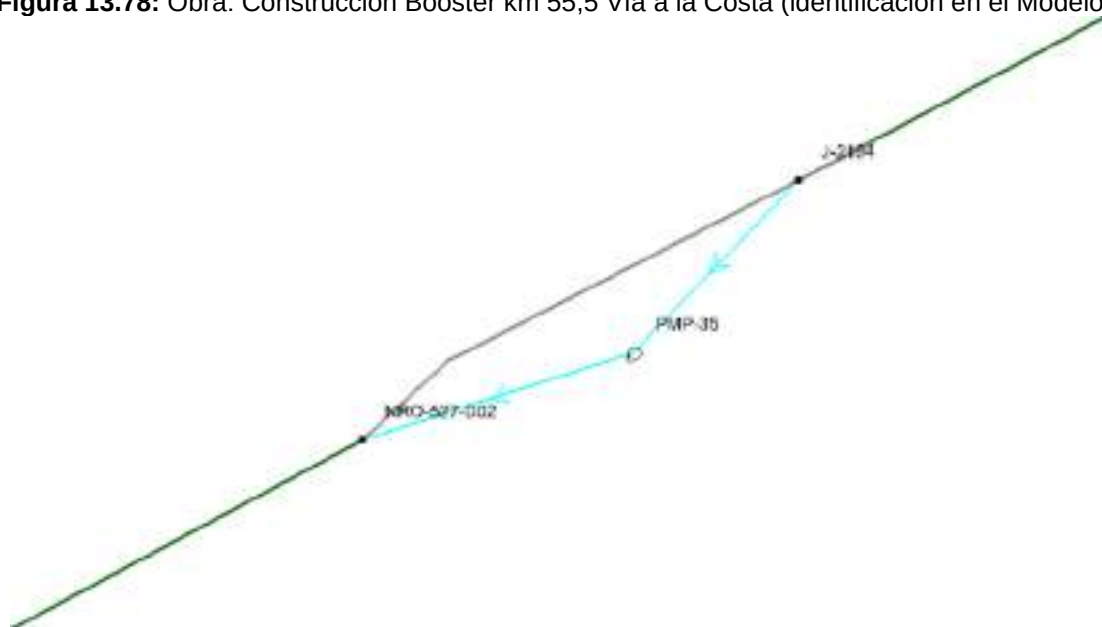


Figura 13.78: Obra: Construcción Booster km 55,5 Vía a la Costa (identificación en el Modelo)



De los resultados del Modelo, surgen los siguientes datos de los equipos de bombeo:

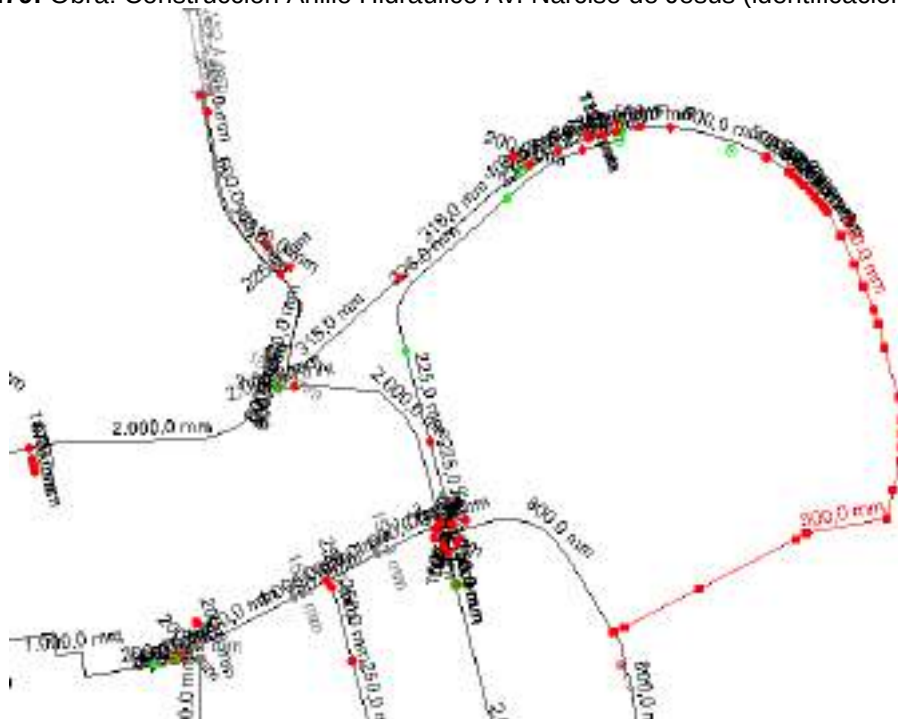
Booster km 36,5: 212 l/s a 92 mca.

Booster km 55,5: 153 l/s a 92 mca

Subsistema 4 Acueductos principales

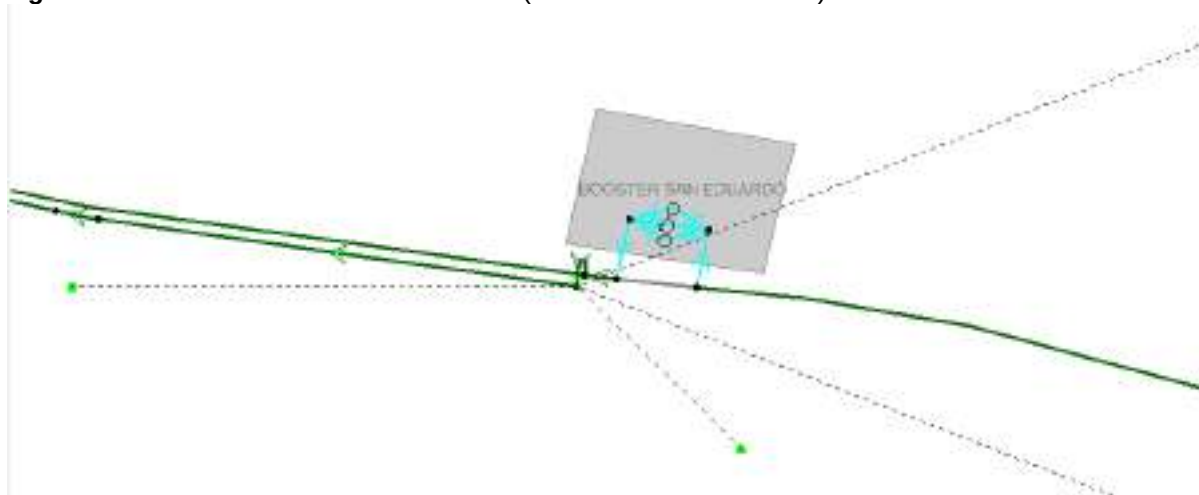
Se incluye en el Escenario al 2026 la construcción de la tubería del Anillo Hidráulico Av. Narciso de Jesús, obra que estuvo incluida en la anterior actualización del Plan Maestro.

En la siguiente figura se muestra la representación de dicha tubería en el Modelo:



En la siguiente figura se muestra la representación de este nuevo Booster en el Modelo:

Figura 13.80: Nuevo Booster San Eduardo (identificación en Modelo)



Se proyectó un Booster en concordancia con los estados límites de operación definidos en el informe de Evaluación de la Condición Tubería Vía a la Costa (PURE TECHNOLOGIES,

2016). Según este estudio, para la gestión de la operación del tramo (entre el Reservorio del Oeste y EB-1) se recomienda considerar la curva de comportamiento para el estado de presión de 122 psi o 8.4 bar (6 bar, más sobrepresión).

El diseño propuesto consta de cuatro (4) bombas, tres en operación y una de respaldo, con capacidad para impulsar hasta 862 l/s contra una altura dinámica de 42 metros. La operación de los equipos será controlada por dispositivos de variación de velocidad, cuya regulación deberá garantizar una presión objetivo de 20 metros en la succión de la EB-1.

Los principales componentes del sistema propuesto son los equipos de bombeo (motor-bomba), tuberías y accesorios, sistema de protección contra golpe de ariete, sistema de ventilación y de control de ruido, sistema eléctrico y sistema de instrumentación y control.

El Booster San Eduardo contará con cuatro (4) bombas centrífugas, horizontales, de carcasa de voluta, mono etapa, partida axialmente, con impulsor de doble entrada. Cada bomba estará acoplada a un motor eléctrico de 150 kW, 60 Hz, 460 V, con velocidad de operación nominal de 1.190 rpm, trinquete para evitar giro inverso y momento de inercia natural del conjunto motor-bomba de 6.4 kg-m².

Estación de Bombeo N°1:

La EB-1 cuenta con tres (3) equipos de bombeo centrífugos marca Worthington, modelo 10 – UZD – 1, horizontales, de carcasa de voluta, multi etapa, partida axialmente, con impulsor de doble entrada. Cada bomba está acoplada a un motor eléctrico marca SCHORCH de 550 kW, 60 Hz, 4160 V y 1782 rpm. Además, cuenta con dos (2) puestos para la instalación de bombas de las mismas características.

Los equipos operan en modo on-off a velocidad nominal, con accionamiento a través de arrancadores suaves. Por limitaciones de presión en la succión solo pueden trabajar hasta dos equipos en paralelo, aunque con estrangulación de la válvula de seccionamiento ubicada en la tubería de descarga. De acuerdo con los registros de caudal y presión de Interagua, en promedio, la EB-1 tiene capacidad para impulsar un promedio de 250 l/s contra una altura dinámica de 140 metros en configuración 1+2 (sin restricción en descarga), e impulsar 310 l/s contra una altura dinámica de 180 metros en configuración 2+1 (con restricción en descarga).

La entrada en operación del Booster San Eduardo permitirá mantener una presión de al menos 20 metros en la succión de la EB-1, encender los tres (3) equipos en paralelo y aumentar la capacidad de bombeo de la EB-1 hasta 485 l/s contra una altura dinámica de 185 metros.

Resultados del Modelo:

Se consideraron para el análisis hidráulico con el Modelo las curvas de las bombas seleccionadas en cada Estación de Bombeo.

También se tomó como premisa de funcionamiento para el Booster mantener al menos 20 mca en la succión de la EB-1.

De los resultados del Modelo surgen los siguientes valores:

- Booster San Eduardo: 2 bombas funcionando (550 l/s total - 33 mca)
- EB-1: 1 bomba funcionando (268 l/s – 62 mca). Para este caso, se supuso que los equipos van a trabajar con variadores de velocidad.

Con esta configuración de funcionamiento, se logran resiones mínimas por encima del límite (10 mca).

Zonas Macrosectores CTP, SGU y SRO

Estas zonas tienen niveles de presiones muy por debajo del valor mínimo exigido, aún para la situación actual.

En el PRANC se han incluido estas zonas dentro de los Sectores Hidráulicos a rehabilitar en los próximos quinquenios. Asimismo, los sectores SGU y SRO estuvieron incluidos en el Programa Smart Guasmo, cuyo objetivo es la reducción del ANC.

Para representar en el Modelo estas obras de rehabilitación y mejoras de la red secundaria (no incluida en la modelación) se han considerado en algunos Nodos el Coeficiente Emisor = 0. En la siguiente figura se pueden observar los nodos en donde se considero así (en color rojo):

Figura 13.81: Nodos con Coeficiente Emisor = 0 Macrosector CTP: nodos rojos (identificación en Modelo)

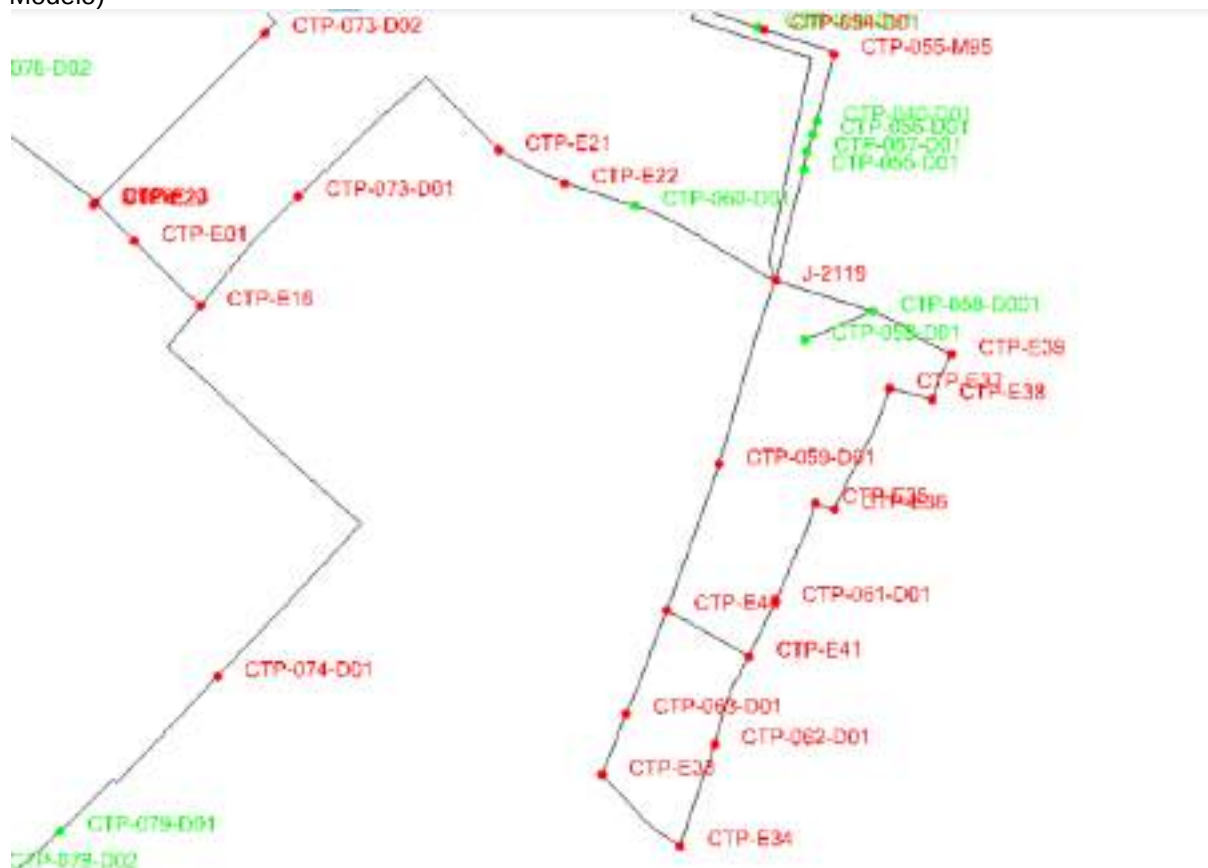
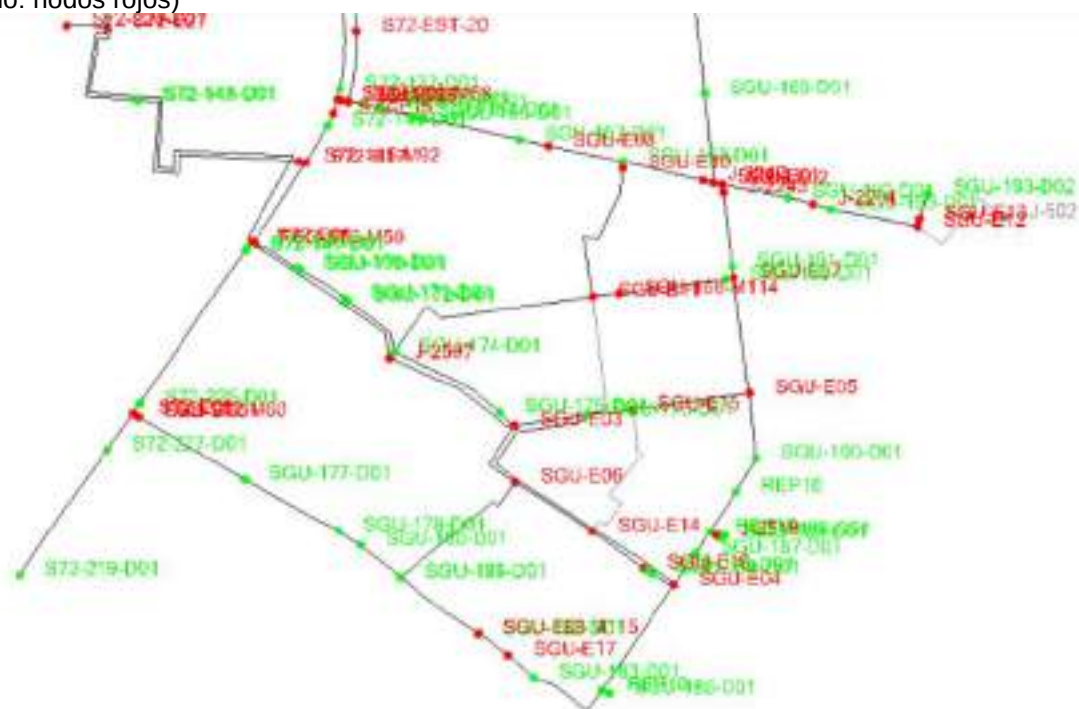


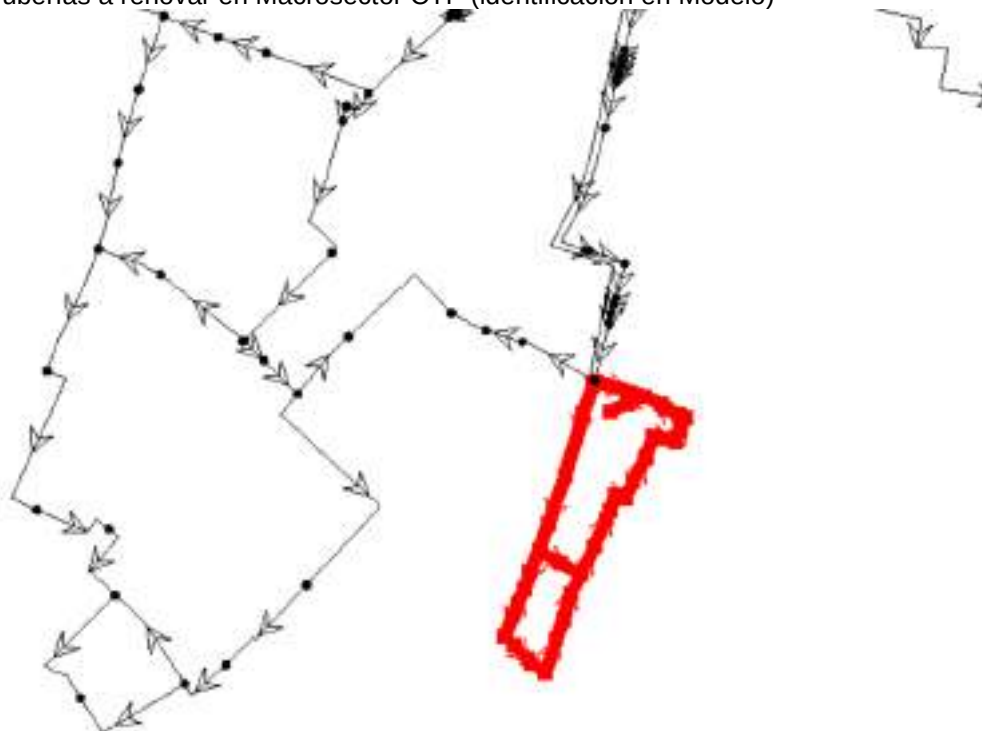
Figura 13.82: Nodos con Coeficiente Emisor = 0 Macrosectores SGU y SRO (identificación en Modelo: nodos rojos)



Una vez corrido el Modelo con estas condiciones, se observó que el nivel de presiones en estas zonas no mejoró lo necesario, por lo cual, se plantearon obras de renovación e instalación de tuberías de refuerzos.

Es así que se llegaron a incorporar al Modelo las siguientes obras representadas como se observa en las siguientes figuras:

Figura 13.83: Tuberías a renovar en Macrosector CTP (identificación en Modelo)



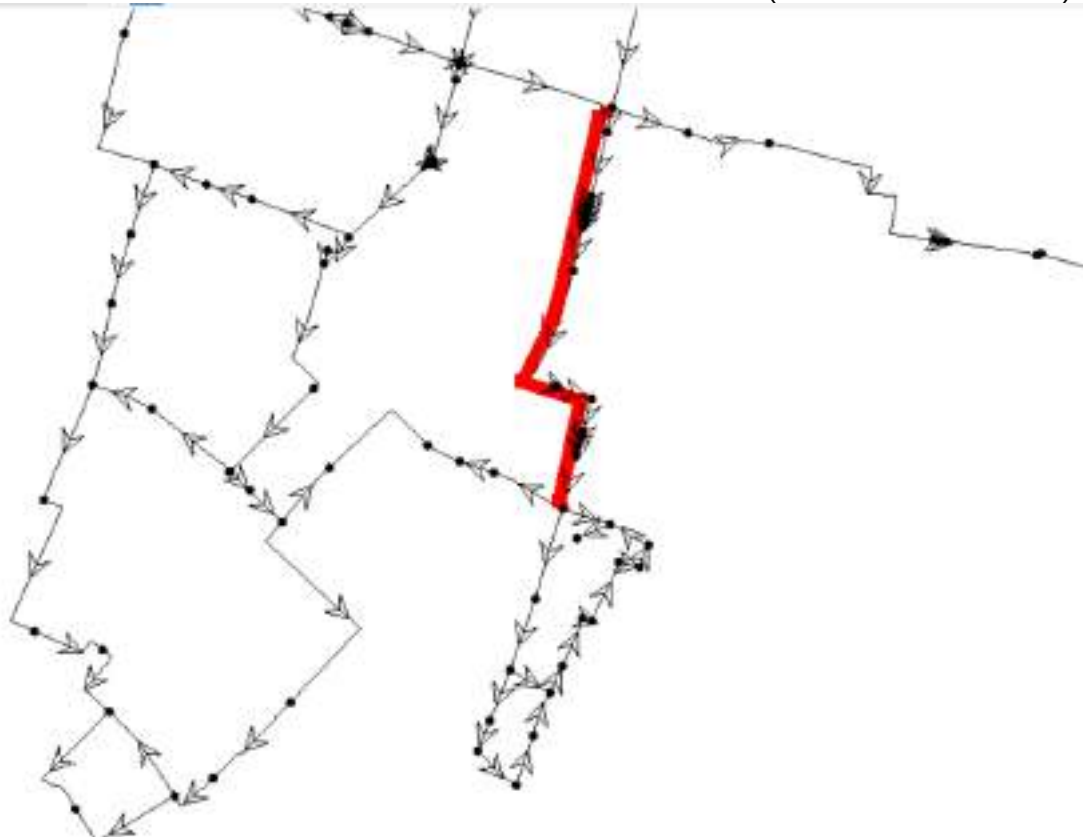
Se plantea la renovación de la red troncal identificada en la figura anterior (tuberías de diámetro 200 mm), instalando tuberías de 355 mm de diámetro.

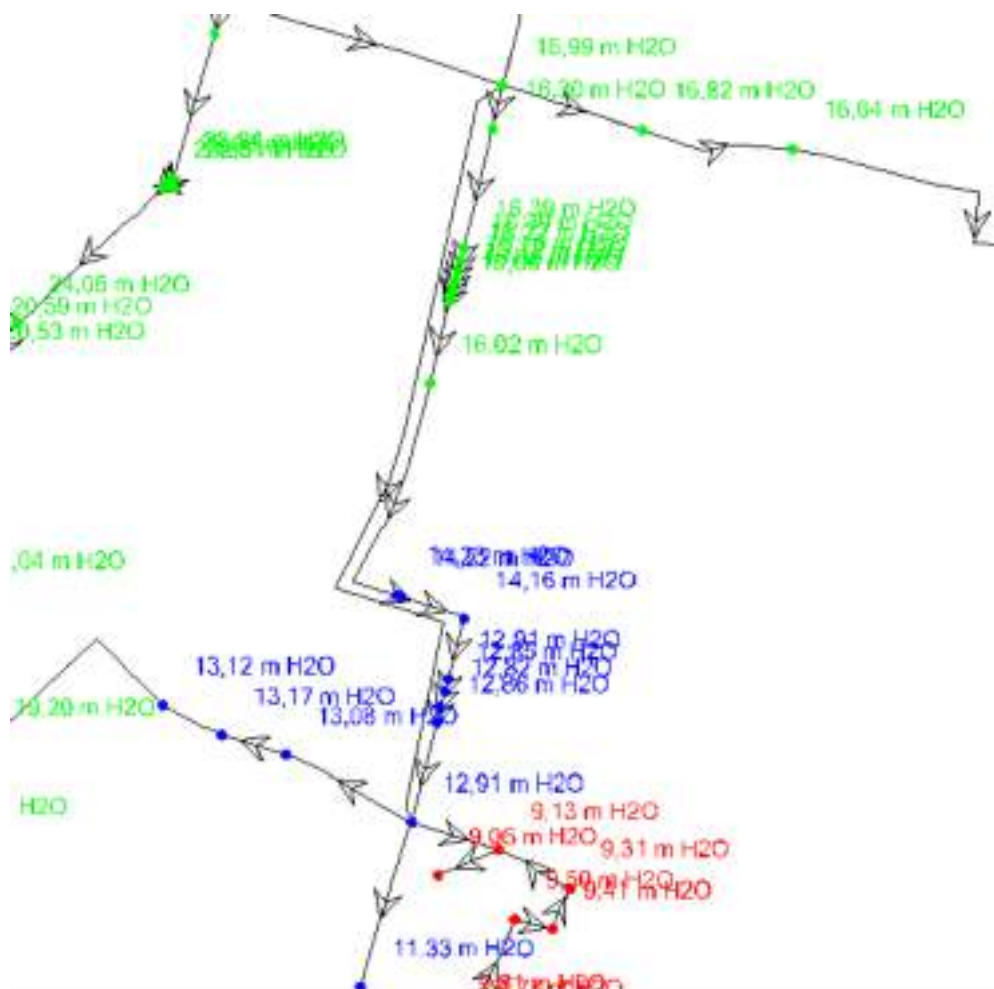
Aclaración: se debe considerar para el Presupuesto de esta obra la instalación de la tubería secundaria (en diámetro 110 mm) paralela a la troncal, para la instalación sobre la misma de las acometidas domiciliarias.

A su vez, se observó también en el Modelo que aún con las obras propuestas indicadas hasta aquí, tampoco se llegaba al objetivo de Presiones mínimas adoptado, por lo cual, se planteó otra obra, que consiste en la instalación de una tubería de Refuerzo (en diámetro 355 mm) de la tubería existente de 500 mm que alimenta a la zona con problemas.

La representación de dicha tubería de proyecto se puede visualizar en la siguiente figura:

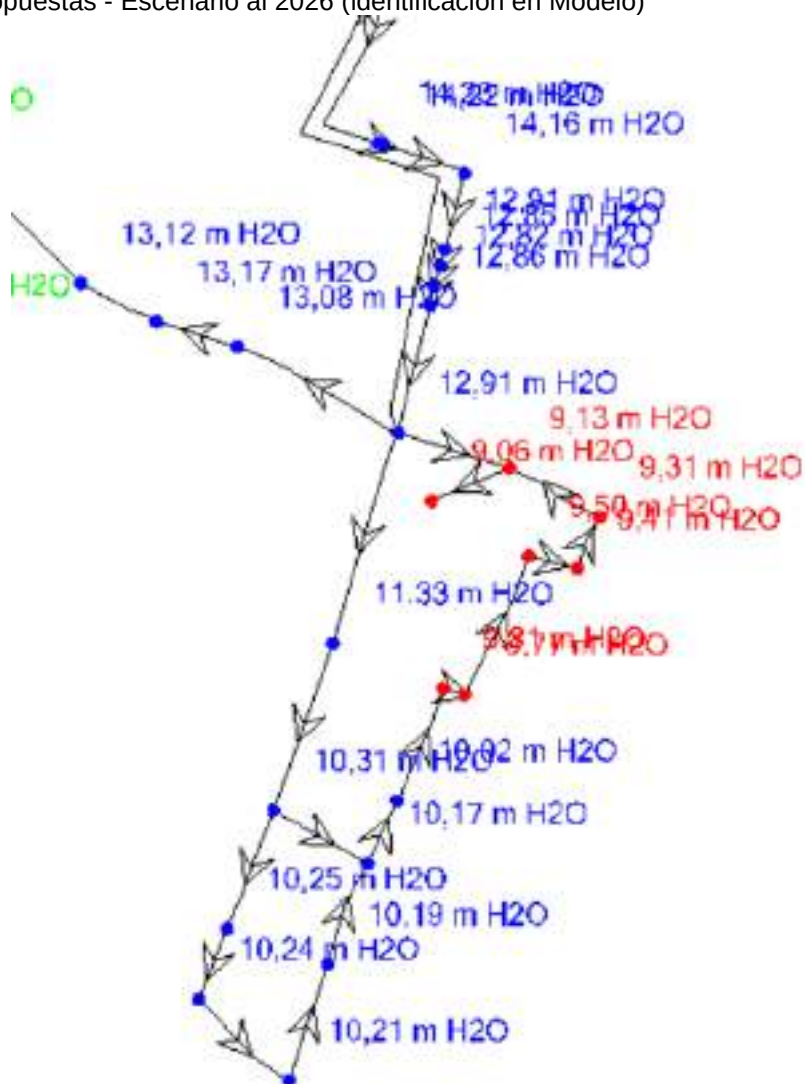
Figura 13.84: Construcción de tuberías de refuerzo en Macrosector CTP (identificación en Modelo)





Con todas estas obras, se corre el Modelo y resulta el panorama de Presiones mínimas que se visualiza en la siguiente figura:

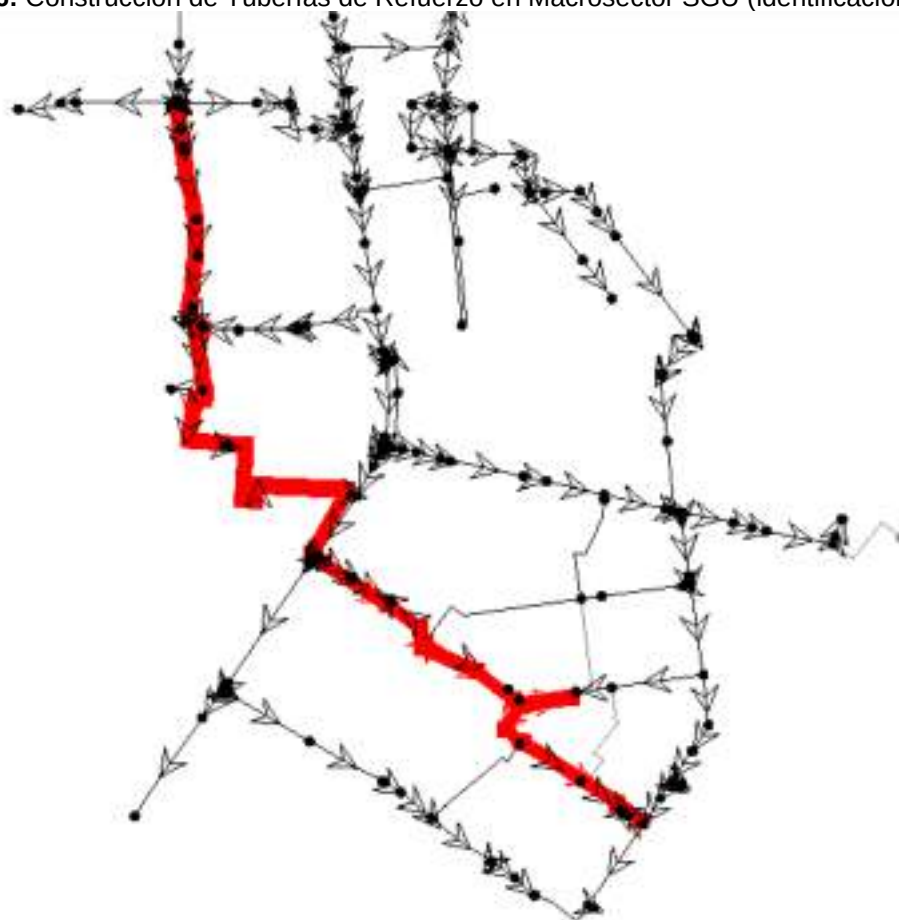
Figura 13.85: Presiones a las 11 h (Presiones mínimas diarias) en zona Macrosector CTP con las obras propuestas - Escenario al 2026 (identificación en Modelo)



En forma similar, se procedió al análisis de los Macrosectores SGU y SRO.

En la siguiente figura se puede visualizar la obra propuesta: Tuberías de Refuerzo (de diámetros 300 y 450 mm) de los conductos existentes de diámetros 600, 300 y 250 mm.

Figura 13.86: Construcción de Tuberías de Refuerzo en Macrosector SGU (identificación en Modelo)



Con esta obra agregada, se corre el Modelo y resulta el panorama de Presiones mínimas que se visualiza en la siguiente figura:

Figura 13.87: Presiones a las 11 h (Presiones mínimas diaria) en zona Macrosector SGU y SRO con las obras propuestas - Escenario al 2026 (identificación en Modelo)



Conclusión para los Macrosectores CTP, SGU y SRO:

Con las obras propuestas se logran presiones mínimas del orden de los 10 mca. Si bien no se llega a tener valores de presiones mínimas de 15 mca (objetivo a cumplir), se considera que este nivel de presiones podría ser, estudio mediante, suficiente para garantizar un nivel de prestación de servicio aceptable en dichas zonas, por lo cual, podría considerarse este escenario como válido.

Cabe aclarar que en estas zonas se encuentran varias válvulas cerradas, con el objetivo principal de mantener los Sectores Hidráulicos. Aún así, se hizo una prueba abriendo un par de válvulas, pero la situación no mejoró notablemente, por lo cual, se respetaron esas premisas.

Presiones mínimas para todo el Sistema Guayaquil (Escenario al 2026 con obras propuestas)

Considerando todas las obras y condiciones presentadas anteriormente, en la siguiente figura se muestran los niveles de Presiones mínimas generales para todo el Sistema:

Figura 13.88: Presiones a las 11 hs (Presiones mínimas diarias). Escenario al 2026 – Vista general Sistema Guayaquil (Modelo)

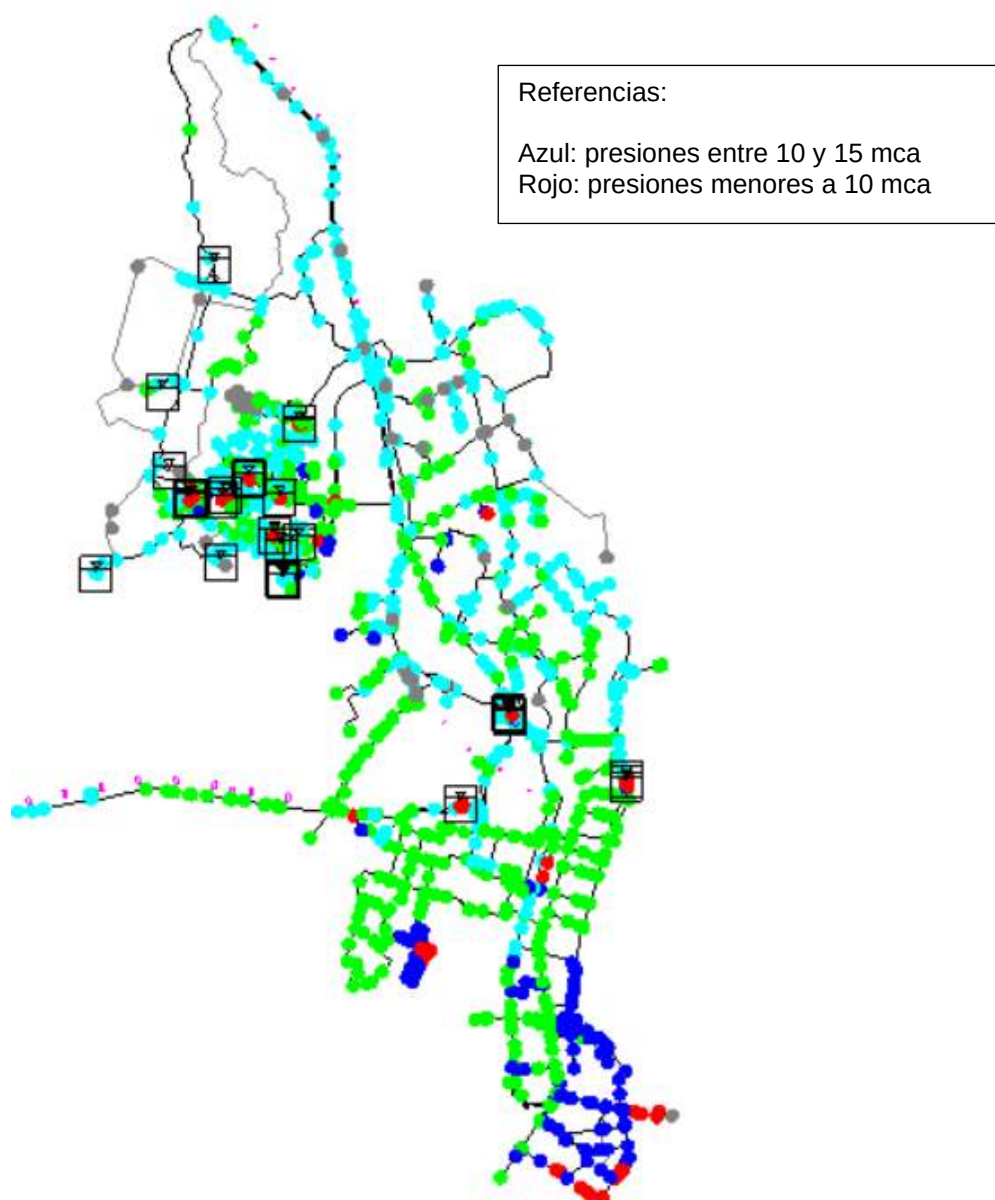
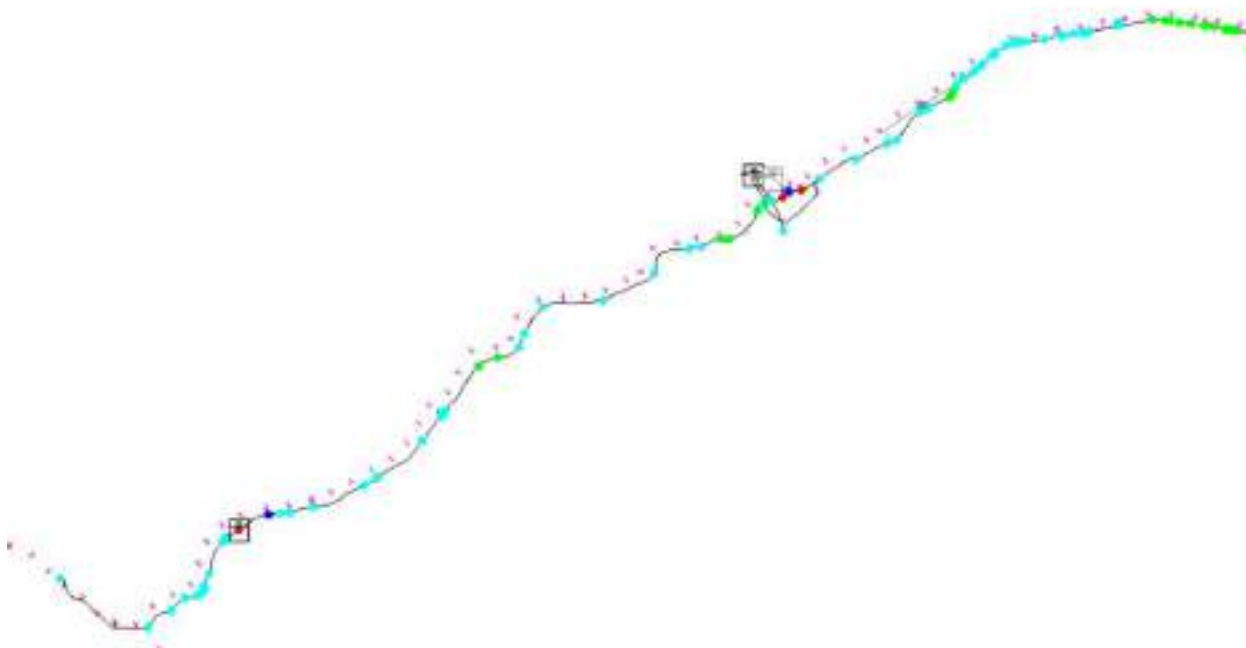


Figura 13.89: Presiones a las 11 hs (Presiones mínimas diarias). Escenario al 2026 – Vista Vía a la Costa (Modelo)



Se observa que el nivel de presiones mínimas está en general por encima de los valores objetivos (10 y 15 mca, según la zona), excepto en las zonas descritas anteriormente, en las cuales se consideran las excepciones del caso ya explicadas.

Escenario al 2031

Sistema Chongón

Para este Escenario no se incorporan nuevas obras principales, por lo cual se hace el análisis con las obras incorporadas en el Escenario al 2026.

Boosters en km 36,5 y 55,5:

De los resultados del Modelo, surgen los siguientes datos de los equipos de bombeo:

Booster km 36,5: 313 l/s a 100 mca.

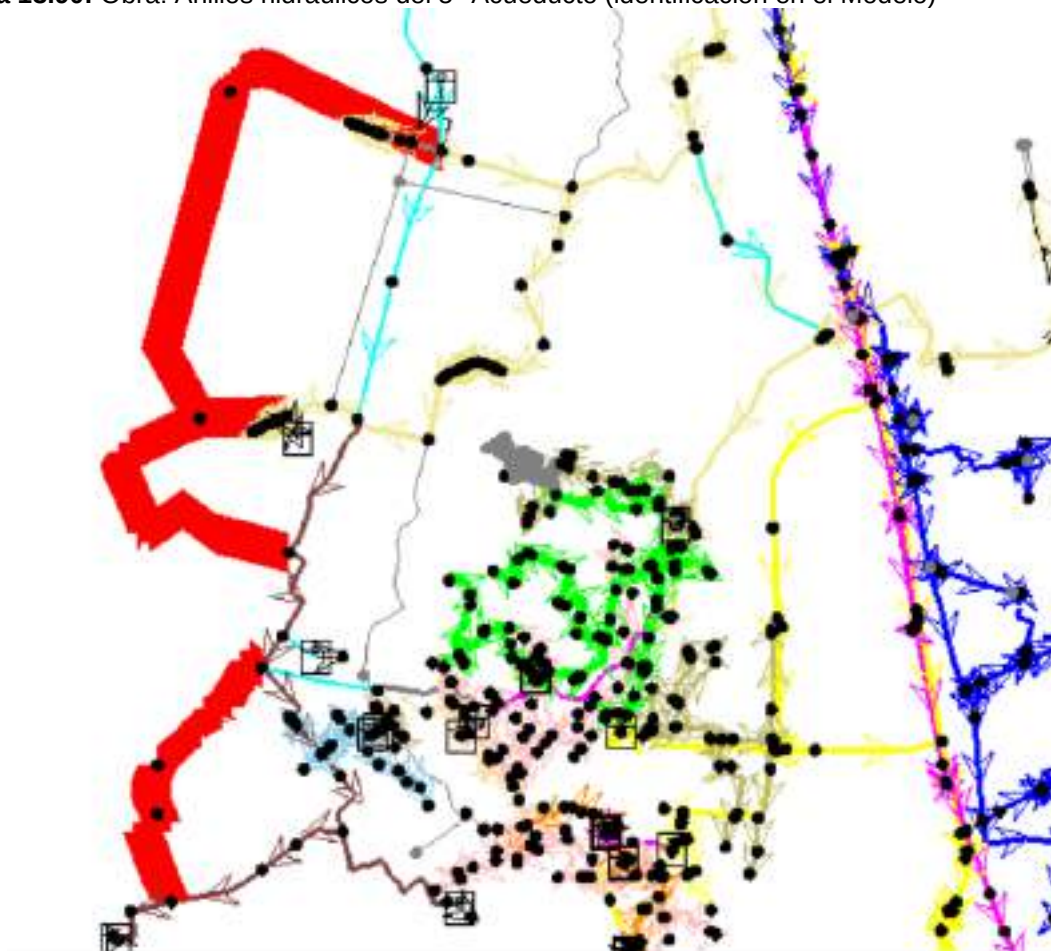
Booster km 55,5: 223 l/s a 94 mca

Subsistema 5° Acueducto

Para este Escenario se incorporan los tramos de Acueductos que forman el Anillo o Cierre hidráulico Oeste de este sistema (en diámetros 500, 600 y 700 mm).

En la figura siguiente se observa la representación de estas tuberías en el Modelo:

Figura 13.90: Obra: Anillos hidráulicos del 5° Acueducto (identificación en el Modelo)



Booster Zona Sergio Toral:

De los resultados del Modelo, surgen los siguientes datos de los equipos de bombeo: 189 L/s a 55 mca.

Subsistema 4 Acueductos principales

Zonas Macrosectores CTP, SGU y SRO

Estas zonas tienen incorporadas ya las obras definidas en el Escenario al 2026.

En las siguientes figuras se muestran las Presiones mínimas en dichos Sectores:

Figura 13.91: Presiones a las 11 h (Presiones mínimas diaria) en zona Macrosector CTP con las obras propuestas - Escenario al 2031 (identificación en Modelo)

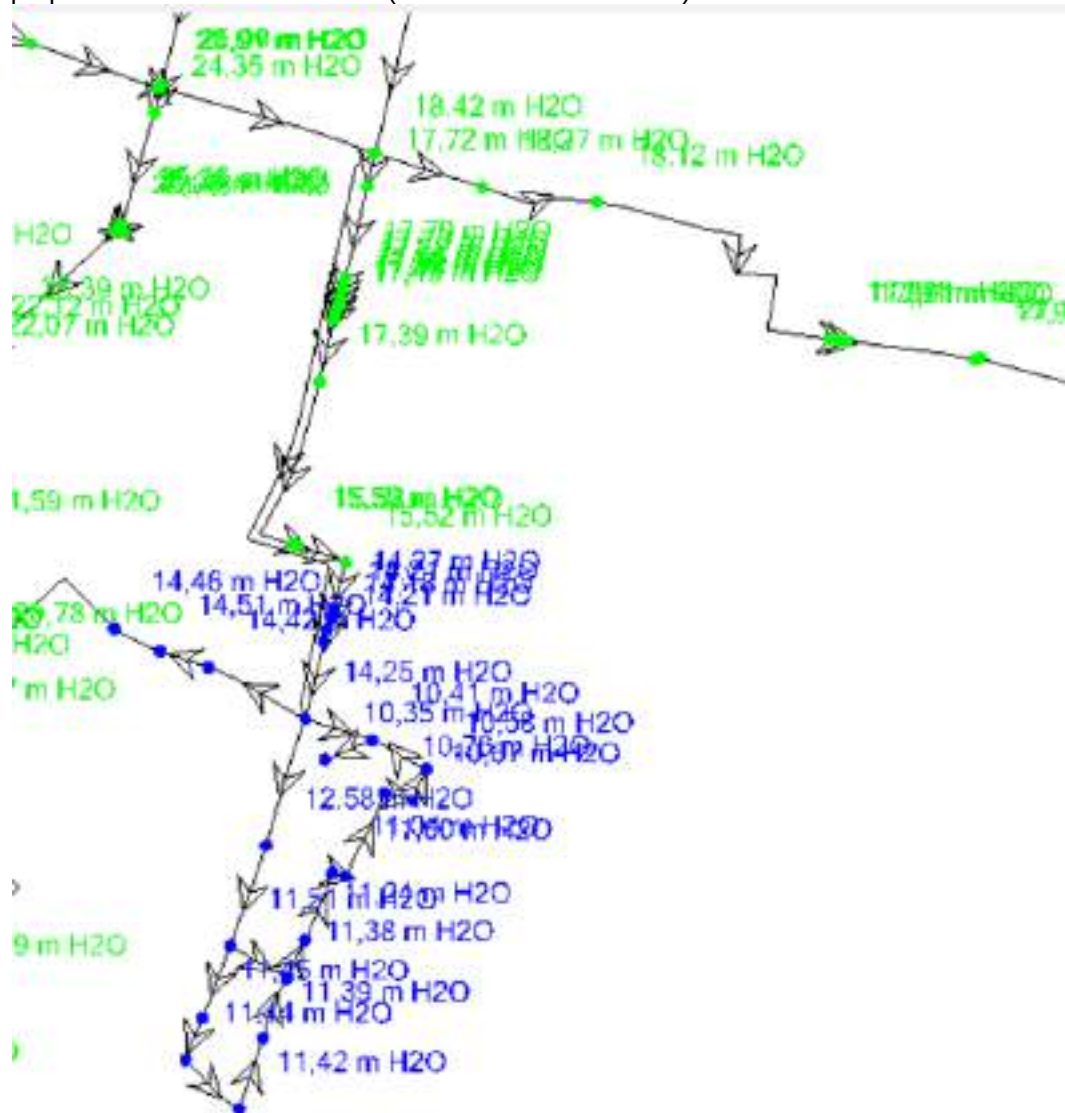
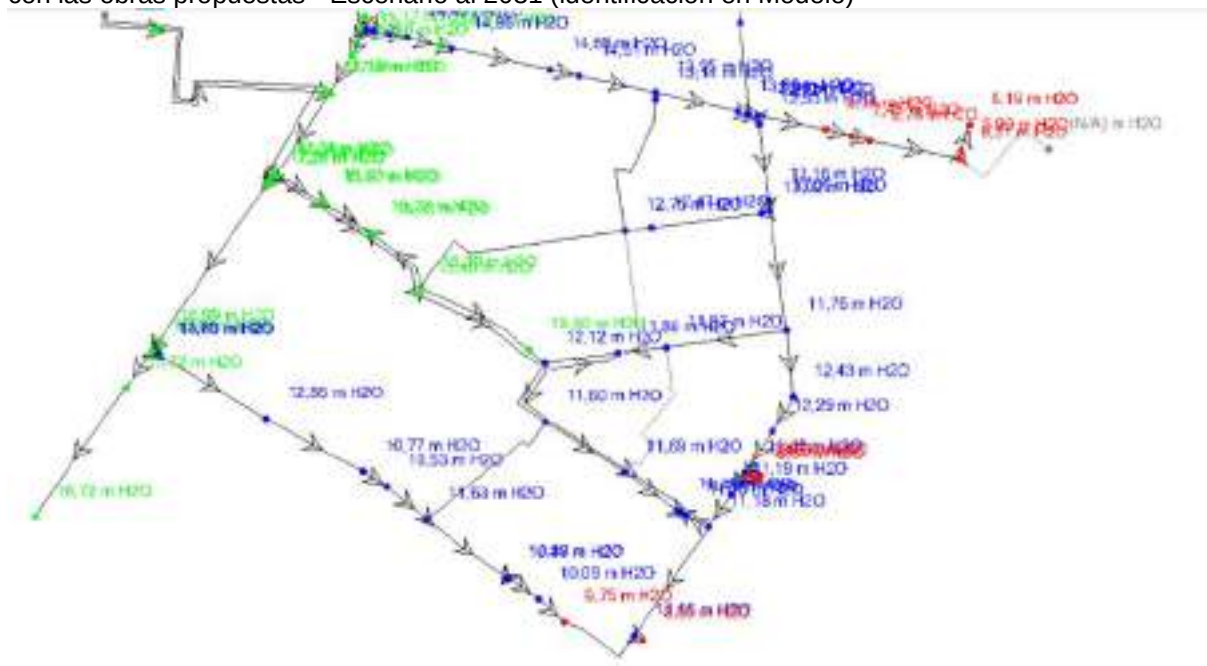


Figura 13.92: Presiones a las 11 h (Presiones mínimas diarias) en zona Macrosectores SGU y SRO con las obras propuestas - Escenario al 2031 (identificación en Modelo)



Conclusiones:

Se observa un nivel de presiones general en cada zona un poco mayor que la situación al 2026, pero aún así no se llega a niveles de presiones mínimas ≥ 15 mca.

Al respecto, valen las mismas conclusiones planteadas para el Escenario al 2026.

Booster San Eduardo y EB-1

Considerando el funcionamiento de ambas Estaciones de Bombeo, surgen las siguientes condiciones de funcionamiento para cada una de ellas:

- Booster San Eduardo: 2 bombas funcionando (809 l/s total - 43 mca)
- EB-1: 2 bombas funcionando (377 l/s – 73 mca).

Con esta configuración de funcionamiento, se logran Presiones mínimas por encima del límite (10 mca) en toda el área abastecida.

Presiones mínimas para todo el Sistema Guayaquil (Escenario al 2031 con obras propuestas)

Considerando todas las obras y condiciones presentadas anteriormente, en la siguiente figura se muestran los niveles de Presiones mínimas generales para todo el Sistema:

Figura 13.93: Presiones a las 11 hs (Presiones mínimas diarias). Escenario al 2031 – Vista general Sistema Guayaquil (Modelo)

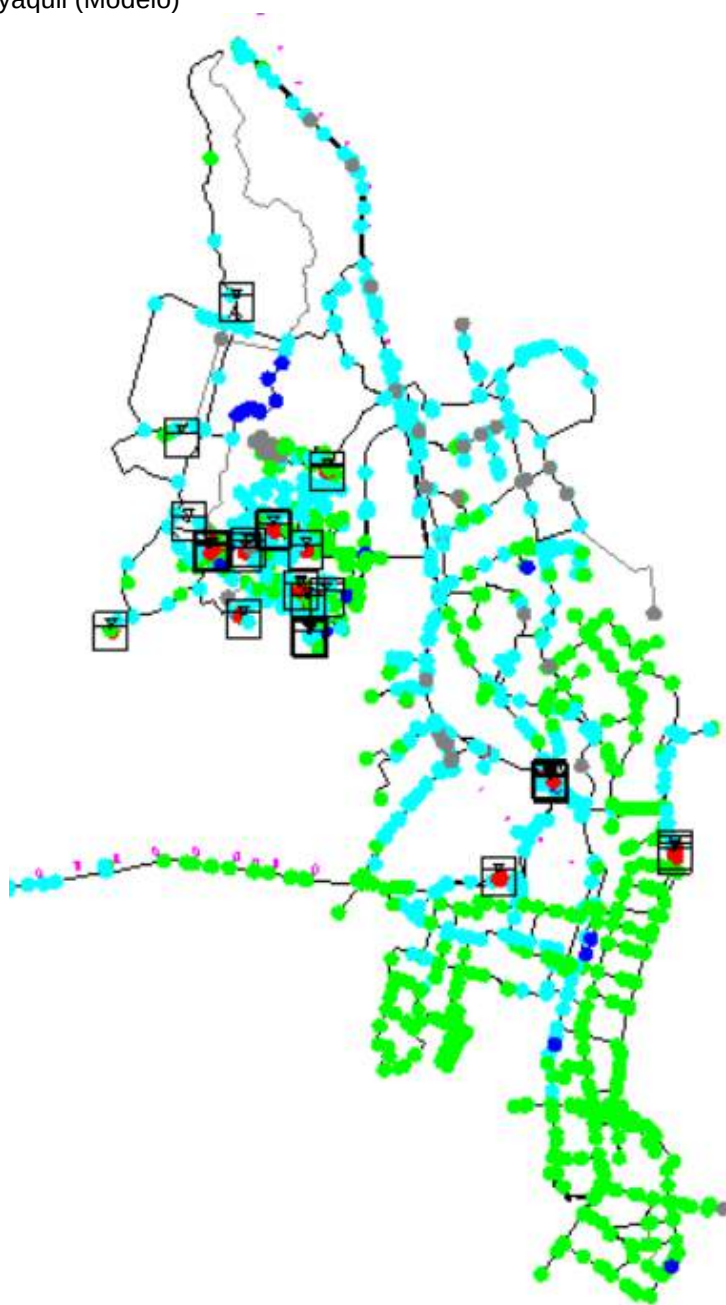
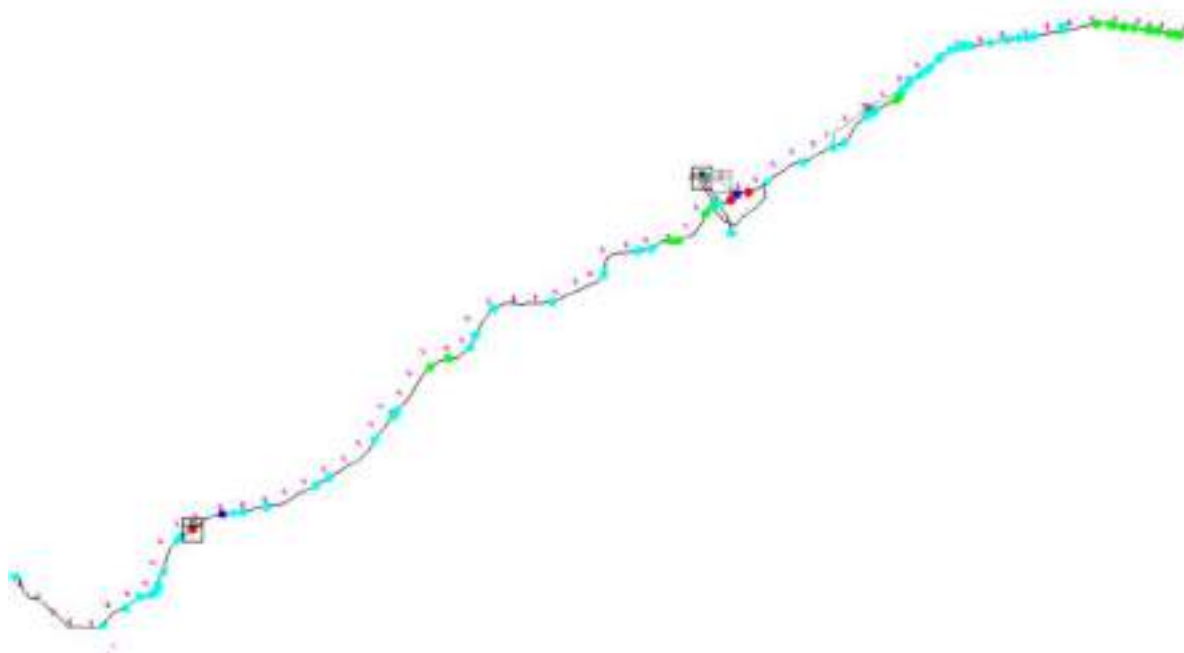


Figura 13.94: Presiones a las 11 hs (Presiones mínimas diarias). Escenario al 2031 – Vista Vía a la Costal (Modelo)



De lo anterior, surge que no hay problemas generales con los niveles de Presiones mínimas, excepto en las zonas de los Macrosectores CTP, SGU y SRO, en donde valen las excepciones descritas anteriormente.

13.4.2 Identificación de Obras necesarias

Obras Nuevas en Acueductos Principales, Estaciones de Bombeo y Reservas

Reservas

Se presenta en la Tabla siguiente el cálculo del balance de Reservas considerando lo definido en el Manual de Diseño de Acueductos (MA-OED-004) de IA:

“Para desarrollo habitaciones mayores de 5.000 habitantes, se tomará para el volumen de regulación el 25% del volumen consumido en un día, considerando la demanda máxima diaria al final del periodo de diseño”.

Para los cálculos, se consideraron los siguientes datos:

ANC (2026 / 2031)		Coef K1	% Almacenamiento
50,1%	45,2%	1,1	25%

Se consideraron las Reservas existentes, según el listado presentado en el Informe de Diagnóstico, a las cuales se les asignó una ZPU de abastecimiento; en la mayoría de los casos coincide la ubicación con la zona de abastecimiento ó de influencia, pero en otros casos no es así. Para el caso particular de Reservas que tienen influencia en más de una ZPU, se asignaron % del volumen total de las mismas a cada zona, considerando su grado de participación en la Demanda de cada área involucrada.

Teniendo en cuenta la falta de espacio en zonas densamente pobladas como la Zona Sur y Oeste, lo que torna muy dificultoso emplazar reservas, se consideró que en dichas zonas no se construirán nuevas.

Por lo cual, se considerarán construcción de nuevas Reservas (sujetas a la disponibilidad de terrenos y a la ubicación en la que son necesarias) en las ZPU Centro, Pascuales y Chongón.

Para la determinación de las cantidades de Reservas necesarias, se adoptan módulos de 5.000 y 10.000 m³.

Tabla 13.80: Balance de Volúmenes de Reservas y Previsión de nuevas a construir por ZPU (Sistema AAPP Guayaquil)

Zona de Planificación Urbana	Consumo medio total (l/s)		Demanda media total (m3/d)		Demanda máx diaria total (m3/d)		Almacenam. necesario (m3)		Almacenamiento existente (m3)	Deficit (-) / Superavit (+) Almacenam. (m3)	Deficit (-) / Superavit (+) Almacenam. (m3)	Volumen Almacenam. a construir (m3)
	2026	2031	2026	2036	2026	2031	2026	2031		2026	2031	6Q
A (SUR)	1.036	1.099	179.313	173.274	197.244	190.602	49.311	47.650	14.392	-34.919	-33.258	0
B (OESTE)	766	826	132.583	130.269	145.841	143.296	36.460	35.824	11.000	-25.460	-24.824	0
C (CENTRO)	496	496	85.881	78.203	94.469	86.023	23.617	21.506	20.000	-3.617	-1.506	1.500
D (NORTE)	1.680	1.735	290.912	273.495	320.003	300.845	80.001	75.211	105.458	25.458	30.247	0
E (PASCUALES)	2.512	2.672	434.938	421.239	478.432	463.362	119.608	115.841	37.586	-82.022	-78.255	80.000
F (CHONGÓN)	537	773	93.062	121.811	102.368	133.992	25.592	33.498	28.132	2.540	-5.366	5.000
NZU NO	703	486	121.696	76.678	133.866	84.346	33.466	21.087	23.174	-10.293	2.087	0
Total	7.730	8.087	1.338.385	1.274.969	1.472.223	1.402.466	368.056	350.617	239.743	-128.313	-110.874	86.500

Acueductos Principales y Estaciones de Bombeo

Dentro de este rubro, se incluyen las siguientes Obras para cada Quinquenio (5° y 6°):

Subsistema 5° Acueducto

5° Quinquenio

- Construcción del Tramo 1:
 - Tramo desde La Toma hasta zon Mi Lote: 1.800 mm y 8,10 km de longitud.
 - Tramo desde Mi Lote hasta zona Ciudad Victoria: 1.500 mm y 2,75 km de longitud.
- Construcción de nuevo Booster (zona Sergio Toral):
 - Sistema de bombeo (configuración 1+1 bombas; Potencia unitaria: 125 Kw).
 - Acueducto de vinculación red existente con nuevo Booster: 250 mm y 1,15 km de longitud.
- Construcción de nuevo Booster (para vinculación Tanque San Ignacio de Loyola con Tanques Socio Vivienda):
 - Sistema de bombeo (configuración 1+1 bombas; Potencia unitaria: 100 Kw).
 - Acueducto de vinculación red existente con nuevo Booster: 250 mm y 2,30 km de longitud.
- Cisternas Bonavilla (ZPU Pascuales):
 - Nuevas Reservas subterráneas (2 de 174 m3 c/u).
 - Sistema de bombeo desde Reservas (configuración 1+1 equipos de bombeo; Potencia unitaria: 5,5 Kw).

6° Quinquenio

- Construcción del Anillo para cierre hidráulico 5° Acueducto:
 - 700 mm y 5,70 km de longitud.
 - 600 mm y 3,10 km de longitud.
 - 500 mm y 4,10 km de longitud.

Sistema Chongón

5° Quinquenio

- Construcción de los Acueductos de vinculación de Planta Chongón con red de transporte:
 - Abastecimiento a zona servida con Acueducto Vía a la Costa existente: 1.000 mm y 1,50 km de longitud; 700 mm y 4,1 Km de longitud.
 - Abastecimiento zonas a servir NAIG y cercanas: 300 mm y 3,00 Km de longitud.
- Construcción de nuevo Booster (km 36,5 de Vía a la Costa): configuración 1+1 equipos de 100 Kw de Potencia cada una.
- Construcción de nuevo Booster (km 55,5 de Vía a la Costa): configuración 1+1 equipos de 125 Kw de Potencia cada una.

Subsistema 4 Acueductos**5° Quinquenio**

- Construcción del Anillo Hidráulico Av. Narciso de Jesús: 500 mm de 3,0 Km de longitud.
- Construcción de nuevo Booster San Eduardo: configuración 3+1 equipos y 150 Kw de Potencia unitaria.
- Construcción de nuevo Booster para el sector Colinas del Hipódromo parte Alta – Mapasingue Oeste (configuración 4+1 equipos y 1,5 Kw cada una) + Instalación de una VRP): El sector de Colinas del Hipódromo, ubicado al oeste de la ciudad de Guayaquil, en una primera fase se realizó la instalación de redes formales para 14 hectáreas los cuales se podían abastecer mediante redes formales directamente de la red; en esta segunda fase se va a abastecer unas 11 hectáreas restante las cuales deben de abastecerse mediante un sistema booster debido a que se encuentran a una cota mayor a la que llega la presión de la red, para proporcionar la presión que garantice el abastecimiento de agua en las condiciones determinadas en las normas de IA.

Otras Obras**5° Quinquenio**

- Nuevos Boosters en zonas con de baja presión (sectores afectados por estar localizados en cotas altas y requieren la instalación de sistemas booster): Mejora de nivel del servicio de los sectores Balerio Estacio (132 conexiones); Pancho Jácome (3000 conexiones); María Eugenia Cordovez (641 conexiones); 9 de Enero (744 conexiones); Colinas de los Ceibos (654 conexiones); Juan Montalvo (2102 conexiones); Pastor Vera (2062 conexiones).

6° Quinquenio

- Construcción de nuevas Reservas en ZPU:
 - Centro: 1 de 1.500 m³
 - Pascuales: 8 de 10.000 m³
 - Chongón: 1 de 5.000 m³

Obras Nuevas en Redes de Distribución**Expansión de Redes de Distribución**

Se presenta en la siguiente Tabla el detalle del Número de Conexiones por Expansiones a realizar por la Concesión (sin incluir expansiones por urbanizaciones a desarrollar por terceros), la población beneficiada y los correspondientes Montos de Inversión a afrontar por la Concesión para los quinquenios 5° y 6°.

Figura 13.95: Conexiones por expansiones en Ciudad de Guayaquil

Quinq.	Nº de Cx Expansión	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (miles u\$s)
5º Q	56.765	272.471	\$ 933	\$ 52.969
6º Q	80.578	386.773	\$ 933	\$ 75.190

Figura 13.96: Conexiones por expansiones Daular

Quinq.	Nº de Cx Expansión	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (miles u\$s)
5º Q	330	1.585	\$ 933	\$ 308
6º Q	254	1.217	\$ 933	\$ 237

Expansión en Cierres de Mallas

Se consideran "Cierres de Malla" a aquellas intervenciones de expansión que requieren de la construcción de las Redes de Distribución y Conexiones, pero que disponen de redes troncales próximas para su abastecimiento.

Se presenta en la siguiente Tabla el detalle del Número de Conexiones por Cierres de Mallas a realizar por la Concesión (sin incluir expansiones por urbanizaciones a desarrollar por terceros), la población beneficiada y los correspondientes Montos de Inversión a afrontar por la Concesión para los quinquenios 5º y 6º.

Figura 13.97: Conexiones cierres de malla en Ciudad de Guayaquil

Quinq.	Nº de Cx por Cierres de Malla	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (miles u\$s)
5º Q	10.520	50.498	\$ 596	\$ 6.270
6º Q	9.061	43.492	\$ 596	\$ 5.400

Renovación y Rehabilitación en Acueductos Principales, Estaciones de Bombeo y Reservas

Acueductos Principales

Por déficit de capacidad de transporte ó nivel de presiones insuficiente

De acuerdo con los resultados de los Modelos confeccionados surge la necesidad de realizar Renovaciones ó construcción de tuberías de Refuerzos de algunos tramos porque presentan para los Escenarios a futuro velocidades por encima de las admisibles ó porque su ejecución ayuda a mejorar zonas con presiones mínimas por debajo de la admisible.

- Renovación de tuberías en Macrosector CTP (según resultados de los Modelos presentados anteriormente): 355 mm y 2,90 km de longitud.
- Construcción de tubería de Refuerzo en Macrosector CTP (según resultados de los Modelos presentados anteriormente): 355 mm y 1,70 km de longitud.
- Construcción de tubería secundaria (paralela a la tubería renovada) en Macrosector CTP: 110 mm y 2,90 km de longitud.
- Construcción de tubería de Refuerzo en Macrosector SGU (según resultados de los Modelos presentados anteriormente): 450 mm y 5,00 km de longitud.
- Construcción de tubería de Refuerzo en Macrosector SGU (según resultados de los Modelos presentados anteriormente): 300 mm y 3,20 km de longitud.

Por problemas estructurales

- Rehabilitación de tramos del Acueducto DN 700 mm Vía a la Costa, identificados con posibilidad de fallo según estudio preliminar Pipe Diver (12 tubos) en la Sección 1, de Vía a la Costa. Incluye el sistema de protección catódica correspondiente.

Se ha previsto que esta cañería, que presenta múltiples problemas en su funcionamiento, deberá permanecer en servicio hasta el fin de la Concesión.

Los inconvenientes más importantes que hoy presenta se pueden resumir en fugas debido al mal estado de ciertos tramos y la alta presión de funcionamiento en algunos tramos.

Asimismo, a partir del 5º Quinquenio, en consideración del Escenario de desarrollo del NAIG en Daular, se ha previsto una Nueva Planta Potabilizadora en las proximidades del Embalse Chongón, por lo que el actual Acueducto Vía a la Costa se utilizará para abastecer hasta el km 24 de Vía a la Costa (a partir de los Reservorios Oeste), utilizando el rebombeo del Nuevo Booster San Eduardo y la actual EB N°1.

Reservorios Principales, Estaciones de Bombeo y Cisternas

Estaciones de Bombeo

- Repotenciación de Estaciones de Bombeo Secundarias: con la finalidad de mejorar el plano de presiones en las partes altas de los sectores que se abastecen a través de bombeo, se plantea la optimización de los sistemas con el fin de obtener una presión mínima de servicio de 15 mca.
 - Renovación del equipamiento electromecánico, instalaciones eléctricas, adquisición y reemplazo de transformadores y tableros. Mejoras del sistema de fuerza.
- Renovación Estación de Bombeo N°1 (Vía a la Costa): Se ha previsto que esta Estación de Bombeo deberá permanecer en servicio hasta el fin de la Concesión. Asimismo, a partir del 5º Quinquenio, en consideración del Escenario de desarrollo del NAIG en Daular, se ha previsto una Nueva Planta Potabilizadora en las proximidades del Embalse Chongón, por lo que el actual Acueducto Vía a la Costa se utilizará para abastecer hasta el km 24 de Vía a la Costa (a partir de los Reservorios Oeste), utilizando el rebombeo del Nuevo Booster San Eduardo y la actual EB N°1.
 - Renovación de los 3 equipos de bombeo.
 - Renovación de instalaciones eléctricas, transformadores y tableros. Mejoras del sistema de fuerza.
 - Adquisición e instalación de Variadores de velocidad para los equipos de bombeo.

Se señala que las inversiones necesarias para la automatización y monitoreo de las Estaciones de Bombeo y Cisternas mediante sistema SCADA son consideradas en el Capítulo correspondiente a Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica.

Reservorios Principales y Cisternas

- Rehabilitación de Tanques y Reservorios Existentes: Realización de obras civiles para que los edificios y cisternas existentes alcancen un funcionamiento adecuado.

En general:

- Renovación y optimización de válvulas y compuertas en los ingresos y salidas de las cisternas.
- Renovación y optimización de válvulas

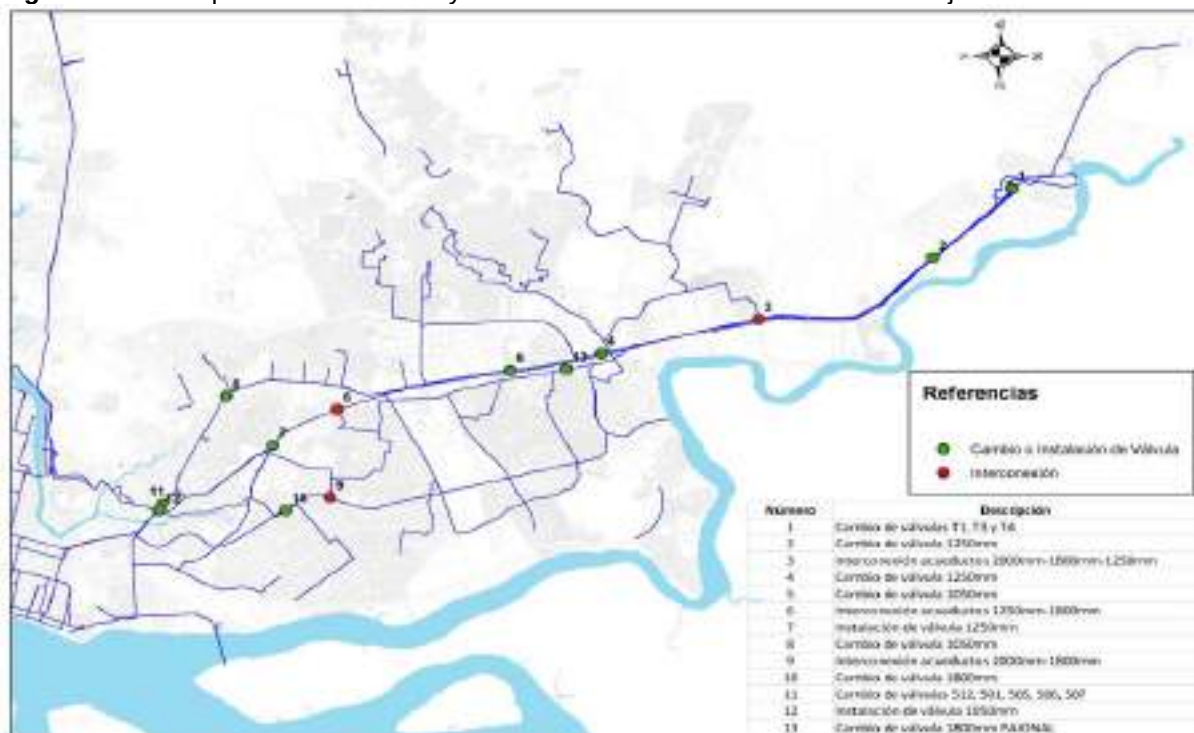
- Rehabilitación de impermeabilizaciones
- Reparaciones menores en entradas, áreas de servicios, etc.

En particular:

- Reforzamiento estructural de Tanque Las Cumbres (2 Módulos).
 - Rehabilitación de Tanque Paraíso (2 Módulos).
- Rehabilitación de Tanques y Reservorios que se construyen por expansiones: Realización de obras civiles para que los edificios y cisternas que fueron y serán construidas durante las expansiones del sistema de AAPP mantengan un funcionamiento adecuado.
- Renovación y optimización de válvulas y compuertas en los ingresos y salidas de las cisternas.
 - Rehabilitación de impermeabilizaciones.
 - Reparaciones menores en entradas, áreas de servicios, etc.
 - Fase II de obras para habilitación de tanque Mi Lote (acometida eléctrica, tableros de fuerza y control, válvulas de control, vía de acceso).

Otras Obras

- Renovación de Válvulas en líneas de transporte: Conservación y mejora de las condiciones operacionales del sistema de transporte y reducción de los impactos de cortes de servicio por reparación. Se trata de renovación y rehabilitación de válvulas y elementos de maniobras en los acueductos principales del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Flexibilización de la operación de acueductos (interconexiones y válvulas de seccionamiento): Las líneas de transporte y acueductos que salen de La Toma tienen derivaciones en ruta, con el objetivo de disponer de flexibilización en la operación de los mismos se ha planteado la realización de intervenciones en ellos e instalación de válvulas de seccionamiento en función de los sectores de macrodistribución.

Figura 13.98: Esquema de ubicación y listado de válvulas e interconexiones a ejecutar

- Renovación de Caudalímetros en líneas de transporte: algunos caudalímetros instalados en líneas de transporte no ofrecen la precisión y confiabilidad requerida para una gestión eficiente del sistema, y especialmente para la evaluación y el control de agua no contabilizada. Esa intervención debe corregir esa situación y completar la red de medición de forma que el control de caudales por macrosector sea generalizado y confiable.

Renovación y Rehabilitación de Redes

- Rehabilitación Sistema de AAPP Mapasingue Este: Optimización del sistema mediante la instalación de VRP y Ventosas debido a la topografía del sector.
- Renovación y Rehabilitación Integral de Redes de Distribución.

Estos dos aspectos se encuentran detallados más adelante en el título de Intervenciones y Obras – Reducción ANC.

13.5. Intervenciones y obras – reducción de ANC

13.5.1 Introducción

El Plan Maestro de Abastecimiento de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Alcantarillado Pluvial tiene objetivos estratégicos que no constituyen en sí metas contractuales.

Entre ellos existen tres que están directamente relacionados con el Plan de Agua No Contabilizada, a saber:

- Servicio Universal de Abastecimiento de AAPP
- Mejora continua en Calidad y Niveles de Servicio
- Programa de Renovación y Rehabilitación de los bienes de la Concesión

En el presente ajuste y actualización del Plan Maestro, el Control de Agua No Contabilizada es considerado un objetivo estratégico necesario de alcanzar para poder cumplir las metas en expansión sin que se vea afectada la calidad y a la vez, lograr mejoras en los niveles de servicio actual. Asimismo, es determinante para el cumplimiento de los objetivos del Programa de Renovación y Rehabilitación de los bienes de la Concesión, en particular, de redes.

En el “Plan de Reducción de Agua No Contabilizada para el sistema de abastecimiento de AAPP de Guayaquil - Actualización 3 (2019-2031) - Versión 6.0” se ha fijado como objetivo estratégico bajar el nivel de Agua No Contabilizada a los valores indicados en la Tabla 1.

Esta última actualización del PRANC implicó la redefinición de objetivo de reducción de agua no contabilizada, así como de caudal a reducir en La Toma al año 2031. Cabe mencionar que dicha redefinición se debe a la falta de asignación de los recursos necesarios para llevar a cabo las intervenciones planificadas en el programa de rehabilitaciones de redes.

Tabla 13.81: Metas IANC (%) al cierre de cada quinquenio ajustadas según última versión aprobada del PRANC

Plan de Reducción de Agua No Contabilizada	Versión	Fecha presentación	2021	2026	2031	Reducción de caudal en La Toma al 2031 (l/s)
PRANC Actualización 3 (2019-2031)	V6.0	jun-20	55,20	50,30	45,40	1.329

Durante el cuarto quinquenio el índice de agua no contabilizada alcanzó un valor de **55,7% a julio 2020¹**. La mejora en la evolución del indicador hacia el cierre del quinquenio permitió alcanzar un valor de IANC de **55,42%²** a mayo 2021. Ello ha implicado un último ajuste en los objetivos tal como se indican en la Tabla 13.82.

Tabla 13.82: Metas IANC (%) definidas para el cierre del quinto y sexto quinquenio

Año	IANC (%)	Tasa de rehabilitación red
2026	50,1%	60 km/año
2031	45,2%	60 km/año

La clave para lograr los objetivos propuestos es que se aprueben las inversiones necesarias en tiempo y forma de acuerdo con el cronograma propuesto, de manera tal que los resultados impacten en el plazo esperado permitiendo la reducción de demanda de caudal

¹ Fuente: Informe Anual Año 19

² Fuente: ANC Flotante - Informe de Auditoría a Mayo 2021

en La Toma y la consiguiente posibilidad de uso de dichos caudales para abastecer nuevos habitantes.

El presente documento de Ajuste y Actualización Plan Maestro incluye intervenciones en la gestión del sistema de AAPP tales como: la renovación y rehabilitación de redes, la gestión del servicio por áreas sectorizadas, la regulación de presiones, avance de los programas de sectorización y gestión Smart, y acciones para la reducción de pérdidas aparentes. En todos los casos, las intervenciones mencionadas han sido iniciadas en quinquenios precedentes.

Con relación al objetivo estratégico de “Mejora Continua en Calidad y Niveles de servicio”, se incluyen intervenciones asociadas a Optimización de Bombeos, Regulación de Presiones y Monitoreo continuo de la red.

A su vez, el objetivo de “Renovación y Rehabilitación de Bienes del sistema de AAPP” está relacionado con el Programa de Reducción de Agua No contabilizada a través de las intervenciones en las tuberías de agua potable, elementos de red (válvulas, hidrantes, otros) y acometidas.

En el documento se desarrolla la metodología empleada para el Ajuste y Actualización del Plan Maestro en lo que respecta al Agua No Contabilizada, así como las Intervenciones a ser realizadas a largo plazo para el sistema de Abastecimiento de Agua Potable.

13.5.2 Aspectos Generales

En el presente apartado se resumen aspectos generales considerados para la definición de intervenciones asociadas a la reducción de Agua No Contabilizada – Pérdida Técnica y Pérdida Aparente que forma parte del documento de Ajuste y Actualización del Plan Maestro de AAPP.

Cabe mencionar que la proyección de reducción de Agua No Contabilizada y la consiguiente reducción de demanda en La Toma, está en concordancia con las hipótesis consideradas en el análisis de la Proyección de Demanda para los próximos quinquenios.

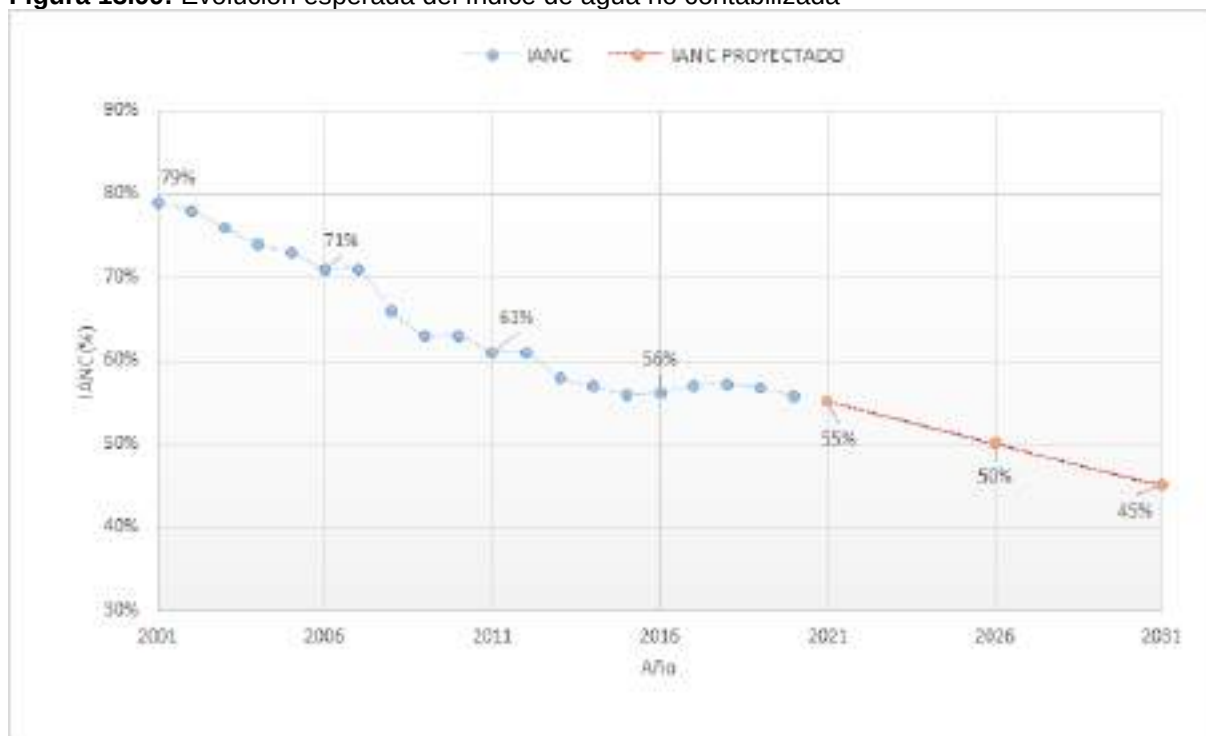
El alcance de las intervenciones incluidas en el **Plan Maestro de AAPP - Programa de Renovación y Rehabilitación de redes de distribución** se corresponde con las redes de la Ciudad de Guayaquil.

Por otra parte, el **Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica** incluye intervenciones específicas de reducción de Agua No Contabilizada que se relacionan con la implementación y desarrollo de innovación en la gestión del sistema de distribución de AAPP de Guayaquil.

13.5.3 Escenario de evolución del ANC para lograr el objetivo de reducción de caudal en La Toma 1.329 l/s al año 2031³

La evolución esperada del índice de agua no contabilizada resultante de los modelos de gestión de pérdidas aplicados en el “PRANC Pérdidas reales Versión 6.0” y en el “PRANC Pérdidas aparentes 31/03/2021”, así como de posteriores ajustes realizados al final del 4° quinquenio se muestra en la Figura 13.99.

³ Fuente PRANC V6.0 – Con el ajuste de 60km/año para el 5° quinquenio el valor de caudal recuperado en La Toma alcanza un valor superior.

Figura 13.99: Evolución esperada del índice de agua no contabilizada

La evolución del Agua No Contabilizada, además de estar impactada por las intervenciones para reducción de pérdida técnica o real, también se verá impactada por el efecto de las intervenciones para reducir las pérdidas aparentes o comerciales, tal como se describen en el “Plan de Reducción de Agua No Contabilizada – Pérdidas aparentes – 31/03/2021”. En dicho informe se establece como línea de base la pérdida aparente a enero 2021 de 8,2% y establece una serie de intervenciones para reducir dicho valor en los próximos 10 años a 5,13%.

En relación al valor de pérdidas técnicas, los valores de la **Figura 13.99** fueron estimados a partir del modelo de evolución descrito en el apartado de Diagnóstico en el cual se han contemplado las siguientes hipótesis:

- La eficiencia en redes intervenidas con rehabilitación integral o con expansión permite alcanzar un valor de Agua No Contabilizada en los sectores hidráulicos intervenidos de 15%.
- Las redes rehabilitadas o de expansión deben alcanzar al momento de la habilitación un índice de pérdida física IPF1 menor o igual a 0,01 l/s/km e IPF2 menor o igual a 0,003 l/s/km/bar, constatables en mediciones post intervención.
- Se considera una relación entre longitud efectiva a rehabilitar y sector hidráulico de 1,25%.
- Ratio entre pérdidas aparentes y consumo autorizado de 11,25%. No obstante, en el documento “Plan de Reducción de Agua No Contabilizada – Pérdidas aparentes – 31/03/2021” dicho valor es de 17,53% a enero 2021 por lo que deberá incorporarse este ajuste.
- Se asume un efecto de envejecimiento de las redes.
- Se asume una tasa de recuperación efectiva en base a una polinómica ajustada en función del avance de la rehabilitación.
- En relación a la búsqueda activa de fugas, se considera una tasa de fuga localizada por kilómetro de 0,8 a 1,1 y un n° fugas reparadas por semana de 10 a 22.
- Se asume un recupero de agua por gestión de presiones con VRP del 10% del caudal pasante por la válvula.

El modelo de evolución del Agua No Contabilizada permite analizar diferentes escenarios de evolución según tipología de intervención, magnitud de la misma y/o distribución geográfica de las acciones.

De todos los escenarios analizados, hay tres ejes de acción que impactan significativamente en los resultados a obtener:

- Rehabilitación y Renovación de redes
- Presiones mínimas de servicio
- Micromedición (errores de medidores y errores intrínsecos) y conexiones no registradas (clandestinos)

A continuación, se detallan los escenarios analizados para ambos aspectos.

Rehabilitación y Renovación de Redes

En el marco de la definición del “Ajuste y Revisión del Plan Maestro AAAPP, AASS y AASS” elaborado al cierre del 3^{er} quinquenio se analizaron diferentes escenarios de intervención en las redes, 70 km/año – 60 km/año – 50 km/año, adoptándose como estrategia la renovación de **60km/año**. Cabe mencionar que la definición está directamente relacionada con el estudio de evolución de demanda futura y con las inversiones definidas en ampliación de producción de agua potable.

Posteriormente, se formuló el **Plan Neptuno** que actualiza el Plan Maestro realizado en el año 2016, incorporando la nueva proyección poblacional de Guayaquil, la evolución alcanzada en materia de reducción de pérdidas hasta el año 2019 y la nueva infraestructura realizada durante los primeros años del cuarto quinquenio.

A partir de dicha actualización se definieron las principales obras a realizar en cuatro etapas del Plan. A su vez, se mantuvo la estrategia de Renovación y Rehabilitación de redes en **60 km/año**.

El impacto de la rehabilitación en “caudal recuperado en el abastecimiento”, así como la secuencia de ejecución y la priorización de los sectores hidráulicos a intervenir son evaluados y seleccionados utilizando el modelo de evolución de pérdidas en que se basa el Plan de Reducción de Agua No Contabilizada – Enfoque en Pérdidas Técnicas.

Como resultado de la aplicación de dicho modelo se han priorizado las intervenciones necesarias para alcanzar a 2031 el 45,4% de Agua No Contabilizada, según se detalla en el Informe PRANC V6.0, o su valor ajustado hacia el final del quinquenio de 45,2%⁴.

El Plan de Reducción de Agua No Contabilizada (PRANC)⁵ define un valor de rehabilitación de redes para el 5° y 6° Quinquenio respectivamente. Dicha versión contempla valores de 48km/año y 60 km/año respectivamente, no obstante, en el presente informe se han ajustados las intervenciones para asegurar de **60 km/año en ambos quinquenios**. Ello representa un incremento muy significativo respecto del valor de rehabilitación efectivamente ejecutado en quinquenios precedentes, pero se debe tener en cuenta que es el **umbral mínimo** para satisfacer la demanda sin aumentar la producción de agua.

Presiones Mínimas de Servicio

⁴ Dato en revisión

⁵ En el PRANC V6.0 el valor que figura para el 5° quinquenio es 48km, actualmente ese valor fue ajustado a 60km/año

El porcentaje de agua no contabilizada de 45,5% estimado de alcanzar al año 2031, según el análisis presentado en el PRANC V6.0 tiene como premisa que la zona norte mantiene presiones mínimas de servicio de 1,5 bar y en el centro y sur de la ciudad se mantienen presiones de 1,0 bar.

A solicitud de EMAPAG EP, se evaluó el impacto del incremento de la presión mínima en las redes de agua potable en Zona Centro y Sur de la ciudad, en particular de la evolución de las pérdidas técnicas para escenarios de 1,2 bar y 1,5 bar.

El estudio mencionado concluye que, si se incrementa el plano de presiones en la zona Centro y Sur de la ciudad, ya sea estableciéndose como presión mínima 1,2 bar o 1,5 bar, el caudal de pérdida para el año 2031 incrementaría el valor de IANC a 46,7% o 50,4%, respectivamente. Ello significaría un incremento de 2,8% u 11% (según sea el valor de presión analizado) respecto del IANC estimado para presión mínima de 1,0 bar en dichas zonas.

En el presente Ajuste se ha considerado un escenario donde se asume que las zonas priorizadas de intervención con rehabilitación integral de redes durante el 5° y 6° quinquenio cumplirán la meta de presión mínima 1,5 bar una vez finalizada la rehabilitación en el sector hidráulico.

En consecuencia, no es esperable una variación significativa del valor de IANC para el año 2031.

13.5.4 Intervenciones y Obras Requeridas – Enfoque en Pérdidas Técnicas

Las **intervenciones** asociadas al Programa de Reducción de Agua No Contabilizada – Enfoque en Pérdidas Técnicas que se detallan a continuación son resultantes de la aplicación del modelo y estrategias mencionadas precedentemente.

Contexto y aspectos generales

Objetivos Generales

El objetivo general de las intervenciones propuestas en el marco del programa de reducción de agua no contabilizada para lograr la reducción de caudal en La Toma tiene como premisa garantizar el abastecimiento futuro de agua potable a la población de la ciudad de Guayaquil al año 2041 asegurando una presión mínima de 1,5 bar en la totalidad del área de servicio, con excepción de las zonas pintadas de naranja en la Figura 13.100.

Figura 13.100: Zonas donde se debe cumplir Presión mínima 95% mayor o igual a 1.0 bar.



Como ya se ha mencionado reiteradamente, las inversiones contempladas en el Programa de Reducción de Agua Potable son significativas, pero representan el **umbral mínimo** para satisfacer la demanda sin aumentar la producción de agua.

Contexto

La red de distribución de AAPP de Guayaquil cuenta con 6.732 km⁶ de tuberías en total, 619 km de guías en diámetros entre 20 y 50 mm y el resto de diámetros superiores a 50 mm. En base al número de predios residenciales y al promedio de habitantes por predio, la red abastece aproximadamente a 2.474.558 habitantes⁷.

En el Año 19 de la Concesión se incorporaron al servicio 86 km nuevos de red⁸.

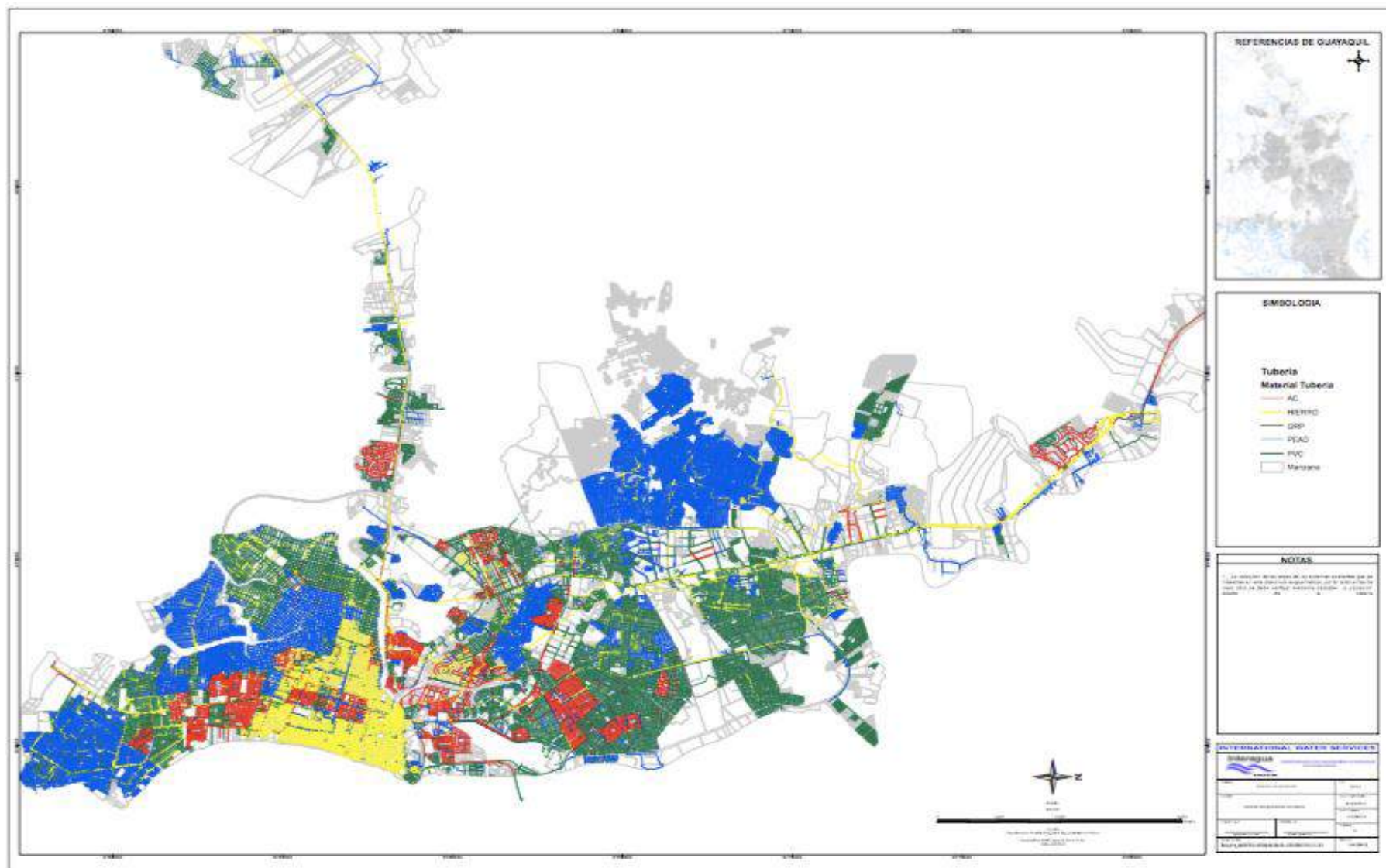
En la Figura 13.101 se representa la distribución de los distintos materiales.

⁶ Fuente: Informe Anual Año 19

⁷ Fuente: Informe Anual Año 19

⁸ Fuente: Informe Anual Año 19

Figura 13.101: Distribución de los distintos materiales por zonas en el área de Concesión.



A nivel de las tuberías denominadas Red (es decir, DN<400mm) objeto de las intervenciones del presente apartado, el material predominante es PVC y PEAD abarcando más del 80% del total. En segundo término, se encuentra el Asbesto Cemento (AC) y el Hierro Dúctil (HD).

Considerando las Reparaciones en Acometidas y en la red y los reclamos por Acometida sin Servicio y por Baja Presión, se observa una concordancia en el ranking de los primeros lugares por cantidad de intervenciones (Años 15 a 19) por Macrosector:

- N72
- N42
- N80
- CTP
- S72
- SGU
- NRO
- CTC
- N50

Analizando la relación con la antigüedad de la red, se observa que en los primeros lugares se encuentran los Sectores con mayor antigüedad (zona Norte).

Analizando la relación con los materiales de la red, se observa que los materiales preponderantes en todos los Sectores son el PVC y el PEAD, pero en los dos primeros Macrosectores también se encuentra como tercer material preponderante el AC (Asbesto Cemento) y en los subsiguientes el AC (Acero) y el HD (Hierro Dúctil).

También hay una cierta correspondencia con el nivel de presiones de servicio, las zonas con mayor cantidad de intervenciones tienen un nivel de presión de servicio de media a alta. En relación al Asbesto Cemento existe una cantidad significativa de este material concentrado en macrosectores que combinados con elevadas presiones representan la peor condición para la aparición de fugas y/o incremento de caudal en las roturas ya existentes.

En la zona centro, se encuentra un sector con concentración de hierro fundido. Es importante destacar que la incrustación y la corrosión interna de este tipo de material impactan en los niveles de servicio implicando que se deba levantar el plano de presión del sector hidráulico o incluso del macrosector para lograr abastecer a las guías que toman de estas redes.

En tuberías de PVC o PEAD la principal problemática se localiza a nivel de guías (en medidor, conexión o collarín).

Con relación a niveles de servicio, el monitoreo de las presiones permite identificar sectores con planos de presión muy diferentes entre sí, por tal motivo se han incorporado intervenciones tendientes a solucionar dicha problemática. Del análisis de los rangos de variabilidad de presiones en un mismo macrosector, se desprende que es necesario un avance rápido de la estrategia de regulación de presiones para evitar el incremento de fugas.

Finalmente, como parte del contexto actual, se destaca el avance del proyecto Smart Guasmo donde se ha iniciado una gestión integrada de las estrategias del PRANC en sectores del Guasmo, sumado a la implementación de herramientas de soporte adecuadas para monitoreo y optimización de la gestión.

Caracterización del sistema actual en términos de pérdida lineal

La caracterización de los diferentes sectores hidráulicos a partir de los indicadores de pérdida lineal es la base para la definición de las zonas a intervenir con rehabilitación de redes.

Las pruebas de campo permiten obtener información para caracterizar en forma directa la pérdida física en los sectores medidos, y determinar el mismo índice en forma indirecta, en los sectores no medidos, aplicando la metodología FAVAD.

En la Tabla 13.83, se resumen las pruebas efectuadas a lo largo de los diferentes años y sus resultados en cuanto al alcance de las mediciones y al porcentaje abarcativo de las mismas.

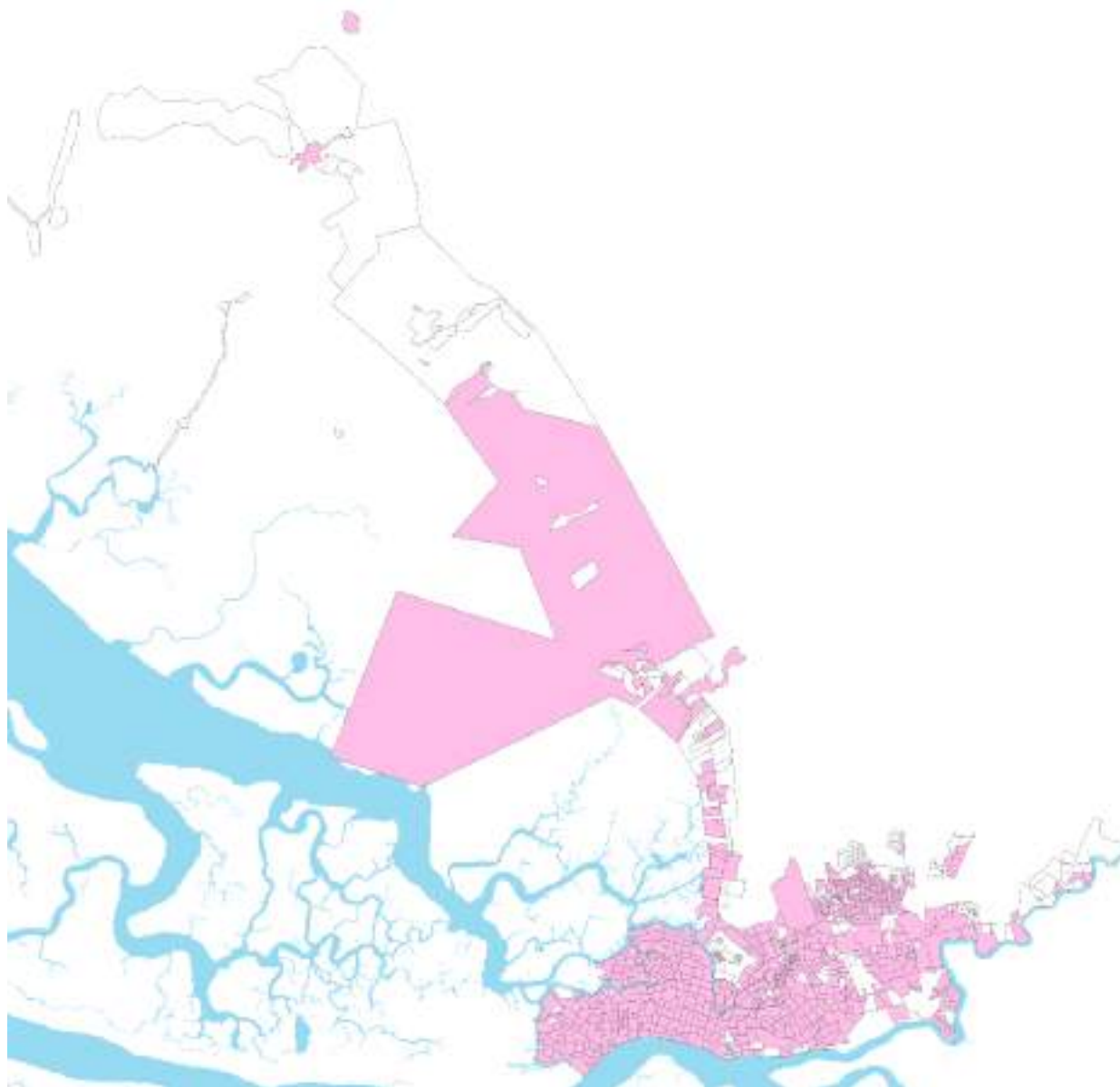
Entre 2016 y 2019 se han medido aproximadamente 310 sectores hidráulicos permitiendo pasar del 48,3% de red caracterizada con pérdidas al 82,1%. Se planifica alcanzar el 85% de red diagnosticada a julio 2021.

Tabla 13.83: Pruebas hidráulicas nocturnas efectuadas en el período 2016-2019

Año	Versión PRANC	Sectores hidráulicos	Long Red Total (km)	Pérdidas Reales (lps)	Long. Red con pruebas nocturnas (km)	Pérdidas reales estimadas con pruebas nocturnas (lps)	% Pérdidas reales estimadas por FAVAD respecto al total de pérdidas obtenidas del balance	% Red con pruebas de campo
2016	1.0	397	5,803	5,894	3,500	2,865	48.6%	62.5%
2017	4.3	594	5,840	6,434	4,323	4,398	68.4%	74.0%
2018	5.0	665	5,871	6,663	4,796	4,971	74.6%	81.7%
2019	6.0	707	5,927	6,797	4,665	5,461	80.3%	82.1%

En la siguiente figura se muestran los sectores hidráulicos en los que se realizaron pruebas hidráulicas nocturnas en el periodo 2016 – 2019.

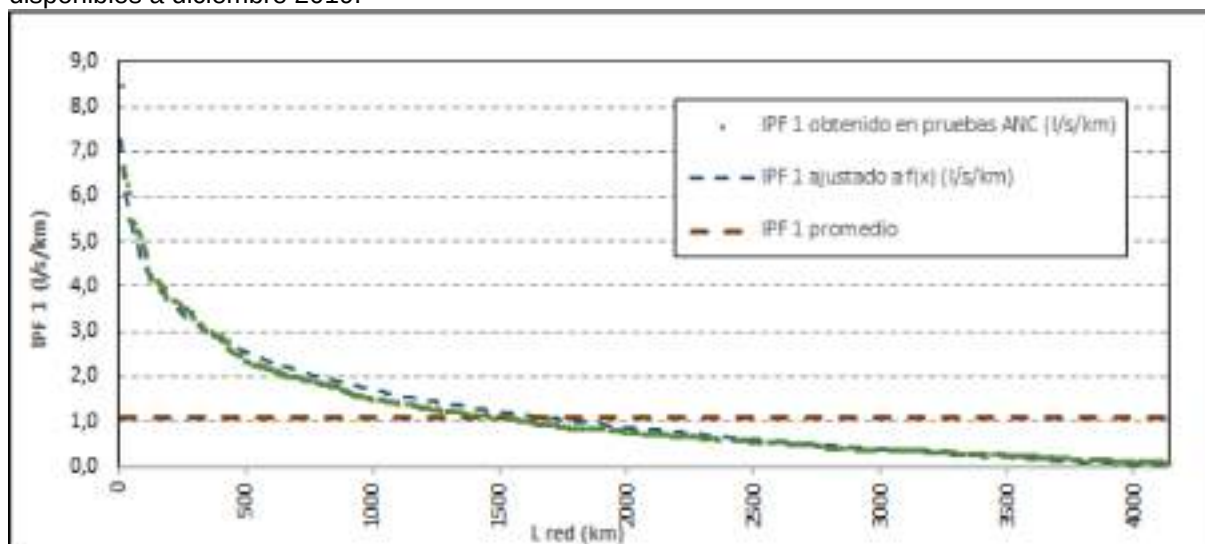
Figura 13.102: Sectores hidráulicos con pruebas nocturnas efectuadas en el periodo 2016 - 2019



La integración de los resultados de las mediciones de campo permite establecer una función logarítmica para la determinación del ILP (o IPF) para una longitud de red determinada.

Asimismo, se puede determinar el valor promedio de las pérdidas lineales de las zonas caracterizadas las cuales alcanzan un valor de **1,10 l/s/km**⁹.

Figura 13.103: Índice Lineal de Fugas (IPF) ajustado a una función logarítmica en base a datos disponibles a diciembre 2019.



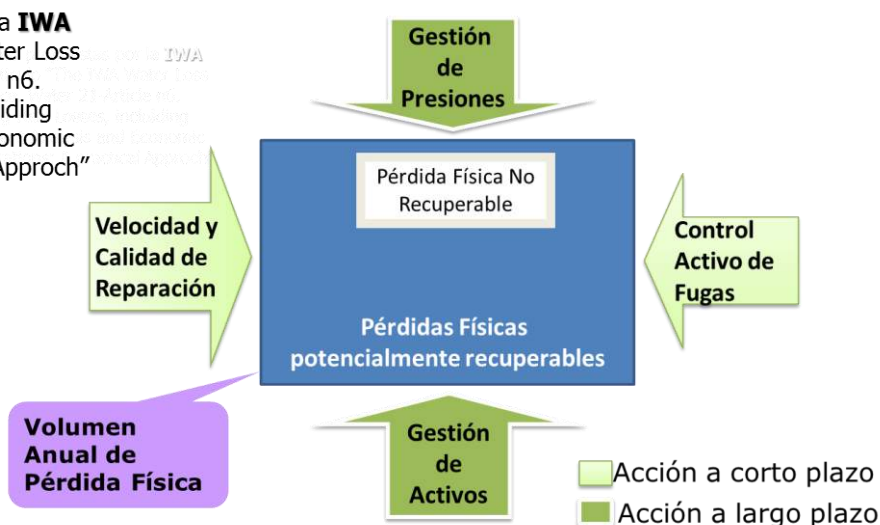
Por su parte, las zonas no muestreadas con pruebas nocturnas, donde se estima el valor del IPF en forma indirecta, tal como se describe en el apartado de Diagnóstico, alcanzaron al cierre del año 2019 un valor de 0,55 l/s/km, muy por debajo del valor del IPF *estimado promedio* del sistema.

13.5.5 Estrategia de reducción de pérdida física y recuperación de caudal

La estrategia adoptada para reducir las pérdidas técnicas o reales se ajusta a los lineamientos propuestos por la IWA¹⁰ esquematizadas en la Figura 13.104.

Figura 13.104: Estrategia adoptada para la definición de intervenciones

Estrategias propuestas por la **IWA** en su artículo "The IWA Water Loss Task Force. Water 21-Article n6. Assessing Real Losses, including Component Analysis and Economic Considerations: A practical Approach"



A continuación, se analizará cada eje de acción.

⁹ Fuente: PRANC V6.0 - Valor de matriz ajustado -a diciembre 2019

¹⁰ International Water Association

Gestión de activos

Desde el inicio de la Concesión hasta el 3^{er} quinquenio, el criterio utilizado para priorizar zonas a intervenir con gestión de activos se enfocó a rehabilitar redes con alta presencia de asbesto cemento y/o PVC con elevada antigüedad y presencia de material superior al 70%.

A partir del 4° quinquenio, el avance significativo de las pruebas de campo y la maduración del modelo de evolución de pérdidas permitió que los sectores prioritarios a rehabilitar sean seleccionados utilizando estas nuevas herramientas.

En cuanto a las soluciones técnicas adoptadas en la de gestión de activos de red, el eje central es la rehabilitación de tuberías, elementos de maniobras y acometidas, tal como se detalla a continuación:

- Rehabilitación integral por sector hidráulico incluyendo:
 - Renovación de tuberías con tuberías de PEAD
 - Renovación de acometidas y elementos de red
 - Implementación de puntos de control de entrada y salida de caudal
 - Implementación de punto de presión promedio en todos los sectores a rehabilitar, también se considera en los proyectos nuevos, ya sea de expansión o rehabilitación
 - Implementación de regulación de presiones por VPR
- Rehabilitación cañerías DN>400 mm: se analizan alternativas según viabilidad técnica-económica
- Rehabilitación puntual asociadas a fugas localizadas por el programa de búsqueda de fugas o por reclamaciones

En la Tabla 13.84: Descripción de las diferentes soluciones técnicas en Gestión de Activos definidas para los próximos quinquenios se resumen los ejes de acción, con una breve descripción de la solución técnica, el criterio con que se prioriza el lugar a intervenir según cada técnica y el quinquenio en que se ha previsto la intervención.

Tabla 13.84: Descripción de las diferentes soluciones técnicas en Gestión de Activos definidas para los próximos quinquenios

Solución Técnica	Descripción	Priorización de intervención	Quinquenio en que se contempla la intervención (Fuente: PRANC V6.0)
Rehabilitación integral de sectores hidráulicos	Renovación de tuberías, conexiones y todos los accesorios de red. Al finalizar la rehabilitación se miden los parámetros IPF1, IPF2, IPF3 e IFE	En función curva IPF, antigüedad y material	4° quinquenio 5° quinquenio 6° quinquenio
Rehabilitación puntual	Diagnóstico mediante búsqueda de fugas y rehabilitación de cañería, segmentado en dos tipos de cañerías: Redes DN 150 a 400 mm Acueductos >400 mmm	Zonas no rehabilitadas en el Anexo Confirmatorio 13 y 19	4° quinquenio 5° quinquenio 6° quinquenio
		Zona SMART Guasmo Tramos con índice de rotura > 3 fugas/km (ratio a obtener con el	4° quinquenio 5° quinquenio 6° quinquenio

Solución Técnica	Descripción	Priorización de intervención	Quinquenio en que se contempla la intervención (Fuente: PRANC V6.0)
		programa de búsqueda proactiva de fugas)	Imputable a OPEX
Rehabilitación de redes en tramos de cañería donde se actúa por Regeneración Urbana	Diagnóstico y Rehabilitación puntuales	Según zona donde se realice Regeneración Urbana, se selecciona rehabilitar tramos con $IPF > IPF$ estimado promedio sistema.	4° quinquenio 5° quinquenio 6° quinquenio
Rehabilitación de acueductos mediante CIPP o instalación de nueva cañería, según análisis de alternativas	Rehabilitación de Acueductos DN1250 mm Vía a Daule km15 a 17	En función del diagnóstico de acueductos	5° quinquenio
Eliminación de redes antiguas e Instalación de redes en lunares comerciales			5° quinquenio 6° quinquenio
Automatización de válvulas	Automatización de válvulas de seccionamiento y salidas radiales con el objeto de mejorar la calidad de servicio	Zonas críticas donde es necesario reducir el radio de impacto de intervención en la red	5° quinquenio 6° quinquenio

Si bien hay otras tecnologías que son posibles de implementar para diversificar las metodologías de rehabilitación, tales como renovación total por cracking o pipe bursting o rehabilitación de cañería de hierro con revestimiento poliurea, en todos los casos es necesario evaluar el sector hidráulico y sus particularidades para definir la metodología óptima. A nivel de costos, son similares a un tendido por tunelería dirigida, pero con un avance de obra superior, permitiendo que la red pueda ser puesta en servicio en un término de 24 a 48 hs de intervenida.

La estrategia de rehabilitación de redes representa la estrategia que mayor aporte hace a la meta de reducción de fugas a largo plazo, pero también representa la que requiere los mayores montos de inversión.

Como ya se ha mencionado, la priorización de zonas a intervenir se ajusta al modelo de evolución de pérdidas el cual permite evaluar diferentes estrategias en simultáneo y estimar el impacto de las acciones a realizar.

En el presente Ajuste del Plan Maestro la priorización de las zonas a intervenir ya sea en ubicación geográfica como en período de inversión, ha sido definida según la metodología descrita en Diagnóstico. Tal como se observa en la

Tabla 13.85 el valor de caudal recuperado por kilómetro de red rehabilitada es elevado variando entre 4,24 y 1,84 litros/s/km. La intervención planificada asegura actuar tempranamente en los sectores con mayor índice y mayor capacidad de recupero de agua.

Tabla 13.85: Caudal recuperado por cada longitud de red rehabilitada (expresado en l/s/km rehabilitado)

Período	NORTE	CENTRO	SUR	Total por Q
5Q	4,07	3,10	4,24	3,52
6Q	3,01	1,88	1,93	2,26
Total por Zona	3,35	2,555	3,17	2,88

Gestión de Presiones

En general, esta estrategia es una de las primeras en implementarse cuando se inicia un programa de reducción de agua no contabilizada. La causa principal es que es una acción con beneficio a corto plazo y en general, con aceptables tasas de retorno de la inversión.

Es clave para reducir el caudal de fuga en redes que tienen indicadores de pérdida lineal igual o superior a la media ($\geq 1,1$ l/s/km) con presiones mínimas promedio elevadas pero que aún, por motivos presupuestarios, no han sido intervenidas con rehabilitación integral de red.

Las intervenciones propuestas se enfocan en dos aspectos:

- reducir la presión en zonas donde la Presión Mínima 95% se encuentra en valores superiores a 30 mca, y de esta forma reducir el caudal de fuga y evitar nuevas roturas;
- incrementar la presión en sectores donde la Presión Mínima 95% no alcanza los 15 mca y de esta manera colaborar con los niveles de servicio.

Tabla 13.86: Descripción de las diferentes soluciones técnicas en Gestión de Presiones definidas para los próximos quinquenios

Solución Técnica	Descripción	Priorización de intervención	Quinquenio en que se contempla la intervención (Fuente: PRANC V6.0)
Instalación de reguladoras de presión	Generación de macrosectores regulados por VPR	Zona de SMART GUASMO para acompañar el resto de las estrategias, Zonas con presiones >30 mca	4° quinquenio 5° quinquenio 6° quinquenio
Implementación de sistemas de bombeo para alcanzar presiones mínimas	Instalación de booster o repotenciación de sistemas de rebombes en la red para abastecer zonas altas	Zonas que no alcanzan el valor de presión mínima 95% 15 mca	4° quinquenio 5° quinquenio 6° quinquenio

En cuanto a la solución técnica se prevé continuar avanzando con el programa que permite transformar los sistemas actuales de regulación en regulación de presión modulada horaria, es decir, con consigna de regulación variable en forma horaria ajustada a la curva de demanda y en función de la piezometría real registrada en la red.

Se ha previsto la instalación de válvulas reguladoras de presión, con las siguientes tecnologías disponibles en el mercado:

- válvulas de paso anular.
- válvulas con regulación modulada horaria por PLC.
- controladores inteligentes que se instalan en válvulas mecánicas y permiten transformarlas en válvulas inteligentes operadas por un punto de monitoreo en red o punto crítico.

Se han incorporado intervenciones asociadas a la transformación smart de las válvulas existentes en diámetros superiores a 200 mm y que a la fecha no tienen instalados actuadores.

Gestión activa de búsqueda de fugas

La metodología utilizada para la detección de fugas se basa en la localización de fugas mediante métodos acústicos (geófono y correlador) o uso de gas trazador (helio).

Tabla 13.87: Descripción de las diferentes soluciones técnicas en Gestión de Fugas definidas para los próximos quinquenios

Solución Técnica	Descripción	Priorización de intervención	Quinquenio en que se contempla la intervención (Fuente: PRANC V6.0)
Control activo de fugas Mantenimiento	Mantenimientos de proyectos nuevos. Sectores hidráulicos de zonas rehabilitadas o de expansión.	Sectores rehabilitados o de expansión según criterio $IPF2 > 0,04$ l/s/km	4° quinquenio 5° quinquenio 6° quinquenio Imputable a OPEX
Piloto para Implementación sistema SMART para la gestión	Implementar un sistema integral de monitoreo y alerta temprana ante la aparición de fugas. Etapas: configuración 31 distritos DMA, instalación sistema de monitoreo, búsqueda activa de fugas y rehabilitación de tramos	Necesidad de incorporar al modelo de gestión una herramienta que asegure y potencie los resultados del modelo actual.	4° quinquenio 5° quinquenio
Búsqueda de fugas proactiva: gas trazador, métodos acústicos, detección sonar (tipo smartball / zahara)	Diagnóstico mediante búsqueda de fugas y rehabilitación de cañería, segmentado en dos tipos de cañerías: Redes DN 150 a 400 mm Acueductos >400 mmm	Según la evolución de los indicadores	Imputable a OPEX

Las técnicas utilizadas hasta el 4° quinquenio actúan sobre el tiempo de localización de la fuga, pero es el tiempo “A” o “tiempo de prelocalización”¹¹ el principal responsable del incremento significativo del volumen de fuga en una rotura. Los métodos más conocidos para intervenir en este tiempo son:

- Prelocalización acústica.
- Prelocalización por imagen satelital con métodos acústicos.
- Prelocalización por modelos neuronales para la predicción de roturas.

En el presente ajuste se han incorporado sistemas de prelocalización para optimizar el proceso de búsqueda de fugas, tales como:

- Conformación de DMAs con puntos de monitoreo permanente.
- Prelocalización de fugas.
- Implementación de herramientas digitales para integración de datos.

¹¹ Tiempo transcurrido entre que se produce la fuga y se manifiesta.

Monitoreo permanente de redes

Este eje continuará abonando al conocimiento del sistema y en consecuencia mejorando la calidad de datos obtenidos por el modelo.

Tabla 13.88: Descripción de las diferentes soluciones técnicas en Monitoreo permanente de redes definidas para los próximos quinquenios

Solución Técnica	Descripción	Priorización de intervención	Quinquenio en que se contempla la intervención (Fuente: PRANC V6.0)
Implementación de punto permanente de control	Construcción de cámara, adquisición de equipo de medición, instalación y puesta en servicio, transmisión de datos	Macrosectores sin medición: (N50, N42, Vía a la Costa, N72, N80, S72)	5° quinquenio 6° quinquenio
	Conformación de distritos DMA incluye instalación de nuevos puntos de medición de presión y caudal	Territorios con áreas extensas que requieren sectorización Zona Norte	5° quinquenio 6° quinquenio

Las intervenciones incluyen el mantenimiento de los medidores más antiguos, sobre todo en aquellos medidores con antigüedades superiores a 10 años.

En cuanto a la conformación de distritos DMA¹², se ha planificado llevar a cabo sectorizaciones de áreas más pequeñas que las realizadas hasta la fecha, de una longitud de red aproximada de 10 km abasteciendo entre 800 y 1000 clientes.

Otras acciones asociadas a la reducción de la pérdida aparente

Las estrategias asociadas a la reducción de las pérdidas aparentes han sido desarrolladas en el “Informe Plan de Reducción de Agua No Contabilizada – Pérdidas Comerciales – 31/03/2021”.

Las intervenciones propuestas para los próximos 10 años se detallarán en el apartado 5.

Reducción del Agua No Contabilizada lograda durante el cuarto quinquenio

Durante el 4° quinquenio el índice de agua no contabilizada alcanzó un valor de **55,7% a julio 2020¹³**, valor de cierre del Informe Anual Año 19. Si bien aún se encuentra en proceso de cierre el valor de fin de quinquenio, a mayo 2021 el IANC fue de **55,42%¹⁴** lo que permitiría proyectar un cierre de quinquenio con el objetivo muy próximo al valor esperado.

Las obras ejecutadas durante el transcurso del 4° quinquenio que han impactado en la evolución del indicador se describen a continuación.

En **Rehabilitación integral de redes** se ha finalizado la intervención en 4 sectores hidráulicos, se encuentran en ejecución o contratación de obras 3 y en elaboración de estudios 4, según detalle de la Tabla 13.89.

Tabla 13.89: Proyectos de rehabilitación de sectores hidráulicos ejecutados o iniciados durante el 4° quinquenio

¹² District Metered Area, por sus siglas en inglés

¹³ Fuente: Informe Anual Año 19

¹⁴ Fuente: ANC Flotante - Informe de Auditoría a mayo 2021

Sector Hidráulico	Estado de la obra	Longitud de obra (en km)	Reducción de caudal (l/s)
Rehabilitación CTP-072	Finalizada 2018	9,00	31,50
Rehabilitación acueducto Calle Q	Finalizada 2019	1,40	15,90
Rehabilitación CTP-056	Finalizada 2020	5,83	24,95
Rehabilitación CRO-003	En ejecución	10,03	53,47
Rehabilitación CTC-031	En ejecución	12,68	45,79
Rehabilitación NRO-507	Finalizada 2020	10,03	23,83
Rehabilitación CTP-077	En contratación de obra	6,84	37,33
Rehabilitación CTP-076	Estudio en ejecución	8,58	46,74
Rehabilitación CRO-010	Estudio en ejecución	18,02	44,65
Rehabilitación CTP-073, CTP-074	Estudio adjudicado	28,15	127,91

Nota: la rehabilitación CTP-077 está en elaboración de estudios, pero se planifica finalizar al cierre del 4Q

Las pruebas de caudal en los lugares donde se han concluido las obras de rehabilitación integral han permitido comprobar la efectividad de las mismas. Las intervenciones ejecutadas o iniciadas en el 4° quinquenio permitirán obtener como resultado medido en cabeza del sector (valor bruto) un **caudal recuperado de 452,07 l/s**, similar al valor obtenido al cierre del 3er quinquenio.

A nivel de inversiones, las obras ejecutadas en el eje **Rehabilitación de Redes** durante el 4° quinquenio se detallan en la siguiente Tabla:

Tabla 13.90: Listado de inversiones en rehabilitación de redes durante el 4° quinquenio

Código Contrato / OC	Nombre del proyecto	Año FI	Año FF	Estatus del compromiso	Suma de Monto sin IVA
HD-19000449	Renovación de tuberías de AAPP en la Calle Q desde la Av. 38 SO hasta la calle Piñas Acera norte y 2do Pasaje 36B SO Acera sur, Suburbio Oeste	2019	2019	Liquidación	\$ 241.833,08
HD-19002016	Socialización para la rehabilitación de redes de agua potable en sector Suburbio oeste circuito CRO - 003 Isla San José	2019	2020	Liquidación	\$ 14.256,00
HD-19002183	Socialización rehabilitación de redes de agua potable en sector circuito CTC-031	2020	2020	Ejecución	\$ 14.976,00
HD-19002184	Socialización rehabilitación de redes de agua potable en sector circuito NRO-507	2019	2020	Ejecución	\$ 3.468,00
HD-19002185	Socialización rehabilitación de redes de agua potable en sector circuito suburbio oeste E CTP-056	2019	2020	Ejecución	\$ 9.108,00
HD-20000346	Diseños de rehabilitación de redes de AAPP para tres sectores hidráulicos - PROYECTO PRANC 2: CRO-010, CTP-076 y CTP-077.	2020	2020	Ejecución	\$ 19.000,00
SCF-2016-00015	Renovación de redes de agua potable en sector suburbio oeste circuito CTP-072.	2017	2018	Liquidación	\$ 1.014.511,72
SCF-2019-00019	Rehabilitación de redes de agua potable en el sector suburbio oeste circuito CRO-003 ISLA SAN JOSE	2019	2020	Ejecución	\$ 1.133.889,71
SCF-2019-00022	Rehabilitación de redes de agua potable sector suburbio oeste circuito CTP-056	2020	2020	Ejecución	\$ 608.943,68
SCF-2019-00023 CO-19000061	Rehabilitación de redes de agua potable en sector circuito NRO-507	2020	2020	Ejecución	\$ 468.227,11

Código Contrato / OC	Nombre del proyecto	Año FI	Año FF	Estatus del compromiso	Suma de Monto sin IVA
SCF-2019-00026	Rehabilitación de redes de agua potable en sector circuito CTC-031	2020	2021	Ejecución	\$ 976.019,35
SE-COMPRA-02010-2016	Intervención social comunitaria renovación de redes de AAPP en sector suburbio oeste circuito CTP-072	2016	2017	Liquidación	\$ 13.812,00

Siguiendo la línea de la **Gestión de Activos**, se encuentran las intervenciones asociadas al programa de **Regeneración Urbana** denominado Guayaquil Siglo XXI, donde se intervienen tuberías en zonas de regeneración y que además son sectores hidráulicos con elevados indicadores de pérdidas. Las inversiones asociadas a este programa en su mayoría fueron comenzadas en el año 2019.

Tabla 13.91: Listado de inversiones en rehabilitación de redes por regeneración urbana durante el 4° quinquenio

Código Contrato / OC	Nombre del proyecto	Año FI	Año FF	Estatus del compromiso	Suma de Monto sin IVA
HD-18000109	Rehabilitación de redes - regeneración urbana ejecutadas por Guayaquil Siglo XXI Fundación / calle Los Ceibos etapa 2 Av. Primera desde el centro comercial hasta la Vía Daule AAPP	2018	2018	Liquidación	\$ 51.766,98
HD-18001540	Proyecto de regeneración urbana en el sistema de agua potable en las calles Víctor Emilio Estrada - Esmeraldas y Tungurahua correspondientes al grupo 1	2018	2018	Liquidación	\$ 210.888,27
HD-19000145	Pagos por obras de rehabilitación de redes AAPP, AASS y aguas lluvias dentro de la obra de regeneración urbana calle Ismael Pérez Pazmiño entre calle 10 de Agosto y Ayacucho aceras este y oeste Barrio Garay	2019	2019	Liquidación	\$ 36.596,32
HD-19000895	Rehabilitación de redes de aguas servidas y lluvias dentro de regeneración urbana del recorrido del cristo del consuelo, cuarto pago correspondiente al convenio 2	2019	2019	Liquidación	\$ 145.263,75
HD-19001065	Rehabilitación de redes de AAPP dentro proyecto de regeneración urbana en calle García avilés entre Clemente Ballén y Colón	2019	2019	Ejecución	\$ 3.179,19
HD-19001066	Rehabilitación de redes agua potable dentro de proyecto de regeneración urbana en calle Cuenca entre Eloy Alfaro y Lorenzo de Garaicoa	2019	2020	Ejecución	\$ 3.584,81
HD-19001069	Rehabilitación de redes de agua potable dentro de proyecto de regeneración urbana en calle Rumichaca entre Clemente Ballén y Colón	2019	2019	Liquidación	\$ 2.430,21
HD-19001180 ANULADA	Rehabilitación de redes de AAPP AASS dentro proyecto de regeneración urbana Malecón del Estero Salado Etapa 12	2019	2019	Ejecución	\$ 5.092,02
HD-19001199	Rehabilitación de redes de agua potable dentro proyecto de regeneración urbana en calle Portete entre la 17 y la 26	2019	2020	Ejecución	\$ 8.857,87
HD-19001200	Rehabilitación de redes de aguas servidas dentro proyecto de regeneración urbana en calle Portete entre la 17 y la 26	2019	2020	Ejecución	\$ 132.078,40

Código Contrato / OC	Nombre del proyecto	Año FI	Año FF	Estatus del compromiso	Suma de Monto sin IVA
HD-19001339	Rehabilitación de redes de aguas lluvias dentro del proyecto de regeneración urbana -recorrido del Cristo del Consuelo, correspondiente al Convenio Tripartito 2.	2019	2019	Liquidación	\$ 245.492,60
HD-19001432	Rehabilitación de redes de agua potable dentro proyecto regeneración urbana en calle Junín entre Lorenzo de Garaicoa y Av. del Ejército	2019	2020	Ejecución	\$ 2.628,53
HD-19001468	Rehabilitación de redes de AAPP dentro proyecto de regeneración urbana en calle Chimborazo entre el Oro y Portete	2019	2019	Ejecución	\$ 6.797,04
HD-19001730	Rehabilitación de redes agua potable dentro de proyecto de regeneración urbana en avenida San Jorge entre av. Kennedy y Plaza Dañín	2019	2020	Ejecución	\$ 51.129,81
HD-19001897	Regeneración urbana en los ceibos av. Primera desde centro comercial hasta calle 1era. Etapa 1.	2019	2020	Liquidación	\$ 84.301,23
HD-19001974 (dar de baja)	Alcance a la orden hd-19001199 rehabilitación de redes de agua potable dentro proyecto regeneración urbana en calle Portete entre la 17 y la 26	2020	2020	Ejecución	\$ 3.844,03
SE-COMPRA-00198-2017	Rehabilitación de redes de AAPP para regeneración urbana en varias direcciones	2017	2017	Liquidación	\$ 253.893,45
SE-COMPRA-01216-2017	Regeneración urbana vía perimetral 1 desde av. Modesto Luque hasta av. Casuarina, tramo 2 desde Mall El Fortín hasta calle 4D, acera oeste. Av. Perimetral 1 tramo 1.	2017	2017	Liquidación	\$ 2.714,21
SE-COMPRA-01547-2017	Rehabilitación de redes AAPP - ejecutada por Guayaquil Siglo XXI fundación municipal para la regeneración urbana de Guayaquil: Av. P. Dañín desde av. De las américas hasta av. Pedro Menéndez, acera norte- calle paralela al Consulado americano en la ciudad	2017	2017	Liquidación	\$ 75.395,76
SE-COMPRA-02027-2017	Rehabilitación redes - regeneración urb. Ejecutada por el M.I Guayaquil Siglo XXI Fundación: Riberas del Salado ET-10.	2017	2018	Liquidación	\$ 37.747,24

En la Tabla 13.92 se detallan las obras correspondientes a la **rehabilitación de acueductos**, evidenciando un avance significativo.

Tabla 13.92: Listado de inversiones 4° quinquenio en rehabilitación de acueductos

Código Contrato / OC	Nombre del proyecto	Año FI	Año FF	Estatus del compromiso
HD-18000782	Rehabilitación de un tramo de acueducto de 600mm GRP BASTION POPULAR BLOQUE 1	2018	2018	Liquidación
HD-18000797	Rehabilitación de acueducto de 600 mm, BASTION BLOQUE 1A	2018	2018	Liquidación
HD-18001137	Rehabilitación de acueducto de 1800 mm, INDURA KM. 14,5 VIA A DAULE	2018	2018	Liquidación
HD-18001138	Rehabilitación de acueducto de 800 mm, ORQUIDEAS.	2018	2018	Liquidación

Código Contrato / OC	Nombre del proyecto	Año FI	Año FF	Estatus del compromiso
HD-18001139	Rehabilitación de acueducto de 800 mm, VERGELES.	2018	2018	Liquidación
HD-18001159	Rehabilitación de un tramo de acueducto de 600mm HPT KM 72 VIA A LA COSTA	2018	2018	Liquidación
HD-18001435 ANULADA	Rehabilitación de fuga en acueducto de 1800 mm e instalación de manhole, DUREXPORTA KM. 15 VIA A DAULE	2018	2018	Liquidación
HD-18001442	Rehabilitación de fuga en acueducto de 1800 mm e instalación de manhole, INDULAC, KM 14,5 VIA A DAULE	2018	2018	Liquidación
HD-18001443	Rehabilitación de fuga en acueducto de 1800 mm e instalación de manhole, MAULME, KM 14,5 VIA A DAULE	2018	2018	Liquidación
HD-18001444	Rehabilitación de fuga en acueducto de 1800 mm e instalación de manhole, ECUASAL, KM 12,5 VIA A DAULE	2018	2018	Liquidación
HD-18001996	Rehabilitación del acueducto de 600 mm HPT KM 74 VIA A LA COSTA	2018	2018	Liquidación
HD-18002034	Rehabilitación del acueducto de 600 mm HPT KM 29 HADA LUZ MARIA VIA A LA COSTA	2018	2018	Liquidación
HD-19000090	Rehabilitación de acueducto de 700 mm HPT KM 24 VIA A LA COSTA HOLCIM	2019	2019	Liquidación
HD-19000116	Rehabilitación de acueducto de 600 mm HPT KM 29 VIA A LA COSTA HCDA LUZ MARIA INTERCONEXION 1	2019	2019	Liquidación
HD-19000119	Rehabilitación del acueducto de 700mm HPT KM 24 VIA A LA COSTA ECUAGENERA	2019	2019	Liquidación
HD-19000120	Rehabilitación de acueducto de 600 mm KM 29 VIA A LA COSTA LUZ MARIA INTERCONEXION 2	2019	2019	Liquidación
HD-19000121	Rehabilitación de acueducto de 700 mm HPT KM 14.5 VIA A LA COSTA	2019	2019	Liquidación
HD-19000472	Rehabilitación de acueducto de 350 mm HPT KM 68 VIA A LA COSTA	2019	2019	Liquidación
HD-19000851	Rehabilitación de acueducto de 1050 mm en KM 21 VIA A DAULE CIUDAD SANTIAGO	2019	2019	Liquidación
HD-19000882	Rehabilitación de acueducto de 600 mm HPT en KM 64 VIA A LA COSTA	2019	2019	Liquidación
HD-19002065	Rehabilitación de acueducto de 600 mm KM 35 VIA A LA COSTA EL CIGUEÑAL	2019	2020	Ejecución
SE-COMPRA-00563-2017	Rehabilitación acueducto de 1250 mm (TRESIS)	2017	2017	Liquidación
SE-COMPRA-01492-2017	Trabajos en túneles del CERRO SANTA ANA - Acueducto de 1200 mm acero, detección acústica con equipo SMARTBALL	2017	2018	Liquidación

La inversión anual en diagnóstico y rehabilitación de acueductos se detalla en la Tabla 13.93, alcanzando un valor total hasta el año 2020 de \$1.367.135,83.

Tabla 13.93: Resumen de inversiones para ejecutadas durante 4° quinquenio en rehabilitación de acueductos (en dólares)

Rehabilitación de acueductos	
Inversión 2016-2017	\$ 219.298,25
Inversión 2018	\$ 786.364,20
Inversión 2019-2020	\$ 361.473,38
	\$ 1.367.135,83

Por su parte, en instalación de Redes en Lunares comerciales, se han efectuado inversiones entre los años 2016 y 2018 que se resumen en la siguiente Tabla.

Tabla 13.94: Listado de inversiones en rehabilitación de redes durante el 4° quinquenio

Código Contrato / OC	Nombre del proyecto	Año FI	Año FF	Estatus del compromiso	Suma de Monto sin IVA
HD-18000075	Alcance orden 01151-2017. Instalación del sistema de agua potable con tuberías matrices de 90mm PEAD en proyecto lunares comerciales sector 19 en Bastión Popular Bloque 9 desde 7° Cjon. 25a NO hasta 3° Paseo 25a NO y desde 5° Pje. 38c NO hasta 9° Pje. 38b	2018	2018	Liquidación	\$ 12.594,01
SCF-2016-00024	Instalación del sistema de agua potable con tuberías de 90mm PEAD y 200 mm PEAD en proyecto lunares comerciales Sector 19 en Bastión Popular Bloques 9 y 10B desde 7 A Cjón 25 A NO hasta 3ª Paseo 25 A NO y desde 5 A PJE 38 C NO hasta 9 A PJE 38 B	2017	2017	Liquidación	\$ 256.197,32
SE-COMPRA-01151-2017	Instalación del sistema de agua potable con tuberías matrices de 90mm PEAD en proyecto lunares comerciales sector 19 en Bastión Popular Bloques 9 desde 7A Cjon. 25 A NO hasta 3° Paseo 25a NO y desde 5° Pje. 38c NO hasta 9° Pje. 38b (obras complementarias)"	2017	2018	Liquidación	\$ 28.280,29
SE-COMPRA-01342-2016	Instalación del sistema de agua potable con tuberías matrices de ø 90mm PVC en proyecto lunares comerciales Voluntad de Dios en Vía a Daule km 8 ½ calle 21 no peatonal.	2016	2016	Liquidación	\$ 18.189,72

Tabla 13.95: Resumen de inversiones para ejecutadas durante 4Q en instalación de redes en lunares comerciales

Instalación de Redes en Lunares Comerciales	
Inversión 2016-2017	\$ 274.387,04
Inversión 2018	\$ 40.874,30
Inversión 2019-2020	\$ -
Inversión 2021	\$ -
	\$ 315.261,34

En relación con las inversiones correspondientes al eje Gestión de Presiones - Regulación de presiones durante el 4° quinquenio se han instalado 11 válvulas reguladoras de presión que gestionan el abastecimiento de 18 sectores hidráulicos.

Tabla 13.96: VRP instaladas durante el 4Q

Año ejecución	VRP	N° conexiones domiciliarias	N° sectores hidráulicos
2017	Costa Real	9	1
	Bosque de la Costa	820	2
	San Francisco	414	1
	Puerto Hondo	243	1
2018	San Juan del Peaje	50	1
	Parroquia Gómez Rendón Progreso	894	1
	Chongón	1475	1
2019	Safando	326	1
	San Cristóbal - Las Piedras - Bajada de Progreso	230	3
	Chongón Este - Colibrí	956	4
	Caimito	253	2
TOTAL 4Q	11 VRP	5670	18

A la fecha, se encuentra en ejecución 2 VRPs más que regularán el servicio de 35.105 conexiones.

En la Tabla 13.97 se detallan las inversiones realizadas en gestión de presiones.

Tabla 13.97: Listado de Inversiones 4° quinquenio en Regulación de Presiones

Código Contrato / OC	Nombre del proyecto	Año FI	Año FF	Estatus del compromiso	Suma de Monto sin IVA
OP-19001786	Compra de válvula de paso anular DN 600 PN 10 cilindro ranurado corto SZ 30-50% (50m de cable)	2020	2020	Ejecución	\$ 48.469,00
OP-20000226	Compra de suministro para la construcción cámara VRP (M59) y VRP (M60) obra civil - mecánica y eléctrica en av. 25 de Julio y Calle 55 SE (accesorios)	2020	2020	Ejecución	\$ 59.634,00
SE-COMPRA-01669-2017	(Ex-a-p2-005-001 c-3q) 4Q salidas radiales 250mm acero, manhole 600mm, construcción cámara tipo III, VRP, caudalímetro y construcción de cámara especial de HA km 24 Vía a La Costa	2017	2017	Liquidación	\$ 49.081,94
SE-COMPRA-01726-2016	Salidas radiales de 250mm de acero, manhole 600mm, construcción de cámara tipo III, VRP, caudalímetro y construcción de cámara especial de ha en km. 24 Vía a la Costa sector parroquia Chongón - ciudad Olimpo fase I. Salidas radiales de 250mm de acero	2016	2017	Liquidación	\$ 166.161,11
SE-COMPRA-01983-2017	Instalación de VRP 65mm en Parroquia Progreso	2018	2018	Liquidación	\$ 31.289,55

En cuanto a Gestión de Presiones – Optimización del bombeo se continúa trabajando con el proyecto de Mapasingue sin que se haya incorporado otro sector al plan de acción del 4° quinquenio.

Tabla 13.98: Listado de inversiones realizadas en el 4Q en optimización de bombeo

Código Contrato / OC	Nombre del proyecto	Año FI	Año FF	Estatus del compromiso	Suma de Monto sin IVA
SE-COMPRA-00281-2017	Elaboración de los estudios y diseños para la optimización del sistema de abastecimiento de agua potable de Mapasingue Este	2017	2018	Liquidación	\$ 165.873,00
SCF-2018-00012	Repotenciación Sistema de bombeo Agua Potable sector Mapasingue Este Fase I	2017	2019	Liquidación	\$ 699.347,07
HD-18001697	Sociabilización Repotenciación Sistema de Bombeo AAPP Sector Mapasingue Este Fase 1 Anexo 492	2018	2019	Liquidación	\$ 30.270,00
SCF-2019-00006	Construcción de la Fase 2 de la solución definitiva del sistema de AAPP para los habitantes del Cerro Mapasingue - parte eléctrica	2019	2020	Liquidación	\$ 759.334,52
O6-19000002	Suministro de bomba y booster - repotenciación sistema de bombeo agua potable sector Mapasingue Este Fase 1 Anexo 492	2019	2019	Liquidación	\$ 407.849,00
SCF-2019-00006	Sistema de fuerza, control y comunicación para la estación de bombeo Mapasingue Este	2019	2019	Liquidación	\$ 282.516,00
Total					\$ 2.345.189,59

En cuanto a la estrategia de Gestión Activa de Fugas, se trabajó en la Zona Sur en el Piloto Smart Guasmo donde se encontraron 669 fugas y se repararon 87 posiciones que implicaron la renovación de 6,3 km de red.

A nivel de nuevas tecnologías, en dicho piloto se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- Ejecución de 5 cámaras de macromedición.
- Instalación de puntos permanentes de medición de presión promedio de distritos.
- Adquisición de equipos: 41 caudalímetros, 102 loggers con transmisión, 1 sistema de inspección televisiva CCTV.
- Conformación de distritos de medición a iniciarse.
- Reparación de fugas y rehabilitación de redes (zonas anexo complementario 13 y 19).

El avance realizado permitirá utilizar las herramientas tecnológicas durante los próximos quinquenios optimizando la gestión en la zona del Piloto.

En cuanto a los resultados del Programa Smart Guasmo, ya se han destacado los logros en materia de reducción de agua no contabilizada, reducción del indicador de 60% a 50%¹⁵, mediciones más recientes indican que a enero 2021 el valor de IANC en la zona intervenida se redujo a 47,2%. No obstante, lo más destacado del proyecto es evidenciar el impacto de la gestión integrada de las estrategias de reducción de pérdida física.

En la Tabla 13.99: Listado de inversiones Piloto Smart Guasmo 4° quinquenio Tabla 13.99 se detallan las inversiones asociadas al Proyecto destacándose que más del 50% se encuentran en ejecución¹⁶.

Tabla 13.99: Listado de inversiones Piloto Smart Guasmo 4° quinquenio

¹⁵ Fuente: PRANC V6.0

¹⁶ Fuente: información disponible a 2020

Código Contrato / OC	Nombre del proyecto	Año FI	Año FF	Estatus del compromiso	Suma de Monto sin IVA
HD-18001885	Diseño proyecto SMART GUASMO - FASE 1	2018	2019	Ejecución	\$ 40.874,00
HD-19000908	Construcción de cámara de medición e instalación de caudalímetro distrito SRO-2-1, PROYECTO SMART GUASMO	2019	2019	Liquidación	\$ 18.595,66
HD-19001337	Construcción de cámara de medición e instalación de caudalímetro e interconexiones, sectores hidráulicos SMART GUASMO, SGU170, SGU172, SGU-174-175, SGU-182, SGU-190, SGU-191, SGU192-193, SGU-181	2019	2020	Ejecución	\$ 111.514,19
HD-19002204	Construcción de cámara de medición, instalación de caudalímetro e interconexiones sectores hidráulicos SRO-156; SGU 157-160; SRO 158-159; SRO-162; SRO-163; SGU-180; PROYECTO SMART GUASMO	2020	2020	Ejecución	\$ 142.074,20
HD-20000005	Puntos de presión promedio de distritos de medición en SMART GUASMO	2020	2020	Ejecución	\$ 72.610,02
O6-18000019	Compra de sistema de inspección televisiva (cámara CCTV) modelo Seeker 2.0, producto de importación, cargado a proyecto "4Q PROYECTO SMART CITY GUAYAQUIL, FASE 1: PILOTO SMART GUASMO (RE)"	2018	2019	Liquidación	\$ 32.560,00
OP-19000131	Compra de equipos para monitoreo de caudal y presión de PROYECTO SMART GUASMO	2019	2019	Liquidación	\$ 50.390,10
OP-19000388	Compra de equipos para monitoreo de caudal y presión de PROYECTO SMART GUASMO	2019	2019	Liquidación	\$ 1.520,00
OP-19001510	SMART GUASMO - FASE 1: compra de equipos-suministro de 7 flujómetro.	2019	2019	Liquidación	\$ 16.198,40
OP-19001519	Compra de equipos para monitoreo de caudal y presión de PROYECTO SMART GUASMO compra de CELLO 4S, 2 FLOW, PRESSURE 100m	2019	2019	Liquidación	\$ 36.480,00
OP-19001768	Compra de válvulas mariposa y uniones de desmontaje D=600 Y 700 MM para válvula reductora de presión M58 SMART GUASMO	2020	2020	Ejecución	\$ 21.260,00
OP-20000014	Proyecto SMART GUASMO FASE 1, compra de logger	2020	2020	Ejecución	\$ 83.790,00
SCF-2019-00025 CO-20000006	PROYECTO SMART GUASMO FASE 1: construcción cámara VRP (M58)	2020	2020	Ejecución	\$ 237.598,33

13.5.6 Plan de Reducción del Agua No Contabilizada – Enfoque en Reducción de Pérdidas Técnicas

Estrategias para el 5° y 6° quinquenio. Análisis de cambio de perímetro

En los apartados 2 y 3 se han detallado las hipótesis y estrategias para la reducción de pérdida física.

El marco teórico con que se priorizan las zonas a intervenir se basan en tres estrategias:

- Desarrollo y ajuste permanente de un modelo de evolución de pérdidas basado en variables medidas en terreno.
- Determinación de prioridades de zonas a intervenir en función del modelo de evolución y matriz de pérdidas.
- Identificación de soluciones técnicas y/o tecnológicas para aplicar en cada zona a intervenir en función del caudal que se requiere recuperar.

Por su parte, la estructura del modelo permite evaluar el impacto en reducción de pérdidas de las distintas estrategias implementadas:

- Balance Hídrico (Top-Down)
- Modelo de proyección del Balance a partir de la evolución del estado de la infraestructura incorporando el resultado de las acciones planificadas de reducción de fugas.
- Matriz de estimación para la priorización de sectores hidráulicos a intervenir.
- Matriz de estimación de caudal a recuperar por estrategias de gestión de presiones.
- Matriz de estimación de caudal a recuperar por rehabilitación de redes.
- Modelo de transferencia de caudal (% recuperación en La Toma).

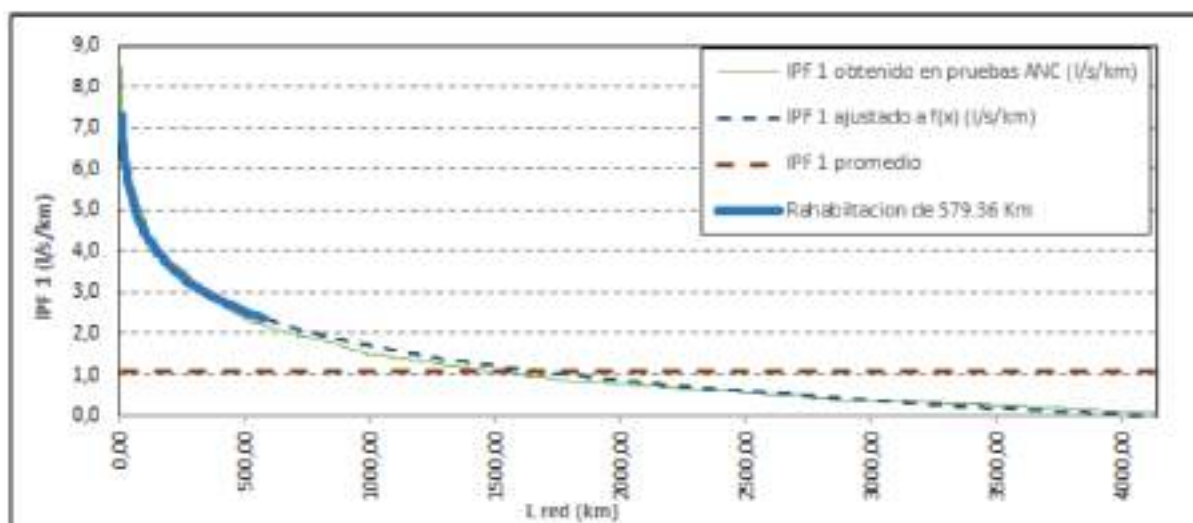
El resultado esperado de las intervenciones priorizadas aplicando dicho modelo es alcanzar una reducción de caudal en La Toma al 1031 de **1.329 l/s** y una evolución del IANC de 50,1% al año 2026 y 45,2% al año 2031.

Estrategia general de intervención por quinquenio

Como ya se ha descripto, las mediciones efectuadas en las distintas pruebas de campo en los sectores hidráulicos permiten construir una curva ajustada de pérdidas reales versus longitud de red (válido para la muestra de 4,865 km de red diagnosticada con pruebas de campo) tal como muestra la Figura 13.115: Sectores a intervenir con control activo de fugas por registrar IPF superior a los valores admisibles

La **estrategia** adoptada a partir del 4° quinquenio y que se mantiene para los quinquenios siguientes se basa en intervenir sectores hidráulicos con elevados valores de índice de pérdida física, estableciéndose como valor de referencia 2 l/s/km. De acuerdo con este criterio se prevé intervenir en los próximos quinquenios un total de **540 km** de red de la ciudad de Guayaquil, que sumando a los 40 km rehabilitados en los años 2020 y 2021 alcanzarán un total de 580 km rehabilitados.

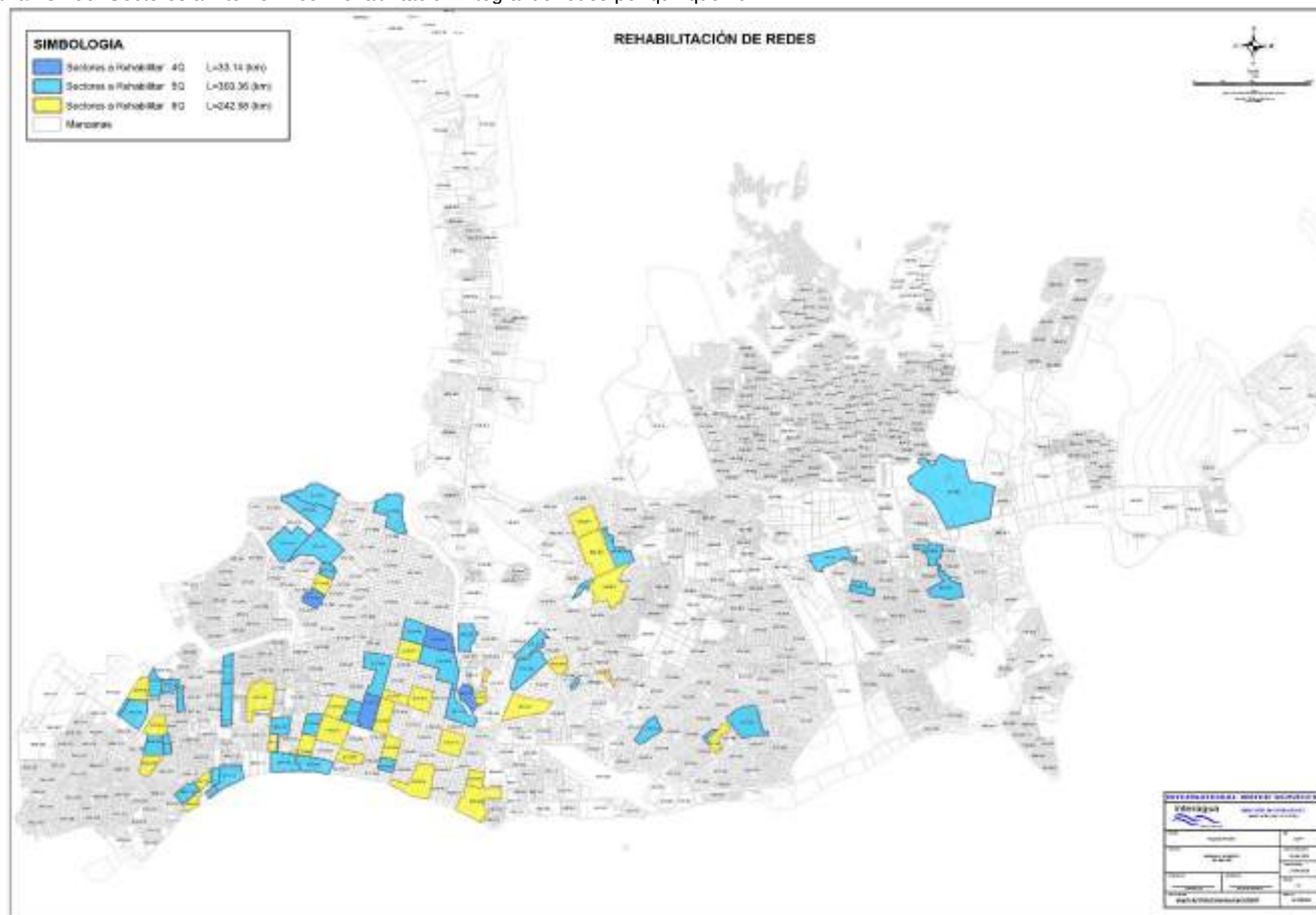
Figura 13.105: Fracción de red a ser rehabilitada (579 km) representada sobre la curva ajustada de pérdidas reales¹⁷



A continuación, se presenta el plano con los sectores a intervenir con rehabilitación integral de redes en los distintos quinquenios.

¹⁷ Fuente: PRANC V6.0

Figura 13.106: Sectores a intervenir con rehabilitación integral de redes por quinquenio



Considerando las rehabilitaciones a realizar en los próximos dos quinquenios se estiman recuperar 1.261,2 l/s medidos en el punto de salida de la planta de tratamiento de agua potable de La Toma. A estos valores se le deben sumar las rehabilitaciones iniciadas en el 4° quinquenio que aún no han sido finalizadas.

Tabla 13.100:

Quinquenio	N° de sectores a rehabilitar	Longitud objetivo (km)	Longitud efectiva a rehabilitar (km)	Reducción de caudal en La Toma (l/s) ¹⁸	ANC %	Inversión estimada
5Q	30	238	310	565	50,1	\$ 29.643.200,00
6Q	39	302	378	696	45,2	\$ 36.656.300,00
Total		540	688	1.261		\$ 66.299.500,00¹⁹

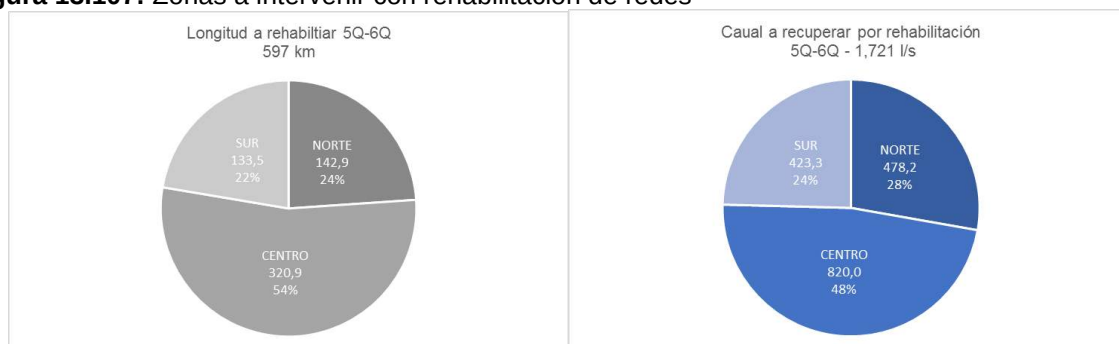
Cabe mencionar que conforme al avance de la rehabilitación la tasa de recupero efectivo de caudal en La Toma se incrementa notablemente por disminución de migración de fugas.

Tabla 13.101: Tasa de recupero efectivo de caudal

L rehab	% Recuperación
160	45%
400	67%
600	92%
800	91%
1200	98%
2000	99%

La distribución de las zonas a intervenir refleja una fuerte asignación de obra a la Zona Centro.

Figura 13.107: Zonas a intervenir con rehabilitación de redes



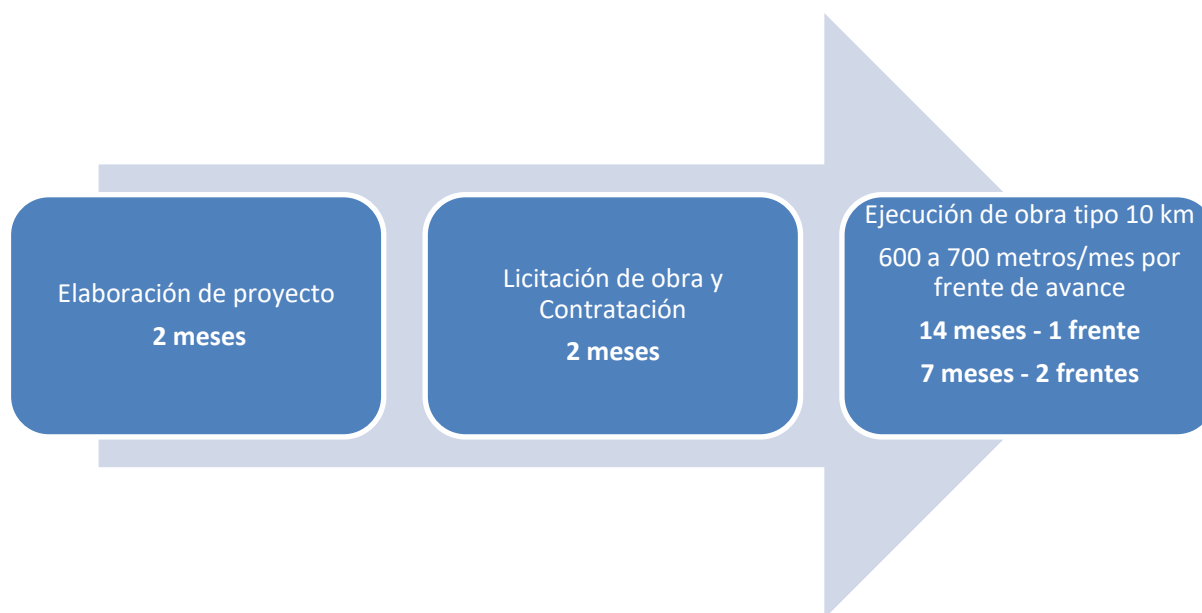
Esta planificación contempla un avance de 50 km/año en el 5° quinquenio y 60 km/año en el 6° quinquenio. Cabe mencionar que durante el 4° quinquenio el avance fue de 10 km/año por lo que la propuesta representa un desafío en “planificación y ejecución de obra”.

A modo de análisis general, tal como lo refleja la Figura 13.108, la rehabilitación en cada sector hidráulico consume un plazo de **12 meses** si consideramos 2 frentes de obra o 14 meses si se considera 1 frente de obra.

Figura 13.108: Plazos de ejecución de obra de rehabilitación integral por sector hidráulico

¹⁸ Tasa de recupero efectiva 65%

¹⁹ No incluye IVA ni gastos de gestión



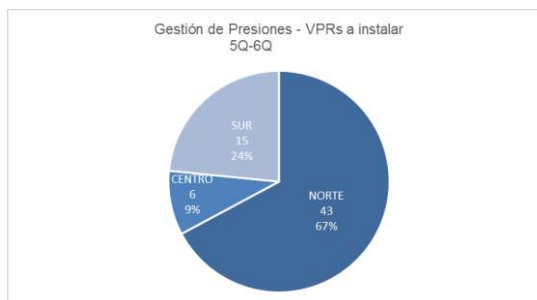
La planificación propuesta requiere asegurar la simultaneidad de 6 obras o su equivalente **12 frentes de obra coexistiendo en forma permanente** a partir de los primeros 4 meses de iniciado el 5° quinquenio y 16 frentes de obra en el 6° quinquenio.

Otros aspectos a considerar, además del despliegue de obra en el espacio público con todo lo que ello significa, es la ampliación de perímetro tanto en gestión administrativa de contratos, disponibilidad de contratistas para la ejecución de los proyectos, disponibilidad de contratistas para la ejecución de las obras y finalmente, disponibilidad de maquinaria y materiales (tuberías PEAD, hidrantes, válvulas, etc.) que cambian totalmente la curva de requerimiento actual.

El cambio de perímetro en materia de rehabilitación de redes implica la necesidad de hacer una reingeniería de los procesos de contratación involucrando a EMAPAG EP en la redefinición de las metodologías de contratación. Por ejemplo, incursionar en contratos en modalidad “por resultado” asignando contratistas por Zona. Ello permitiría reducir los tiempos de aprobación de inversiones por parte de EMAPAG EP que se insume con cada proyecto y que definen en gran medida el cumplimiento en términos de la planificación, así como tiempos administrativos de licitación y contrato que se reducirían notablemente.

La **segunda estrategia** clave para el logro de objetivos de reducción de pérdidas es el eje de Gestión de Presiones ya que el mismo requiere inversiones de menor valor con impacto a muy corto plazo y menor impacto ambiental.

En el listado de intervenciones para los próximos dos quinquenios se ha contemplado la instalación de 64 válvulas reguladoras de presión distribuidas entre el 5° y 6° quinquenio. La distribución geográfica de las válvulas previstas de instalar tiene concordancia con las zonas de alta presión. Es esperable un resultado positivo de reducción de caudal cercano al 10 % del caudal pasante por la válvula reguladora.

Figura 13.109: Gestión de presiones

Con relación al cambio de perímetro propuesto, pasar de 11 VRP instaladas en el 4° quinquenio a 32 VRP por quinquenio implica un desafío significativo. En este caso, el cambio de perímetro tiene dos componentes que pueden ser ejecutados en simultáneo:

- Provisión, instalación y puesta en servicio de VRP.
- Mano de obra para la ejecución de cámara (obra civil, mecánica y eléctrica): 230 días.

La planificación propuesta implica la instalación y puesta en servicio de 7 VRP por año con una simultaneidad de obra de al menos 6 VRP lo que representa un cambio de perímetro radical a la ejecución de obra actual.

Finalmente, en este Ajuste de Plan Maestro se incluyen intervenciones en válvulas reguladoras existentes para su transformación en válvulas con regulación modulada horaria intervenida a distancia. En todos los casos se ha previsto intervención en válvulas de diámetros superiores a 200 mm.

Con relación a la Optimización de Bombeos, se ha planificado la intervención en 13 sistemas, la secuencia propuesta es:

- 5Q: 5 estaciones de bombeo, 4 de ellas en la Zona Norte y 1 en la zona Centro.
6Q: 7 estaciones de bombeo, localizadas todas en Zona Norte.

Se destaca en este eje de acción, que la cantidad de obra planificada para el 5° y 6° quinquenio es significativamente mayor a la ejecutada hasta la fecha. Se debe considerar que el cambio de perímetro en cuanto a la cantidad de obras, afectará no solo a Interagua sino también a las contratistas que lleven a cabo las mismas. Es necesario que dicho cambio pueda ser asimilado sin retrasos ya que, en su defecto, impactará negativamente en el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Complementando estas dos estrategias principales, se han incorporado intervenciones en el resto de los ejes de acción detallados en el apartado 3.1.

Intervenciones durante el 5° Quinquenio

Las intervenciones planificadas para el 5° quinquenio han sido definidas considerando los aspectos desarrollados en el punto 3.4. Se segmentan en:

- 1) Gestión de Activos - Rehabilitación de redes y elementos
 - a) Rehabilitación integral de sectores hidráulicos
 - b) Rehabilitación en sectores de Regeneración Urbana
 - c) Rehabilitación de acueductos y Automatización de válvulas
 - d) Eliminación de red vieja y lunares comerciales
- 2) Gestión de Presiones

- a) Regulación de Presiones
- b) Optimización de estaciones de bombeos
- 3) Gestión de Fugas - Control Activo de Fugas
 - a) Mantenimiento de proyectos nuevos (expansión y rehabilitación)
 - b) Búsqueda de Fugas en sectores con elevados indicadores de pérdidas
 - c) Monitorización y prelocalización de fugas en red
- 4) Monitoreo de redes
 - a) Conformación de Distritos de medición de DMAs

En los puntos siguientes se detallarán las intervenciones previstas en cada eje de acción.

Gestión de Activos

Rehabilitación integral de Sectores Hidráulicos

Las intervenciones previstas para el 5° quinquenio en rehabilitación integral de redes alcanzan a 33 sectores hidráulicos equivalente a 295,06 km de red.

Los sectores priorizados de rehabilitar son los de mayor valor de pérdidas (IPF). Las intervenciones propuestas para el 5° quinquenio permitirán recuperar, en promedio, 3,52 l/s por cada kilómetro intervenido. En total se espera recuperar en abastecimiento, un caudal de **1.039,75 l/s**.

En el período 2021-2026 la rehabilitación se ha distribuido en las 3 zonas, pero se destaca la zona sur donde se encuentra la mejor relación beneficio/costo ya que se corresponde con los sectores con índice de pérdidas más elevados. En esta zona se espera recuperar 4,24 litros por cada kilómetro rehabilitado. En segundo nivel se encuentran los sectores de la Zona Norte y por último de Zona Centro.

Tabla 13.102: Recupero esperado por zona por rehabilitación integral de sectores hidráulicos

Período	Norte		Centro		Sur		TOTAL	
	Caudal recuperado (l/s) por km rehab.	Longitud rehab. (en km)	Caudal recuperado (l/s) por km rehab.	Longitud rehab. (en km)	Caudal recuperado (l/s) por km rehab.	Longitud rehab. (en km)	Caudal Total (l/s)	Longitud rehab. (en km)
5Q	4,073	45,11	3,10	178,32	4,24	71,63	1039,73	295,06

Tabla 13.103: Eficiencia esperada de la inversión en rehabilitación integral de sectores hidráulicos durante el 5° quinquenio

Caudal recuperado por zona (l/s)	Norte	Centro	Sur	TOTAL
Caudal recuperado total (l/s)	183,75	552,24	303,74	1039,73
% respecto del total	18%	53%	29%	
Inversión total por zona (U\$S)	Norte	Centro	Sur	TOTAL
Inversión estimada (180U\$S/m)	\$ 8.119.800	\$ 32.097.600	\$ 12.893.400	\$ 53.110.800
Inversión por cada l/s recuperado	\$ 44.189,39	\$ 58.122,56	\$ 42.448,80	\$ 51.081,34

NOTA: Costo estimado de rehabilitación: 180 U\$S/m

En la Tabla 13.104 se detallan las características físicas de los sectores hidráulicos a intervenir con rehabilitación integral.

Tabla 13.104: Sectores hidráulicos a rehabilitar durante el 5° quinquenio

Sectores a Rehabilitar 5Q					
N°	Sectores Hidráulicos	Longitud redes (km)	Longitud efectiva (km)	Q. a recuperar (l/s)	Caudal a recuperar/longitud de red
1	CTP-073-074	28,09	35,1	84,91	3,02
2	CRO-010	18,01	22,5	55,57	3,09
3	CTC-085	5,22	6,5	9,78	1,87
4	CTC-095	4,54	5,7	13,52	2,98
5	CTC-024	14,92	18,7	59,7	4,00
6	CTP-066	12,94	16,2	37,33	2,88
7	CTP-059-061-062-063	15,94	19,9	24,07	1,51
8	SRO-154	5,02	6,3	22,5	4,48
9	CRO-006	7,59	9,5	33,49	4,41
10	N72-354	22,06	27,6	90,06	4,08
11	SRO-197	8,01	10	31,88	3,98
12	CTP-075-078-079-080	28,71	35,9	106,39	3,71
13	CTC-033	9,96	12,5	32,58	3,27
14	CTC-028	10,86	13,6	34,42	3,17
15	CTP-054	4,38	5,5	8,2	1,87
16	SRO-121	2,17	2,7	17,55	8,09
17	NRO-409	5,68	7,1	39,98	7,04
18	SRO-120	5,52	6,9	29,71	5,38
19	S72-152	5,63	7	29,5	5,24
20	S72-151	3,98	5	20,64	5,19
21	SRO-110	2,58	3,2	10	3,88
22	S72-139	3,3	4,1	13,74	4,16
23	S72-140	4,49	5,6	18,58	4,14
24	S72-195	4,19	5,2	17,2	4,11
25	S72-137	6,28	7,9	25,64	4,08
26	CTC-034	8,85	11,1	35,89	4,06
27	CTC-014	8,31	10,4	16,39	1,97
28	SRO-149	5,63	7	19,72	3,50
29	S72-113	7,44	9,3	28,32	3,81
30	S72-129	2,92	3,7	9,7	3,32
31	S72-123	4,47	5,6	9,06	2,03
32	N72-304	9,06	11,3	28,99	3,20
33	N72-495	8,31	10,4	24,72	2,97
Total		295,06	369,0	1039,73	

Renovación por Regeneración Urbana

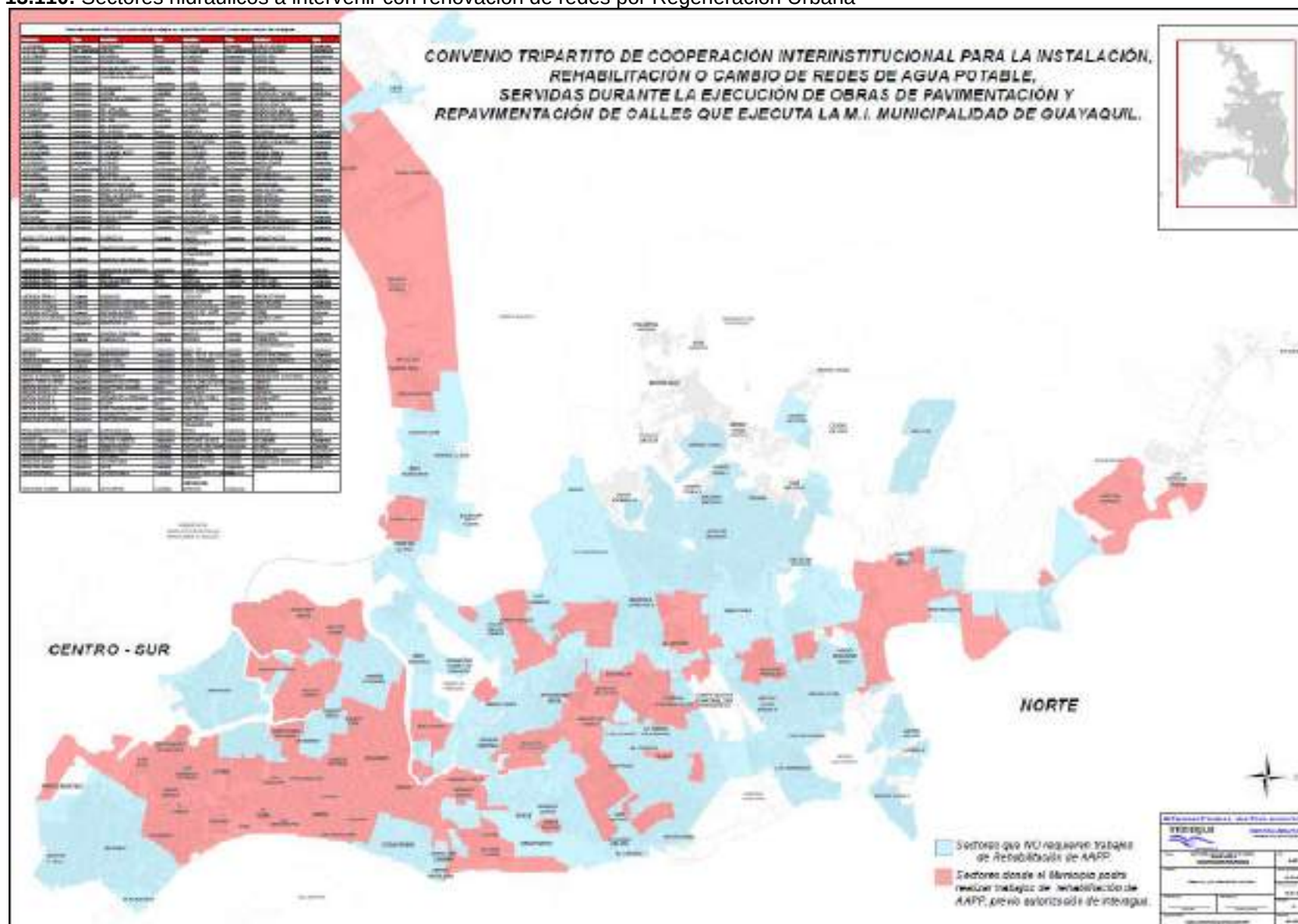
Durante el 5° quinquenio se estima se mantendrá en vigencia el Convenio Tripartito de Cooperación Interinstitucional para la ejecución de obras específicas de rehabilitación de agua potable y saneamiento en la ciudad de Guayaquil, con Siglo XXI, Fundación Municipal para la Regeneración Urbana, por un valor de US\$ 3.047.993 de los cuales se estima que US\$ 1.000.000 corresponden a agua potable²⁰.

Se ha proyectado hasta el año 2031 la rehabilitación de 222.2 km de red, estimándose recuperar 196,3 l/s en La Toma.

Las zonas a intervenir se detallan en la siguiente figura.

²⁰ Fuente: PRANC V6.0

Figura 13.110: Sectores hidráulicos a intervenir con renovación de redes por Regeneración Urbana



El monto proyectado de inversión durante el 4°, 5° y 6° quinquenio es de U\$S 11.000.000.- (no incluye IVA).

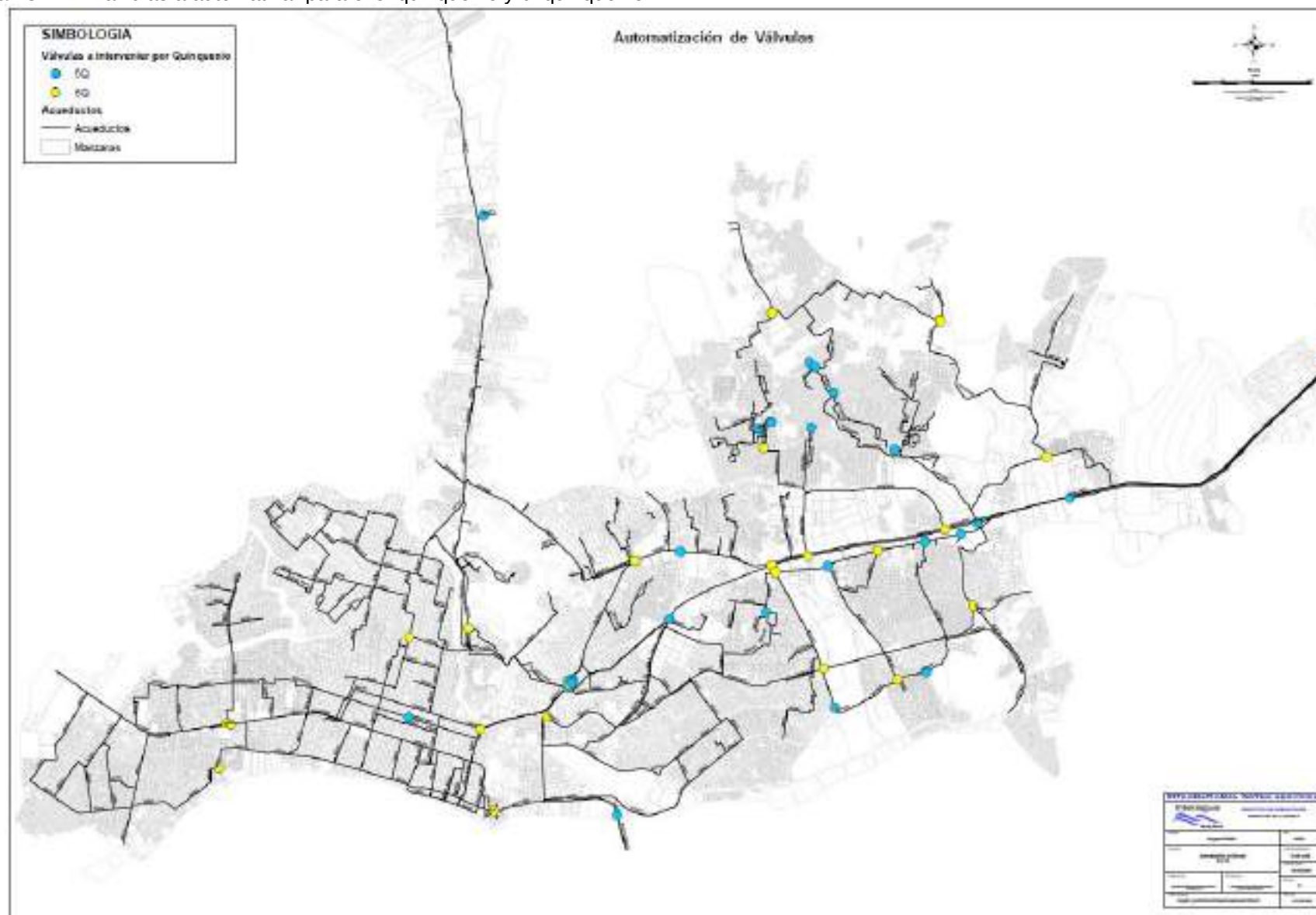
Automatización de válvulas

A los efectos de lograr mejoras en la gestión del servicio, y gobernanza sobre la red, se ha previsto la automatización de las válvulas de seccionamiento y salidas radiales en diferentes sectores de la red. En la Tabla 13.105 y Figura 13.111 se resume la proyección anual de automatización de válvulas así como la ubicación geográfica de las mismas. Cabe destacar que se han priorizado las intervenciones fundamentalmente en zona Norte.

Tabla 13.105: Detalle de cantidad y presupuesto asignado a automatización de válvulas durante el 5° quinquenio

Año	Cantidad	Presupuesto
21	12	\$ 852.000,00
22	8	\$ 520.000,00
23	8	\$ 490.000,00
24	4	\$ 170.000,00
25	4	\$ 168.000,00
Total 5Q	36	\$ 2.200.000,00

Figura 13.111: Válvulas a automatizar para el 5° quinquenio y 6° quinquenio

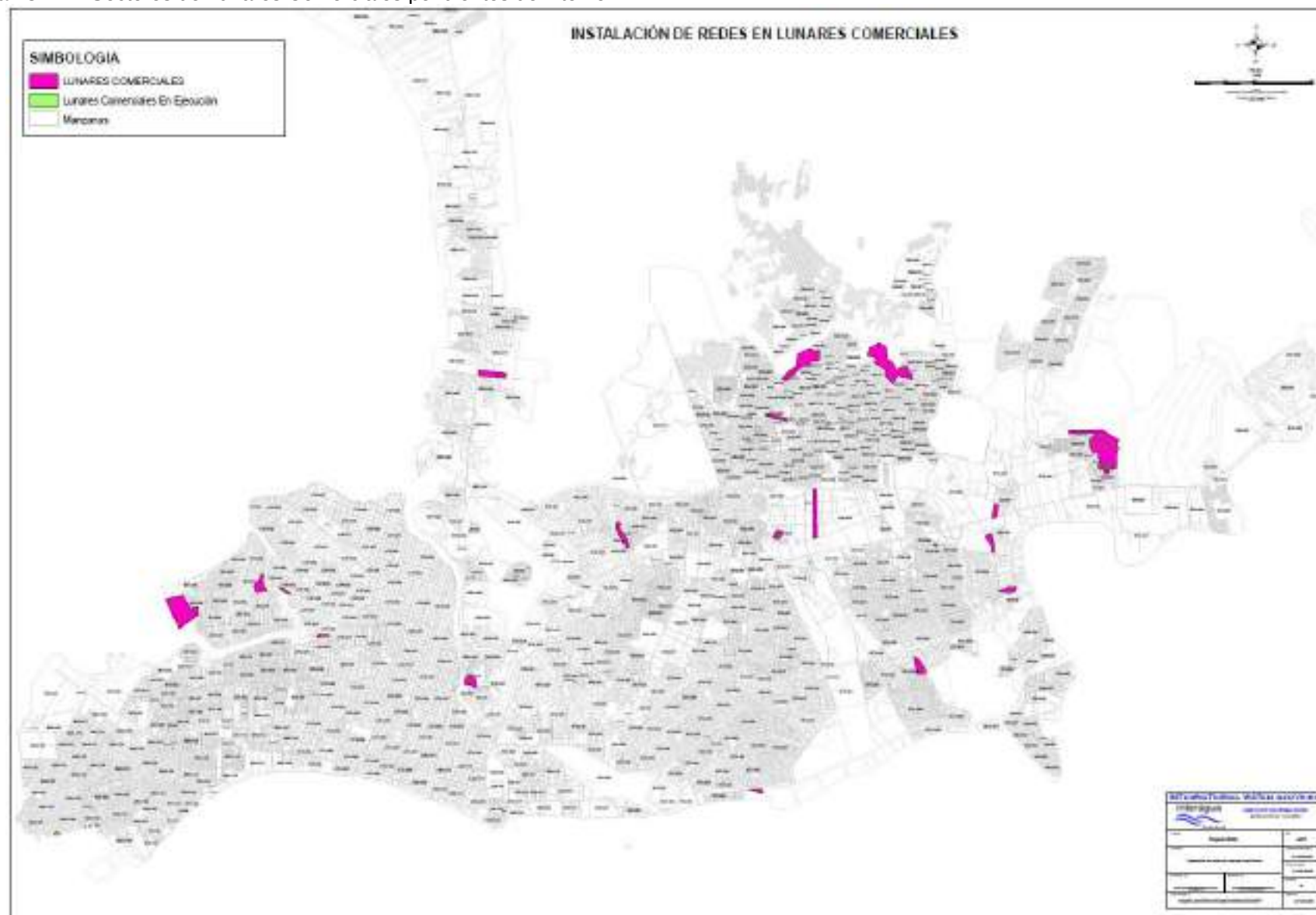


Eliminación de red vieja e instalación de lunares comerciales

Este componente de la estrategia de Gestión de Activos está enfocado en reducir pérdidas en aquellos sectores en los que no se realizó una rehabilitación de redes integral, lo que impidió realizar la desvinculación total de la red antigua o en instalación de redes en las zonas denominadas lunares comerciales que son aquellas donde se han conformado asentamientos populares informales posteriores a la instalación de redes. Los principales sectores de la ciudad donde se ha identificado lunares comerciales son Trinitaria, Colinas de Hipódromo, Santa Adriana, Inmaconsa, entre otros.

Algunos de estos sectores han sido intervenidos durante el 4° quinquenio, no obstante, se ha previsto para el 5° quinquenio una inversión de \$ 915.000 que permitirá continuar con la reducción de daños ocasionados a la red por conexiones irregulares realizadas de manera anti-técnica por los usuarios; ocasionando tanto pérdidas reales (fugas) como pérdidas comerciales.

Figura 13.112: Sectores de Lunares Comerciales pendientes de intervenir



Gestión de Presiones

En este eje las intervenciones se enfocan en regular presiones y optimizar bombeos, según los criterios mencionados en el apartado 3.1.

Regulación de presiones

La solución adoptada es la instalación de VRP en todas las salidas de acueductos de gran diámetro de la ciudad de Guayaquil. El objetivo de este tipo de intervención es evitar la migración de fugas y garantizar que el caudal recuperado por las diferentes estrategias impacte efectivamente en caudal recuperado en el abastecimiento La Toma.

A continuación, se resumen los proyectos de instalación de válvulas reguladoras correspondientes al 5° quinquenio.

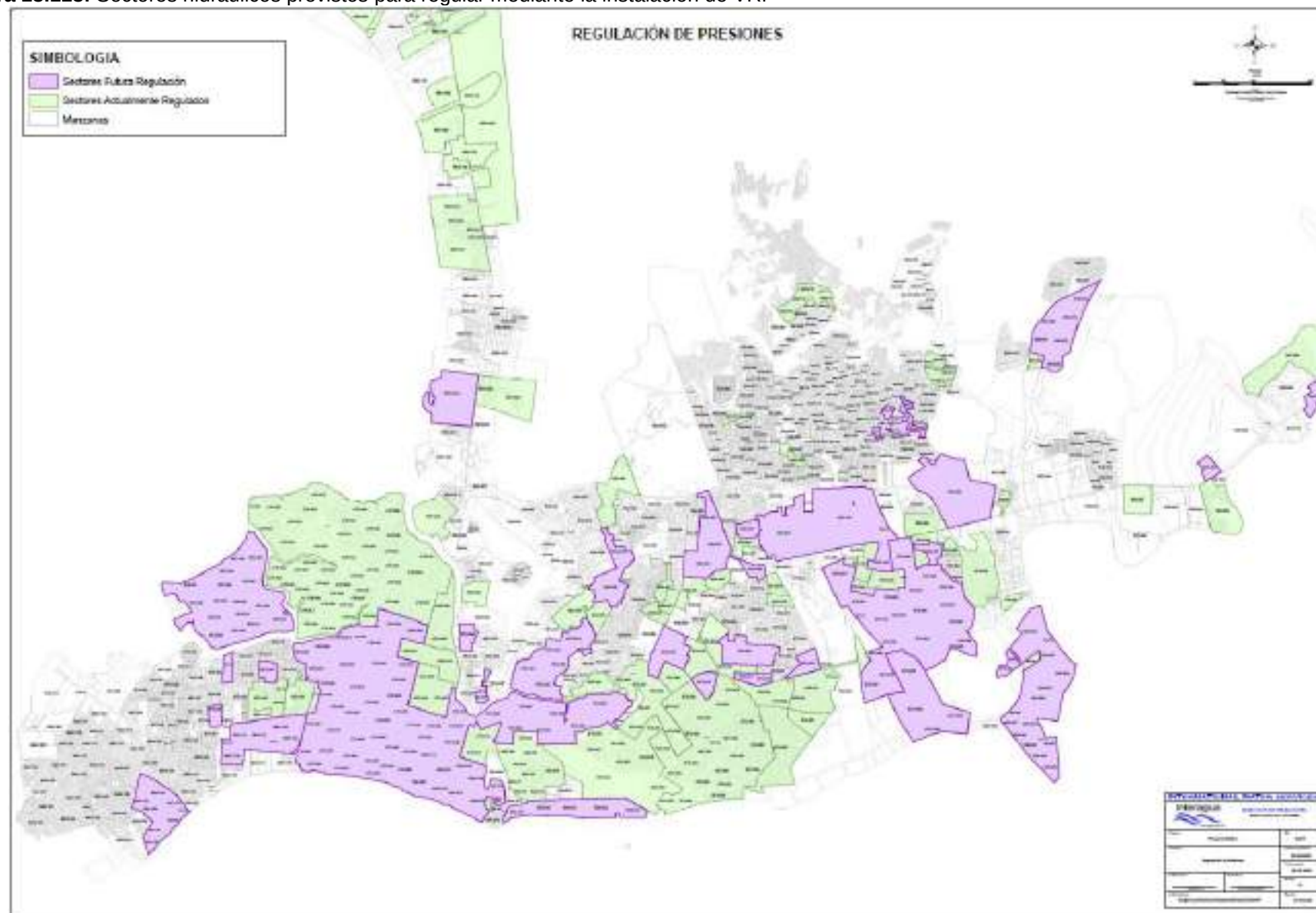
Tabla 13.106: Listado de válvulas reguladoras de presión a instalar en el 5° quinquenio²¹

N°	VRP	N° Conexiones	N° Sectores Hidráulicos	Quinquenio	Año	Inversión (\$)
1	Guasmo SRO	5.333	8	4Q	2020	\$ 191.512
2	SRO-156	212	1	5Q	2021	\$ 200.000
3	SRO-158-159	823	2	5Q	2021	\$ 200.000
4	SRO-157-160	1.193	2	5Q	2021	\$ 200.000
5	SRO-161	1040	1	5Q	2021	\$ 200.000
6	SRO-163	842	1	5Q	2021	\$ 200.000
7	CTC	26.613	38	5Q	2021	\$ 732.000
8	CRO-006	813	1	5Q	2022	\$ 305.000
9	CRO-025-048-049-050	7.361	4	5Q	2022	\$ 305.000
10	CSA	10.835	11	5Q	2022	\$ 732.000
11	CTP-046-047-051	3.608	3	5Q	2022	\$ 400.000
12	Mi Lote	2.115	10	5Q	2022	\$ 400.000
13	Riko Fco Orellana	38.401	22	5Q	2023	\$ 610.000
14	Vergeles	10.711	5	5Q	2023	\$ 400.000
15	Puerto Azul	1.856	1	5Q	2023	\$ 400.000
16	Trinitaria	18.319	16	5Q	2023	\$ 400.000
17	NRO-401	1.227	1	5Q	2024	\$ 305.000
18	N42-438	1.087	1	5Q	2023	\$ 305.000
19	N42-457-458	2.456	2	5Q	2023	\$ 400.000
20	N42-462	73	1	5Q	2024	\$ 305.000
21	N42-463	118	1	5Q	2024	\$ 305.000
22	N72-301-303-304	2.389	3	5Q	2024	\$ 305.000
23	N72-594	180	1	5Q	2024	\$ 305.000
24	N72-329	983	1	5Q	2024	\$ 305.000
25	N72-330	1.464	1	5Q	2024	\$ 305.000
26	N72-345	825	1	5Q	2024	\$ 305.000
27	N42-429	731	1	5Q	2024	\$ 305.000
28	N72-374	914	1	5Q	2025	\$ 305.000
29	N72-376-377	149	2	5Q	2025	\$ 305.000
30	N72-380	2.718	1	5Q	2025	\$ 305.000

²¹ Incluye obra en SRO Guasmo iniciada hacia el final del 4Q.

N°	VRP	N° Conexiones	N° Sectores Hidráulicos	Quinquenio	Año	Inversión (\$)
31	N42-460	1.416	1	5Q	2025	\$ 305.000
32	N72-597	282	1	5Q	2025	\$ 305.000

Figura 13.113: Sectores hidráulicos previstos para regular mediante la instalación de VRP



Adicionalmente a esta estrategia se ha previsto la transformación de válvulas reguladoras existentes en VRP inteligentes con la incorporación de tecnología Smart que permite la operación de las válvulas a distancia con regulación modulada horaria.

El objetivo es lograr la optimización de la curva de caudal pasante por la válvula adaptando la misma a la curva de demanda del sistema. Se estima recuperar el 10% del caudal pasante actual en válvulas reguladoras $\varnothing \geq 200$ mm que a la fecha solo cuentan con regulación DIA/NOCHE.

Tabla 13.107: Listado de válvulas VRP a incorporar tecnología Smart (a incorporar al inicio del 5° quinquenio)

Territorio	ESTACIÓN	Sec. Hidr. Relacionado	Cant_VRP	Marca	Sectores hidráulicos	Q. actual (l/s)	Q. estimado a recuperar con Regulo (l/s)
CTC	Ayacucho y Babahoyo	17-18-19	1	SINGER	3	87,1	6,75
CRO	La 17	2-mar	1	SINGER	2	40	2,33
N72	Cerca de Ipac	484	1	SINGER	1	22	4,3
N72	JARDIN INFAN PASITO SABER	370-368	1	SINGER	2	25	4,2
CRO	La 15	10-nov	1	SINGER	2	98	10,28
N50	Cdla. Urdesa Norte	444	1	SINGER	1	30	3,38
NRO	Chongón	998-999-1000-1001	1	SINGER	1	42	7,2
TOTAL			7		12		38,44

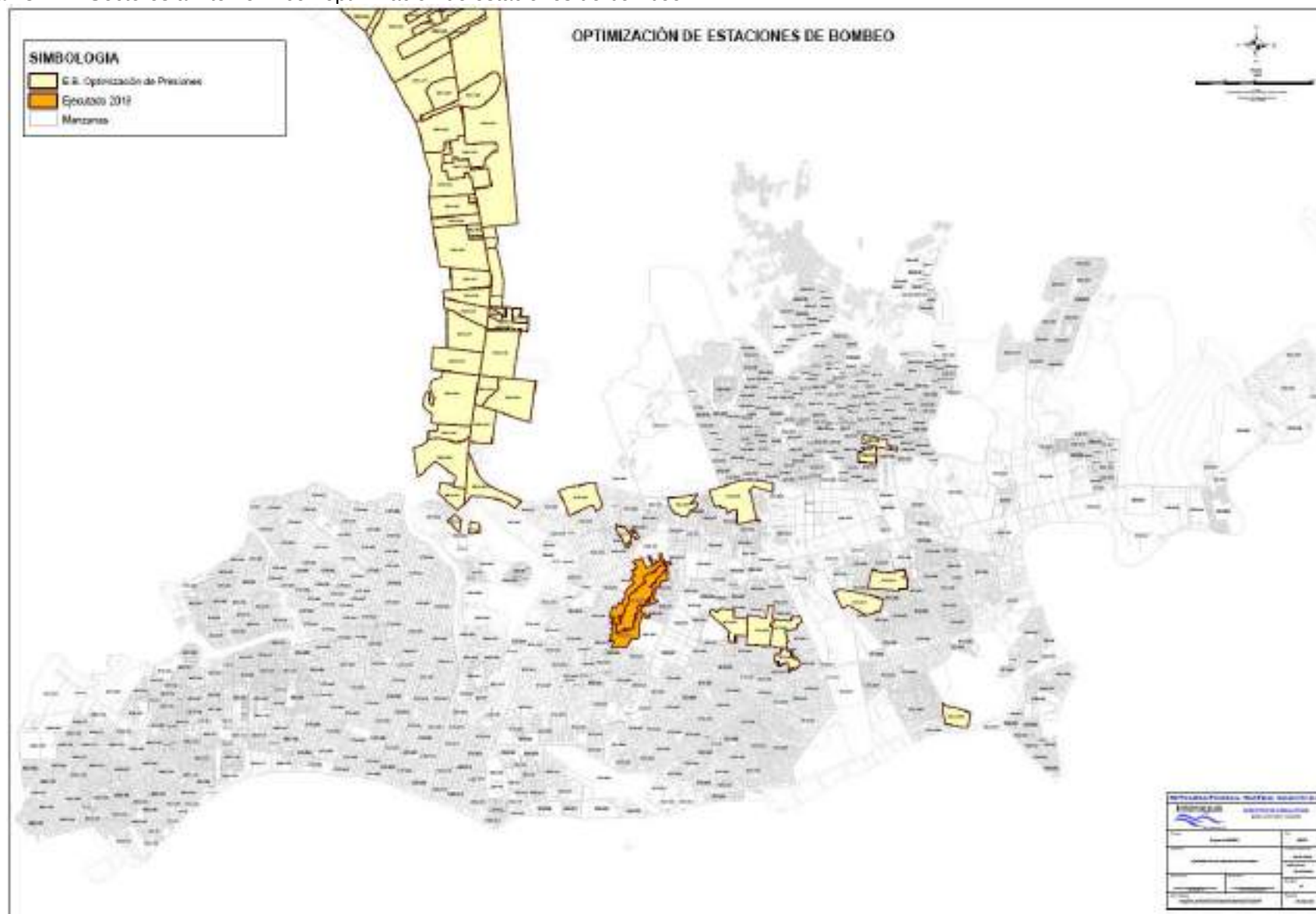
Optimización de Estaciones de Bombeos

Esta estrategia está relacionada con asegurar las presiones mínimas de 1,5 bar en las partes topográficamente altas de los sectores que se abastecen a través del bombeo. En general, todas las intervenciones previstas en este eje se localizan en la zona norte de la ciudad de Guayaquil.

Tabla 13.108: Listado sectores hidráulicos a optimizar bombeo durante el 5° quinquenio

N°	Sector Hidráulico	Zona	Inversión
1*	N72-384-382	Carlos Magno - La Concordia y Voluntad de Dios	\$ 1.178.571,43
2	NRO / San Eduardo	Vía a la Costa	\$ 4.880.000,00
3	N72-488	Bastión Popular 2	\$ 915.000,00
4	N72-482	Bastión Popular 2	\$ 915.000,00
5	N72-383	Juan Montalvo	\$ 915.000,00
6	CSA-343	El Carmen	\$ 915.000,00
Total 5Q (*incluye obra trasladada del 4Q)			\$ 9.718.571,43

Figura 13.114: Sectores a intervenir con optimización de estaciones de bombeo



Gestión de Fugas - Control activo de fugas

El control activo de fugas tiene componentes que hacen al mantenimiento propio de las tuberías y acometidas por lo cual la inversión necesaria para afrontar estos trabajos de búsqueda y eliminación de fugas se imputan al OPEX de la empresa.

Para ello la empresa cuenta con un equipo de 16 geofonistas e incorpora además, como actividad de rutina la búsqueda de fugas con gas trazador en acueductos mayormente.

No obstante, la planificación de este tipo de intervención para los próximos años se puede segmentar en dos tipos de trabajo:

Mantenimiento de proyectos nuevos habilitados durante el año 2019

Se planifica llevar a cabo un monitoreo de los índices de pérdida mediante la búsqueda proactiva de fugas con el objeto de asegurar el mantenimiento de los indicadores alcanzados al momento de la habilitación de las redes.

Tabla 13.109: Listado sectores hidráulicos habilitados durante el año 2019

N°	Sector Hidráulico	Sector Residencial	N° Conex.	Longitud de red (km)	IPF1 (<0.12 l/s/km)	IPF2 (<0.04 l/s/km/bar)	IPF3 (<5 l/conex/h)	IFE(<4)
1	N80-883	Mi Lote C-8	476	5,86	0,038	0,0064	1.664	1,33
2	N80-883	Mi Lote C-7	643	5,7	0,042	0,0074	1.344	1,11
3	N80-884	Mi Lote Macro lote D	152	1,54	0,017	0,003	0,616	0,25
4	N80-884	Mi Lote Macro lote E	118	1,39	0,041	0,007	1.739	0,7
5	N80-884	Mi Lote Macro lote C	152	1,58	0,006	0,001	0,237	0,11
6	N80-884	Mi Lote Macro lote B	152	1,66	0,03	0,007	1.184	0,62
7	NRO-995	Chongón C-1	343	6,78	0,013	0,002	0,945	0,38
8	NRO-993	Chongón C-3	252	3,92	0,023	0,0059	1.286	0,69
9	NRO-988	San Cristóbal	100	0,74	0,041	0,0348	1.080	0,75
10	NRO-994	Chongón C-2	246	6,84	0,003	0,0004	0,293	0,13
11	NRO-1004	Villa del Bosque etapa 3	52	0,91	0,044	0,0383	2.769	1,42
12	NRO-752	Costa Brisa Etapa 1	28	0,4	0,075	0,1875	3.857	2,8
13	N42-653	Fortín Etapa 4	92	0,61	3016	0,0269	0,391	0,41
14	N42-653	Fortín Etapa 3	90	0,56	3018	0,0319	0,4	0,43
15	NRO-964	Porto Alegre Etapa 1	78	1,18	3008	0,0072	0,462	0,49
16	NRO-990	Safando	326	2,64	0,057	0,0215	1.656	0,77
17	NRO-987	Las Piedras	18	0,28	0,01	0,001	0,5	0,1
18	N42-653	Fortín	78	0,567	0,018	0,0311	0,462	0,41
19	NRO-751	Calmosa	34	0,71	0,028	0,0397	2.118	1,3
20	N80-884	Mi Lote C-12	615	5,18	0,017	0,0034	0,527	0,56
21	N80-884	Mi Lote C-11	676	5,46	0,035	0,0064	1.012	0,8
22	N80-900	La Perla Etapa 7	27	0,44	0,068	0,155	4.000	2,55
23	N80-900	La Perla Etapa 5	161	1,64	0,037	0,0223	1.342	0,84
24	NRO-951	Ciudad Olimpo Etapa 4	125	1,2	0,033	0,0278	1.152	1,16
25	NRO-1009	Caimito 1	90	2,39	0,021	0,0088	2.000	0,5
26	NRO-1009	Caimito 2	163	3,05	0,026	0,0086	1.767	0,97
27	NRO-400	Condominio Blue Village, Puerto Azul	42	0,58	0,034	0,014	1,71	1,57
28	N50-665	Ciudad Santiago Etapa 8	343	2	0,02	0,01	0,42	0,48

N°	Sector Hidráulico	Sector Residencial	N° Conex.	Longitud de red (km)	IPF1 (<0.12 l/s/km)	IPF2 (<0.04 l/s/km/bar)	IPF3 (<5 l/conex/h)	IFE(<4)
29	N80-1014	Las Delicias Sistema Bombeo	306	4,1	0,05	0,02	2,59	2,5
30	N80-1010	Las Delicias Sistema Gravedad	885	9,9	0,05	0,03	2,16	2,57
31	N80-1012	Maria Auxiliadora	410	4,36	0,01	0,004	0,35	0,31

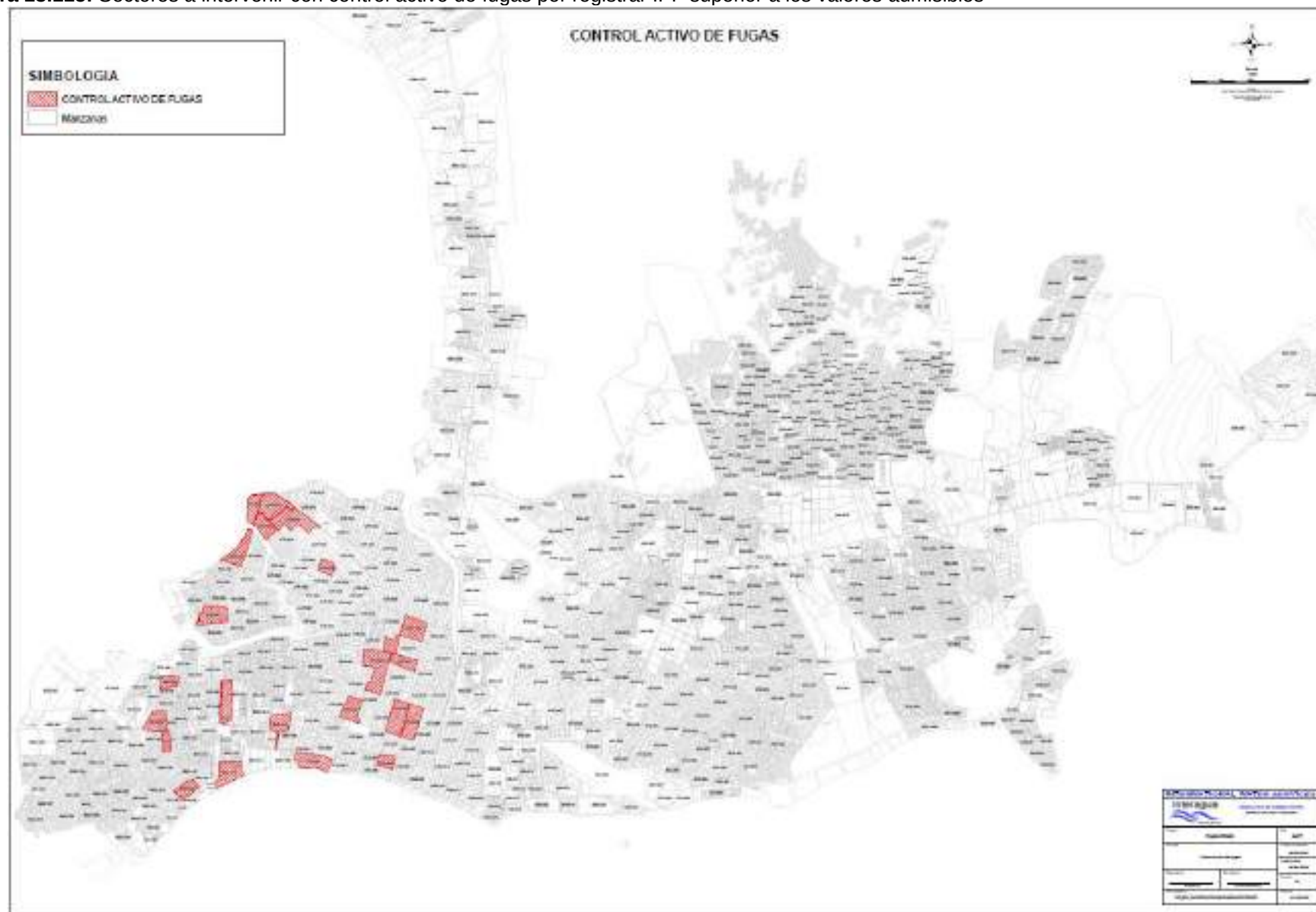
Mantenimiento de sectores con altos indicadores de pérdida

Estas intervenciones se focalizan en sectores hidráulicos cuyo índice de pérdidas están por sobre el valor admisible de IPF $2 \geq 2$ l/s/km/bar pero que no están previstas de intervenir con rehabilitación integral en el corto plazo. En la Tabla 13.110 y Figura 13.115 se detallan los sectores donde se llevará a cabo la búsqueda de fugas proactiva utilizando métodos acústicos de localización.

Tabla 13.110: Listado sectores hidráulicos con valores de IPF2 superiores al admisible

N°	Sector Hidráulico	IPF2 (l/s/km/bar)
1	CTP-054	5,4
2	S72-150	4,7
3	S72-140	3,7
4	S72-113	3,1
5	CTP-075-078-079-080	2,9
6	CTC-024	2,9
7	CTC-085	2,8
8	CTC-028	2,6
9	S72-137	2,4
10	SRO-120	2,4
11	S72-195	2,3
12	CTC-033	2,2
13	CTC-022	2,2
14	SRO-197	2,2
15	CRO-006	2,1
16	CTC-095	2,0
17	SRO-154	2,0
18	CTC-023-3	2,0
19	S72-204	2,0
20	CTC-029	1,9

Figura 13.115: Sectores a intervenir con control activo de fugas por registrar IPF superior a los valores admisibles



Monitoreo y Prelocalización de fugas en redes (Proyecto Smart Guasmo)

En el “Plan de Agua No Contabilizada – Enfoque en pérdidas técnicas Actualización 2” se incorporaron nuevas tecnologías de monitoreo y prelocalización de fugas en redes en un sector piloto de la red denominado “Smart Guasmo” en la zona sur de Guayaquil.

Como se describió en el apartado de inversiones del 4° quinquenio, se ha avanzado en las obras necesarias para conformación de distritos de medición, instalación de sensores para la detección temprana de fugas e implementación de herramientas tecnológicas para el monitoreo on-line del servicio.

En este último aspecto se destaca la implementación de la plataforma Waternamics Módulo Waterlosses del grupo Veolia la cual ya ha sido implementada en el Piloto Smart Guasmo permitiendo mediante una interfaz gráfica de diferentes tableros de control hacer seguimiento en tiempo real del funcionamiento del sistema.

Para el 5° quinquenio, se han previsto inversiones para complementar lo realizado durante el 4° quinquenio que aseguren la posibilidad de realizar la gestión “Smart” de la zona piloto, a saber:

✓ Implementación de Waternamics

Además del mantenimiento de la plataforma y las licencias necesarias para involucrar a una mayor proporción de técnicos en el uso de la herramienta, se ha previsto para el 5° quinquenio enlazar la red de mediciones de Interagua con la plataforma Smart City integrando el proyecto Smart Guasmo con la totalidad de las redes de distribución del sistema de agua potable, permitiendo una gestión integrada y eficiente del sistema de AAPP de la ciudad de Guayaquil.

✓ Prelocalización de fugas

Se ha contemplado la instalación de prelocalizadores acústicos o logger de ruido que permitirán actuar en el tiempo “A” (tiempo transcurrido entre que se produce la fuga y se manifiesta). Ello permitirá reducir el tiempo de vida de la fuga y en consecuencia el volumen de pérdidas.

Tabla 13.111: Zonas a implementar prelocalización de fugas durante el 5Q

N°	Nº DMAs propuestos a implementar prelocalizadores	Longitud de red a prelocalizar (km)	Quinquenio	Inversión (\$)
1	Smart Guasmo CTP-8; CTP-5; CTP-2	439	5Q	\$ 7.517.313,90

Macromedición – Conformación de distritos DMAs

A la fecha de actualización del presente documento, la ciudad de Guayaquil cuenta con un total de 152 distritos de medición.

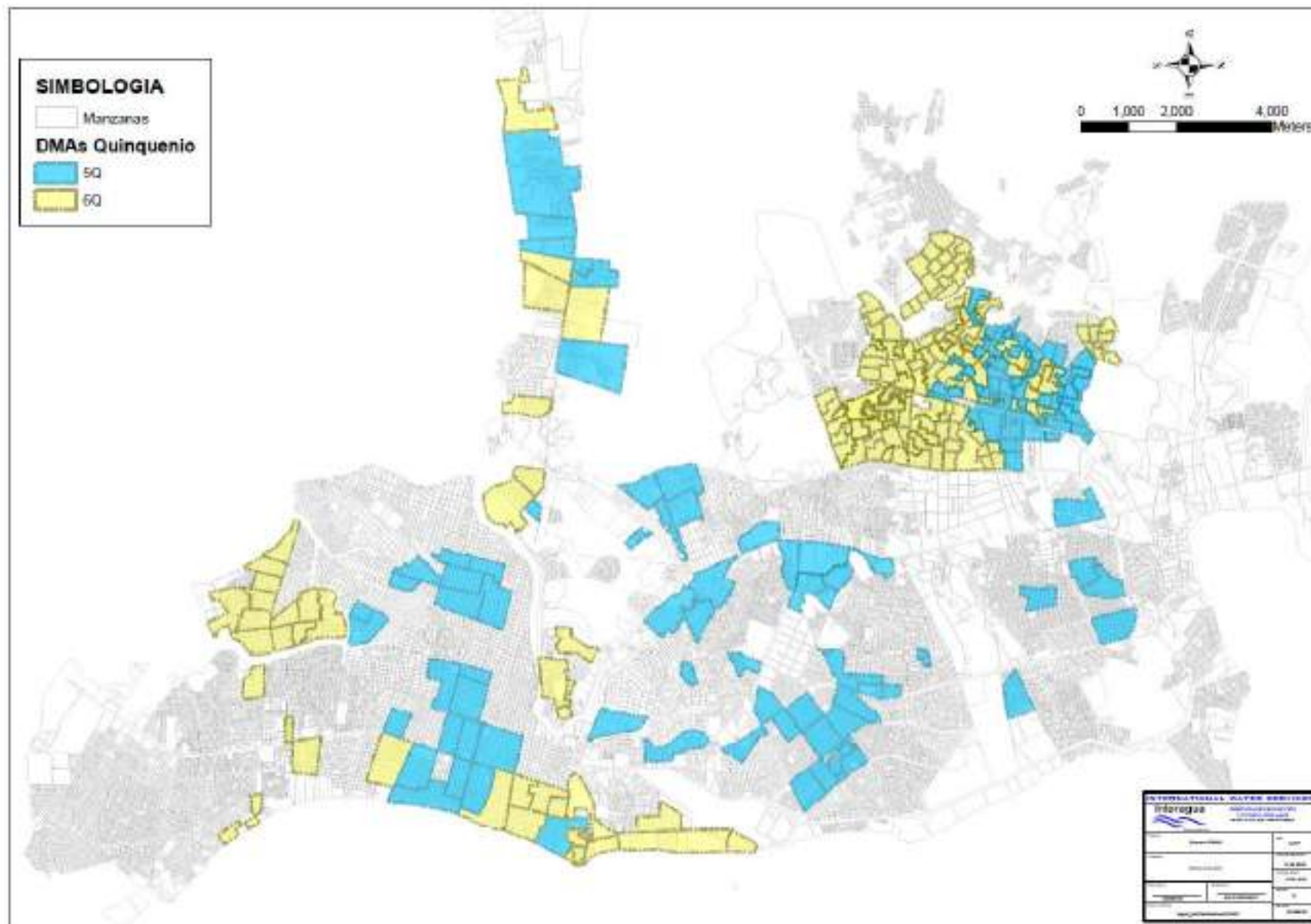
Se ha previsto avanzar con la conformación de DMAs (por sus siglas en inglés) ya que estas permiten identificar en forma temprana los problemas que existen o surgen en las redes.

Las inversiones contempladas para el 5° quinquenio incluyen la conformación de nuevas DMAs así como la subdivisión de zonas macromedidas que por su extensión no permiten una gestión optimizada de los servicios.

Tabla 13.112: Red de Macromedición a instalar durante el 5Q

N°	Nº de Macromedidores a instalar	Quinquenio	Inversión (\$)
2	161	5Q	\$ 3.700.000,00

Figura 13.116: Ubicación de las DMAs a conformar



Intervenciones previstas durante el 6° Quinquenio

A continuación, se listan las intervenciones previstas para el período 2026-2031.

Rehabilitación Integral de redes

Se planifica rehabilitar 302 km de redes que permitirán recuperar un caudal de 681 l/s con una mayor proporción de rehabilitación en la zona Centro (47%) seguida de la zona Norte (32%) y Sur (20%). Las intervenciones permitirán recuperar un caudal de 2,26 litros/segundo por cada km intervenido.

Tabla 13.113: Listado sectores hidráulicos a rehabilitar durante el 6Q

N°	Sector Hidráulico	Longitud objetivo (km)	Longitud efectiva a rehabilitar (km)	Nro acometida	Año a rehabilitar	Caudal a recuperar en abastecimiento (l/s)	Costo	Caudal a recuperar/longitud de red	Edad
1	SGU-165	8,03	10,04	1.034	2026	11,53	\$ 970.000,00	1,44	14
2	S72-145	5,48	6,85	425	2026	8,87	\$ 669.300,00	1,62	38
3	N72-381	3,74	4,68	216	2026	9,51	\$ 455.900,00	2,54	25
4	NTC-415	1,04	1,3	172	2026	3,47	\$ 126.100,00	3,34	32
5	NTC-441	6,95	8,69	576	2026	12,34	\$ 843.900,00	1,78	55
6	S72-143	5,44	6,8	835	2026	11,05	\$ 659.600,00	2,03	13
7	CSA-216	5,16	6,45	631	2027	12,37	\$ 630.500,00	2,4	25
8	CTC-084	9,75	12,19	559	2027	3,34	\$ 1.183.400,00	0,34	45
9	CTC-090	8,39	10,49	533	2027	21,21	\$ 1.018.500,00	2,53	53
10	S72-102	17,92	22,4	1.931	2027	33,55	\$ 2.172.800,00	1,87	33
11	NTC-508	4,03	5,04	290	2027	12,21	\$ 485.000,00	3,03	59
12	CTC-030	13,11	16,39	903	2027	13,01	\$ 1.590.800,00	0,99	22
13	CTC-094	7,46	9,33	357	2028	16,10	\$ 902.100,00	2,16	51
14	N72-301	5,61	7,01	817	2028	9,73	\$ 679.000,00	1,73	27
15	CTC-018	9,2	11,5	856	2028	14,45	\$ 1.115.500,00	1,57	51
16	N42-427	10,29	12,86	664	2028	19,21	\$ 1.251.300,00	1,87	30
17	CSA-035	20,53	25,66	1.846	2028	46,88	\$ 2.492.900,00	2,28	51
18	CTP-055	6,23	7,79	650	2028	7,37	\$ 756.600,00	1,18	27
19	SRO-153	2,93	3,66	325	2028	4,29	\$ 358.900,00	1,47	27
20	CTC-016	12,24	15,3	840	2029	28,50	\$ 1.484.100,00	2,33	51
21	SGU-166	5,97	7,46	856	2029	5,91	\$ 727.500,00	0,99	12
22	CTC-020	4,49	5,61	409	2029	11,41	\$ 543.200,00	2,54	51
23	N50-449	1,15	1,44	118	2029	2,41	\$ 135.800,00	2,09	42
24	S72-146	7,08	8,85	1.178	2029	14,94	\$ 863.300,00	2,11	12
25	NRO-310	4,32	5,4	187	2029	11,60	\$ 523.800,00	2,69	32
26	CSA-000	12,84	16,05	979	2029	26,59	\$ 1.561.700,00	2,07	23
27	N42-438	9,76	12,2	1.042	2030	20,20	\$ 1.183.400,00	2,07	32
28	CRD-011	8,42	10,53	859	2030	13,96	\$ 1.018.500,00	1,66	51
29	N42-428	12,55	15,69	1.203	2030	33,31	\$ 1.522.900,00	2,65	24
30	N72-356	5,21	6,51	606	2030	10,55	\$ 630.500,00	2,03	28
31	SRO-155	2,84	3,55	437	2030	4,07	\$ 349.200,00	1,43	18
32	CTC-091	17,53	21,91	1.308	2030	34,92	\$ 2.124.300,00	1,99	51
33	N72-631	5,06	6,33	888	2022	23,58	\$ 611.100,00	4,66	25
34	NTC-443	1,22	1,53	59	2023	4,93	\$ 145.500,00	4,04	44
35	N42-369	0,37	0,46	7	2023	1,44	\$ 106.700,00	3,89	22
36	S72-147	0,89	1,11	150	2023	4,21	\$ 106.700,00	4,73	25
37	N72-334	5,81	7,26	466	2023	16,65	\$ 708.100,00	2,87	31
38	N42-429	7,57	9,46	790	2024	26,81	\$ 921.500,00	3,54	38
39	N72-935	1,77	2,21	168	2024	5,32	\$ 213.400,00	3	30
40	N50-486	11,30	14,13	358	2025	33,43	\$ 1.367.700,00	2,96	31
41	CTC-093	7,25	9,06	661	2025	17,69	\$ 882.700,00	2,44	36
42	SRO-120	5,26	6,58	567	2025	21,11	\$ 640.200,00	4,01	42

Rehabilitación de redes por Regeneración Urbana

Para el 6° quinquenio se ha proyectado continuar con la rehabilitación de redes hasta alcanzar un total de 222 km de red con una estimación de recuperación de caudal en La Toma de 196,3 l/s (incluyendo las acciones realizadas entre el 5° y 6° quinquenio). El monto total de la inversión se proyectó en **U\$S 11.000.000**.

Automatización de válvulas

En el 6° quinquenio se ha previsto la automatización de 34 válvulas con un monto de inversión de **\$1.925.000**.

Eliminación de red vieja e instalación de lunares comerciales

Se ha previsto para el 6° quinquenio una inversión similar al quinquenio anterior por un monto de **\$915.000**.

Regulación de presiones

En la Tabla siguiente se detallan la ubicación de las 34 VRP previstas e instalar durante el 6° quinquenio que implican una inversión de **\$9.757.488**.

Tabla 13.114: Listado de válvulas reguladoras de instalar en el 6Q

N°	VRP	N° Conexiones	N° Sectores Hidráulicos	Quinquenio	Año	Inversión (\$)
34	N50-475	1.208	1	6Q	2026	\$ 305.000
35	N50-476	772	1	6Q	2026	\$ 305.000
36	N50-477	486	1	6Q	2026	\$ 305.000
37	N50-320-321-322	359	3	6Q	2026	\$ 400.000
38	S72-100	1.428	1	6Q	2026	\$ 305.000
39	CTC-300	106	1	6Q	2026	\$ 305.000
40	NTC-302	425	1	6Q	2026	\$ 305.000
41	NRO-310	194	1	6Q	2027	\$ 305.000
42	N50-319	25	1	6Q	2027	\$ 207.488
43	N50-323	85	1	6Q	2027	\$ 305.000
44	NRO-409	367	1	6Q	2027	\$ 305.000
45	N50-341	595	1	6Q	2027	\$ 305.000
46	N72-375	850	1	6Q	2028	\$ 305.000
47	N72-504	430	1	6Q	2028	\$ 305.000
48	S72-108	305	1	6Q	2028	\$ 305.000
49	S72-152	932	1	6Q	2028	\$ 305.000
50	SRO-109	1150	1	6Q	2028	\$ 305.000
51	SRO-110	204	1	6Q	2028	\$ 305.000
52	SRO-111	1.063	1	6Q	2028	\$ 305.000
53	SRO-112	1.051	1	6Q	2029	\$ 305.000
54	SRO-118	243	1	6Q	2029	\$ 305.000
55	SRO-119	1.341	1	6Q	2029	\$ 305.000
56	SRO-197	441	1	6Q	2029	\$ 305.000
57	N50-486	209	1	6Q	2029	\$ 305.000
58	N72-487	1.128	1	6Q	2029	\$ 305.000
59	N72-495	1.118	1	6Q	2029	\$ 305.000
60	N80-700	381	1	6Q	2030	\$ 305.000

N°	VRP	N° Conexiones	N° Sectores Hidráulicos	Quinquenio	Año	Inversión (\$)
61	N80-702	385	1	6Q	2030	\$ 305.000
62	N80-703	396	1	6Q	2030	\$ 305.000
63	N80-704	383	1	6Q	2030	\$ 305.000
64	N80-706	337	1	6Q	2030	\$ 305.000
65	N80-707	265	1	6Q	2030	\$ 305.000
Total		18.662	34			\$ 9.757.488

Optimización de Estaciones de Bombeos

Tabla 13.115: Listado de estaciones de bombeo a optimizar en el 6Q

N°	Sector Hidráulico	Zona	Inversión
1	N80-729	Flor de Bastión	\$ 915.000,00
2	N72-469	Pastor Vera	\$ 915.000,00
3	N80-730	Flor de Bastión	\$ 915.000,00
4	N42-456-430	Pancho Jácome-9de enero	\$ 1.830.000,00
5	N42-435	Maria Eugenia	\$ 985.714,28
6	N42-426	Colina de los Ceibos	\$ 985.714,29
6	N72-1005	Geranios	\$ 915.000,00
Total 6Q			\$ 7.461.428,57

Prelocalización de Fugas

Tabla 13.116: Zonas donde se ha previsto realizar prelocalización de fugas durante el 6Q

N°	N° DMAs propuestos a implementar prelocalizadores	Longitud de red a prelocalizar (km)	Quinquenio	Inversión (\$)
2	CTC-1; CTC-2, CTC-3; CTC-4; CTC-5; CTC-6	329	6Q	\$ 5.640.949,79

Macromedición y Monitoreo del servicio

Tabla 13.117: Red de Macromedición a instalar durante el 6Q

N°	N° de macromedidores a instalar	Quinquenio	Inversión (\$)
2	110	6Q	\$ 2.200.000,00

13.5.7 Plan de Reducción del Agua no Contabilizada – Enfoque en Reducción de Pérdidas Aparentes

Tal como se ha mencionado en el capítulo del Diagnóstico, el Plan de Reducción de Agua No Contabilizada se basa en el análisis del Balance Hídrico propuesto por la IWA²². Dicho balance tiene dos componentes principales: CONSUMOS y PÉRDIDAS. Estas últimas, a su vez se agrupan en “pérdidas técnicas o reales” que representa aquella agua que se fuga del sistema, y “pérdidas comerciales o aparentes” que representa el volumen de agua que llega a consumo pero que no es registrado y/o autorizado.

En este apartado se pondrá foco en este último volumen de agua que, si bien impacta en menor medida en el agua no contabilizada, su gestión eficiente colabora a los objetivos de reducción de agua en La Toma o en su defecto, a la reducción del agua no comercializada.

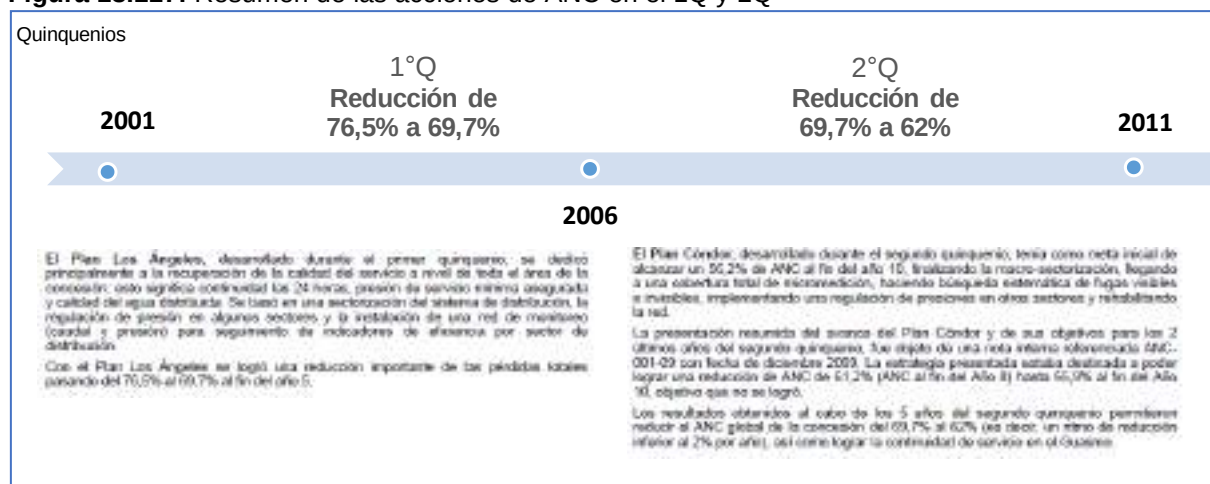
²² International Water Association, por sus siglas en inglés

La determinación del valor de pérdidas aparentes es llevada a cabo por la Dirección Comercial de la empresa y posteriormente ese valor es incorporado al Balance Hídrico (modelo Top-down) para el cálculo de los indicadores anuales de performance.

En cuanto a la evolución de dicho valor, desde el inicio de la Concesión se han implementado planes de acción asociados a la reducción de agua no contabilizada con foco en la pérdida aparente, logrando reducir el índice en el 1Q y 2Q de un valor inicial de 76,5% a 61,5%.

Las estrategias que permitieron alcanzar esa reducción se resumen en la Figura 13.117.

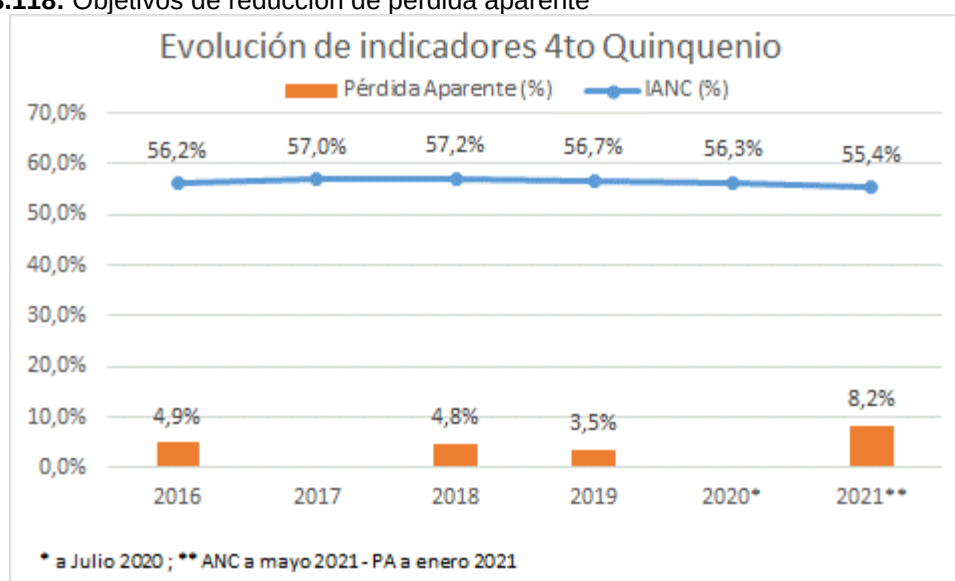
Figura 13.117: Resumen de las acciones de ANC en el 1Q y 2Q



Entre todas las estrategias se destaca la cobertura total de micromedición, atento a que tuvo el mayor impacto al inicio de la Concesión y permitió a la empresa recuperar un volumen muy significativo de agua producto de la eliminación de derroches y/o pérdidas internas. Este beneficio se vio directamente reflejado en el valor del indicador.

A partir de entonces, el impacto de las acciones de pérdida aparente se reduce, tal como se puede observar en la Figura 13.118, donde se grafican los valores del último quinquenio y no se observan correlatos entre ambas tendencias.

Figura 13.118: Objetivos de reducción de pérdida aparente



Por otra parte, las pruebas de campo realizadas en los últimos quinquenios permiten obtener información para caracterizar en forma directa la pérdida física en los sectores diagnosticados. Ello permite contrastar, por sector, el valor de la pérdida física calculada a partir del balance hídrico con la pérdida resultante de la suma de las pérdidas medidas en red, abonando a la confiabilidad del balance y aportando otra variable de análisis para la determinación de la pérdida aparente. En ambos casos se incorpora confiabilidad a las componentes del balance y se logra direccionar eficazmente las estrategias de inversión.

Atendiendo a los aspectos mencionados, hacia fines del 4° quinquenio, la Dirección Comercial estableció nuevos lineamientos para la gestión de la pérdida aparente que tiene como objetivo alcanzar al año los valores detallados en la Tabla 13.118.

Tabla 13.118: Objetivos de reducción de pérdida aparente

Plan de Reducción de Agua No Contabilizada – Enfoque Pérdidas Aparentes	Versión	Fecha presentación	2021	2026	2031
Plan Alto Impacto	V31.03.2021	ene-21	8,20%	5,29%	5,13%

Contexto y situación actual

La Dirección Comercial es el área de la compañía responsable de la gestión de las pérdidas aparentes, así como del resto de las gestiones comerciales. A enero 2021, se ha calculado un valor de pérdida aparente de **8,20%**, superior al registro de años precedentes.

En el listado siguiente se resumen algunas de las definiciones claves asociadas a la gestión comercial con impacto en las pérdidas aparentes que han sido las líneas de acción hasta el cierre del 4° quinquenio.

- Selección del medidor a instalar: las características técnicas del medidor a instalar en una zona determinada se ajustan al nivel de presión de la red, a saber:

Zona mayor presión (zona 4 y 5): ½ pulgada – Q3 2,5 – rango 315

Zona menor presión (zona 1,2,3): ½ pulgada – Q3 1,6 – rango 125

- Plan masivo de recambio de medidores: se ha implementado un plan en los Años 18 y 19 de Concesión que tuvo impacto positivo ya que la antigüedad promedio disminuyó de 5,9 a 5,2 años (11,86%).
- **Existe una proporcionalidad entre la edad promedio del parque de medidores y el error de medición promedio por lo que, la renovación debería ser tal que como mínimo compense el envejecimiento del parque.**
- La verificación de fraude se realiza a partir de un código de observación que ingresa el lectorista, sin bien la compañía cuenta con un área de Defraudaciones se ha analizado la necesidad de contar con un programa sistemático de búsqueda de fraudes y conexiones clandestinas.
- La compañía cuenta con contratistas y cuadrilla propia para las tareas de Pruebas de consumo y exactitud de medidores, pero a la fecha solo responden a reclamos y no se desarrollan programas sistemáticos de pruebas.
- El área comercial realiza verificaciones de las lecturas de medidores, incorporando el análisis de Lecturas idénticas a los de Crítica Interna y Atención particular de altos consumidores que ya realizaban a fin de tener un mejor control del consumo.

Como se ha mencionado, la evolución del indicador y la disponibilidad de nuevas herramientas de análisis ha priorizado avanzar con la posibilidad de contar con una metodología clara para realizar la estimación de pérdidas aparentes y estimar la evolución de las mismas en los próximos años.

La base para avanzar en este sentido ha sido la posibilidad de disponer de diferentes herramientas o datos que permitieron implementar el modelo de evolución, a saber:

- Modelo predictivo de fraudes basado en analítica de datos,
- Estudio de fraudes de Guasmo,
- Estudio de perfiles de consumo de los medidores de la zona de concesión y análisis geoespaciales de la base catastral.

El paso siguiente realizado por la Dirección Comercial se enfocó en elaborar un nuevo esquema de cálculo del balance hidráulico (índice ANC) en donde se determina con claridad los porcentajes (%) de cada componente que afecta las pérdidas aparentes, lo cual permite tener estrategias focalizadas para un mayor impacto. Se determinó una línea base que muestra con precisión el estado actual de las pérdidas aparentes del balance hidráulico, resumida en las cifras detalladas en la Tabla 13.119 (a enero 2021):

Tabla 13.119: Pérdidas aparentes a enero 2021

Pérdidas Aparentes enero 2021 2.854.438 m ³ – 8,20%	En m³	En %
Consumos no autorizados	1.822.377	5,24%
Errores de medición	1.032.061	2,97%

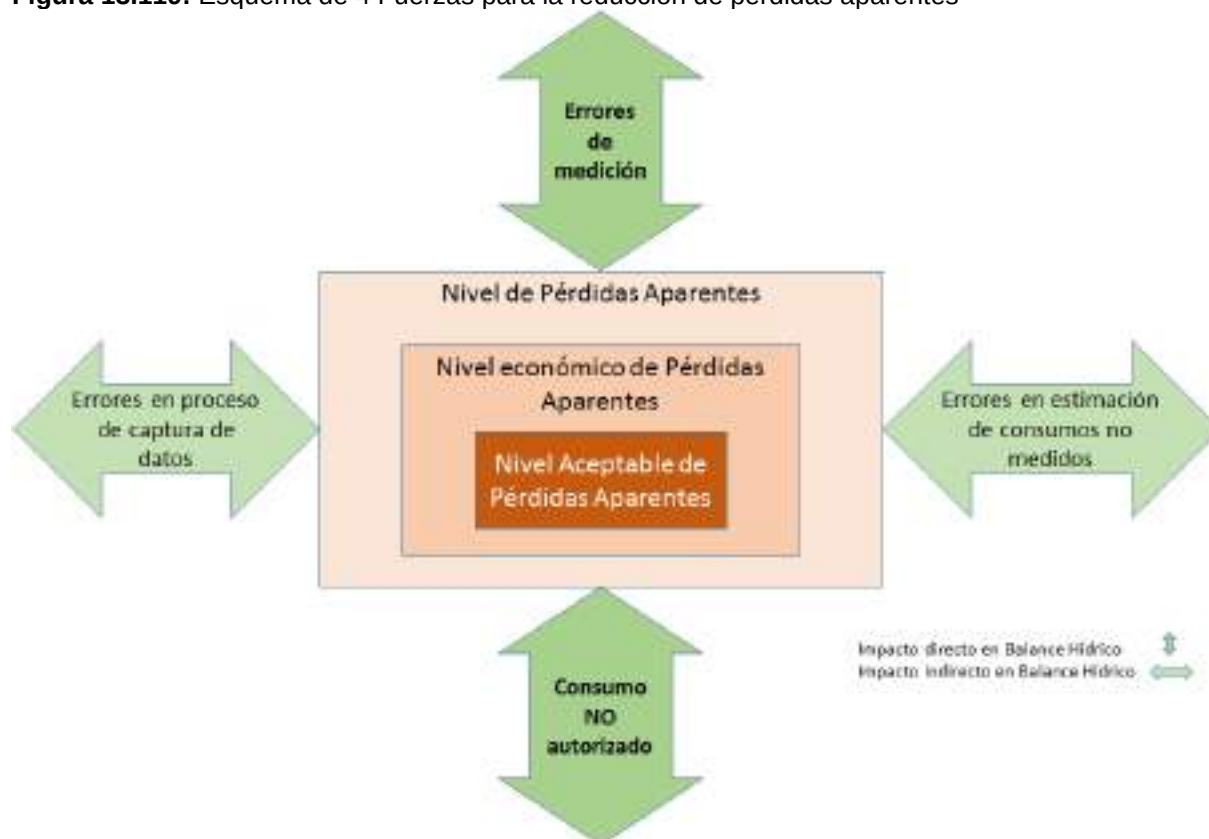
Finalmente, el análisis de las pérdidas aparentes y el desarrollo de los ejes de acción para su reducción se consolidaron en el “*Plan de Reducción de Agua No Contabilizada – Pérdidas Aparentes – 31/03/2021*”, elaborado por la Dirección Comercial de Interagua C. Ltda. para el período 2021-2031.

En los puntos siguientes se describirán los aspectos principales desarrollados en el documento, objetivos e intervenciones a llevar a cabo en el 5° y 6° quinquenio para alcanzar la reducción de pérdidas aparentes que abone a la disminución del agua no contabilizada.

Marco Teórico del análisis de las pérdidas aparentes en el contexto del Agua No Contabilizada

Las estrategias adoptadas por Interagua para la determinación y reducción de las pérdidas aparentes se basan en la determinación de las componentes del balance hídrico (detallado en puntos anteriores) y en el esquema de los 4 ejes propuestos por “IWA Water Loss Task Force” y “AWWA Water Loss Committee”.

En la Figura 13.119 se resumen las estrategias adoptadas.

Figura 13.119: Esquema de 4 Fuerzas para la reducción de pérdidas aparentes

Las 4 fuerzas de reducción de las pérdidas aparentes contienen 4 componentes claves para la gestión y reducción de las pérdidas aparentes. Estas son:

- Consumo no autorizado (conexiones no registradas, varios tipos de fraude).
- Errores de medición (errores relacionados a procesos de lectura de consumos, selección de medidores o seguridad en puntos de medición).
- Errores de estimación (estimación de conexiones no registradas o medidores fuera de operación).
- Errores en la captura de datos (asegurar la correcta gestión de datos).

Tanto el balance hídrico de la IWA como las 4 fuerzas de reducción de las pérdidas aparentes establecen la dirección para conformar la estrategia de gestión. Para ello es necesario, en forma permanente, identificar los datos disponibles y datos a elaborar, reconocer las debilidades o amenazas del sistema y determinar las acciones a llevar a cabo para mitigar las debilidades y amenazas, concluyendo en un mismo objetivo: reducir el volumen de pérdidas aparentes.

Objetivos Generales

Contar con una metodología clara para realizar la estimación de las pérdidas aparentes. Definir por cada componente el % de pérdida aparente resultante.

Establecer con la línea base definida una metodología de evaluación económica por los proyectos específicos destinados a reducir pérdidas.

Establecer el plan de acción de la dirección comercial para reducir el agua no contabilizada que permita alcanzar al año 2031 un valor de pérdida aparente de 5,13%.

Línea de Base

La línea base de cada una de las componentes de las pérdidas aparentes sustentado en la metodología desarrollada se detalla en la Tabla 13.120.

Tabla 13.120: Línea de base de las componentes de la pérdida aparente

Componente del balance hídrico	Estrategia	Plan de Acción	Afectación	Línea Base #casos	Línea Base Volumen m ³
Consumos NO Autorizados	Cliente Registrados	By pass en puntos de medición Conexiones adicionales no registradas Manipulación de medidor Retiro no Autorizado del medidor Reconexión ilegal	Directa	38.072	181.565,55
	Cliente No Registrados	Conexiones No Registradas (clandestinas)	Directa	77.108	1.541.388,92
		Lunares comerciales	Directa	3.942	78.800,58
	Infraestructura de Red AAPP	Robo de agua en hidrantes, puntos de aforo y otros equipos	Directa	1.138	20.622,06
Errores de medición	Errores de Medidores	Errores de selección	Directa	4.486	286.120,00
		Edad de medidores y errores intrínsecos	Directa	183.421	742.396,16
	Gestión de medidores	Medidores fuera de operación	Directa	174	3.545,29
	Gestión de medidores	Errores Toma de lectura	Indirecta	915	No Aplica
		Lecturas inventadas / Impedimentos mal registrados	Indirecta	99	No Aplica
		Seguridad puntos de medición	Indirecta	255	No Aplica
		Impedimentos de lectura (mantenimiento de medidores)	Indirecta	12.070	No Aplica
Errores de Captura de Data	Captura de datos	Errores de análisis	Indirecta	1.140	No Aplica
		Error de aplicación de datos	Indirecta	89.358	No Aplica

Estrategia de reducción de pérdida aparente y recuperación de caudal

A continuación, se analizarán las estrategias planificadas en cada eje de acción.

Gestión de CONSUMOS NO AUTORIZADOS

En este componente se consolidan todos los consumos NO autorizados, ya sea de clientes registrados, clientes no registrados o de consumos no autorizados en la red de agua.

La importancia de este eje de acción es que afecta directamente el Balance Hídrico impactando directamente en el agua no contabilizada.

Para definir las acciones a realizar es necesario la comprensión detallada de sus componentes.

Consumos NO AUTORIZADOS – Clientes Registrados

Comprende casos de fraude o de robo de agua potable por parte de clientes registrados, en los que el consumo reflejado en el medidor es inferior al consumo real del usuario, llegando incluso a retirar el medidor para reflejar un consumo de cero metros cúbicos. Los tipos de fraudes detectados en los usuarios son los siguientes:

- i. By pass en puntos de medición
- ii. Conexiones adicionales No Registradas
- iii. Retiro No Autorizado del Medidor
- iv. Reconexión Ilegal

Las acciones propuestas son las siguientes:

1. En primera medida, disponer de una herramienta que permita enfocar con un aceptable grado de eficiencia, los trabajos en campo. A la fecha se han desarrollado diferentes **modelos predictivos de fraude** que se generan a partir de la tecnología analítica de datos de consumo y permiten priorizar las intervenciones de manera más eficiente.
2. La segunda acción se relaciona con la acción directa de **detección en campo y eliminación de los fraudes y/o robos de agua**. Para ello es necesario contar con equipos operativos que realicen en forma sistemática y sostenida la actividad.
3. La tercera acción propuesta es la implementación de una **campaña socioeconómica de impacto comunitario** y diversas acciones comerciales necesarias para lograr un control de casos de fraude.

Consumos NO AUTORIZADOS – Clientes No Registrados

Comprende casos de fraude ejecutados por personas que no son clientes de Interagua, es decir que no forman parte de la base catastral. Estos usuarios arbitrariamente se conectan a las redes de agua potable. Pueden tratarse de personas puntuales dentro de una zona donde existe red de AAPP (conexión clandestina) o de sectores completos que carecen del servicio por falta de red de AAPP pero que, de igual manera, buscan la red más cercana y la perforan sin autorización (lunar comercial). En resumen, son dos los universos a trabajar:

- i. Conexiones No Registradas (Clandestinas)
- ii. Lunares Comerciales

Las acciones propuestas son las siguientes:

1. Ejecución de inspecciones en terreno en base a posibles predios con **conexiones clandestinas**.
2. Ejecución de inspecciones en terreno en base a posibles predios con **lunares comerciales**.
3. Tareas de ejecución del retiro de guía clandestina detectada e instalación de la primera guía o instalación regularizada, según se trate de conexiones clandestinas o lunares comerciales.
4. Inspección para cotejar el estado actual de los predios regularizados pero con alta probabilidad de ocurrencia de guías clandestinas o de predios con guías clandestinas.

Consumos NO AUTORIZADOS – Fraudes en la Infraestructura de Red AAPP

Comprende casos de fraude en activos que pertenecen a la infraestructura existente que se encuentra instalada en lugares públicos y que no cuentan con medidor.

- i. Hidrantes sin medición
- ii. Puntos de aforo
- iii. Parques sin medición

Las acciones propuestas son las siguientes:

1. Actualización e inspección de la base de **hidrantes** para conocer el estatus actual de cada uno de ellos.

2. **Instalación de medidor** en todos aquellos hidrantes donde falta medidor.
3. Instalación de dispositivos de transmisión en los hidrantes observados.

Gestión de ERRORES DE MEDICIÓN

En este componente se consolidan todos los errores de medición, ya sea que se trate de errores asociados a los medidores en sí mismos o a la gestión de los medidores incluyendo los procesos de toma de lectura.

Esta componente tiene segmentos que impactan en forma directa en el Balance Hídrico, tales como los errores de medición y en los casos de medidores fuera de operación, y otros que impactan en forma indirecta asociados fundamentalmente a los procesos de lectura.

En este último caso, los volúmenes de agua son finalmente contemplados en el balance al ampliar el período de análisis ya que se compensan en diferentes lecturas. En este universo se encuentran los errores de toma de lectura, lecturas inventadas o impedimentos mal registrados, impedimentos de lectura, seguridad en puntos de medición y mantenimiento de medidores.

Las acciones propuestas para los próximos quinquenios que impactan en forma directa en el agua no contabilizada se enfocan en los aspectos de impacto DIRECTO.

Errores en los Medidores

Comprende todo lo relacionado con los errores propios del instrumento de medición del volumen de agua que se suministra a cada predio. En este sentido, se han identificado en la base comercial numerosos medidores que actualmente registran errores de consumo o submedición metrológica debido a la edad del medidor y/o al uso que se le ha dado al mismo. En resumen, los aspectos más relevantes a considerar son:

- i. Errores de Selección
- ii. Errores intrínsecos o de submedición metrológica
- iii. Edad de medidores

Las acciones propuestas son:

1. Definición de la **estrategia** de recambio de medidores
2. Ejecución del **recambio de medidores** de acuerdo con el plan propuesto por el laboratorio de medidores. Se mantiene el diámetro de los medidores y se incluye la instalación de cajetín y dispositivos de seguridad para el punto de medición.

Gestión de Medidores

Comprende las acciones para actuar sobre los medidores fuera de operación que mes a mes son inspeccionados mediante órdenes de verificación de lecturas idénticas (VLI) y detectados como medidores fuera de operación, generando una submedición.

También se contemplan acciones para dar seguridad a los puntos de medición, ya que se han presentado casos de robo de medidor en la zona de concesión, y tareas de mantenimiento de medidores en los casos que se detecta que no se puede realizar la lectura de los consumos de los usuarios por un impedimento de lectura que no corresponde a fraude ni se considera como responsabilidad del usuario. Ambos motivos no impactan en

forma directa en el Balance Hídrico y en consecuencia en los indicadores de agua no contabilizada.

Las acciones contempladas asociadas a impactos directos en el Balance Hídrico son:

1. Ejecución de pruebas del medidor y **cambio de medidor**.
2. Implementación de **elementos de seguridad** en los puntos de medición.

Gestión de ERRORES EN ESTIMACIÓN DE CONSUMOS NO MEDIDOS

En esta componente se contemplan errores asociados a la estimación de consumos ya sea por conexiones sin medidor o conexiones con medidor fuera de operación. Son de afectación indirecta al Balance Hídrico.

Gestión de ERRORES EN PROCESO DE CAPTURA DE DATOS

Esta componente se enfoca en la seguridad y confiabilidad de los datos de consumo. En este segmento pueden aparecer errores de diversas índoles, pero en su conjunto no afectan en forma directa el balance hídrico.

Al igual que los errores del punto anterior, son de afectación indirecta y las estimaciones del error no son incluidas en el cálculo de volúmenes del balance hídrico. Ellos son:

- i. Errores de señal
- ii. Errores de análisis
- iii. Mal interpretación de errores
- iv. Error de aplicación de datos (Plan 8 hidrantes)

Intervenciones asociadas a la reducción de pérdidas aparentes

Gestión de Consumos No autorizados

Clientes Registrados

Problemas a atacar:

Fraudes en clientes registrados en nuestra base de catastro considerando las diferentes tipologías de fraude: by pass en puntos de medición, conexiones adicionales no registradas, manipulación de medidor, retiro no autorizado del medidor, reconexión ilegal.

Línea base:

- 38.072 casos
- 181.565,55 m³

Detalle del plan:

- Hallazgo y retiro de fraudes generados a través del modelo predictivo de fraudes utilizando tecnología de analítica de datos.
- Pago a proveedor de analítica por la generación de la base del modelo predictivo.
- Pago a contratista de zona por la ejecución de órdenes operativas.

Frecuencia de ocurrencia: 45%²³

En la Tabla 13.121 se detallan las magnitudes previstas de intervenir por año y el impacto en recuperación neta de pérdida aparente.

Tabla 13.121: Detalle de los casos de fraudes en clientes registrados a intervenir por año

ATENCION ANUAL	# CASOS	Costo unitario por año	Recuperación Neta (m ³ /año)
BASE - AÑO 0	38072	\$ 49,42	1.089.396,0
AÑO 1	17132	\$ 61,46	490.228,2
AÑO 2	7709	\$ 61,46	220.602,7
AÑO 3	7709	\$ 61,46	220.602,7
AÑO 4	7709	\$ 61,46	220.602,7
AÑO 5	7709	\$ 61,46	220.602,7
AÑO 6	7709	\$ 61,46	220.602,7
AÑO 7	7709	\$ 61,46	220.602,7
AÑO 8	7709	\$ 61,46	220.602,7
AÑO 9	7709	\$ 61,46	220.602,7
AÑO 10	7709	\$ 61,46	220.602,7
Total			3.565.048,5

Conexiones Clandestinas

Problemas a atacar:

Posibles conexiones clandestinas que se estiman en la zona de concesión. Las conexiones clandestinas son instalaciones de red construidas voluntariamente por el usuario en predios que no tienen un contrato y por lo tanto no forman parte de la base catastral.

Línea base:

- 77.108 casos
- 1.541.388,92 m³

Detalle del plan:

- Ejecución de inspecciones en terreno en base a posibles predios con conexiones clandestinas.
- Pago de la inspección en terreno.
- Pago a contratista de zona por la ejecución del retiro de la guía clandestina y primera instalación regularizada.

Frecuencia de ocurrencia: 15%

En la Tabla 13.122 se detallan las magnitudes previstas de intervenir por año y el impacto en recuperación neta de pérdida aparente.

²³ Dato obtenido a partir del benchmarking de órdenes de verificación de corte. Período enero 2021.

Tabla 13.122: Detalle de los casos de conexiones clandestinas a intervenir por año

Atención Anual	# Casos	Costo unitario por año	Recuperación Neta (m³/año)
BASE - AÑO 0	19.277	\$ 269,20	2.312.083,5
AÑO 1	19.277	\$ 269,20	2.312.083,5
AÑO 2	19.277	\$ 269,20	2.312.083,5
AÑO 3	19.277	\$ 269,20	2.312.083,5
AÑO 4	11.566,2	\$ 269,20	1.387.250,1
AÑO 5	1.734,9	\$ 269,20	208.087,5
AÑO 6	260,2	\$ 269,20	31.213,2
AÑO 7	260,2	\$ 269,20	31.213,2
AÑO 8	260,2	\$ 269,20	31.213,2
AÑO 9	260,2	\$ 269,20	31.213,2
AÑO 10	260,2	\$ 269,20	31.213,2
Total			10.999.737,6

Lunares comerciales

Problemas a atacar:

Casos de lunares comerciales ubicados en zonas de nueva expansión de la zona concesión.

Línea base:

- 3.942 casos
- 78.800,58 m³

Detalle del plan:

- Ejecución de inspecciones en terreno en base a posibles predios con lunares comerciales.
- Pago de la inspección en terreno.
- Pago a contratista de zona por la ejecución del retiro de la guía clandestina y primera instalación regularizada.

Frecuencia de ocurrencia: 15%

En la Tabla 13.123 se detallan las magnitudes previstas de intervenir por año y el impacto en recuperación neta de pérdida aparente.

Tabla 13.123: Detalle de los casos de lunares comerciales a intervenir por año

ATENCION ANUAL	# CASOS	Costo unitario por año (\$)	Recuperación Neta (m³/año)
BASE - AÑO 0	985,5	1039,92	118.201,5
AÑO 1	985,5	1039,92	118.201,5
AÑO 2	985,5	1039,92	118.201,5
AÑO 3	985,5	1039,92	118.201,5
AÑO 4	591,3	1039,92	70.920,9
AÑO 5	88,7	1039,92	10.638,1
AÑO 6	88,7	1039,92	10.638,1
AÑO 7	88,7	1039,92	10.638,1
AÑO 8	88,7	1039,92	10.638,1
AÑO 9	88,7	1039,92	10.638,1
AÑO 10	88,7	1039,92	10.638,1
Total			607.555,5

Infraestructura de red AAPP

Problemas a atacar:

Casos de consumos no autorizados en hidrantes y casos de hidrantes sin medidor afectando el volumen contabilizado.

Línea base:

- 1.138 casos
- 20.622,06 m³

Detalle del plan:

- Actualización e inspección de la base de hidrantes para conocer el estatus actual de cada uno de ellos.
- Instalación de medidor en todos aquellos hidrantes donde falta medidor.
- Instalación de dispositivos de transmisión en los hidrantes observados.

Frecuencia de ocurrencia: 1%

En la Tabla 13.124 se detallan las magnitudes previstas de intervenir por año y el impacto en recuperación neta de pérdida aparente.

Tabla 13.124: Detalle de los casos de hidrantes a intervenir por año

ATENCION ANUAL	# CASOS	Costo unitario por año (\$)	Recuperación Neta (m³/año)
BASE - AÑO 0	985,5	1172,98	30.933,0
AÑO 1	985,5	1172,98	30.933,0
AÑO 2	985,5	1172,98	30.933,0
AÑO 3	985,5	1172,98	30.933,0
AÑO 4	591,3	1172,98	1.237,3
AÑO 5	88,7	1172,98	-
AÑO 6	88,7	1172,98	-
AÑO 7	88,7	1172,98	-

ATENCION ANUAL	# CASOS	Costo unitario por año (\$)	Recuperación Neta (m³/año)
AÑO 8	88,7	1172,98	-
AÑO 9	88,7	1172,98	-
AÑO 10	88,7	1172,98	-
Total			124.969,3

Gestión de Errores de Medición

Errores de selección

Problemas a atacar:

Cantidad de medidores identificados en la base que actualmente registran un consumo fuera de rango con relación al consumo para el cual están programados según su diámetro.

Línea base:

- 4.486 casos
- 286.120,00 m³

Detalle del plan:

Cambio de medidores de acuerdo con el plan propuesto por el laboratorio de medidores:

- 3.997 cambios a medidores de $\frac{3}{4}$ "
- 482 cambios a medidores de 1"
- 7 cambios a medidores de 1 $\frac{1}{2}$ ".
- Instalación de guía y cajetín de acuerdo con el nuevo diámetro de medidor (si se considera necesario).
- Instalación de dispositivos de seguridad del punto de medición.

Frecuencia de ocurrencia: 1%

En la Tabla 13.125 se detallan las magnitudes previstas de intervenir por año y el impacto en recuperación neta de pérdida aparente.

Tabla 13.125: Detalle de los casos de error en la selección a intervenir por año

AÑO	# CASOS	Costo unitario por año (\$)	Recuperación Neta (m³/año)	# CASOS	Costo unitario por año (\$)	Recuperación Neta (m³/año)	# CASOS	Costo unitario por año (\$)	Recuperación Neta (m³/año)
BASE - AÑO 0	3997	127,36	1.529.586,0	985,5	423,26	184.452,0	456,36	456,36	2.676,0
AÑO 1	40	127,36	15.295,0	985,5	423,26	1.844,5	985,5	456,36	-
AÑO 2	40	127,36	15.295,0	985,5	423,26	1.844,5	985,5	456,36	-
AÑO 3	40	127,36	15.295,0	985,5	423,26	1.844,5	985,5	456,36	-
AÑO 4	40	127,36	15.295,0	591,3	423,26	1.844,5	591,3	456,36	-
AÑO 5	40	127,36	15.295,0	88,7	423,26	1.844,5	88,7	456,36	-
AÑO 6	40	127,36	15.295,0	88,7	423,26	1.844,5	88,7	456,36	-
AÑO 7	40	127,36	15.295,0	88,7	423,26	1.844,5	88,7	456,36	-
AÑO 8	40	127,36	15.295,0	88,7	423,26	1.844,5	88,7	456,36	-
AÑO 9	40	127,36	15.295,0	88,7	423,26	1.844,5	88,7	456,36	-
AÑO 10	40	127,36	15.295,0	88,7	423,26	1.844,5	88,7	456,36	-
Total			1.682.536	Total		202.897	Total		2.676,0

Edad de medidores y errores intrínsecos

Problemas a atacar:

Cantidad de medidores identificados en nuestra base que actualmente registran un error de consumo o submedición debido a la edad del medidor y al uso que se le ha dado.

Línea base:

- 183.421 casos
- 742.396,00 m³

Detalle del plan:

- Cambio de medidores de acuerdo con el plan propuesto por el laboratorio de medidores. Se mantiene el diámetro de los medidores.
- Instalación de cajetín y dispositivos de seguridad para el punto de medición.

Frecuencia de ocurrencia: 1% mensual (envejecimiento de medidores).

En la Tabla 13.126 se detallan las magnitudes previstas de intervenir por año y el impacto en recuperación neta de pérdida aparente.

Tabla 13.126: Detalle de los casos de medidores por antigüedad o submedición metrológica a intervenir por año

AÑO	# CASOS	Costo unitario por año (\$)	Recuperación Neta (m ³ /año)
BASE - AÑO 0	61.140,3	49,43	1.855.990,0
AÑO 1	61.140,3	49,43	1.855.990,0
AÑO 2	61.140,3	49,43	1.855.990,0
AÑO 3	40.000	49,43	1.214.249,2
AÑO 4	40.000	49,43	1.214.249,2
AÑO 5	40.000	49,43	1.214.249,2
AÑO 6	40.000	49,43	1.214.249,2
AÑO 7	40.000	49,43	1.214.249,2
AÑO 8	40.000	49,43	1.214.249,2
AÑO 9	40.000	49,43	1.214.249,2
AÑO 10	40.000	49,43	1.214.249,2
Total			15.281.963,6

Medidores fuera de operación

Problemas a atacar:

Cantidad de medidores que mes a mes son inspeccionados mediante órdenes de verificación de lecturas idénticas (VLI) y detectados como medidores fuera de operación, generando una submedición.

Línea base:

- 174 casos
- 3.545,00 m³

Detalle del plan:

- Ejecución de la orden de trabajo que incluye: prueba al medidor, cambio de medidor, pago de orden al contratista, aplicación de cadena de custodia.

Frecuencia de ocurrencia: 100% mensual (cantidad constante de medidores detectados mes a mes).

Frecuencia de ocurrencia: 1% mensual (envejecimiento de medidores).

En la Tabla 13.127 se detallan las magnitudes previstas de intervenir por año y el impacto en recuperación neta de pérdida aparente.

Tabla 13.127: Detalle de los casos de medidores fuera de operación a intervenir por año

AÑO	# CASOS	Costo unitario por año (\$)	Recuperación Neta (m ³ /año)
BASE - AÑO 0	1044	24,4	127.620,0
AÑO 1	2088	24,4	255.240,0
AÑO 2	2088	24,4	255.240,0
AÑO 3	2088	24,4	255.240,0
AÑO 4	2088	24,4	255.240,0
AÑO 5	2088	24,4	255.240,0
AÑO 6	2088	24,4	255.240,0
AÑO 7	2088	24,4	255.240,0
AÑO 8	2088	24,4	255.240,0
AÑO 9	2088	24,4	255.240,0
AÑO 10	2088	24,4	255.240,0
Total			2.680.020,0

Seguridad en puntos de medición

Problemas a atacar:

Casos de robo de medidor presentado en la zona de concesión. El propósito de la acción es asegurar los puntos de medición para mitigar los robos de medidores.

Línea base:

- 255 casos mensuales
- No tiene afectación directa al balance hidráulico.

Detalle del plan:

- Implementación de seguridades en los puntos de medición.

Frecuencia de ocurrencia: 100% mensual (cantidad constante de medidores reportados como robados cada mes).

En la

Tabla 13.128 se detallan las magnitudes previstas de intervenir por año y el impacto en recuperación neta de pérdida aparente.

Tabla 13.128: Detalle de los casos de medidores a intervenir seguridad por año

AÑO	# CASOS	Costo unitario por año (\$)	Recuperación Neta (m ³ /año)
BASE - AÑO 0	1530	65,18	-
AÑO 1	3060	65,18	-
AÑO 2	2088	65,18	-
AÑO 3	2088	65,18	-
AÑO 4	2088	65,18	-
AÑO 5	2088	65,18	-
AÑO 6	2088	65,18	-
AÑO 7	2088	65,18	-
AÑO 8	2088	65,18	-
AÑO 9	2088	65,18	-
AÑO 10	2088	65,18	-

Mantenimiento de medidores (impedimentos de lectura)

Problemas a atacar:

Casos en los que no se puede realizar la lectura de los consumos de un usuario por un impedimento de lectura que no corresponde a un fraude ni se considera como responsabilidad del usuario. Estos impedimentos corresponden a casos que deben incluirse en un plan de mantenimiento de puntos de medición.

Línea base:

- 12.070 casos mensuales
- No tiene afectación directa al balance hidráulico.

Detalle del plan:

- Implementación de seguridades en los puntos de medición.

Frecuencia de ocurrencia: 45% mensual (existe una cantidad constante de medidores que están dentro de un mantenimiento mensual).

En la Tabla 13.129 se detallan las magnitudes previstas de intervenir por año y el impacto en recuperación neta de pérdida aparente.

Tabla 13.129: Detalle de los casos de medidores a intervenir seguridad por año

AÑO	# CASOS	Costo unitario por año (\$)	Recuperación Neta (m ³ /año)
BASE - AÑO 0	12070	3,68	-
AÑO 1	4207	3,68	-
AÑO 2	3420,7	3,68	-
AÑO 3	3342,1	3,68	-
AÑO 4	3334,1	3,68	-
AÑO 5	3333,4	3,68	-
AÑO 6	3333,3	3,68	-
AÑO 7	3333,3	3,68	-
AÑO 8	3333,3	3,68	-
AÑO 9	3333,3	3,68	-

AÑO	# CASOS	Costo unitario por año (\$)	Recuperación Neta (m ³ /año)
AÑO 10	3333,3	3,68	-

Resumen de las intervenciones propuestas

En la Tabla 13.130 se detalla la consolidación de las intervenciones propuestas y el impacto en la evolución de las pérdidas aparentes hasta alcanzar el valor de 5,13% al año 2031.

Tabla 13.130: Evolución esperada de las pérdidas aparentes

DETALLE E: ANC POR AÑO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
VOLUMEN ENTREGADO SISTEMA (PROMEDIO)	417.526.062	407.526.062	417.526.062	417.526.062	417.526.062	417.526.062	417.526.062	417.526.062	417.526.062	417.526.062	417.526.062
VOLUMEN PERDIDAS APARENTES ACTUAL	34.263.268	35.308.979	36.375.380	36.460.509	36.568.069	36.695.771	36.836.783	36.988.189	37.146.940	37.313.933	37.488.369
% ANC APARENTES ACTUAL	8,20%	7,20%	8,70%	8,70%	8,70%	8,70%	8,70%	8,70%	8,70%	8,70%	8,70%
VOLUMEN RECUPERADO	7.200.000	8.079.837	8.833.331	9.188.000	9.188.000	9.079.000	8.789.000	8.789.000	8.789.000	8.789.000	8.789.000
VOLUMEN MENUS PERDIDAS	0	5.389.646	5.699.021	5.890.509	5.978.069	5.798.330	5.821.464	5.821.464	5.821.464	5.821.464	5.821.464
% ANC APARENTES POST	8,47%	6,80%	8,60%	8,30%	8,30%	8,20%	8,20%	8,20%	8,20%	8,20%	8,20%

Este escenario propuesto es un plan agresivo para reducir los niveles de pérdidas aparentes en un horizonte de hasta 4 años dependiendo de la complejidad o el costo de la actividad. Esto deriva en un costo de implementación elevado y una aceleración de la recuperación de ANC.

Luego del plan agresivo se propone mantener un plan de mantenimiento que contiene las pérdidas aparentes en niveles tolerables.

13.6. INTERVENCIONES Y OBRAS - PROTECCIÓN CATÓDICA

En este capítulo se desarrollan las intervenciones necesarias para lograr una protección catódica adecuada de los sistemas de transporte de agua potable.

13.6.1 Impulsiones – Tramo Estación de Bombeo a Planta de Tratamiento “La Toma”

Mantenimiento de instalaciones de protección catódica

Este tramo está protegido catódicamente y compuesto por los siguientes acueductos:

- Acueducto de Impulsión D° 1250 mm, acero, Protección Galvánica
- Acueducto de Impulsión D° 1500 mm, acero, Protección Galvánica
- Acueductos de Impulsión 1800 mm A-B, acero, Protección por Corriente Impresa

A los fines de asegurar la efectividad de la instalación del sistema de protección catódica, se deberán efectuar dos tipos de controles: a) mediciones rutinarias, cada 6 meses en época de lluvia y seca, y b) mediciones para trabajos de corrección.

Las determinaciones de rutina comprenden la medición de los potenciales tuberías - terreno.

Los potenciales tubería – terreno se determinarán en las cajas de medición dispuestas a tal fin, mediante voltímetro adecuado, contra electrodo de cobre - sulfato de cobre, y los resultados obtenidos se volcarán a una planilla y/o gráfico, en ambos casos, se identificarán los valores consignados, de acuerdo con la fecha en que fueron efectuadas las mediciones, a los fines de poderlos cotejar con lecturas anteriores y analizar así el comportamiento de cada zona.

Cuando, de acuerdo con las mediciones periódicas, la instalación haya alcanzado una cierta estabilidad, podrá disminuirse la frecuencia de las mediciones al orden de una por cuatrimestre.

En aquellos puntos en que se obtengan valores inferiores a los -850 mV de potencial negativo, se procederá así:

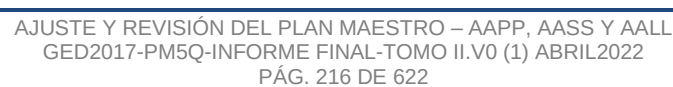
- a) Se mantendrá un control mensual del potencial tubería - terreno y de las resistividades del lugar.
- b) Si las disminuciones del potencial negativo resultan armónicas con incrementos de resistividad, no se instalarán ánodos de refuerzo en tanto dicho potencial no baje más allá de los -700 mV para el acero, y más allá de los -600 mV para el HPT.
- c) Si las disminuciones del potencial negativo se producen no obstante valores estables de la resistividad, se procederá a instalar piezas anódicas de refuerzo, recién cuando dicho potencial caiga por debajo de los -700 mV.
- d) Dichos refuerzos se efectuarán con cautela para el HPT, teniendo en cuenta que a diferencia de los conductos metálicos comunes las respuestas de potenciales en las tuberías de hormigón, son muy lentas y pueden transcurrir uno o dos meses antes que se estabilice el potencial correspondiente a un refuerzo, y por ello, si se pretende arribar a los -850 mV rápidamente, se instalarán más ánodos que los necesarios y el potencial llegará luego a valores no adecuados, lo que obligará, en el caso de sobrepasar el potencial negativo de -1000 mV, a instalar resistencias limitadoras.

13.6.2 Conducciones

En las siguientes figuras se presentan los únicos planos donde están ubicadas las conducciones, sin localización de las progresivas, que es lo que actualmente dispone Interagua.

Figura 13.120: Protección catódica – Tuberías de distribución desde La Toma hasta Tres Cerritos





Rehabilitación del acueducto existente de conducción de D° 2000 mm**Tabla 13.131:** Longitud acueducto DN 1500/2000 mm

Diámetro (mm)	Longitud (m)
1.500	43
2.000	26.716
Total	26.759

Esta línea de conducción de acero está protegida con corriente impresa a través de 4 transforrectificadores. Entre las progresivas km 4 y km 6 tiene baja la protección y con falta de puntos de medición y antecedentes de falta de protección a lo largo de la traza del acueducto, con numerosos cruces de tuberías con grandes probabilidades de interferencias de campo eléctrico que se detallan a continuación:

- Abscisa 0 + 248: con cañería de acero D°1800 con PC y paralela a cañería D° 1250 de acero altura Lago CAPEIRA.
- Abscisa 2+ 239: cruce con gasoducto paralelo a la calle 37 y cañerías paralelas de diámetros 1800 mm de acero con PC, 1250 mm de acero con PC y 1050 mm de HPT sin PC.
- Abscisa 2 + 785: cruce con D° 1250 de acero con PC, D° 1050 de HPT sin PC.
- Abscisa 2+ 599: cruce con D° 1250 de acero con PC y D° 1050 de HPT y paralela a D° 1800.
- Abscisa 6+ 686: cruce con D° 1800 de acero con PC y paralela a D° 1250 de acero con PC-
- Abscisa 11+ 803: cruce con cañería de acero de D° 1250 con PC
- Abscisa 11+ 857: cruce e interconexión con cañería de HPT D° 1050.
- Abscisa 12+ 005: cruce con cañería de acero D° 1800 con PC.
- Abscisa 13+ 183: cruce con cañería de Hd D° 400.
- Abscisa 21+ 579: cruce con cañería de HPT (interconexión D°1800 con D° 1500 de HPT).
- Abscisa 24+ 002: cruce con cañería de acero D° 1250 con PC
- Abscisa 26+ 284: cruce con cañería de HPT D° 1050.

Los cruces de tuberías necesitan tener en la misma caja de medición de potencial un conductor que indique a cuál acueducto pertenece y en distintos bornes que no estén vinculados eléctricamente.

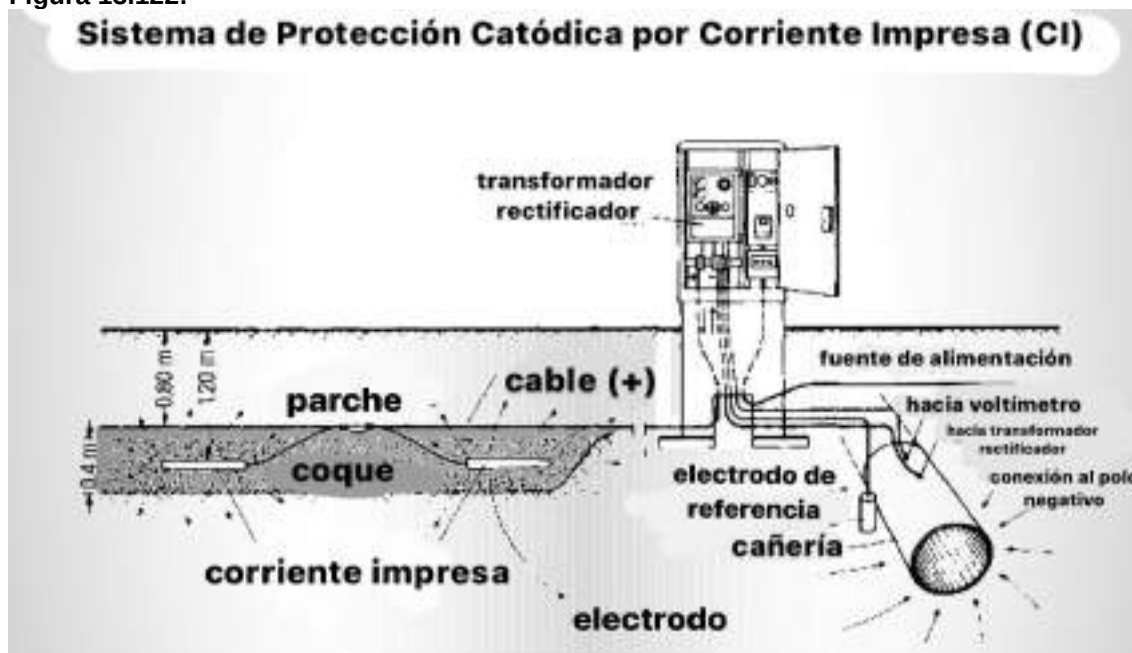
Se considera necesario realizar una inversión de colocación de cajas de medición de potenciales, un TR y un dispensor como soporte para la rehabilitación completa de dicho acueducto de acero.

Para lograr la rehabilitación del acueducto debe completarse un sistema de protección catódica tipo impresa. Este procedimiento consiste en unir eléctricamente la estructura que se trata de proteger con el polo negativo de una fuente de alimentación de corriente continua (pura o rectificadora) y el positivo con un electrodo auxiliar que cierra el circuito. Se coloca en los lugares que tienen los potenciales más bajos indicados entre las progresivas km 4 y km 6.

Las intervenciones a realizar serán las siguientes:

- Diseño del sistema de PC Impresa.
- Construcción del sistema de Protección Catódica Impresa como indica la figura siguiente:

Figura 13.122:



- **Características de los transforrectificadores**

- Tipo intemperie
- Regulación automática
- Módulo de control inteligente
- Lógica de control multivariable
- Límites de máximos y mínimos de parámetros
- Regulación por potencial constante
- Regulación controlada remotamente
- Arranque suave
- Tensión monofásica de 220 V, 60 Hz

- **Presupuesto de materiales**

Materiales	Precio unitario	Cantidad por tramo	Precio por tramo	Cantidad total	Precio total
Electrodos	215,0	20	4.300,0	1	4.300,0
Rectificadores	7.000,0	1	7.000,0	1	7.000,0
Soldaduras	2,7	58	156,6	1	156,6
Cajas de medición	230,0	27	6.210,0	1	6.210,0
Coque	1,1	4.300	4.730,0	1	4.730,0
Parches	3,0	58	174,0	1	174,0
Conductores 1x25	5,3	100	530,0	1	530,0
Conductores 1x10	2,5	480	1.200,0	1	1.200,0
Conductores 1x6	1,4	228	320,0	1	320,0
TOTAL					24.620,6

- **Presupuesto Materiales Uniones de Cruces**

Materiales	Precio unitario	Cantidad	Precio total
Soldaduras	2,7	22	59,4
Cajas de medición	230,0	11	2.530,0
Parches	3,0	22	66,0
Conductor 1x10	2,5	440	1.100,0
Total			3.755,4

Rehabilitación del acueducto existente de conducción de D° 1800 mm

Este acueducto está formado por un conjunto de diámetros y materiales de acero, HPT y GRP, de una longitud total de 26.070 metros, cuya longitud principal es de acero y HPT según siguiente Tabla:

Tabla 13.132: Datos acueducto transporte D°1200

Longitud (m)	Material			Total
Diámetro (mm)	ACERO	GRP	HPT	
400	1			1
1000	189			189
1050	65		2	67
1100	45			45
1150	66			66
1200	11		48	59
1500	753		5.055	5.808
1800	15.802	1.281	2.751	19.835
Total	16.932	1.281	7.857	26.070

Tiene un sistema de protección catódica impresa con antecedentes de corrosión entre las progresivas km 4 a km 9 y luego, de progresiva km 19 a progresiva km 22, disponiendo de 6 TR, de los cuales funcionan solo 3 TR y un conjunto de causas que se detallan a continuación:

- Revestimiento empobrecido por el ataque continuo del terreno, con una resistividad severa con valores menores a 300 Ohms.cm, provocando una agresión primeramente al revestimiento y como consecuencia de ello, al acero de la tubería.
- Al estar el revestimiento dañado, a pesar de estar protegido catódicamente, el estado de la tubería exige un aumento de densidad de corriente, lo que implica un aumento de potencia de los rectificadores, como así también un aumento de capacidad de los dispersores. La solución inmediata es un aumento del número de rectificadores. Este problema aumenta a lo largo de los años debido a la calidad de los revestimientos.
- Dicha tubería tiene varios cruces con otros acueductos como el de D° 1250 mm y D° 1050 mm, gasoductos, grandes construcciones ejecutadas a su alrededor con posterioridad a la colocación del acueducto, provocando modificaciones al sistema de protección, interfiriendo y absorbiendo parte del campo eléctrico generado por los rectificadores y dispersores a lo largo de la traza. Se producirán grandes deterioros si no se toman recaudos eficaces como, pantallas impermeables al campo eléctrico en los cruces con otras tuberías e interconexiones entre tuberías.

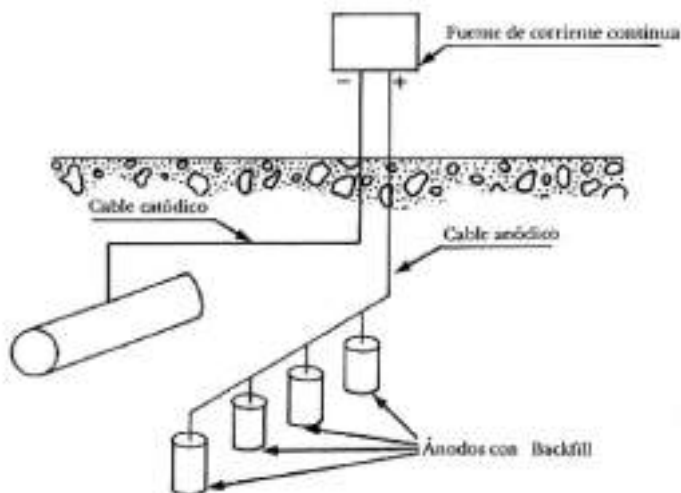
Para lograr la rehabilitación del acueducto debe realizarse un aumento de la densidad de corriente, para la protección catódica tipo impresa. En la zona desprotegida se deberá instalar 2 TR y 2 Dispersores, reparación de los 3 TR existentes, la verificación del estado

de los 3 dispersores correspondientes a cada TR fuera de servicio y en lo posible un mejoramiento del revestimiento.

Las intervenciones a realizar serán las siguientes:

- Diseño del sistema de protección catódica por corriente impresa
- Construcción del sistema de PCI como indica la figura siguiente

Figura 13.123: Sistema protección impresa



La metodología adecuada tendría como primera etapa lograr la conexión eléctrica continua en la tubería con las siguientes actividades:

Colocación de cajas de medición de potencial y unión de tubería de HPT

1. Efectuar excavaciones en la unión de los caños, parte superior con máquinas y herramientas adecuadas para la excavación, con el objeto de no dañar la capa del mortero protectora de los caños. Será conveniente comenzar dichas tareas en un extremo del acueducto en zona no urbanizada, propiciando así la instalación en forma simultánea de conexión, cableado, etc.
2. Contactar eléctricamente las partes de espigas y enchufes mediante soldaduras a lo largo de la traza en el caso de no tenerlas.
3. Instalación de conexión para caja de medición de potencial. Cada 500 metros aproximadamente, se conectará el extremo de un conductor eléctrico tipo Sintenax a la parte extrema superior metálica de los caños, mediante soldaduras cuproaluminotérmicas, o soldaduras eléctricas. Y el otro extremo del conductor irá a la caja de medición de potencial.

Colocación de cajas de medición de potencial de tubería de Acero

Efectuar excavaciones cada 500 metros en la parte superior de la tubería para realizar la soldadura del conductor eléctrico perteneciente a la caja de medición de potencial (CMP), dicha soldadura se aislará eléctricamente mediante parches, para evitar fugas de corriente. Una vez soldado el conductor se conectará a la CMP.

Paralelamente deberá comprobarse el conexionado de todos los puntos de medición de potencial a lo largo de las trazas de las tuberías actuantes en dicho acueducto.

Instalación de dispersores

Para la instalación de los dispersores se deberán realizar excavaciones con máquinas y herramientas adecuadas para colocar los electrodos en un lecho dispersor en forma perpendicular a una distancia mínima de 60 metros del acueducto. Cada electrodo estará distanciados mínimamente a 2 metros cada uno envueltos en coque con una capa mínima de 0,30 m.

Los electrodos deberán estar soldados a un conductor de cobre doble capa, tipo Sintenax de 25 mm² de sección transversal formando una unidad dispersora.

- **Características de los dispersores**

- Serán de hierro/silicio (Fe- Si) de 21 kg cada uno de un diámetro 50,8 mm y 1520 mm de longitud.

Instalación de transforrectificadores

Con el objeto de tener centralizado todo el sistema de protección se propone la colocación del TR cercano a un punto de asistencia eléctrica acorde a la potencia y el lugar de la colocación del dispersor.

- **Características de los transforrectificadores**

- Tipo intemperie
- Regulación automática
- Módulo de control inteligente
- Lógica de control multivariable
- Límites de máximos y mínimos de parámetros
- Regulación por potencial constante
- Regulación controlada remotamente
- Arranque suave
- Tensión monofásica de 220 V, 60 Hz
- Tensión de salida rectificada a 50 V
- Corriente de salida rectificada a 50 A

- **Presupuesto Materiales**

Tabla 13.133: Presupuesto para intervenir acueducto D° 1200 mm

Materiales	Precio unitario	Cantidad por tramo	Precio por tramo	Cantidad total	Precio total
Electrodos	215	20	4.300	2	8.600
Rectificadores	7.000	1	7.000	2	14.000
Soldaduras	3	51	137,7	2	275,4
Cajas de medición	230	21	4.830	2	9.660
Coque	1	4.300	4.730	2	9.460
Parches	3	84	252	2	504
Conductores 1x25	5	110	583	2	1.166
Conductores 1x10	3	80	240	2	480
Conductores 1x6	1	420	588	2	1.176
TOTAL					45.241
Preinversión					1.267

Tubería de conducción de D° 1250 mm

La tubería de conducción de acero de D° 1250 mm y una longitud de 21,15 km, tiene un sistema de protección catódica por corriente impresa con 3 TR, enterrada en un terreno sumamente agresivo y paralelo a otro acueducto que se cruza en la progresiva 9+934 con el acueducto D° 1800-1500mm, en la abscisa 2+785, 11+803 y 24+002. Todos estos cruces de cañerías con protección catódica y paralelismos generan probables interferencias que modifican la protección. Este tramo de tubería de 42 puntos de medición de potencial pasa por un terreno alterado por grandes construcciones y reparaciones, por lo tanto, se necesita aumentar la densidad de corriente con el fin de proteger catódicamente el acueducto. Para eso habrá que aumentar el número de TR, con una automatización que permita mantener el potencial adecuado con sus respectivos dispersores.

En el estudio de un nuevo proyecto, deben considerarse las pérdidas de corriente por derivaciones a otras cañerías con falta de juntas de aislación probables, debido a cambios de válvulas o reparaciones de las mismas, para lograr un potencial de protección adecuado.

Para lograr la rehabilitación del acueducto debe realizarse un nuevo sistema de protección catódica tipo impresa. Se podría aumentar el número de Transformadores a tres, disponiendo de seis en total.

Las intervenciones a realizar serán las siguientes:

- Selección componentes del SPC**

Superficie total expuesta = $d \cdot \pi \cdot l = \pi \cdot 1,270 \cdot 21150 \text{ m} = 83056 \text{ m}^2 = S$

Densidad de corriente = $3,5 \text{ mA/m}^2 = d$

Corriente necesaria = $I = d \cdot \text{mA/m}^2 \cdot S = 3,5 \cdot 83056 = 292.46 \text{ mA} = 292,46 \text{ A}$

Masa de 1 electrodo = 20,5 kg

Masa total = 20 electrodos * 20,5 kg = 410 kg

V = Vida del dispersor

Valor de consumo anual = Entre 0,2 y 0,5 kg/ A. año se adopta: 0,35 kg/A.año

$$V = \frac{M \cdot n^{\circ}}{50A \cdot \frac{1Kc}{A \cdot \text{año}} (0,2-0,5)} = \text{reemplazando valores} = \frac{20,5 \cdot 20 \cdot 1A \cdot \text{año}}{50A \cdot 0,35} = 23 \text{ años}$$

V = 23,4 años

- Presupuesto materiales**

Tabla 13.134: Presupuesto para intervenir acueducto D° 1250 mm

Materiales	Precio unitario	Cantidad por tramo	Precio por tramo	Cantidad total	Precio total
Electrodos	215	20	4.300	6	25.800
Rectificadores	7.000	1	7.000	6	42.000
Soldaduras	2,7	220	594	6	3.564
Cajas de medición	230	20	4.600	6	27.600
Coque	1,1	4.300	4.730	6	28.380
Parches	3	120	360	6	2.160
Conductores 1x25	5,3	80	424	6	2.544
Conductores 1x10	2,5	80	200	6	1.200
Conductores 1x6	1,4	80	112	6	672
Total					133.920

Tubería de conducción D° 1050 mm

Este acueducto de HPT D° 1050 mm posee una longitud de 21.055 m, instalado en 1950 con 71 años sin protección catódica, de acuerdo con el siguiente detalle:

Diámetro	Longitud según material			Total
	ACERO	HD	HPT	
750		10		10
1.000	150			158
1.050	1.540		19.347	20.887
Total general	1.698	10	19.347	21.055

De acuerdo con la información obtenida, dicho acueducto tiene la continuidad eléctrica realizada. Para lograr la rehabilitación del acueducto debe instalarse un sistema de protección catódica.

Las intervenciones a realizar serán las siguientes:

- 1) Efectuar excavaciones en la unión de los caños cada 500 metros aproximadamente y soldar un conductor eléctrico para la caja de medición de potencial.
- 2) Instalación de las cajas medición de potencial lo más cercano y conveniente al acueducto para la conexión del conductor eléctrico de tipo subterráneo.
- 3) Instalación de dispersores: Cada dispersor estará formado por un conjunto de electrodos de Hierro-Silicio-Cromo cubiertos de coque de petróleo calcinado de una granulometría de 3 mm formando una batería de electrodos soldados a un conductor colector de 25 mm² como mínimo, tipo sintenax que irá conectado al polo positivo del Transformador colocado en el lugar adecuado y parte media de cada tramo escogido con el fin de distribuir el campo eléctrico generado.
- 4) Instalación de Transformadores en la parte media del tramo escogido previamente frente al dispersor diseñado en un sector cercano a la acometida de la línea de tensión de 220 Voltios.

- **Determinación de la cantidad de Rectificadores:**

Longitud de la cañería de HPT de D° 1050 mm: 19.347 m

Longitud de la cañería de acero de D° 1000 mm: 150 m

Longitud de la cañería de acero de D° 1050 mm: 1.540 m

Superficie de acero expuesta en cañería de HPT de D° 1050 mm: 7,16 m²/ m

Para una longitud de 19347 m: $19347 * 7,16 \text{ m}^2/\text{m} = \mathbf{138.525 \text{ m}^2}$

Superficie de acero expuesta en cañería de D° 1000mm: 3,14 m²/m

Para una longitud de 150 metros: $3,14 \text{ m}^2/\text{m} * 150 \text{ m} = \mathbf{471,2 \text{ m}^2}$

Superficie de acero expuesta de D° 1050 mm: $\mathbf{3,299 \text{ m}^2/\text{m}}$

Para una longitud de 1540m: $3,299 \text{ m}^2/\text{m} * 1540 \text{ m} = \mathbf{5.080 \text{ m}^2}$

Total de superficie a proteger= $\mathbf{144.076 \text{ m}^2}$

Densidad corriente a aplicar de acuerdo al revestimiento y el medio que rodea = $\mathbf{2 \text{ mA}/\text{m}^2}$

Corriente total = $\mathbf{D * S = 2 \text{ mA} * 144.076 \text{ m}^2 = 288.152 \text{ mA} = 288,15 \text{ A}}$

Para los rectificadores de $\mathbf{50 \text{ V} - 50 \text{ A}}$ la cantidad necesaria será: $\mathbf{6 \text{ TR}}$

- **Características de los dispersores:**

Los dispersores son de Fe-Si-Cr de 152 cm de longitud y 5,08 cm de diámetro y peso de 20,5 kg, con conductor eléctrico soldado al electrodo y el otro extremo al conductor de 25 mm² colector de cobre tipo sintenax de todos los electrodos cubiertos por coque de petróleo calcinado de granulometría de 3 mm libre de polvo.

- **Características de los transforrectificadores**

- Tipo intemperie
- Regulación automática
- Módulo de control inteligente
- Lógica de control multivariable
- Límites de máximos y mínimos de parámetros
- Regulación por potencial constante
- Regulación controlada remotamente
- Arranque suave
- Tensión monofásica de 220 V, 60 Hz
- Tensión de salida rectificada a 50 V
- Corriente de salida rectificada a 50 A

Las etapas del proyecto serán las siguientes:

1. Preparación de los TR con el diseño y especificaciones de las obras a licitar.
2. Licitación para la construcción del sistema de protección catódica impresa

- **Presupuesto Materiales**

Tabla 13.135: Presupuesto para intervenir acueducto D° 1050 mm

Materiales	Precio unit.	Cantidad por tramo	Precio por tramo	Cantidad total	Precio total
Electrodos	215	20	4.300	6	25.800
Rectificadores	7.000,0	1	7.000	6	42.000
Soldaduras	2,7	120	324	720	1.944
Cajas de medición	230,0	100	23.000	6	138.000
Coque	1,1	4.300	4.730	6	28.380
Parches	3,0	120	360	6	2.160
Conductores 1x25	5,3	120	636	6	3.816
Conductores 1x10	2,5	40	100	6	600
Conductores 1x6	1,4	100	140	6	840
Total					243.540

13.6.3 Rehabilitación del Acueducto existente HTP D° 700 mm Vía a la Costa

Tabla 13.136: Características D°200/700

Longitud Ø700mm	Material					Total
Diámetro	AC	ACERO	HD	HPT	PVC	
200			1	1	1	3
300			4.048	2.260		6.307
350		6				6
400					707	707

Longitud Ø700mm	Material					Total
Diámetro	AC	ACERO	HD	HPT	PVC	
500			27			27
600	635	304	4.222	43.182		48.343
700		932		21.456		22.388
Total	635	1.242	8.298	66.899	708	77.782

Este acueducto de HPT D°700 mm y D° 600 mm mayoritariamente con una longitud de 77.782 m, de los cuales 68.776 m necesitan protección catódica, está formado por el montaje de caños espiga – enchufe, de una longitud aproximada de 6,3 m cada caño. En la unión de la espiga de un caño con el enchufe del otro, se colocan juntas de goma, adecuadas para lograr su estanqueidad. Una vez colocada la junta y enchufados los tubos, se conectan los extremos de acero por medio de soldaduras, para lograr una continuidad eléctrica necesaria para facilitar la protección catódica y evitar así su probable corrosión. El montaje de este acueducto se realizó sin la unión eléctrica correspondiente.

A través del tiempo, la cañería fue perdiendo la protección natural que provee el cemento apropiado para tal fin y la corrosión comenzó a actuar provocando roturas en distintos tubos, que fueron reemplazados por tubos de acero galvanizados en caliente, con el agregado de una protección catódica por medio de ánodos de magnesio.

Para lograr la rehabilitación del acueducto debe ejecutarse un sistema de protección catódica tipo impresa. Este procedimiento consiste en unir eléctricamente la estructura que se trata de proteger con el polo negativo de una fuente de alimentación de corriente continua (pura o rectificadora) y el positivo con un electrodo auxiliar que cierra el circuito.

La longitud total de HPT es de 66.899, de diámetros diversos cuyas longitudes están descritas en la tabla anterior.

Las intervenciones a realizar serán las siguientes:

- Diseño del sistema de PC.
- Construcción del sistema de Protección Catódica Impresa como indica la Figura 13.123.

La metodología adecuada tendría como primera etapa lograr la conexión eléctrica continua en la tubería con las siguientes actividades:

- 1) Efectuar excavaciones en la unión de los caños, la parte superior con máquinas y herramientas adecuadas para la excavación, con el objeto de no dañar la capa del mortero, protectora de los caños. Será conveniente comenzar dichas tareas en un extremo del acueducto en zona no urbanizada, propiciando así la instalación en forma simultánea de conexión, cableado, etc.
- 2) Contactar eléctricamente las partes de espigas y enchufes mediante soldaduras a lo largo de la traza.
- 3) Instalación de conexión para caja de medición de potencial. Cada 500 metros aproximadamente, se conectará el extremo de un conductor eléctrico tipo Sintenax a la parte extrema superior metálica de los caños, mediante soldaduras cuproaluminotérmicas, o soldaduras eléctricas. Y el otro extremo del conductor irá a la caja de medición de potencial.

- 4) Instalación de dispersores, cada dispersor estará formado por un conjunto de electrodos de Hierro-Silicio-Cromo cubiertos de coque de una granulometría de 3 mm formando una batería de electrodos soldados a un conductor colector de 25 mm² como mínimo, tipo sintenax que irá conectado al polo positivo del Transformador colocado en el lugar adecuado y parte media de cada tramo escogido con el fin de distribuir el campo eléctrico generado.
- 5) Instalación de Transformadores, en lugares con acceso al suministro de tensión con un voltaje de 220V y 60 Hz conectado a la entrada del tablero eléctrico interno del gabinete colocado frente al dispersor. La salida de corriente y voltaje serán de 50 A y 50 V, se conectarán a la tubería con el polo negativo y al dispersor con el polo positivo.

Los dispersores son de Fe-Si-Cr de 152 cm de longitud y 5,08 cm de diámetro y peso de 20,5 kg, con conductor eléctrico soldado al ánodo y el otro extremo al conductor de 25 mm² colector de todos los electrodos cubiertos por coque de petróleo calcinado de granulometría de 3 mm libre de polvo.

- **Características de los transformadores**

- Tipo intemperie
- Regulación automática
- Módulo de control inteligente
- Lógica de control multivariable
- Límites de máximos y mínimos de parámetros
- Regulación por potencial constante
- Regulación controlada remotamente
- Arranque suave
- Tensión monofásica de 220 V, 60 Hz
- Tensión de salida rectificada a 50 V
- Corriente de salida rectificada a 50 A

- **Presupuesto Materiales**

Tabla 13.137: Presupuesto para intervenir acueducto D° 200/700 mm Vía a la Costa

Materiales	Precio unitario	Cantidad por tramo	Cant. Total tramos	Precio por tramo	Precio total
Electrodos	215,0	20	15	4.300,0	64.500,0
Rectificadores	7.000,0	1	15	7.000,0	105.000,0
Soldaduras	2,70	741	15	2.000,7	30.010,5
Cajas de medición	230,0	28	15	6.440,0	96.600,0
Coque	1,10	4.300	15	4.730,0	70.950,0
Parches	3,0	741	15	2.223,0	33.345,0
Conductores 1x25	5,30	120	15	636,0	9.540,0
Conductores 1x10	2,50	1.608	15	4.020,0	60.300,0
Conductores 1x6	1,40	300	15	420,0	6.300,0
total					476.545,5

Las etapas del proyecto serán las siguientes:

1. Preparación de los TR con el diseño y especificaciones de las obras a licitar.
2. Licitación para la construcción del sistema de protección catódica

13.6.4 Distribución

Acueducto de Distribución S72 – SGU D° 1500 mm

La instalación - conexión para las cajas medición de potencial cada 500 metros aproximadamente, se hará conectando el extremo de un conductor eléctrico a la parte superior metálica de los caños por medio de soldadura cupro - aluminotérmica, y el otro extremo irá a la caja de medición de potencial.

Es necesario su intervención en la incorporación de un nuevo y moderno TR automáticos con su dispensor debido a un gran tiempo inactivo para evitar males mayores.

- **Características de los dispersores:**

Los dispersores son de Fe-Si-Cr de 152 cm de longitud y 5,08 cm de diámetro y peso de 20,5 kg, con conductor eléctrico soldado al ánodo y el otro extremo al conductor de 25 mm² colector de todos los electrodos cubiertos por coque de petróleo calcinado de granulometría de 3 mm libre de polvo.

- **Características de los transforrectificadores**

- Tipo intemperie
- Será de regulación automática
- Módulo de control inteligente
- Lógica de control multivariable
- Límites de máximos y mínimos de parámetros
- Regulación por potencial constante
- Regulación controlada remotamente
- Arranque suave
- Tensión monofásica de 220 V, 60 Hz
- Tensión de salida rectificada a 50 V Corriente de salida rectificada a 50 A

- **Presupuesto Materiales**

Tabla 13.138: Presupuesto para intervenir acueducto

Materiales	Precio unit.	Cantidad por tramo	Precio por tramo	Cantidad total	Precio total
Electrodos	215,0	20	4.300	1	4.300
Rectificadores	7.000,0	1	7.000	1	7.000
Soldaduras	2,7	50	135	1	135
Cajas de medición	230,0	10	2.300	1	2.300
Coque	1,1	4300	4.730	1	4.730
Parches	3,0	50	150	1	150
Conductores 1x25	5,3	100	530	1	530
Conductores 1x10	2,5	40	100	1	100
Conductores 1x5	1,4	200	280	1	280
TOTAL					19.525

Acueducto Tres Cerritos – Portete

En el tramo, entre las progresivas km 8 y km 6 existe un potencial menor al de-protección, es necesario reponer los componentes tales como el TR y el Dispensor para brindar la protección mínima requerida.

En el estudio de un nuevo proyecto, debe considerarse también las pérdidas de corriente por derivaciones a otras cañerías con falta de juntas de aislación probables, debido a cambios de válvulas o reparaciones de las mismas, para lograr un potencial de protección adecuado.

Para lograr la rehabilitación del acueducto debe realizarse un nuevo sistema de protección catódica tipo impresa, instalando el Transforrectificador y la renovación del Dispensor.

Las intervenciones a realizar serán las siguientes:

El tramo de este acueducto de distribución tiene una potencia instalada de rectificación y dispersión elevada, esto requiere una investigación de pérdidas de corriente y contactos de los conductores con la tubería a los puntos de medición, esto requiere realizar excavaciones en los puntos de los conductores con la unión con las cañerías y sus respectivas derivaciones a otras cañerías sin juntas aislantes.

Dado que los acueductos instalados pertenecen a un mismo grupo, se deberá realizar un estudio profundo con el objeto de erradicar los problemas de roturas y corrosión de todo el sistema del transporte de agua, buscando la inversión necesaria.

- Diseño del sistema de PC Impresa
- Construcción del sistema de PCI.

Los dispersores son de Fe-Si-Cr de 152 cm de longitud y 5,08 cm de diámetro y peso de 20,5 kg, con conductor eléctrico soldado al ánodo y el otro extremo al conductor de 25 mm² colector de todos los electrodos cubiertos por coque de petróleo calcinado de granulometría de 3 mm libre de polvo.

Las características de los transforrectificadores tipo intemperie, serán: regulación automática, Módulo de control inteligente, Lógica de control multivariable, Límites de máximos, y mínimos de parámetros, Regulación por potencial constante, Regulación controlada remotamente, Arranque suave, Tensión monofásica de 220 V, 60 Hz, Tensión de salida rectificada a 50 V Corriente de salida rectificada a 50 A.

- **Presupuesto Materiales**

Tabla 13.139: Presupuesto para intervenir acueducto Tres Cerritos - Portete

Materiales	Precio unitario	Cantidad por tramo	Precio por tramo	Cantidad total	Precio total
Electrodos	215,0	20	4.300	1	4.300
Rectificadores	7.000,0	1	7.000	1	7.000
Soldaduras	2,7	50	135	1	135
cajas de medición	230,0	10	2.300	1	2.300
coque	1,1	4.300	4.730	1	4.730
parches	3,0	50	150	1	150
conductores 1x25	5,3	100	530	1	530
conductores 1x10	2,5	40	100	1	100
conductores 1x5	1,4	200	280	1	280
TOTAL					19.525

Casco Comercial

El tramo de este acueducto de distribución tiene una potencia instalada de rectificación y dispersión elevada, esto requiere una investigación de pérdidas de corriente y contactos de los conductores con la tubería a los puntos de medición y sus respectivas derivaciones a otras cañerías sin juntas aislantes, para ello será necesario realizar inspecciones con instrumentos especiales tales como radiodetectores electromagnéticos.

El estado de protección catódica es deficiente en los extremos de este acueducto de distribución, considerando las irregularidades del sistema convendría cambiar los dos TR fuera de servicio por otros más modernos y eficientes con características superiores.

Las características de los transforrectificadores tipo intemperie, serán de regulación automática, módulo de control inteligente, lógica de control multivariable, límites de máximos y mínimos de parámetros, regulación por potencial constante, regulación controlada remotamente, arranque suave, tensión monofásica de 220 V, 60 Hz, tensión de salida rectificada a 50 V, corriente de salida rectificada a 50 A.

Los dispersores son de Fe-Si-Cr de 152 cm de longitud y 5,08 cm de diámetro y peso de 20,5 kg, con conductor eléctrico soldado al ánodo y el otro extremo al conductor de 25 mm² colector de todos los electrodos cubiertos por coque de petróleo calcinado de granulometría de 3mm libre de polvo.

La metodología adecuada tendría como primera etapa lograr la conexión eléctrica continua en la tubería con las siguientes actividades: efectuar excavaciones en la unión de los caños, parte superior con máquinas y herramientas adecuadas para la excavación, con el objeto de no dañar la capa del mortero, protectora de los caños para tuberías de HPT, y recubrimiento de aislación para cañerías de acero.

Será conveniente comenzar dichas tareas en zona no urbanizada, propiciando así la instalación en forma simultánea de conexión, cableado, etc.

La construcción del sistema de Protección Catódica Impresa se realiza como indica la Figura 13.123.

Efectuar excavaciones en la unión de los caños, parte superior con máquinas y herramientas adecuadas para la excavación, con el objeto de no dañar la capa del mortero, protectora de los caños. Será conveniente comenzar dichas tareas en una zona no urbanizada, propiciando así la instalación en forma simultánea de conexión, cableado, etc.

Instalación caja de medición:

La conexión para la caja de medición de potencial se instalará cada 500 metros aproximadamente, conectando el extremo de un conductor eléctrico a la parte superior metálica de los caños por medio de soldadura cupro- aluminotérmica, y el otro extremo irá a la caja de medición de potencial.

Instalación de dispersores:

Cada dispersor estará formado por un conjunto de electrodos de Hierro-Silicio-Cromo cubiertos de coque de una granulometría de 3 mm formando una batería de electrodos soldados a un conductor colector de 25 mm² como mínimo, tipo sintenax que irá conectado al polo positivo del Transforrectificador colocado en el lugar adecuado y parte media de cada tramo escogido con el fin de distribuir el campo eléctrico generado.

- **Presupuesto materiales**

Tabla 13.140: Presupuesto para intervenir acueducto Casco Comercial

Materiales	Precio unitario	Cantidad por tramo	Precio por tramo	Cantidad total	Precio total
Electrodos	215,0	20	4.300	2	8.600
Rectificadores	7.000,0	1	7.000	2	14.000
Soldaduras	2,7	50	135	2	270
cajas de medición	230,0	10	2.300	2	4.600
coque	1,1	4300	4.730	2	9.460
parches	3,0	50	150	2	300
conductores 1x25	5,3	100	530	2	1.060
conductores 1x10	2,5	40	100	2	200
conductores 1x5	1,4	200	280	2	560
TOTAL					39.050

13.7. ANEXO 1

13.7.1 Confección de los Modelos Hidráulicos de los Sistemas de Transporte y Distribución de Agua Potable (Parroquias Rurales)

Objetivo

Confección de los Modelos hidráulicos de los Sistemas de transporte y distribución de Agua Potable (mediante software WaterGems, de Bentley) correspondientes a las Parroquias Rurales, para realizar el análisis de los mismos para la demanda actual, de tal manera de contar con el modelo calibrado, para poder realizar luego el estudio del sistema para los Escenarios de Demanda a futuro (Año 2026: 5° Quinquenio y 2031: 6° Quinquenio).

Generalidades

Construcción del Modelo para el Escenario actual

Se contempló la información suministrada por IA en el GIS, en cuanto al catastro de la red; asimismo, se realizó una validación de la configuración y de los datos a partir de una revisión exhaustiva de la información complementaria suministrada por IA, identificando y corrigiendo algunas incompatibilidades o dudas que surgieron de la información recabada.

El Modelo actual fue calibrado utilizando los registros de mediciones de caudales y presiones, suministrados por IA.

Demandas

Existen diferentes funciones de cálculo que permiten agregar valores de demanda al Modelo, en éste en particular se definen las demandas mediante la función del WaterGems denominada Custom Meter (o CM, de aquí en más); esta función permite incorporar usuarios los cuales se conectan automáticamente a la tubería más cercana y de esta manera permite modelar en función de las conexiones domiciliarias reales sin necesidad de utilizar funciones para distribuir la demanda.

En el Modelo se asignó la demanda de cada CM mediante la relación entre el caudal total medido, los datos de consumo y ANC informados (para el mes seleccionado) y la cantidad total de CM definidos en el Modelo. Con esta relación se obtienen las demandas en los CM en el Modelo para el Escenario actual.

Rugosidades

Las rugosidades (coeficiente C de la fórmula de Hazen-Williams) adoptadas para cada material son las siguientes:

✓ Acero	130
✓ HD	130
✓ PVC	150
✓ PEAD	140

En los casos en los que no se encontraba definido el Material, se adoptó una rugosidad media de 135.

Cotas

La elevación de los nodos fue definida en el Modelo utilizando las diferentes funciones que posee el WaterGems, por lo que las cotas se corresponden con el Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica y Google Earth.

Demandas independientes de la presión: Consumos

Las demandas independientes de la presión se encuentran distribuidas en los diferentes CM adoptados.

Salvo los consumos industriales que fueron localizados puntualmente con su correspondiente valor y curva de demanda, en los casos que corresponda, el resto se unificaron y distribuyeron espacialmente a modo de obtener una demanda media por CM.

La distribución temporal de la demanda se realizó mediante la asignación de perfiles de consumo para los diferentes macro sectores hidráulicos, de manera tal de poder a posteriori compatibilizar los perfiles de consumo con las mediciones de cada área.

Demandas dependientes de la presión: Fugas

En el modelo se han considerado las fugas como demandas dependientes de la presión, las cuales se han representado a través de un emisor (orificio descargando a la atmósfera) en cada nudo de consumo.

El caudal de fuga a través de un emisor se define a través de la siguiente ecuación:

$$Q_f = K(P)^{N1}$$

Donde Q_f es el caudal de fuga expresado en m³/h, P es la presión expresada en mca, K es el coeficiente emisor de fugas expresado en m³/h/mca, $N1$ es el exponente de fugas. Este último corresponde al valor de exponente definido en la teoría FAVAD (Fixed and Variable Area Discharges) y cuyos valores están definidos en el procedimiento PR-MRM-011.

Se calculó una presión media y un coeficiente de emisión específico para cada nodo de manera tal de distribuir las pérdidas por ANC en los nodos de la red de manera uniforme. Esta distribución fue compatible con las presiones del Modelo, por lo que se entiende que no existen pérdidas puntuales de gran magnitud en ningún sector del mismo.

Calibración del Modelo

Generalidades

Para calibrar el Modelo se analizaron las diferentes curvas de presión obtenidas de las mediciones de campo, juntamente con los valores de caudal de los medidores de caudal y los valores de niveles de tanques y cisternas, todos datos suministrados por IA. Contrastando los diferentes puntos de presión de la red con las mediciones y en una tarea iterativa de modificación de parámetros de demanda, rugosidades y situación de válvulas, se obtuvieron valores de presión y caudal similares a las mediciones de campo.

Sistema San Juan

Descripción general del Sistema de Transporte y Distribución de Agua Potable

Se bombea el agua tratada en la Planta desde el Tanque de almacenamiento de agua de 2.000 m³, a través de la EBAT (configuración de equipos de bombeo = 4+2), hacia los diferentes sitios de consumo (El Morro, Puerto El Morro, Los Pocitos, Sitio Nuevo, San Miguel, Posorja y Data de Posorja). En el caso de Posorja (Cabecera), el área de mayor importancia por su consumo se abastece a una Cisterna de 2.600 m³, desde la cual finalmente se distribuye el agua a la red; en el resto de los sitios, el abastecimiento es directo.

En el Modelo se definió una Reserva que representa la salida de la Planta desde la EBAT, en la cual se consideró una curva de variación de nivel creada a partir de los datos de niveles suministrados por IA y de los caudales de bombeo de la EBAT.

7.1.3.2 Construcción del Modelo para el Escenario actual

Tabla 13.141: Datos del Modelo hidráulico – Escenario actual (Sistema San Juan)

DATOS DEL MODELO	Escenario actual	
Cantidad de Tramos	1.116	Un
Cantidad de Nudos	889	Un
Cantidad de Custom Meters	4.823	Un
Longitud Total de Red	112,3	km

Figura 13.124: Esquema del Modelo de Transporte y Distribución de Agua Potable – Escenario actual (Sistema San Juan)

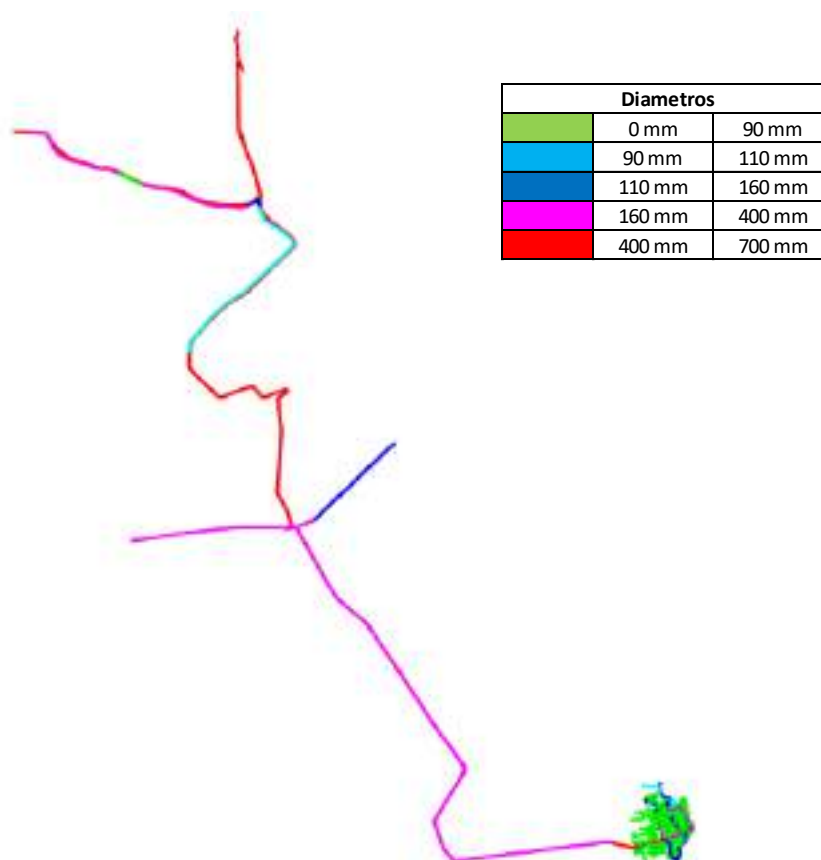
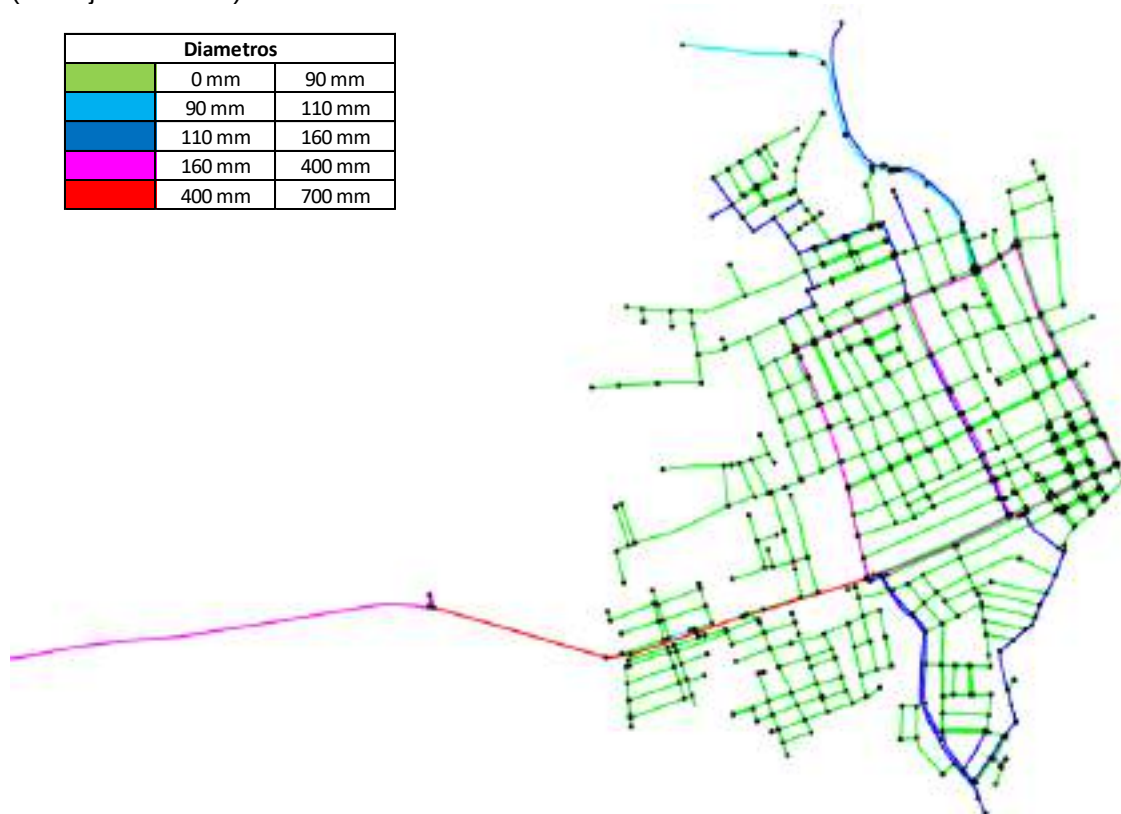


Figura 13.125: Esquema del Modelo de Transporte y Distribución de Agua Potable– Escenario actual (Posorja Cabecera)



Se calibró el modelo para el mes de mayor consumo; para este caso, analizando los datos de caudales aportados, esta situación corresponde al mes de octubre de 2020.

Demandas

A continuación, se presentan los valores de Consumo medidos distribuidos en función de las Conexiones informadas por IA y relacionados con la cantidad de CM del modelo:

Tabla 13.142: Datos de Conexiones y Consumo Promedio – Modelo Escenario actual (Sistema San Juan)

Ubicación	Conexiones Residenciales		Consumo Promedio [m3/mes]
San Miguel	2%	132	17,3
Sitio Nuevo	1%	66	26,9
Los Pocitos	1%	66	21,9
El Morro	6%	395	61,7
Puerto El Morro	8%	527	67,6
Data de Posorja	9%	593	35,9
Posorja	73%	4.810	34,3

A continuación, se presenta el cálculo del ANC del mes seleccionado y los datos de Demanda de cálculo utilizados en el Modelo:

Tabla 13.143: Determinación del ANC – Modelo Escenario actual (Sistema San Juan)

Mes	Volumen Entregado [m³]	Volumen Contabilizado [m³]	ANC (%)
10/2020	361.382	230.466	36,2%

Tabla 13.144: Demanda de cálculo - Modelo Escenario actual (Sistema San Juan)

Ubicación	MODELO ESCENARIO ACTUAL		
	Demanda de cálculo [m3]	Consumo [m3]	Pérdidas [m³]
		63,8%	36,2%
San Miguel	3.074	1.961	1.114
Sitio Nuevo	2.393	1.526	867
Los Pocitos	1.950	1.243	706
El Morro	32.954	21.016	11.938
Puerto El Morro	48.094	30.671	17.423
Data de Posorja	28.764	18.344	10.420
Posorja	222.710	142.030	80.680

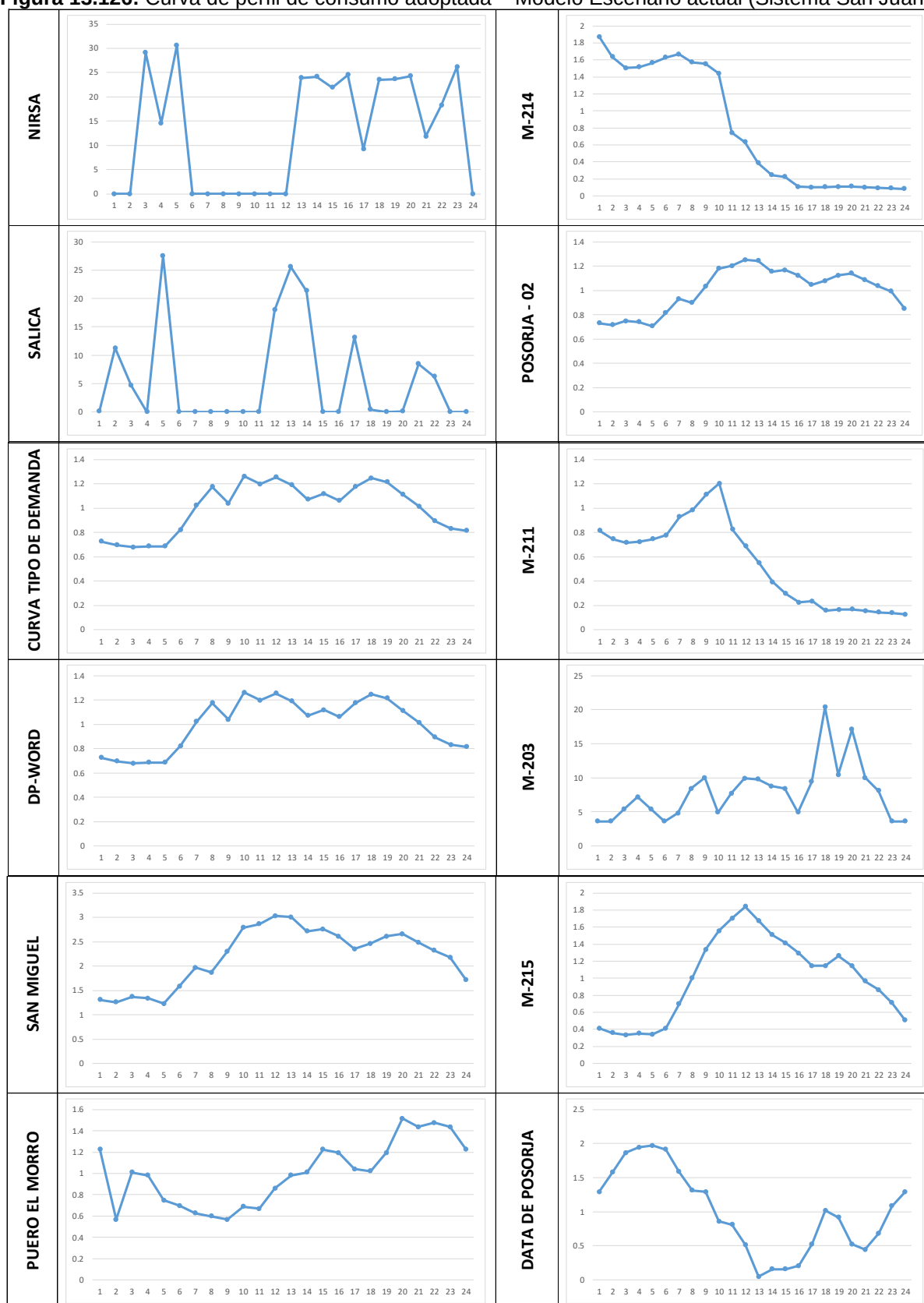
Demandas independientes de la presión: Consumos

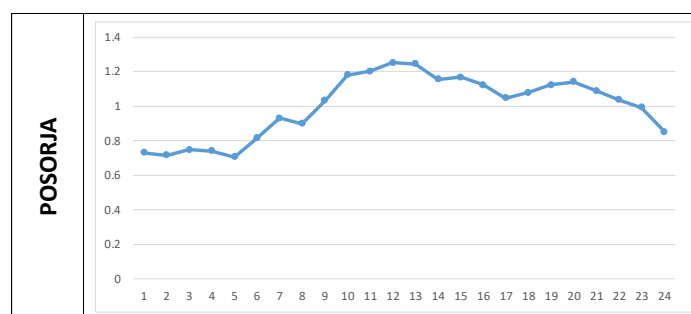
Las demandas independientes de la presión se encuentran distribuidas en los diferentes CM en función de la siguiente tabla:

Tabla 13.145: Consumos por CM adoptada - Modelo Escenario actual (Sistema San Juan)

Ubicación	CUSTOM METER	Volumen total de Consumo [m³/mes]	Consumo por Custom Meter [m³/h]
San Miguel	1	1.961	2,7
Sitio Nuevo	1	1.526	2,1
Los Pocitos	1	1.243	1,7
El Morro	1	21.016	29,2
Puerto El Morro	1	30.671	42,6
Data de Posorja		18.344	25,5
Posorja	6.687	142.030	0,04

Los perfiles de consumo son muy variados, dado que en algunos puntos existen mediciones de caudal que fueron cargadas al Modelo y en otros puntos se trabajó con el perfil, con el fin de compatibilizar con las mediciones continuas de presión; a continuación, se muestran los diferentes perfiles de consumo utilizados:

Figura 13.126: Curva de perfil de consumo adoptada – Modelo Escenario actual (Sistema San Juan)



Las formas obtenidas de demanda son satisfactorias a la hora de verificar los diferentes puntos de presión.

Calibración del Modelo

Comparación valores Medidos Vs Calculados – Presión

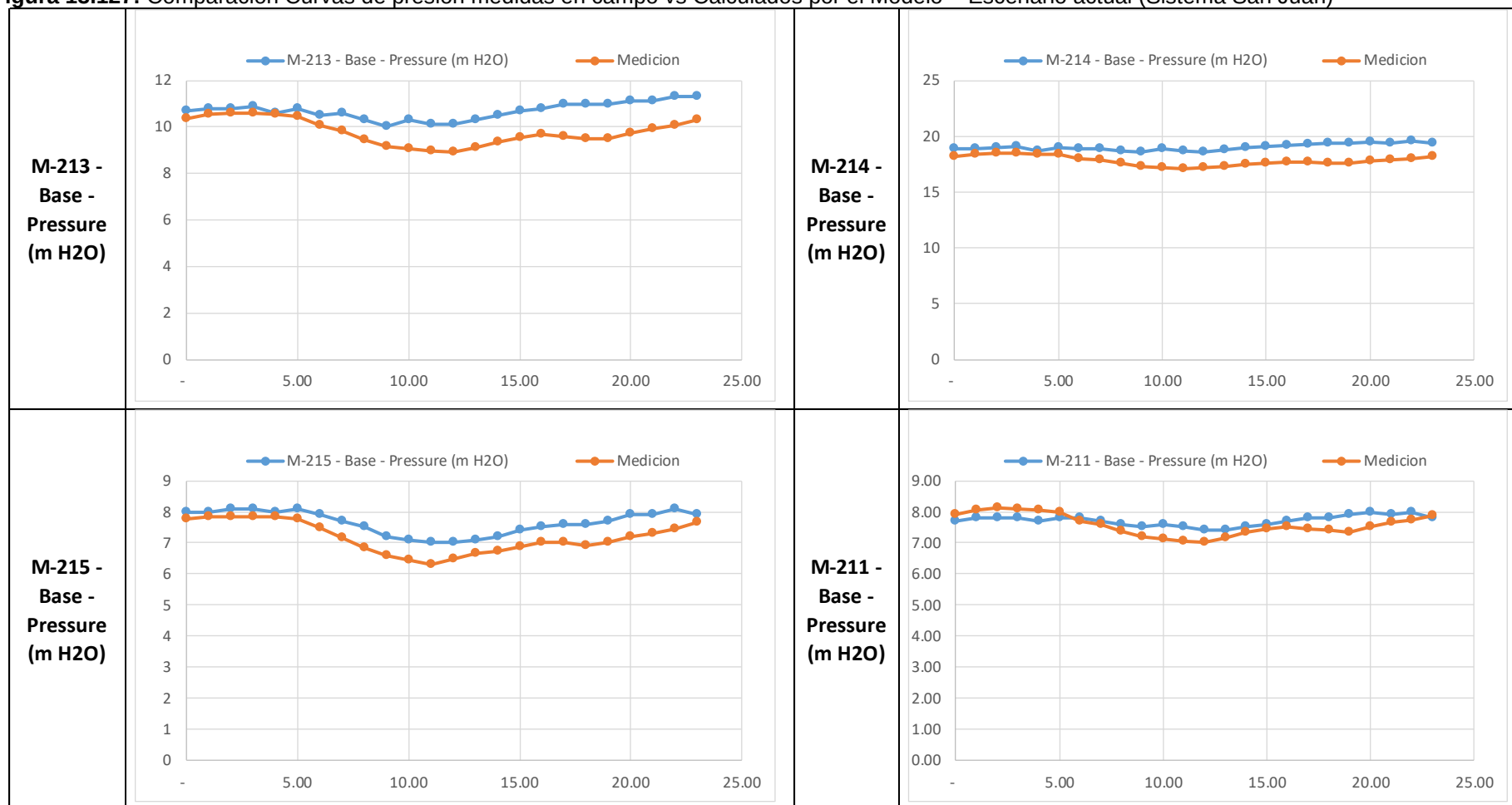
A continuación, se muestran los valores de presión media y de error medio de cada punto de medición de presión.

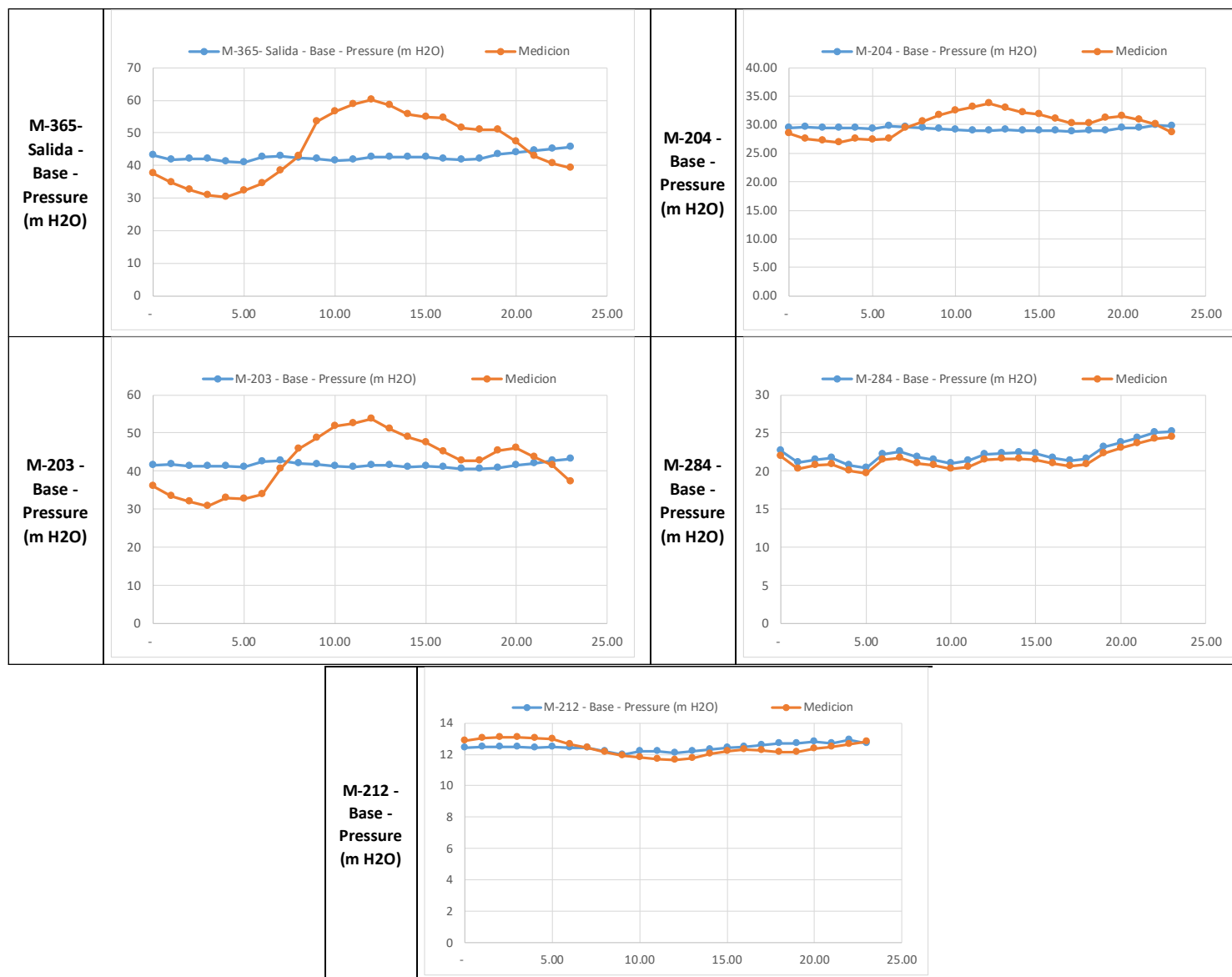
Tabla 13.146: Comparación valores de Presiones medidos en campo vs Calculados por el Modelo - Escenario actual (Sistema San Juan)

MEDICIONES DE PRESIÓN									
Estático	M-213 - Base - Pressure (m H ₂ O)	M-215 - Base - Pressure (m H ₂ O)	M-365- Salida - Base - Pressure (m H ₂ O)	M-203 - Base - Pressure (m H ₂ O)	M-212 - Base - Pressure (m H ₂ O)	M-214 - Base - Pressure (m H ₂ O)	M-211 - Base - Pressure (m H ₂ O)	M-204 - Base - Pressure (m H ₂ O)	M-284 - Base - Pressure (m H ₂ O)
Presión Promedio Medida (mca)	10,70	7,66	42,60	41,54	12,48	19,05	7,73	29,30	22,24
Error Medio (mca)	0,92	0,49	-2,79	-0,82	0,08	1,23	0,16	-0,88	0,75
Error Medio (%)	8,6%	6,4%	6,6%	2,0%	0,7%	6,5%	2,0%	3,0%	3,4%

Se observa que el error medio entre los puntos de medición en campo y el Modelo son inferiores al 10%, por lo cual se considera que la calibración está lograda.

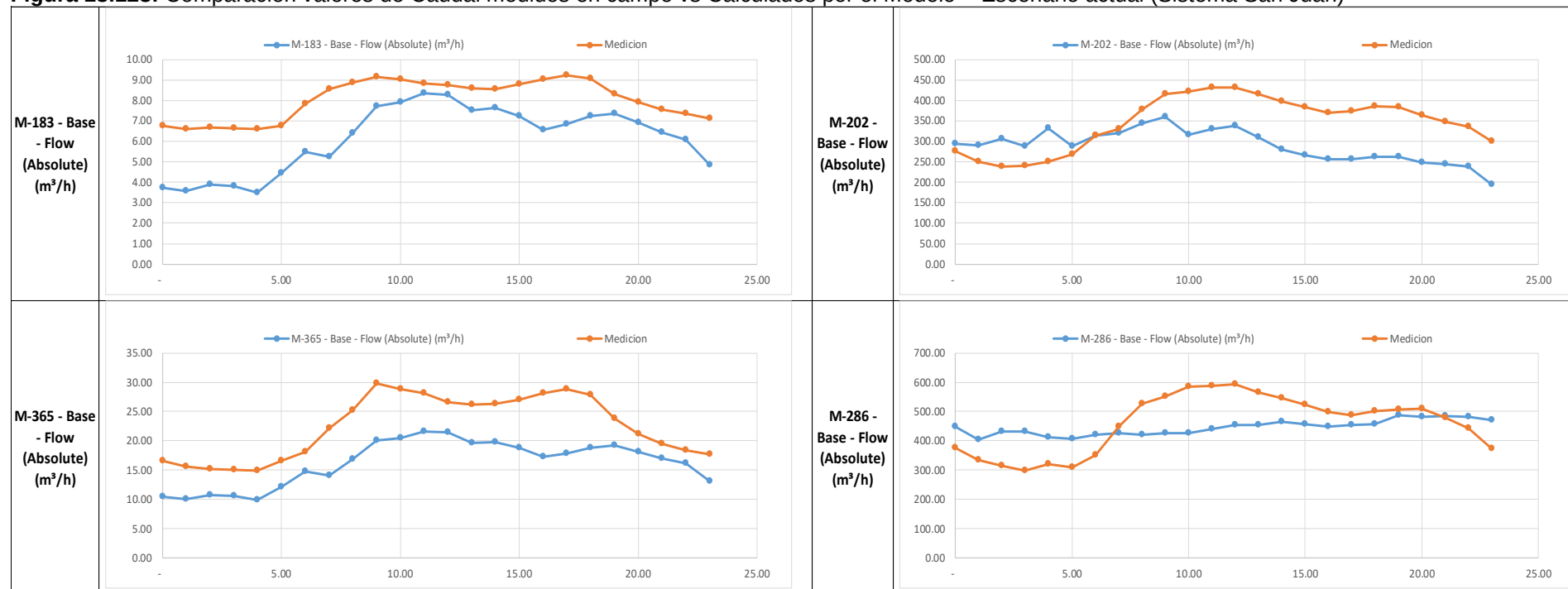
A continuación, se presenta la correlación lograda entre las curvas de presión obtenidas de las mediciones de campo y los valores arrojados por el Modelo, en función de las diferentes curvas de demanda adoptadas:

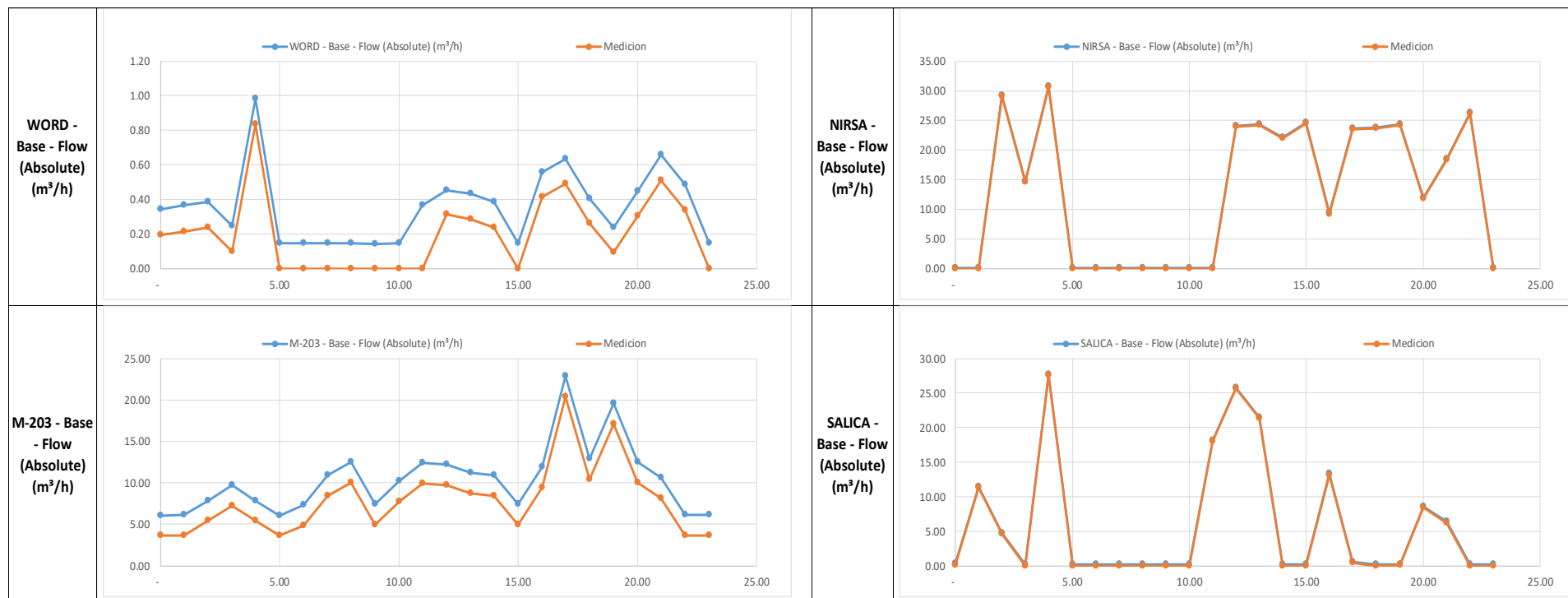
Figura 13.127: Comparación Curvas de presión medidas en campo vs Calculados por el Modelo – Escenario actual (Sistema San Juan)



Comparación valores Medidos Vs Calculados – Caudal

A continuación, se presenta la correlación lograda entre las curvas de caudal obtenidas de las mediciones de campo y los valores arrojados por el Modelo, en función de las diferentes curvas de demanda adoptadas:

Figura 13.128: Comparación valores de Caudal medidos en campo vs Calculados por el Modelo – Escenario actual (Sistema San Juan)



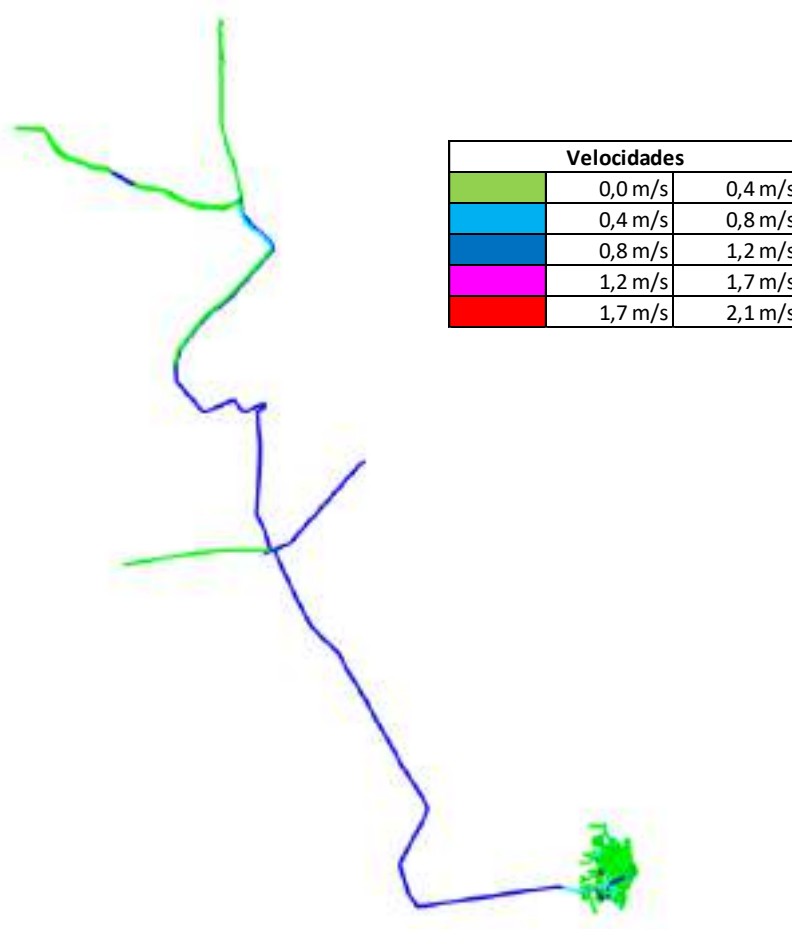
Resultados

A continuación, se realiza un análisis de los valores de velocidades, caudales y presiones (tramos y nodos), mediante una estratificación, con la cual se observan gráficamente los valores dentro de cada rango.

Se analizan valores máximos y mínimos de presión, con el fin de identificar sectores que no cumplen con los requerimientos (Presión para la Demanda máxima ≥ 10 mca; Presión máxima < 40 mca).

Análisis del Modelo – Velocidades máximas en Tramos

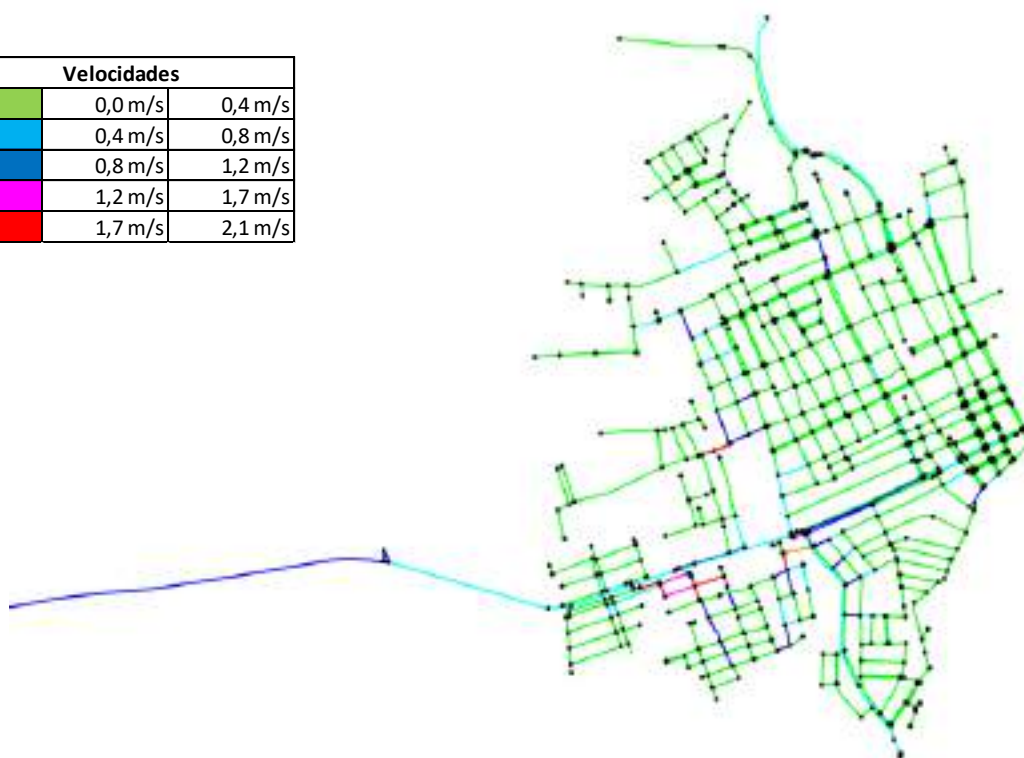
Figura 13.129: Gráfico Velocidades Máximas en Tramos – Modelo Escenario actual (Sistema San Juan)



No se observan en las tuberías troncales velocidades por encima de la admisible (1.2 m/s).

Figura 13.130: Gráfico Velocidades Máximas en Tramos – Modelo Escenario actual (Posorja Cabecera)

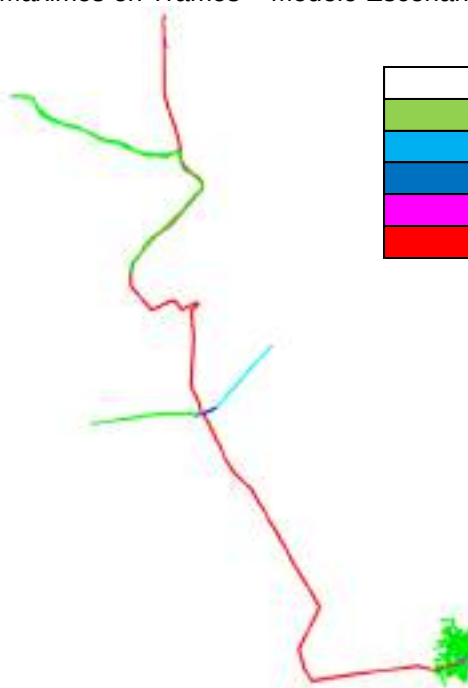
Velocidades		
	0,0 m/s	0,4 m/s
	0,4 m/s	0,8 m/s
	0,8 m/s	1,2 m/s
	1,2 m/s	1,7 m/s
	1,7 m/s	2,1 m/s



Sobre la red principal no se observan velocidades superiores a la admisible (1.20 m/s); sobre las redes secundarias se observan algunos tramos, pero aislados, con velocidades por encima de la admisible (0.6 m/s).

Análisis del Modelo – Caudales máximos en tramos

Figura 13.131: Gráfico Caudales Máximos en Tramos – Modelo Escenario actual (Sistema San Juan)



Caudales		
	0 m3/h	50 m3/h
	50 m3/h	100 m3/h
	100 m3/h	150 m3/h
	150 m3/h	200 m3/h
	200 m3/h	490 m3/h

Figura 13.132: Gráfico Caudales Máximos en Tramos – Modelo Escenario actual (Posorja Cabecera)

Análisis del Modelo – Presión en Nodos (para Demanda máxima)

Figura 13.133: Gráfico Presión en Nodos (para Demanda máxima) – Modelo Escenario actual (Sistema San Juan)

Presiones para Máx Demanda		
	0 mca	8 mca
	8 mca	10 mca
	10 mca	15 mca
	15 mca	25 mca
	25 mca	40 mca
	40 mca	64 mca

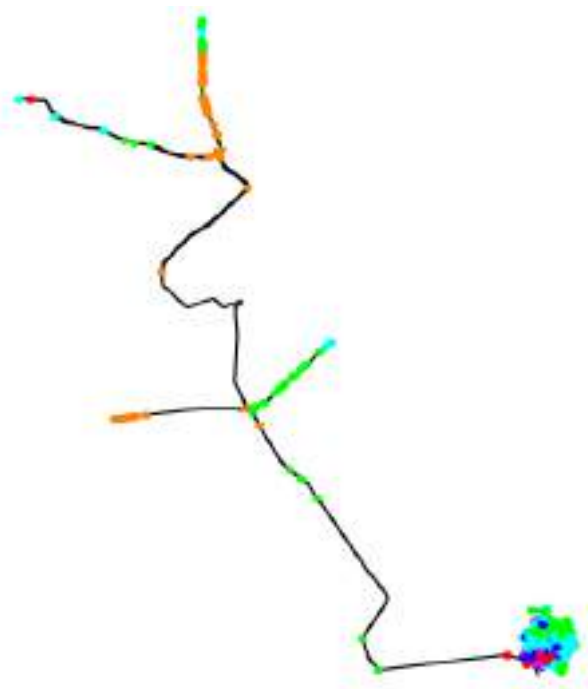
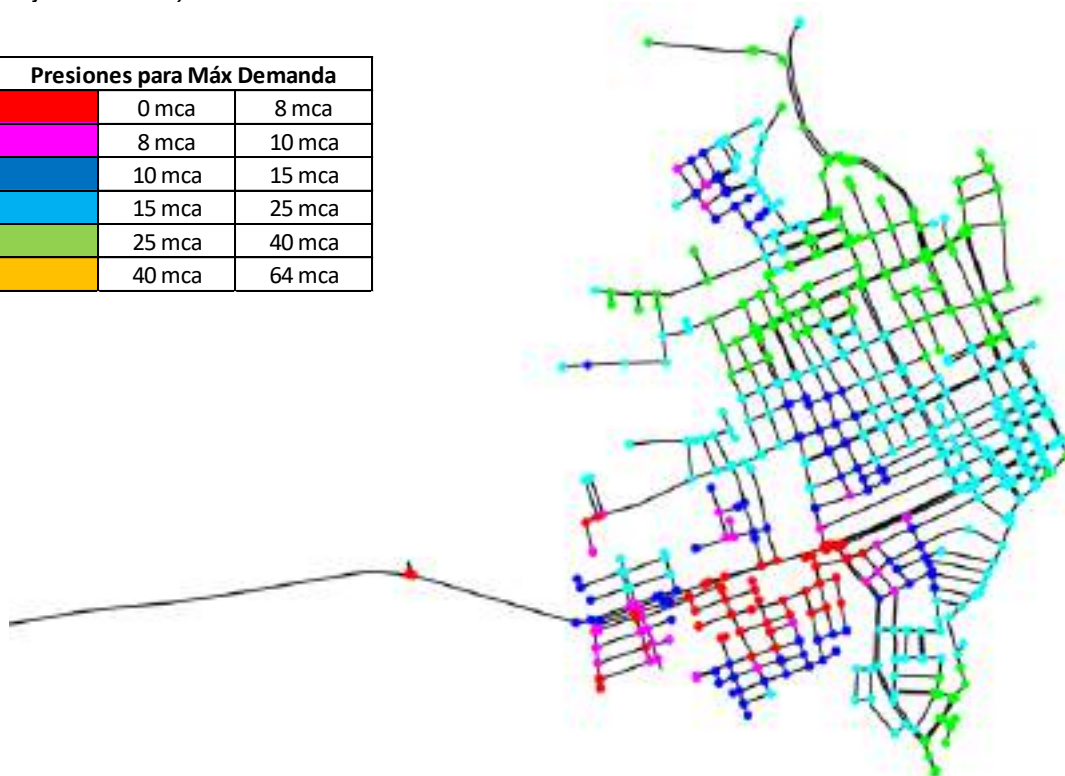


Figura 13.134: Gráfico Presión en Nodos (para Demanda máxima) – Modelo Escenario actual (Posorja Cabecera)

Presiones para Máx Demanda		
	0 mca	8 mca
	8 mca	10 mca
	10 mca	15 mca
	15 mca	25 mca
	25 mca	40 mca
	40 mca	64 mca



Se observan presiones del orden de 8 mca en la zona más cercana a la reserva, debido a la poca diferencia topográfica existente entre la misma y esos puntos (<10 metros), por lo cual no es posible brindar al sistema una presión mínima de 10 mca con el nivel o carga hidráulica que brinda la actual reserva.

Análisis del Modelo – Presión máxima en Nodos

Figura 13.135: Gráfico Presión Máxima en Nodos – Modelo Escenario actual (Sistema San Juan)

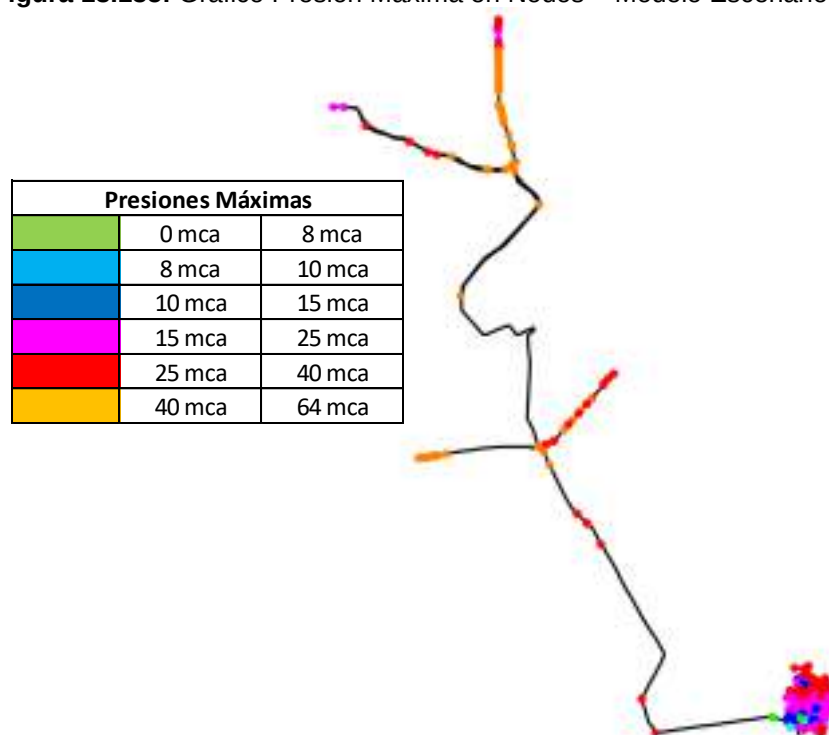
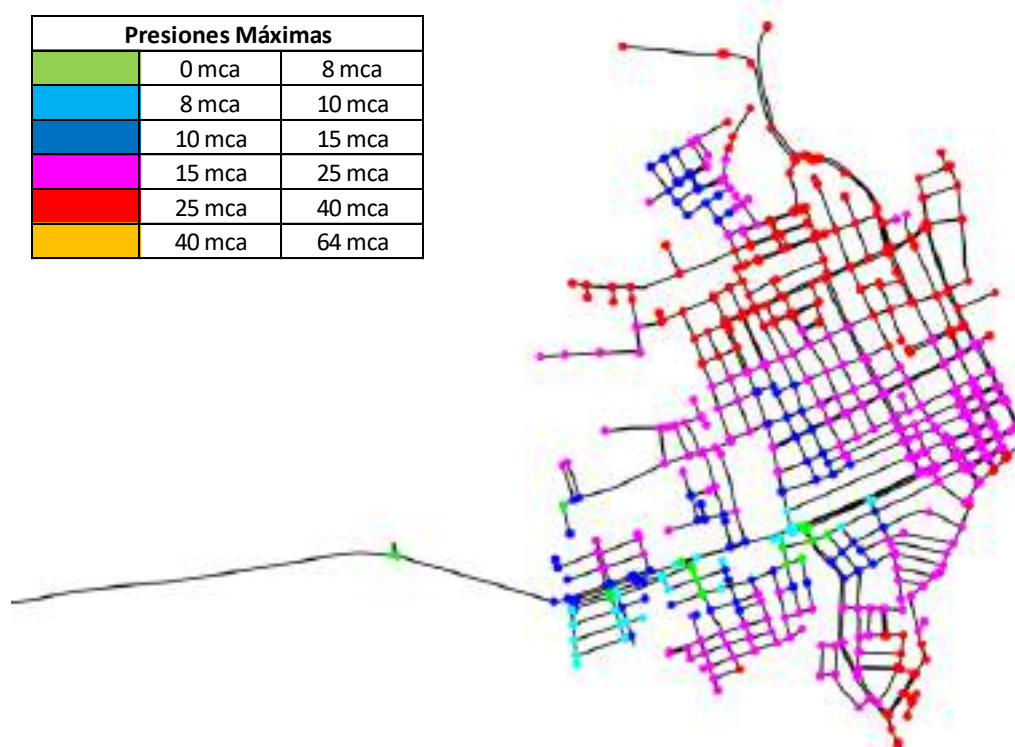


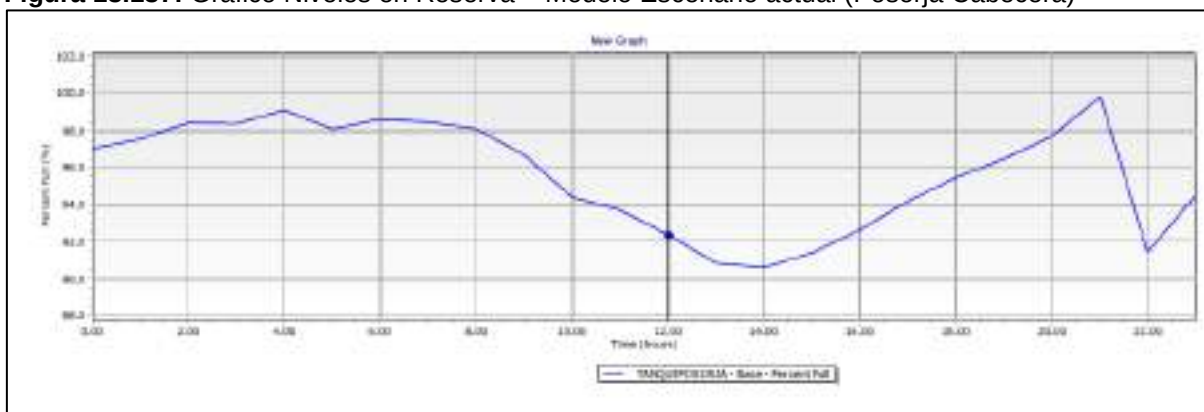
Figura 13.136: Gráfico Presión Máxima en Nodos – Modelo Escenario actual (Posorja Cabecera)



No se observan zonas con presiones mayores a la máxima recomendada (40 mca).

Análisis del Modelo – Nivel en Reserva

Figura 13.137: Gráfico Niveles en Reserva – Modelo Escenario actual (Posorja Cabecera)



Se observa que la reserva mantiene una presión relativamente constante con tendencia a la baja, por lo que si se mantienen consumos altos durante mucho tiempo (sin una merma de demanda) el volumen no alcanza para regular los picos.

Sistema Puná Cabecera

Descripción general del Sistema de Transporte y Distribución de Agua Potable

Se bombea el agua tratada en la Planta desde el Tanque de almacenamiento de agua de 250 m³, a través de 3 equipos de bombeo (más uno de reserva), hasta los 6 tanques de 20 m³ existentes en la sede de INTERAGUA en Puná Alta; desde estas reservas, a través de un bombeo, se alimenta al Tanque elevado de 150 m³, el cual finalmente distribuye el agua a la red, a los sectores Puná Alto y Puná Bajo.

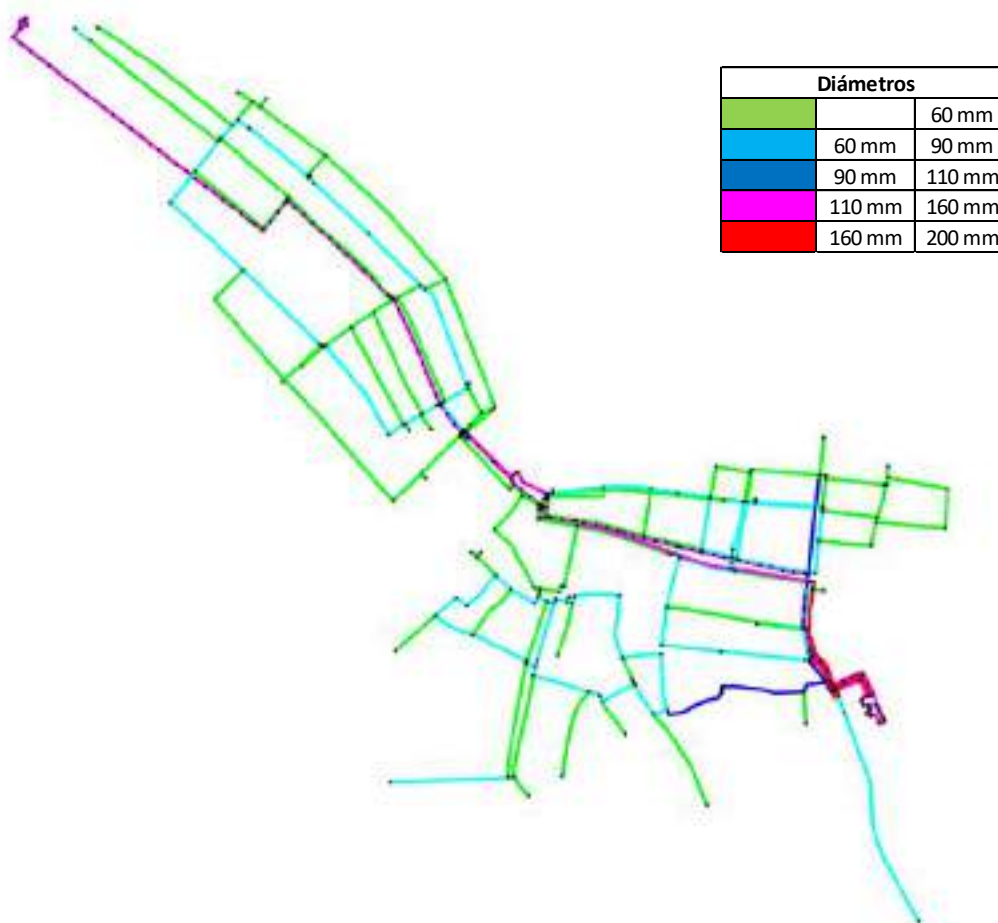
Esta configuración de diseño fue la que se incorporó al Modelo.

Construcción del Modelo para el Escenario actual

Tabla 13.147: Datos del Modelo hidráulico – Escenario actual (Sistema Puná Cabecera)

DATOS DEL MODELO	Escenario actual	
Cantidad de Tramos	405	Un
Cantidad de Nudos	350	Un
Cantidad de Custom Meters	802	Un
Longitud Total de Red	10,9	km

Figura 13.138: Esquema del Modelo de Transporte y Distribución de Agua Potable– Escenario actual (Sistema Puná Cabecera)



Se calibró el modelo para el mes de mayor consumo; para este caso, analizando los datos de caudales aportados, esta situación corresponde al mes de enero 2021.

Demandas

A continuación, se presentan los valores de Consumo medidos del mes de enero 2021 distribuidos en función de las Conexiones informadas por IA y relacionados con la cantidad de CM del Modelo:

Tabla 13.148: Datos de Conexiones y Consumo Promedio – Modelo Escenario actual (Sistema Puná Cabecera)

Ubicación	Conexiones Residenciales		Consumo Promedio [m ³ /mes]
PUNA	100%	802	11,6

A continuación, se presenta el cálculo del ANC del mes seleccionado y los datos de Demanda de cálculo utilizados en el Modelo:

Tabla 13.149: Determinación del ANC – Modelo Escenario actual (Sistema Puná Cabecera)

Mes	Volumen Entregado [m ³]	Volumen Contabilizado [m ³]	ANC [%]

01/2021	13.443	9.294	30,5%

Tabla 13.150: Demanda de cálculo - Modelo Escenario actual (Sistema Puná Cabecera)

Compatibilización con Medición (mes: ENERO 2021)			
Ubicación	MODELO ESCENARIO ACTUAL		
	Demanda de cálculo [m3/mes]	Consumo [m3]	Pérdidas [m3]
		69,5%	30,5%
PUNA	13.443	9.342	4.101

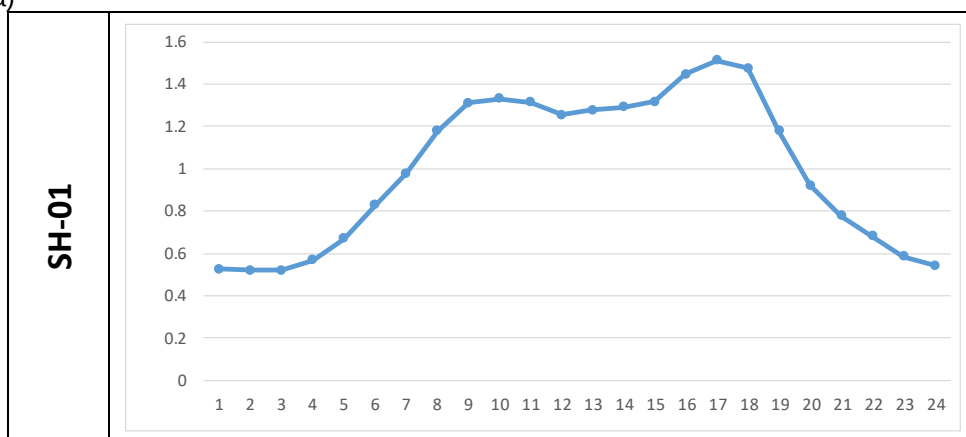
Demandas independientes de la presión: Consumos

Las demandas independientes de la presión se encuentran distribuidas en los diferentes CM en función de la siguiente tabla:

Tabla 13.151: Consumo por CM adoptada - Modelo Escenario actual (Sistema Puná Cabecera)

Ubicación	CUSTOM METERS	Volumen total de Consumo [m³/mes]	Consumo por Custom Meter [m³/h]
PUNA	802	9.342	0,016

El perfil de consumo fue obtenido de las mediciones de caudal de la salida del Tanque elevado, por lo que se obtuvo la siguiente función de demanda:

Figura 13.139: Curva de perfil de consumo adoptada – Modelo Escenario actual (Sistema Puná Cabecera)

La forma obtenida de demanda fue satisfactoria a la hora de verificar los diferentes puntos de presión.

Calibración del Modelo**Comparación valores Medidos Vs Calculados – Presión**

A continuación, se muestran los valores de presión media y de error medio de cada punto de medición de presión.

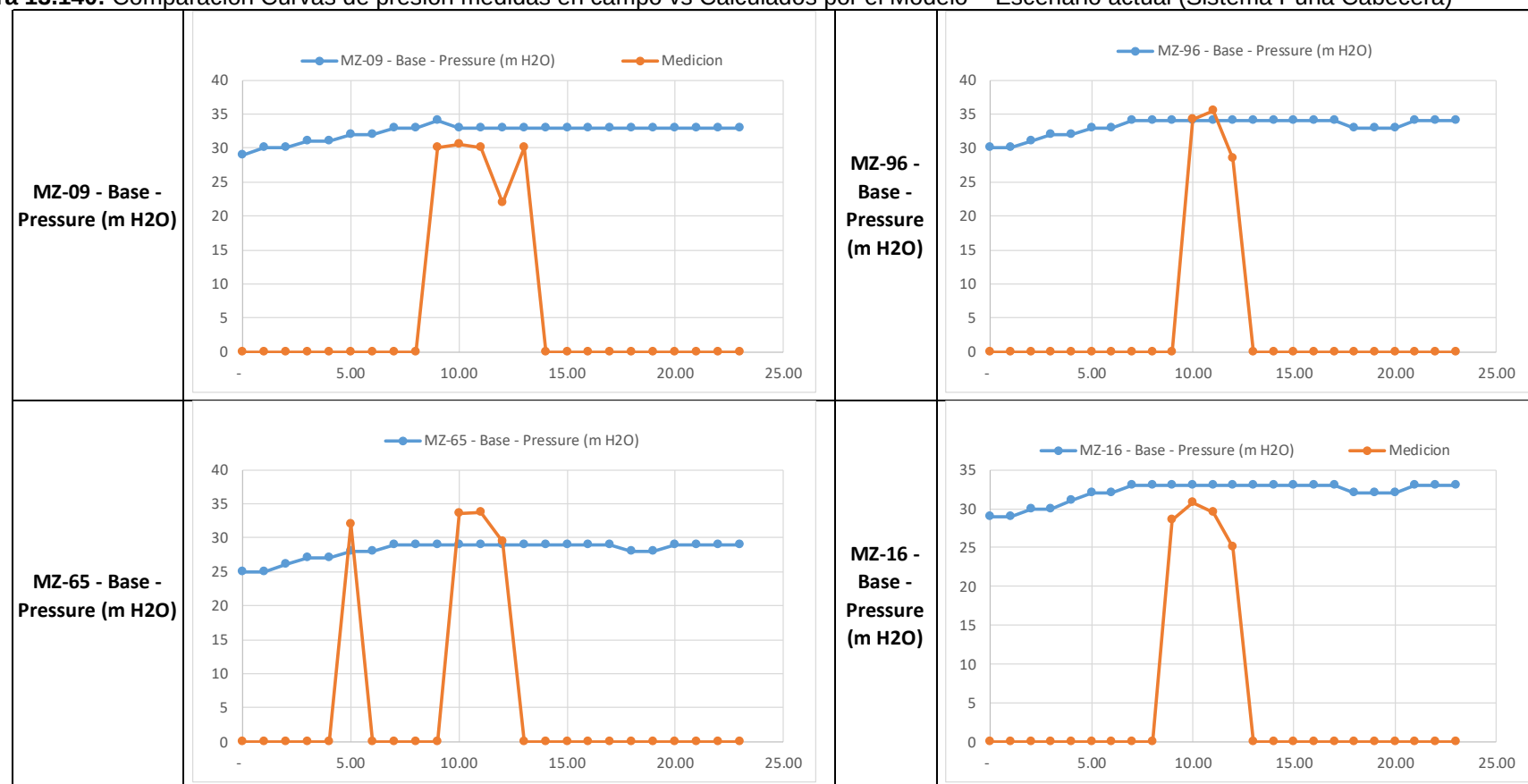
Tabla 13.152: Comparación valores medidos en campo vs Calculados por el Modelo - Escenario actual (Sistema Puná Cabecera)

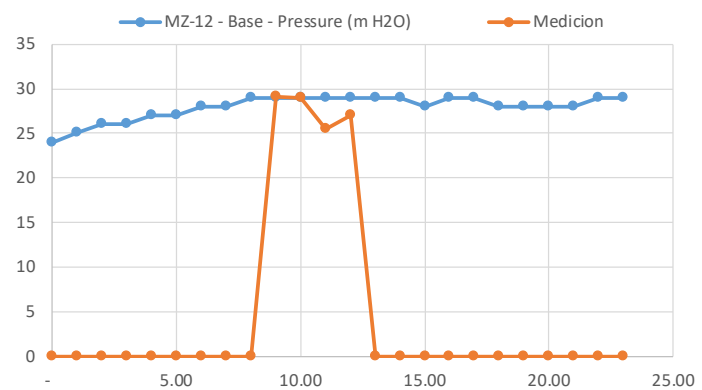
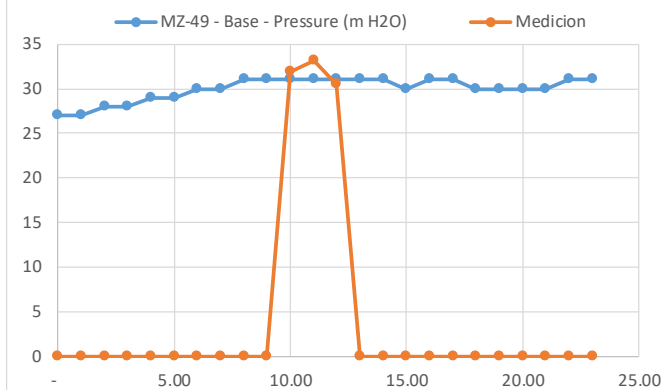
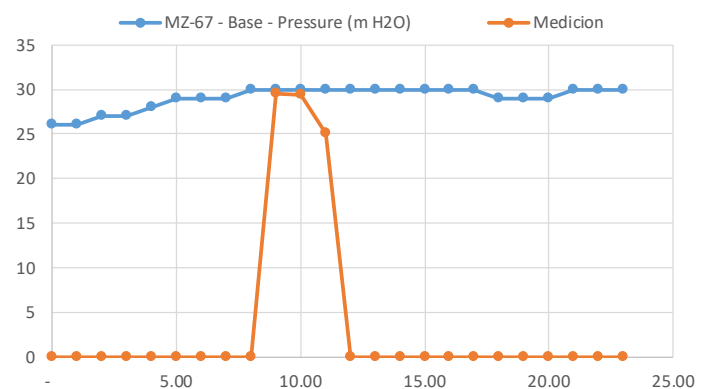
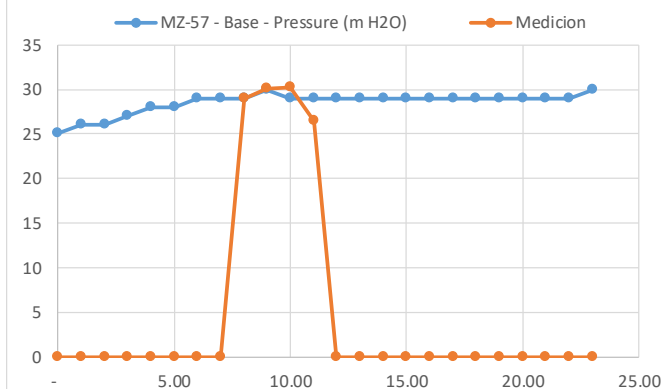
MEDICIONES DE PRESIÓN														
PUNTOS DE MEDICION	Estático	MZ-09 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-65 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-12 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-67 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-96 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-16 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-49 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-57 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-15 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-97 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-34 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-06 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-21 - Base - Pressure [m H ₂ O]
	Presión Promedio Medida [mca]	32,38	28,21	27,92	29,08	33,17	32,13	29,96	28,50	33,88	30,17	30,21	27,21	28,29
	Error Medio [mca]	0,98	0,07	0,29	0,26	0,26	0,76	-0,11	0,05	1,04	-0,22	-0,24	0,06	0,21
	Error Medio [%]	3,0%	0,3%	1,0%	0,9%	0,8%	2,4%	0,4%	0,2%	3,1%	0,7%	0,8%	0,2%	0,8%

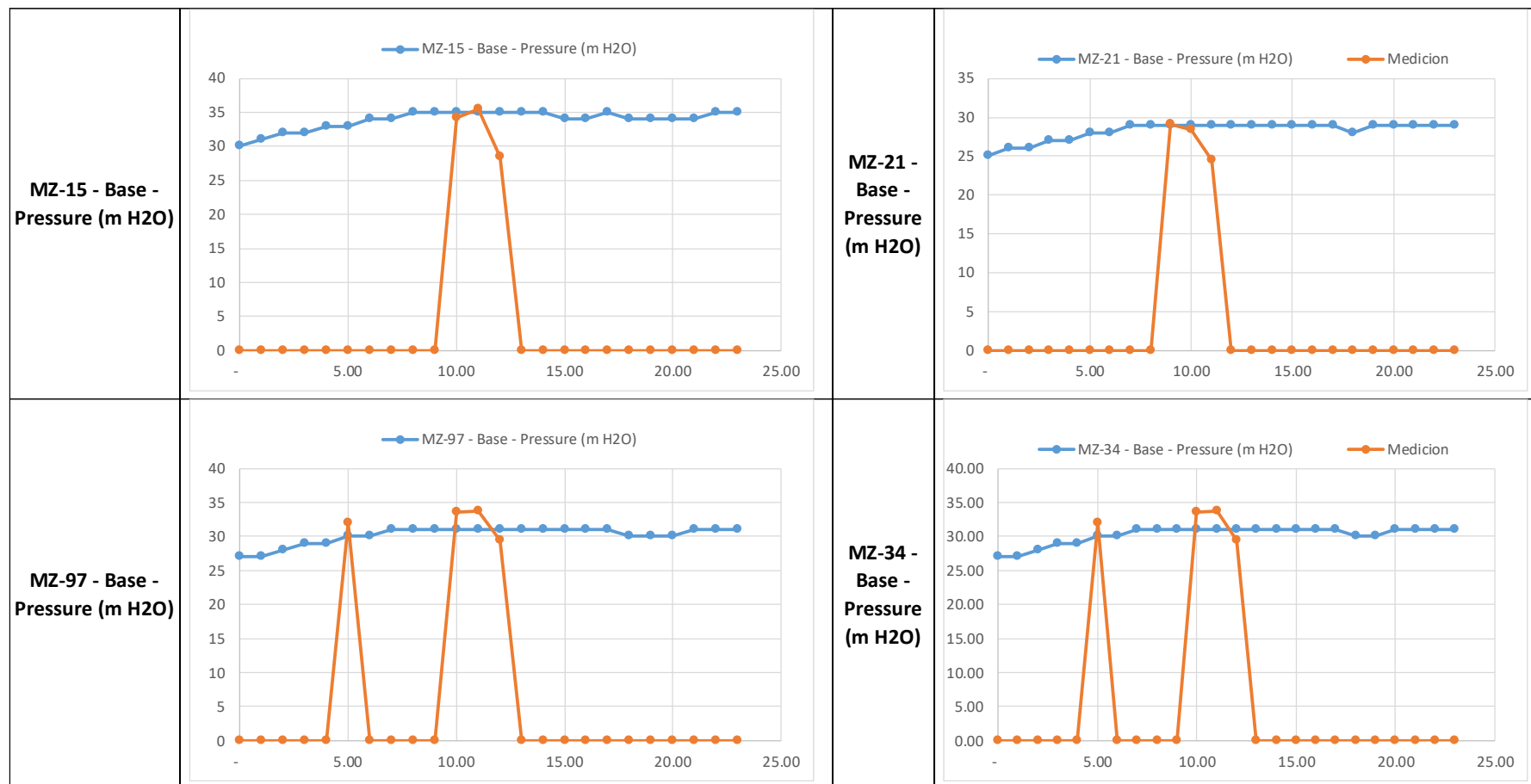
En este caso, los datos de medición de presión aportados corresponden, en cada punto, a una medición por día, y a su vez, en diferentes horas. Por lo cual, no es posible confeccionar una curva de presión en función del tiempo en cada punto.

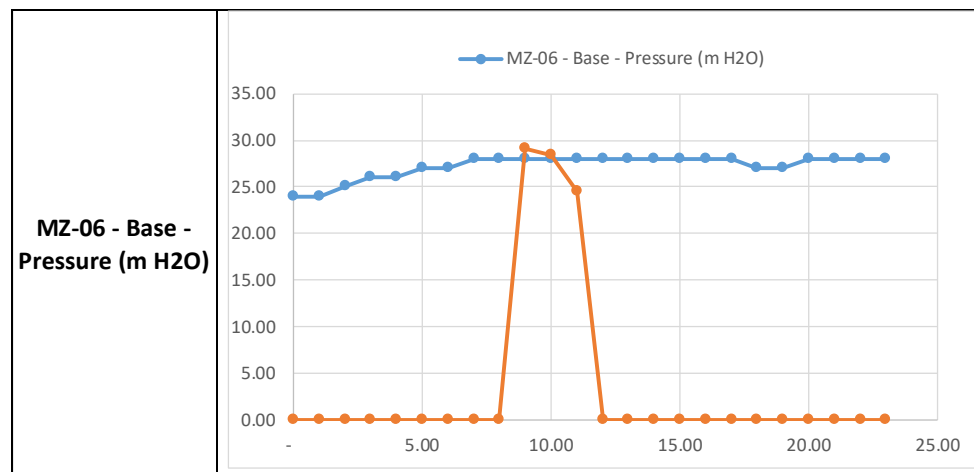
Se observa que el error medio entre los puntos de medición en campo y el Modelo son inferiores al 5%, por lo cual se considera que la calibración está lograda.

A continuación, se presenta la correlación lograda entre las curvas de presión obtenidas de las mediciones de campo y los valores arrojados por el Modelo, en función de las diferentes curvas de demanda adoptadas:

Figura 13.140: Comparación Curvas de presión medidas en campo vs Calculados por el Modelo – Escenario actual (Sistema Puná Cabecera)

**MZ-12 - Base -
Pressure (m H2O)****MZ-49 - Base -
Pressure (m H2O)****MZ-67 - Base -
Pressure (m H2O)****MZ-57 - Base -
Pressure (m H2O)**





Comparación valores Medidos Vs Calculados – Caudal

A continuación, se muestran los valores de caudal medio y de error medio de cada punto de medición de caudal:

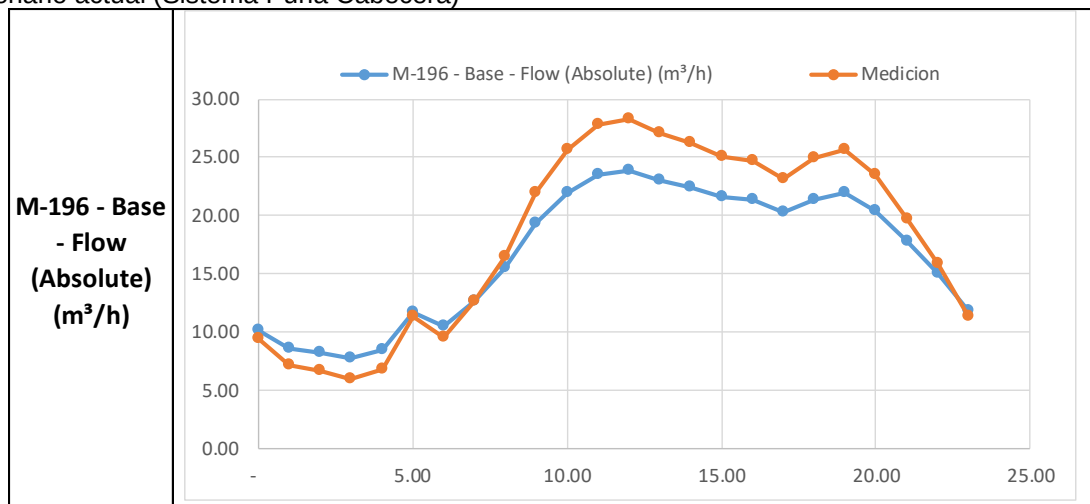
Tabla 13.153: Comparación valores medidos en campo vs Calculados por el Modelo - Escenario actual (Sistema Puná Cabecera)

MEDICIONES DE CAUDAL		
PUNTOS DE MEDICION	Estático	M-196 - Base - Flow (Absolute) [m³/h]
	Caudal Promedio Medido [mca]	16,62
	Error Medio [mca]	-1,59
	Error Medio [%]	9,5%

Se observa que el error medio entre los puntos de medición en campo y el modelo son inferiores al 6%, por lo cual, puede asumirse que la calibración está lograda.

A continuación, se presenta la correlación lograda entre las curvas de caudal obtenidas de las mediciones de campo y los valores arrojados por el Modelo, en función de las diferentes curvas de demanda adoptadas.

Figura 13.141: Comparación valores de Caudal medidos en campo vs Calculados por el Modelo – Escenario actual (Sistema Puná Cabecera)



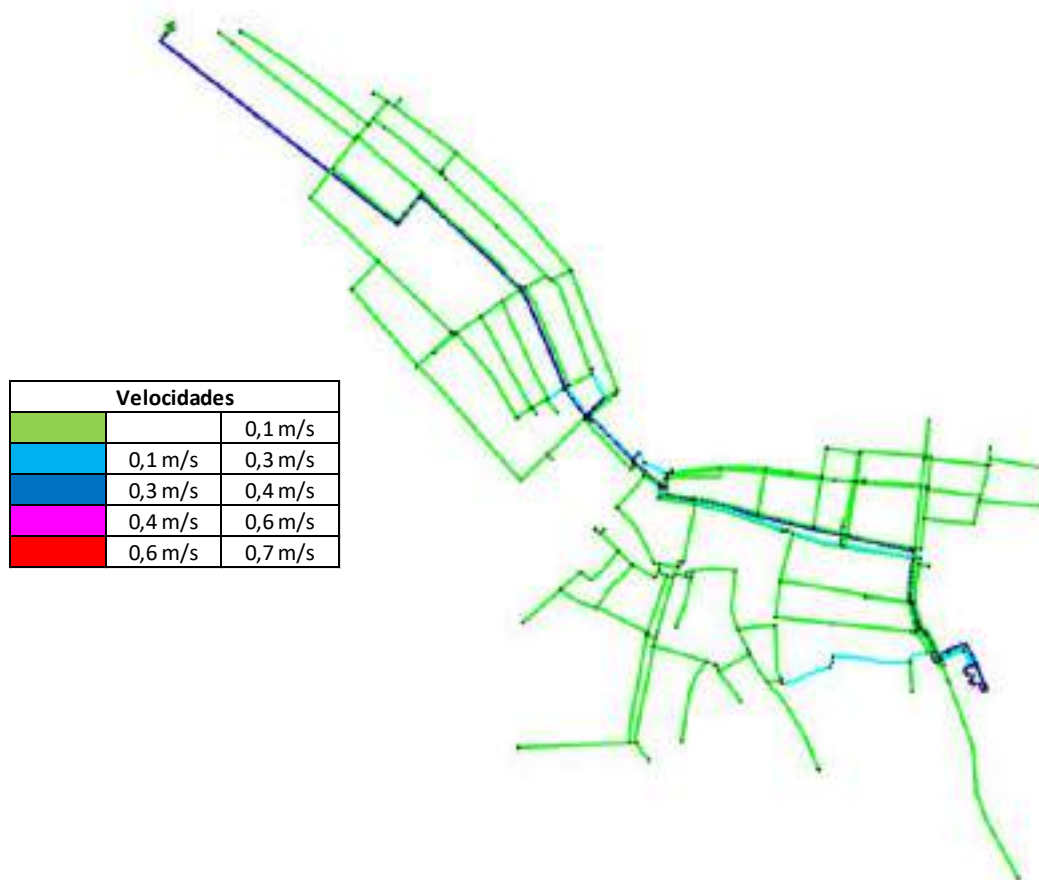
Resultados

A continuación, se realiza un análisis de los valores de velocidades, caudales y presiones (tramos y nodos), mediante una estratificación, con la cual se observan gráficamente los valores dentro de cada rango.

Se analizan valores máximos y mínimos de presión, con el fin de identificar sectores que no cumplen con los requerimientos (Presión para la Demanda máxima ≥ 10 mca; Presión máxima < 40 mca).

Análisis del Modelo – Velocidades máximas en Tramos

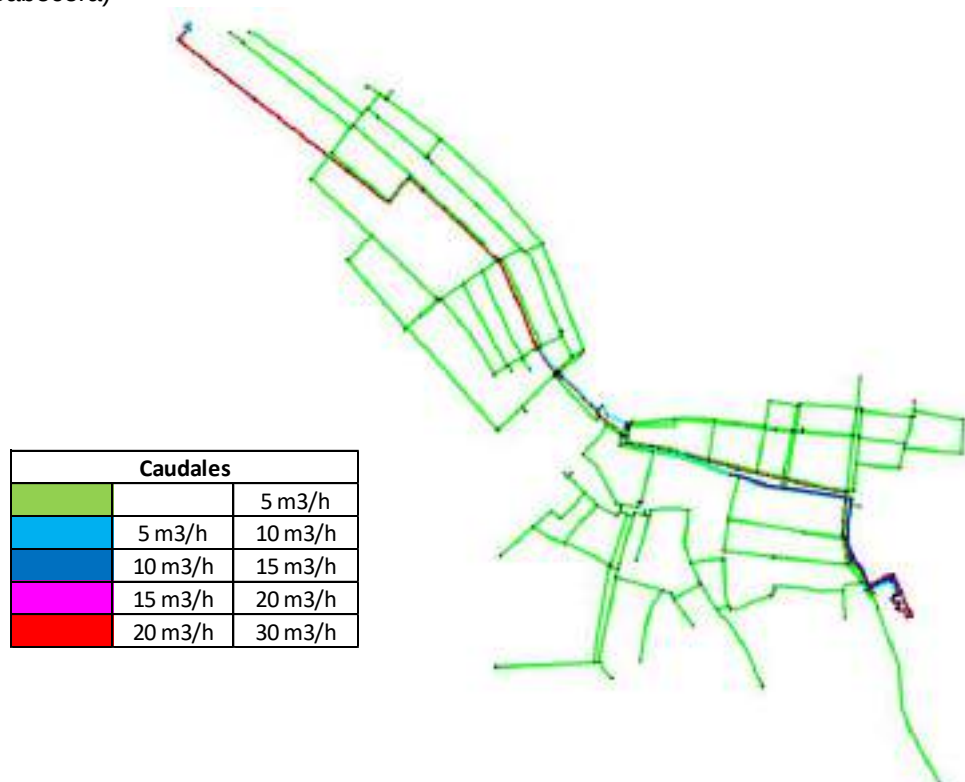
Figura 13.142: Gráfico Velocidades máximas en Tramos – Modelo Escenario actual (Sistema Puná Cabecera)



No se observan tramos con velocidades mayores a las admisibles.

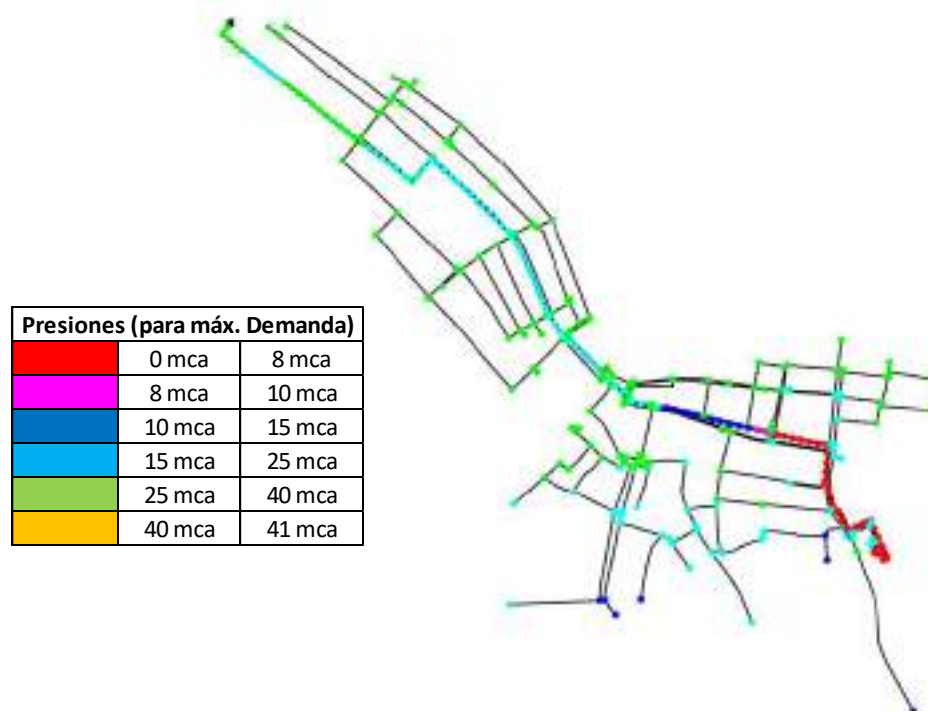
Análisis del Modelo – Caudales máximos en tramos

Figura 13.143: Gráfico Caudales máximos en Tramos – Modelo Escenario actual (Sistema Puná Cabecera)



Análisis del Modelo – Presión en Nodos (para Máxima demanda)

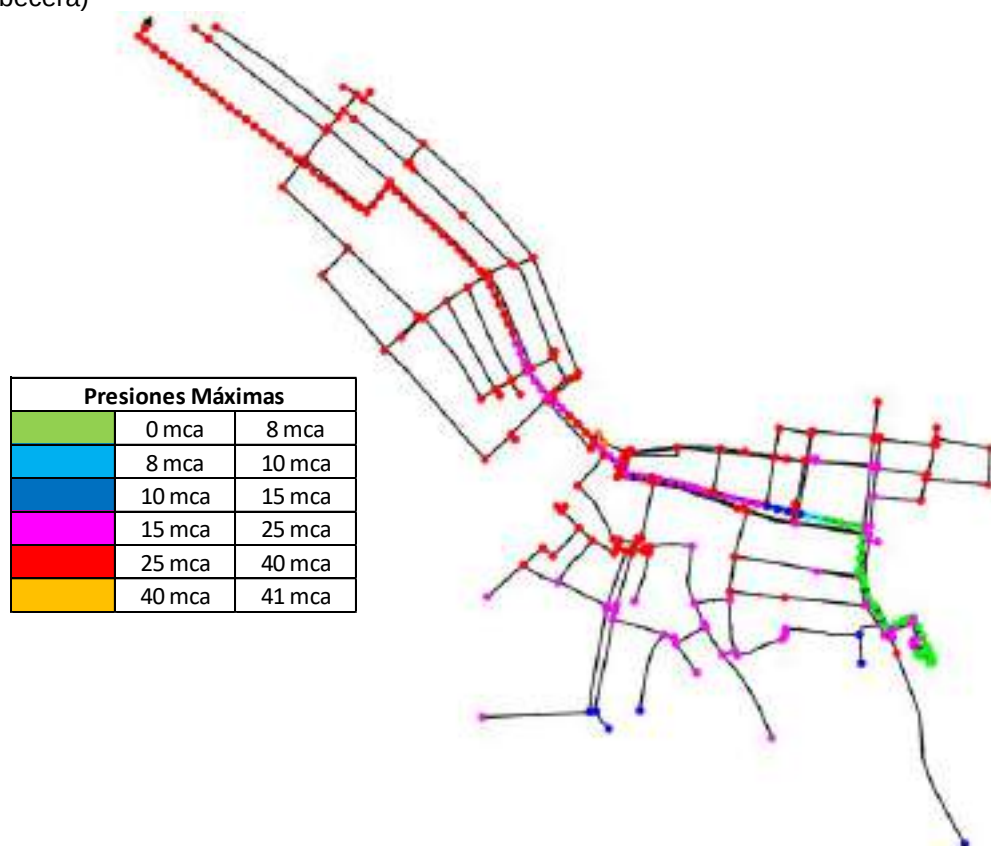
Figura 13.144: Gráfico Presión en Nodos (para Máxima demanda) – Modelo Escenario actual (Sistema Puná Cabecera)



No se observan zonas con presiones <10 mca. Los tramos que se observan de color rojo corresponden a la tubería de transporte entre la EBAT y los Tanques.

Análisis del Modelo – Presión Máxima en Nodos

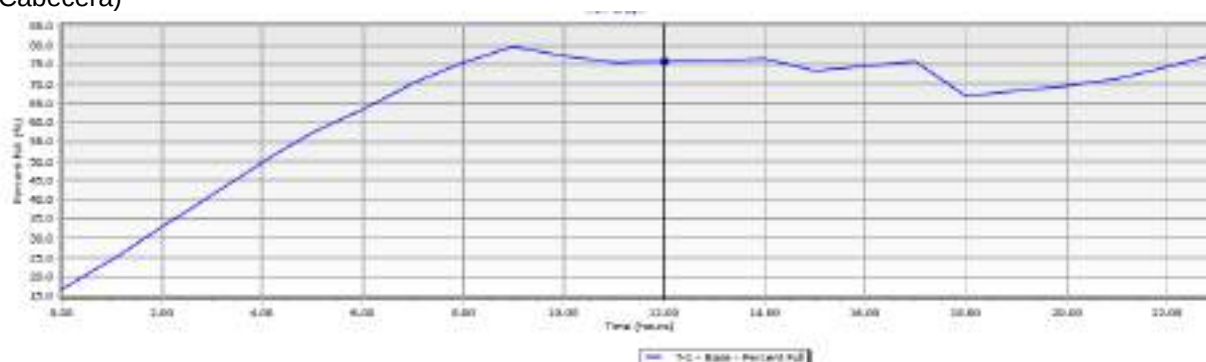
Figura 13.145: Gráfico Presión Máxima en Nodos – Modelo Escenario actual (Sistema Puná Cabecera)



No se observan presiones mayores a la admisible.

Análisis del Modelo – Nivel en Reservas

Figura 13.146: Gráfico Niveles en Tanque Elevado – Modelo Escenario actual (Sistema Puná Cabecera)



Sistema Tenquel Cabecera

Descripción general del Sistema de Transporte y Distribución de Agua Potable

Se bombea el agua tratada en la Planta desde el Tanque de almacenamiento de agua de 440 m³, a través de 2 equipos de bombeo (más uno de reserva), hasta el Tanque elevado de 88 m³; desde el mismo se distribuye el agua a la red.

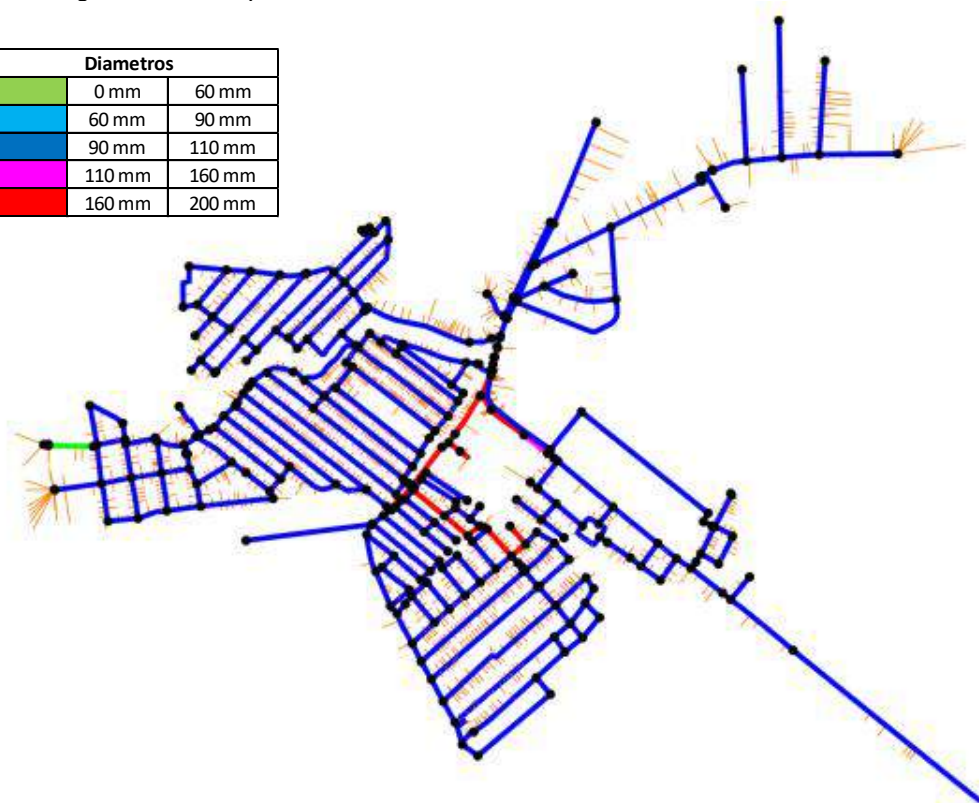
El Modelo se inicia desde dicho Tanque elevado.
Construcción del Modelo para el Escenario actual

Tabla 13.154: Datos del Modelo hidráulico – Escenario actual (Sistema Tenguel Cabecera)

DATOS DEL MODELO	Escenario actual	
Cantidad de Tramos	376	Un
Cantidad de Nudos	303	Un
Cantidad de Custom Meters	2.460	Un
Longitud Total de Red	26,97	km

Figura 13.147: Esquema del Modelo de Transporte y Distribución de Agua Potable– Escenario actual (Sistema Tenguel Cabecera)

Diametros		
	0 mm	60 mm
	60 mm	90 mm
	90 mm	110 mm
	110 mm	160 mm
	160 mm	200 mm



Se calibró el modelo para el mes de mayor consumo; para este caso, analizando los datos de caudales aportados, esta situación corresponde al mes de enero 2.021.

Demandas

A continuación, se presentan los valores de Consumo medidos del mes de enero 2.021 distribuidos en función de las Conexiones informadas por IA y relacionados con la cantidad de CM del Modelo:

Tabla 13.155: Datos de Conexiones y Consumo Promedio – Modelo Escenario actual (Sistema Tenguel Cabecera)

Ubicación	Conexiones Residenciales		Consumo Promedio [m³/mes]
TENGUEL	100%	2.460	19,5

A continuación, se presenta el cálculo del ANC del mes seleccionado y los datos de Demanda de cálculo utilizados en el Modelo:

Tabla 13.156: Determinación del ANC – Modelo Escenario actual (Sistema Tenguel Cabecera)

Mes	Volumen Entregado [m ³]	Volumen Contabilizado [m ³]	ANC [%]
01/2021	62.936	53.976	14,2%

Tabla 13.157: Demanda de cálculo - Modelo Escenario actual (Sistema Tenguel Cabecera)

Compatibilización con Medición (mes: ENERO 2021)			
Ubicación	MODELO ESCENARIO ACTUAL		
	Demanda de cálculo [m ³ /mes]	Consumo [m ³]	Pérdidas [m ³]
		85,8%	14,2%
TENGUEL	56.040	48.062	7.978

Demandas independientes de la presión: Consumos

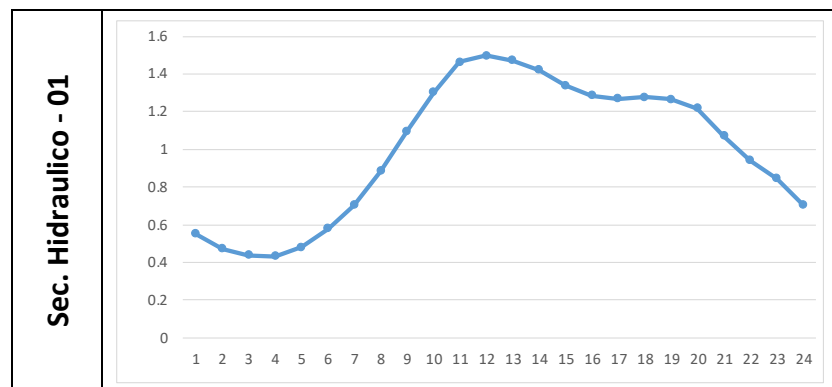
Las demandas independientes de la presión se encuentran distribuidas en los diferentes CM en función de la siguiente tabla:

Tabla 13.158: Consumo por CM adoptada - Modelo Escenario actual (Sistema Tenguel Cabecera)

Ubicación	CUSTOM METERS	Volumen total de Consumo [m ³ /mes]	Consumo por Custom Meter [m ³ /h]
TENGUEL	2.460	48.062	0,027

El perfil de consumo fue obtenido de las mediciones de caudal de la salida del Tanque elevado, por lo que se obtuvo la siguiente función de demanda:

Figura 13.148: Curva de perfil de consumo adoptada – Modelo Escenario actual (Sistema Tenguel Cabecera)



La forma obtenida de demanda fue satisfactoria a la hora de verificar los diferentes puntos de presión.

Calibración del Modelo

Comparación valores Medidos Vs Calculados – Presión

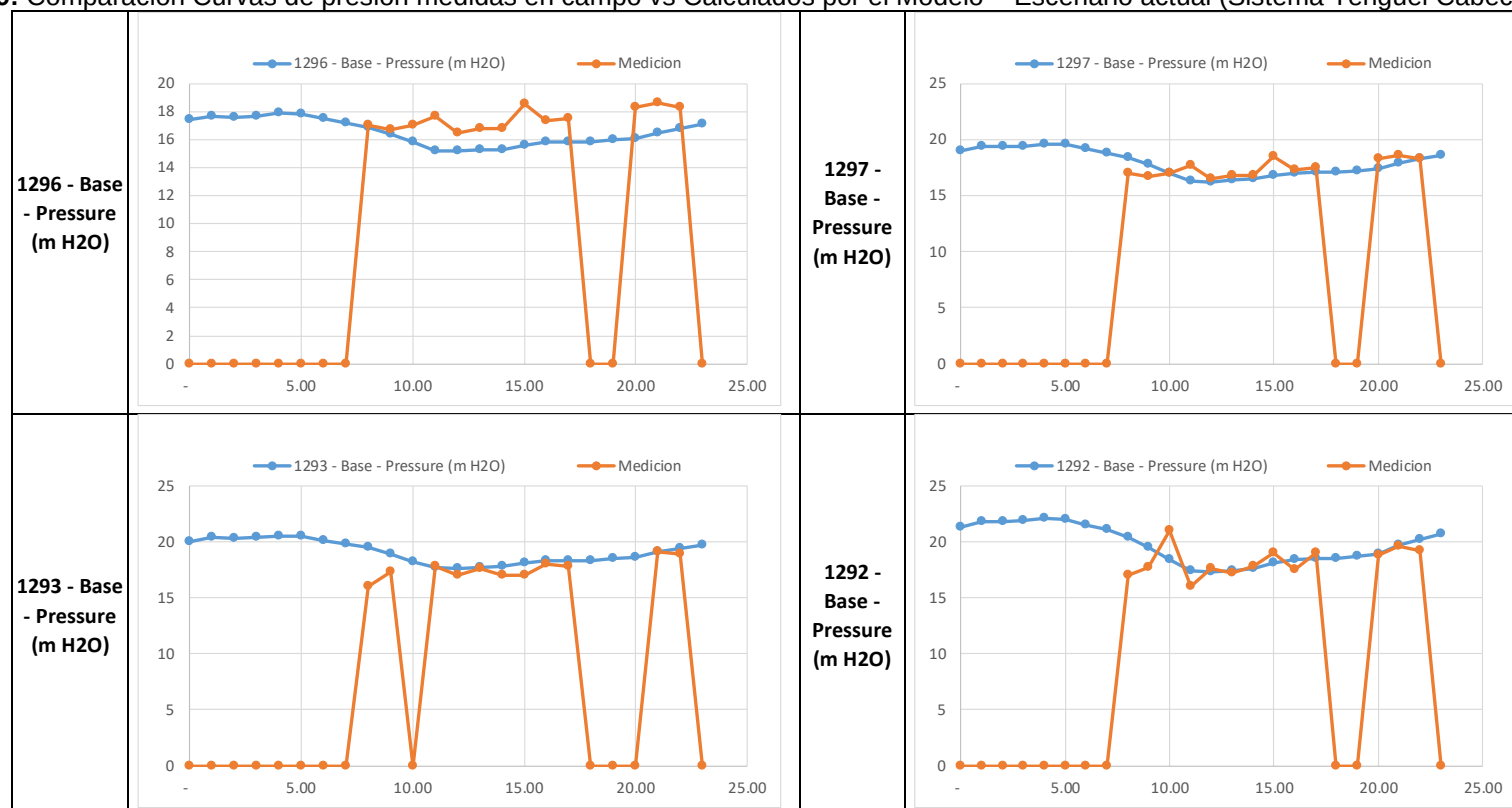
A continuación, se muestran los valores de presión media y de error medio de cada punto de medición de presión.

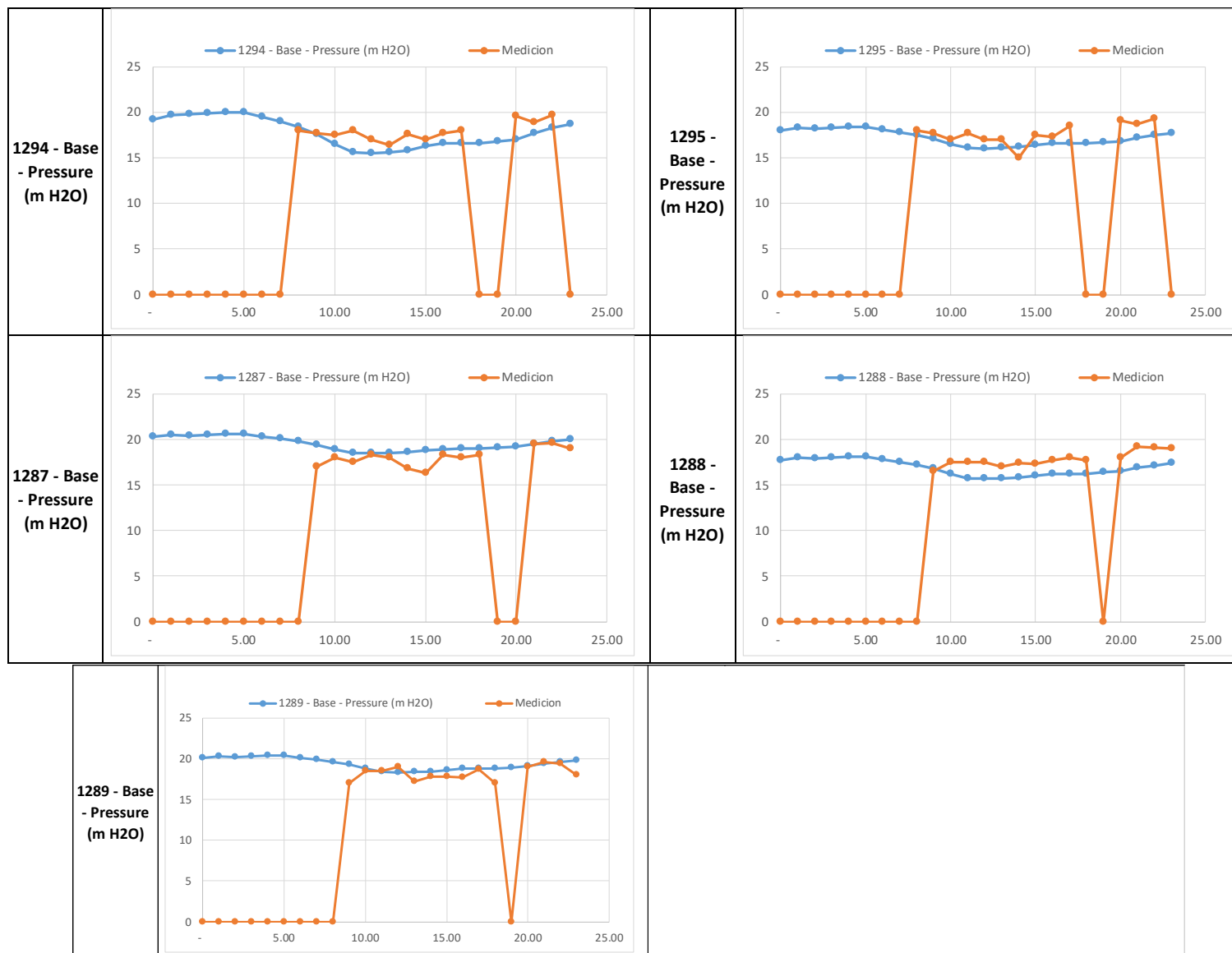
Tabla 13.159: Comparación valores medidos en campo vs Calculados por el Modelo - Escenario actual (Sistema Tenguel Cabecera)

MEDICIONES DE PRESIÓN									
Estático	1296 - Base - Pressure [m H ₂ O]	1293 - Base - Pressure [m H ₂ O]	1294 - Base - Pressure [m H ₂ O]	1287 - Base - Pressure [m H ₂ O]	1289 - Base - Pressure [m H ₂ O]	1288 - Base - Pressure [m H ₂ O]	1297 - Base - Pressure [m H ₂ O]	1292 - Base - Pressure [m H ₂ O]	1295 - Base - Pressure [m H ₂ O]
Presión Promedio Medido [mca]	16,52	19,07	17,78	19,53	19,36	16,88	17,93	19,72	17,21
Error Medio [mca]	-1,56	0,91	0,40	1,06	0,96	0,30	1,27	1,27	1,18
Error Medio [%]	9,4%	4,8%	2,2%	5,4%	4,9%	1,8%	7,1%	6,4%	6,8%

Se observa que el error medio entre los puntos de medición en campo y el Modelo son inferiores al 5%, por lo cual se considera que la calibración está lograda.

A continuación, se presenta la correlación lograda entre las curvas de presión obtenidas de las mediciones de campo y los valores arrojados por el Modelo, en función de las diferentes curvas de demanda adoptadas:

Figura 13.149: Comparación Curvas de presión medidas en campo vs Calculados por el Modelo – Escenario actual (Sistema Tenguel Cabecera)



Comparación valores Medidos Vs Calculados – Caudal

A continuación, se muestran los valores de caudal medio y de error medio de cada punto de medición de caudal:

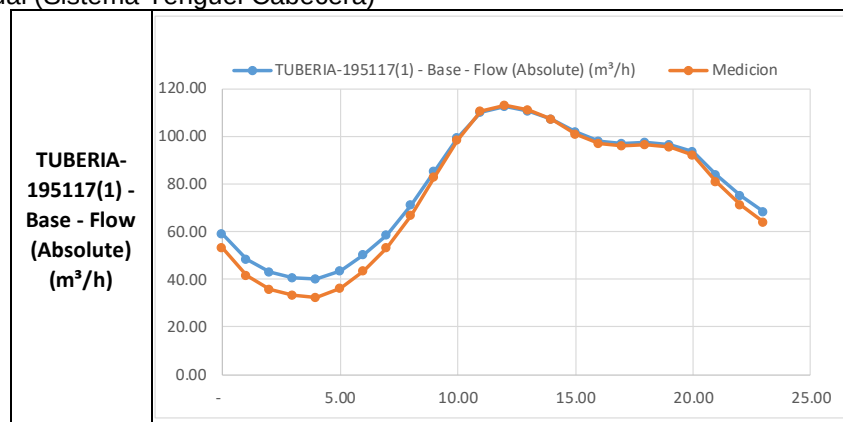
Tabla 13.160: Comparación valores medidos en campo vs Calculados por el Modelo - Escenario actual (Sistema Tenguel Cabecera)

MEDICIONES DE CAUDAL		
PUNTOS DE MEDICION	Estático	TUBERIA-195117 - Base - Flow (Absolute) [m³/h]
	Caudal Promedio Medido (mca)	78,84
	Error Medio (mca)	3,27
	Error Medio (%)	4,1

Se observa que el error medio entre los puntos de medición en campo y el modelo son inferiores al 5%, por lo cual, puede asumirse que la calibración está lograda.

A continuación, se presenta la correlación lograda entre las curvas de caudal obtenidas de las mediciones de campo y los valores arrojados por el Modelo, en función de las diferentes curvas de demanda adoptadas.

Figura 13.150: Comparación valores de Caudal medidos en campo vs Calculados por el Modelo – Escenario actual (Sistema Tenguel Cabecera)



Resultados

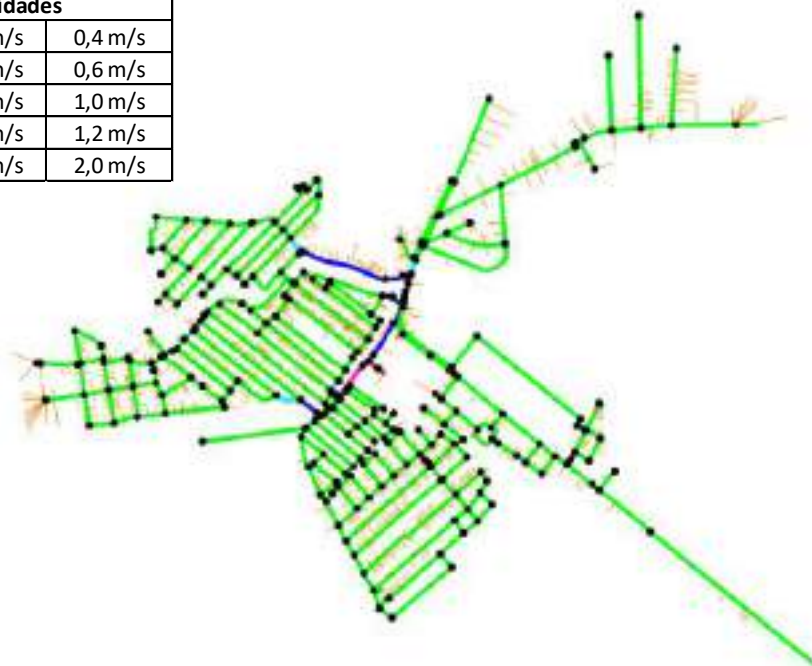
A continuación, se realiza un análisis de los valores de velocidades, caudales y presiones (tramos y nodos), mediante una estratificación, con la cual se observan gráficamente los valores dentro de cada rango.

Se analizan valores máximos y mínimos de presión, con el fin de identificar sectores que no cumplen con los requerimientos (Presión mínima para la Demanda máxima ≥ 10 mca; Presión máxima < 40 mca).

Análisis del Modelo – Velocidades máximas en Tramos

Figura 13.151: Gráfico Velocidades máximas en Tramos – Modelo Escenario actual (Sistema Tenguel Cabecera)

Velocidades		
	0,0 m/s	0,4 m/s
	0,4 m/s	0,6 m/s
	0,6 m/s	1,0 m/s
	1,0 m/s	1,2 m/s
	1,2 m/s	2,0 m/s

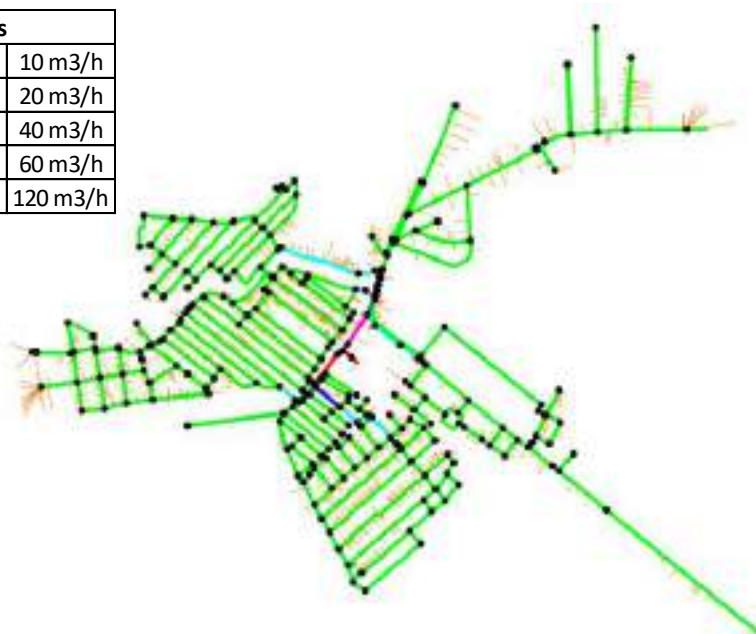


Se observan unos tramos del troncal de 160 mm con velocidades entre 0.6 y 1 m/s.

Análisis del Modelo – Caudales máximos en tramos

Figura 13.152: Gráfico Caudales máximos en Tramos – Modelo Escenario actual (Sistema Tenguel Cabecera)

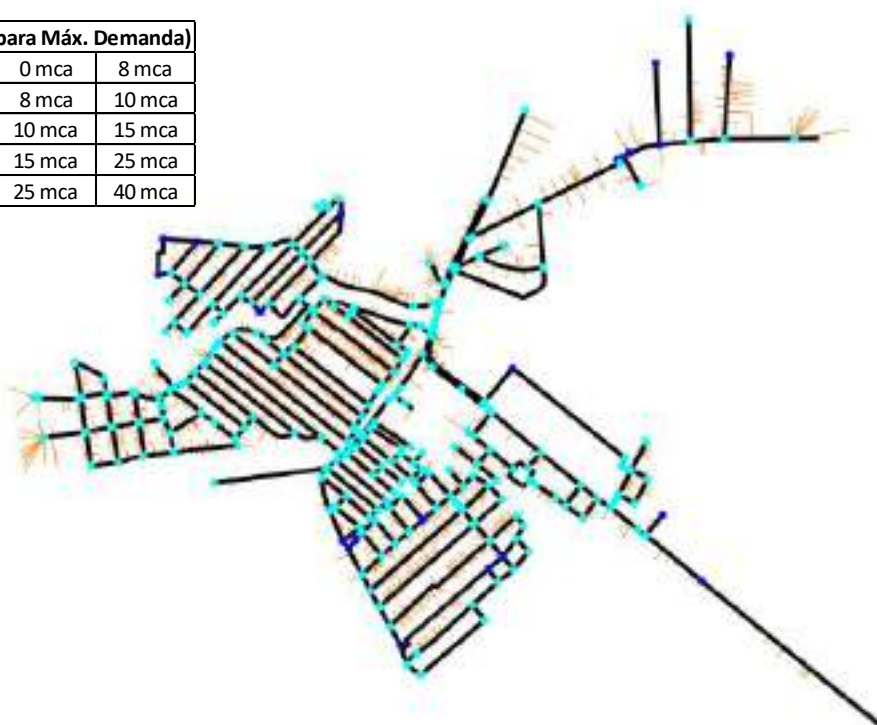
Caudales		
	0 m3/h	10 m3/h
	10 m3/h	20 m3/h
	20 m3/h	40 m3/h
	40 m3/h	60 m3/h
	60 m3/h	120 m3/h



Análisis del Modelo – Presión en Nodos (para Máxima demanda)

Figura 13.153: Gráfico Presión en Nodos (para Máxima demanda) – Modelo Escenario actual (Sistema Tenguel Cabecera)

Presiones (para Máx. Demanda)		
	0 mca	8 mca
	8 mca	10 mca
	10 mca	15 mca
	15 mca	25 mca
	25 mca	40 mca

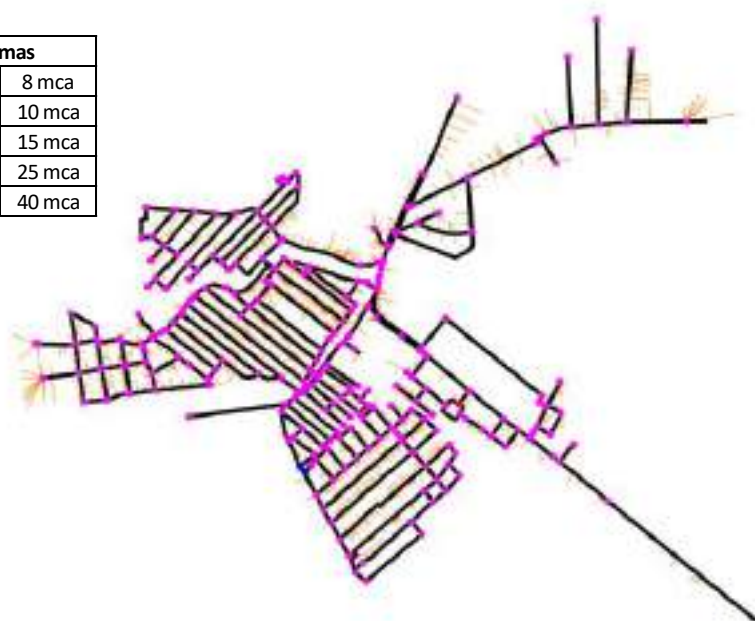


No se observan presiones <10 mca.

Análisis del Modelo – Presión Máxima en Nodos

Figura 13.154: Gráfico Presión Máxima en Nodos – Modelo Escenario actual (Sistema Tenguel Cabecera)

Presiones Máximas		
	0 mca	8 mca
	8 mca	10 mca
	10 mca	15 mca
	15 mca	25 mca
	25 mca	40 mca



No se observan presiones mayores a la admisible.

Sistema San Lorenzo

Descripción general del Sistema de Transporte y Distribución de Agua Potable

Se bombea el agua tratada en la Planta desde la Reserva de almacenamiento de agua de 200 m³ de volumen útil, a través de 1 equipo de bombeo (más uno de reserva) hasta los dos Tanques Altos (conectados entre sí) de 15 m³ de volumen útil cada uno, desde los cuales se distribuye el agua a la red mediante 3 ramales (uno hacia cada localidad: San Lorenzo del Mate, Sabana Grande y Puerto Sabana Grande).

El Modelo se inicia desde los Tanques Altos.

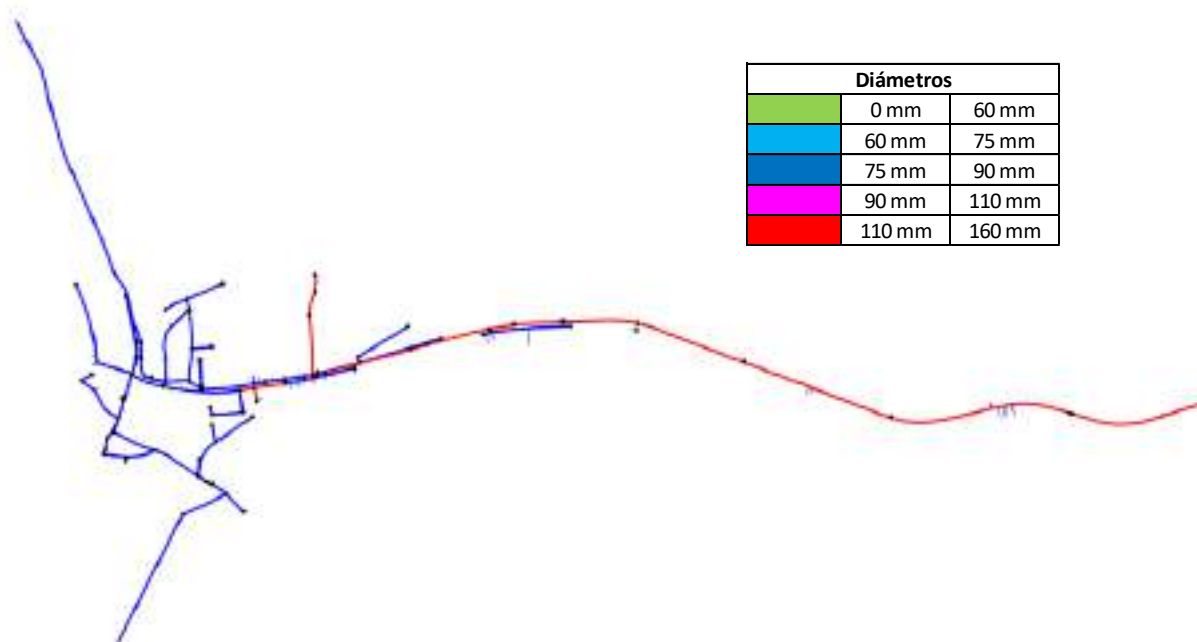
Construcción del Modelo para el Escenario actual

Tabla 13.161: Datos del Modelo hidráulico – Escenario actual (Sistema San Lorenzo)

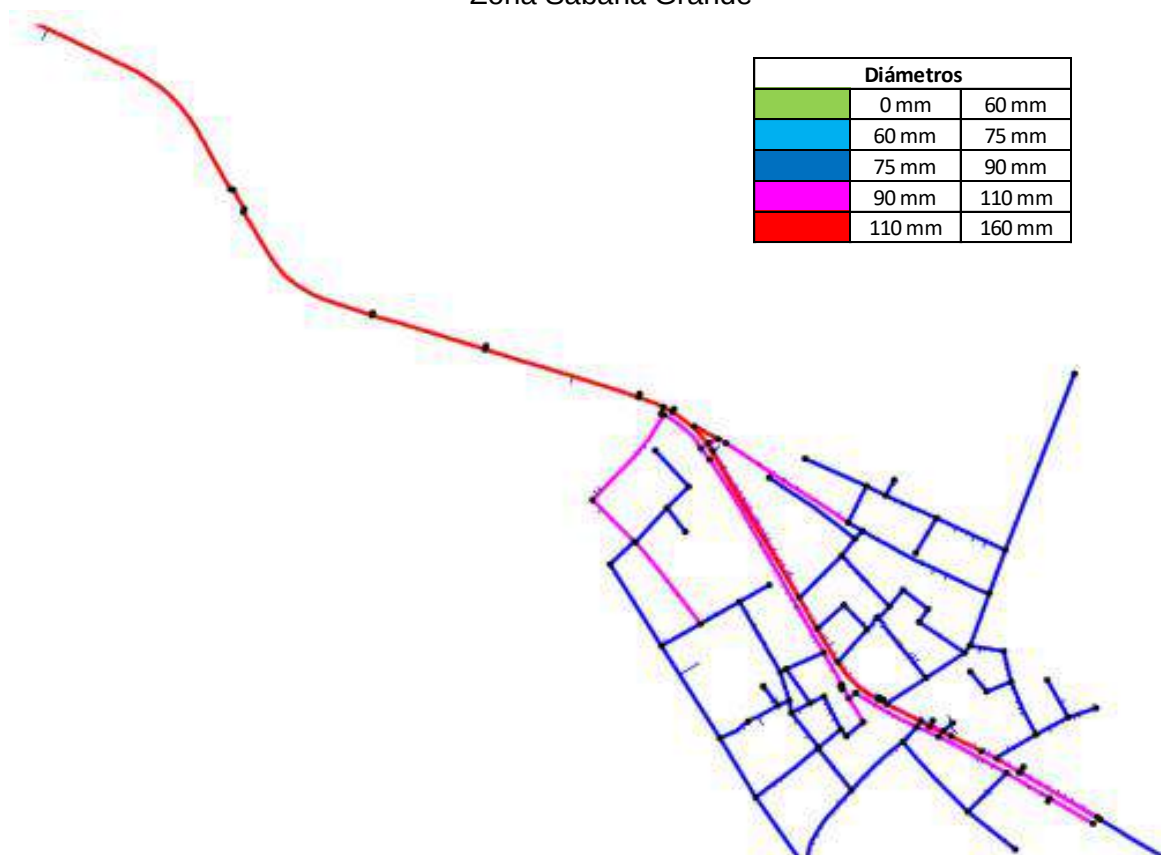
DATOS DEL MODELO	Escenario actual	
Cantidad de Tramos	332	Un
Cantidad de Nudos	307	Un
Cantidad de Custom Meters	746	Un
Longitud Total de Red	25,74	km

Figura 13.155: Esquema del Modelo de Transporte y Distribución de Agua Potable– Escenario actual (Sistema San Lorenzo)

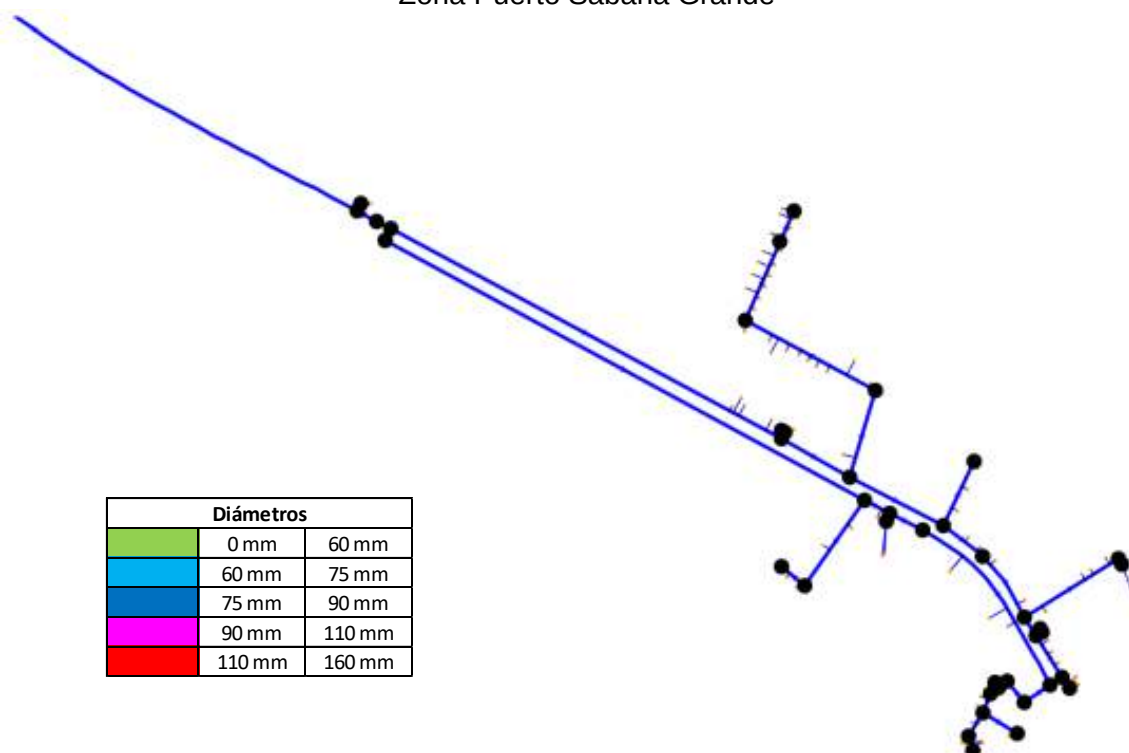
Zona San Lorenzo del Mate



Zona Sabana Grande



Zona Puerto Sabana Grande



Se calibró el modelo para el mes de mayor consumo; para este caso, analizando los datos de caudales aportados, esta situación corresponde al mes de noviembre 2020.

Demandas

A continuación, se presentan los valores de Consumo medidos del mes de noviembre 2.020 distribuidos en función de las Conexiones informadas por IA y relacionados con la cantidad de CM del Modelo:

Tabla 13.162: Datos de Conexiones y Consumo Promedio – Modelo Escenario actual (Sistema San Lorenzo)

Ubicación	Conexiones Residenciales	Consumo Promedio [m³/mes]
SAN LORENZO DEL MATE	277	17,3
SABANA GRANDE	370	26,9
PUERTO SABANA GRANDE	99	21,9

A continuación, se presenta el cálculo del ANC del mes seleccionado y los datos de Demanda de cálculo utilizados en el Modelo:

Tabla 13.163: Determinación del ANC – Modelo Escenario actual (Sistema San Lorenzo)

Mes	Volumen Entregado [m³]	Volumen Contabilizado [m³]	ANC [%]
10/2020	16.879	13.260	21,4%

Tabla 13.164: Demanda de cálculo - Modelo Escenario actual (Sistema San Lorenzo)

Compatibilización con Medición (mes: NOVIEMBRE 2020)			
Ubicación	MODELO ESCENARIO ACTUAL		
	Demanda de cálculo [m³/mes]	Consumo [m³]	Pérdidas [m³]
		78,6%	21,4%
SAN LORENZO DEL MATE	4.759	3.739	1.020
SABANA GRANDE	10.188	8.003	2.184
PUERTO SABANA GRANDE	1.984	1.558	425

Demandas independientes de la presión: Consumos

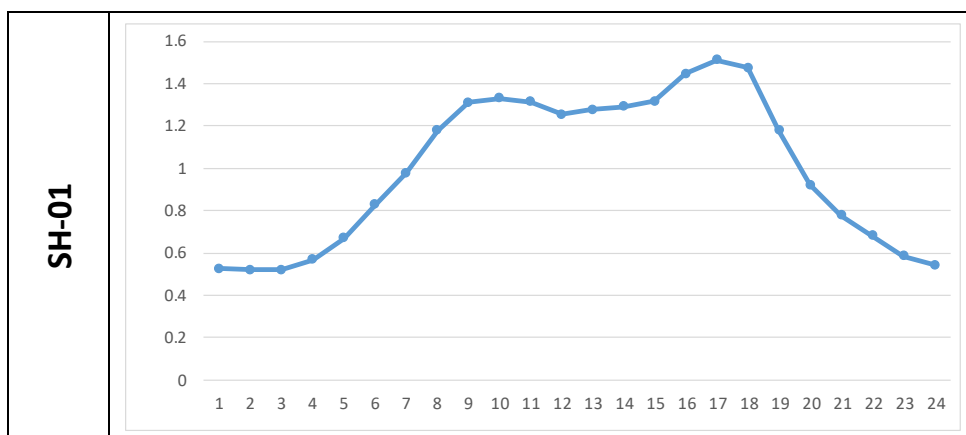
Las demandas independientes de la presión se encuentran distribuidas en los diferentes CM en función de la siguiente tabla:

Tabla 13.165: Consumo por CM adoptada - Modelo Escenario actual (Sistema San Lorenzo)

Ubicación	CUSTOM METERS	Volumen total de Consumo [m³/mes]	Consumo por Custom Meter [m³/h]
SAN LORENZO DEL MATE	260	3.739	0,0200
SABANA GRANDE	388	8.003	0,0286
PUERTO SABANA GRANDE	98	1.558	0,0221

El perfil de consumo fue obtenido de las mediciones de caudal de la salida del Tanque Alto, por lo que se obtuvo la siguiente función de demanda:

Figura 13.156: Curva de perfil de consumo adoptada – Modelo Escenario actual (Sistema San Lorenzo)



La forma obtenida de demanda fue satisfactoria a la hora de verificar los diferentes puntos de presión.

Calibración del Modelo

Comparación valores Medidos Vs Calculados – Presión

A continuación, se muestran los valores de presión media y de error medio de cada punto de medición de presión.

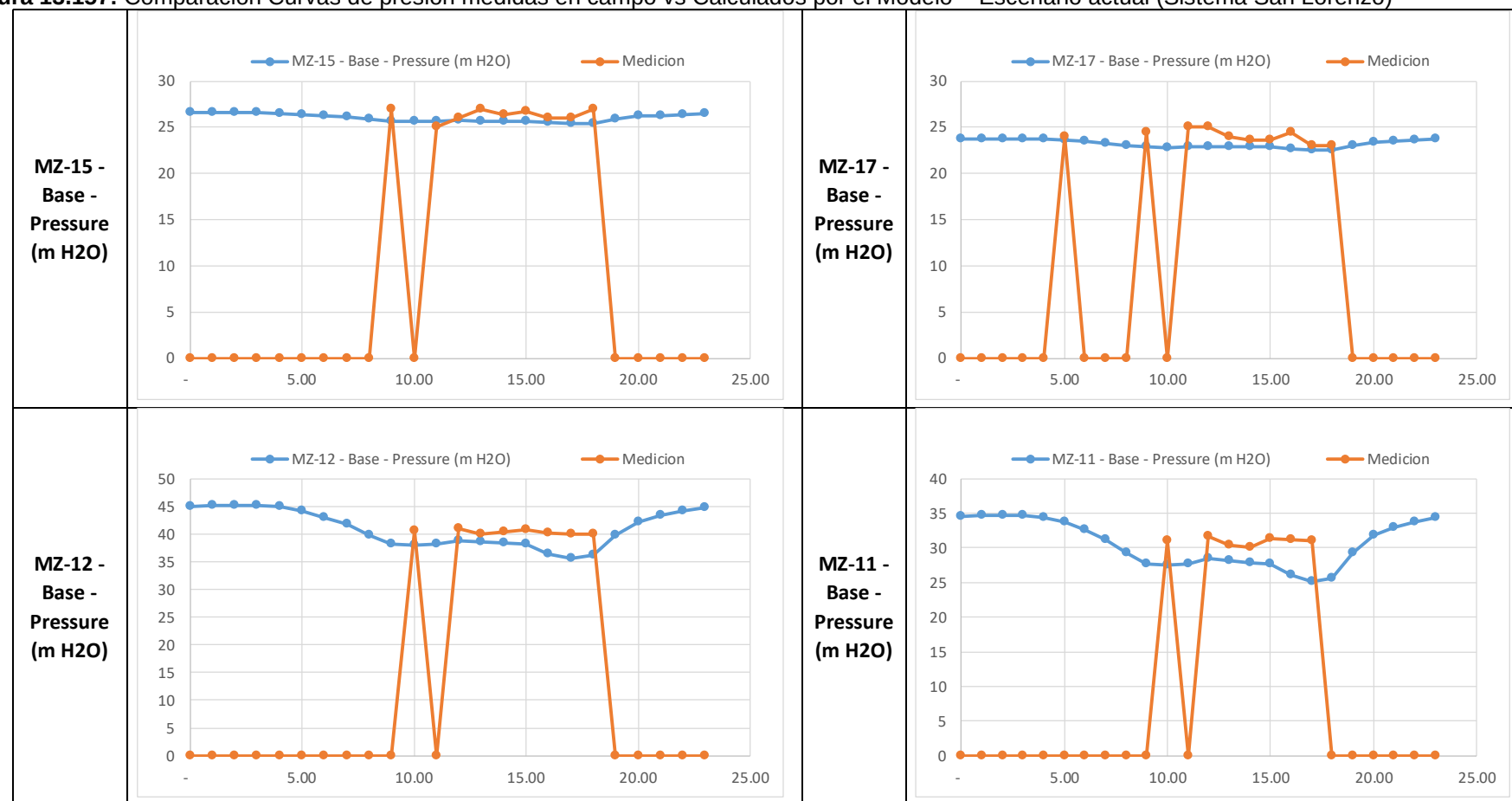
Tabla 13.166: Comparación valores medidos en campo vs Calculados por el Modelo - Escenario actual (Sistema San Lorenzo)

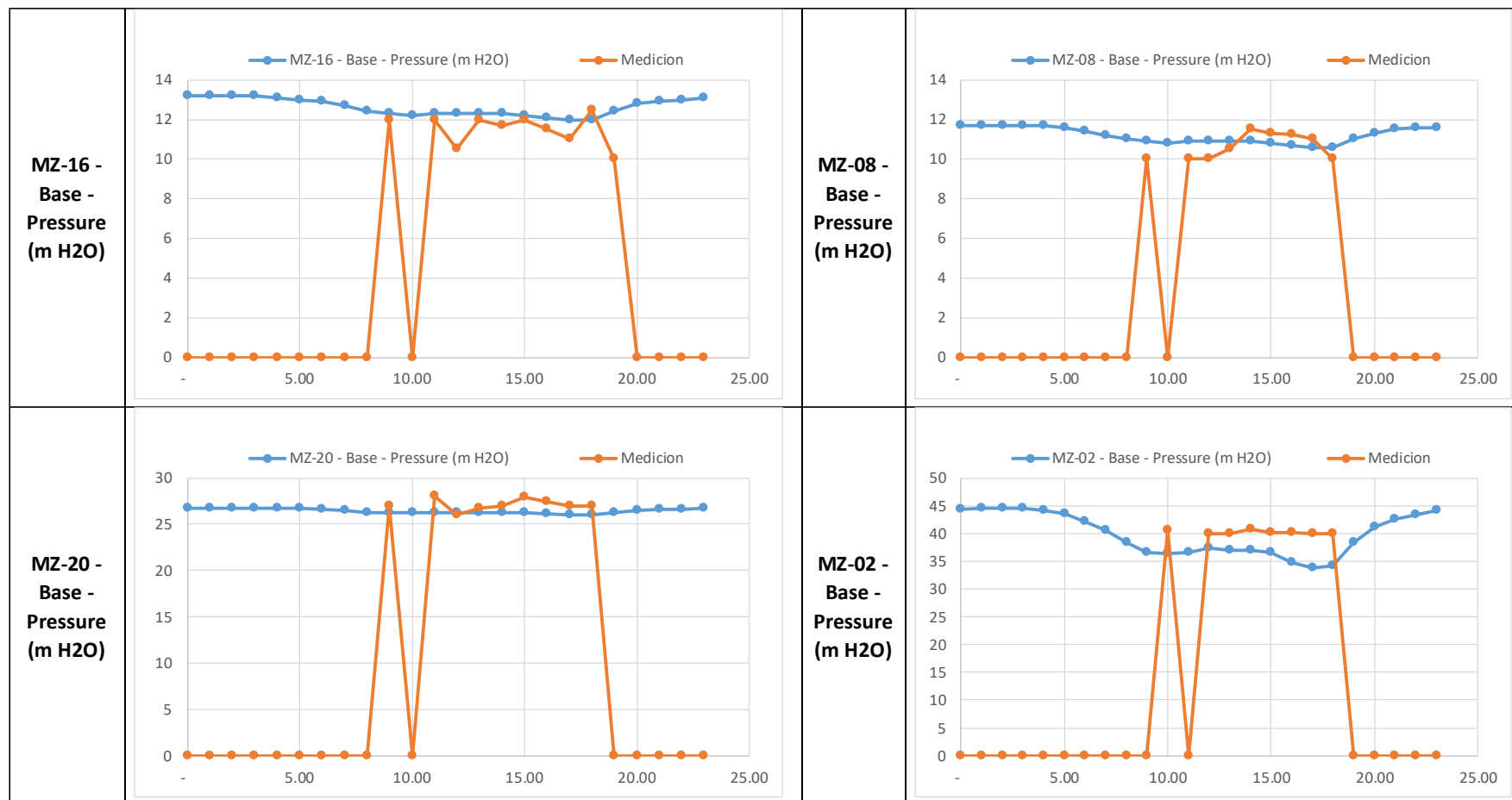
MEDICIONES DE PRESIÓN												
Estático	MZ-15 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-12 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-16 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-20 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-17 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-11 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-08 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-02 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-05 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-21 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-06 - Base - Pressure [m H ₂ O]	MZ-23 - Base - Pressure [m H ₂ O]
Presión Promedio Medida [mca]	26,05	41,00	12,63	26,41	23,23	30,56	11,20	39,84	39,74	36,79	41,73	33,47
Error Medio [mca]	-0,27	0,85	0,29	-0,36	-0,47	-1,08	0,07	-1,45	-1,50	-1,24	-0,88	-0,90
Error Medio [%]	1,0%	2,1%	2,3%	1,4%	2,0%	3,5%	0,6%	3,7%	3,8%	3,4%	2,1%	2,7%

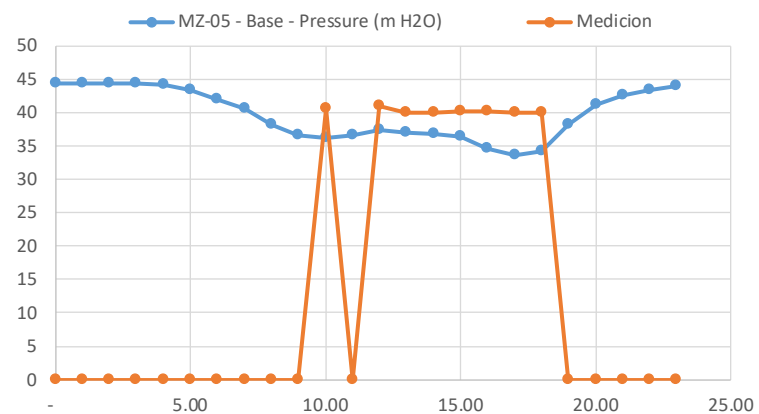
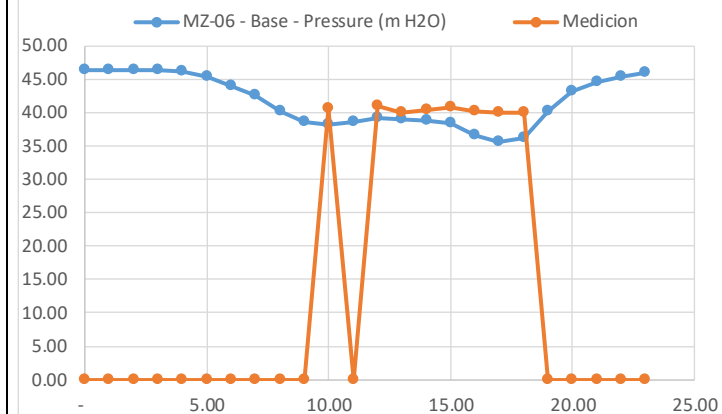
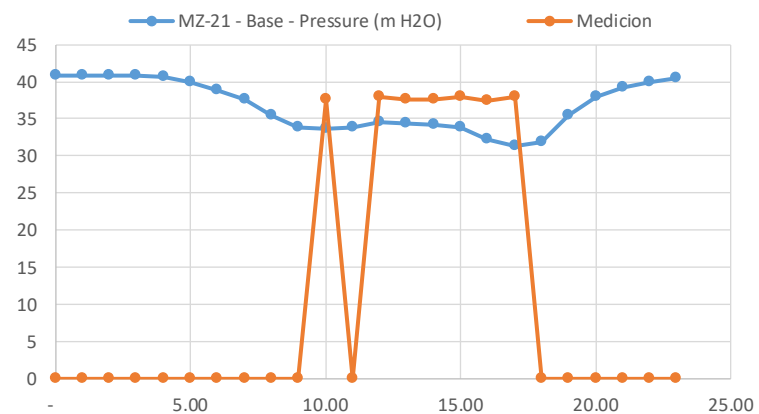
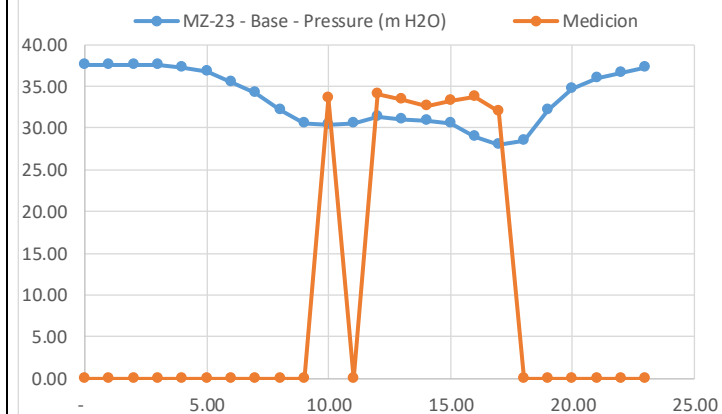
Se observa que el error medio entre los puntos de medición en campo y el Modelo son inferiores al 5%, por lo cual se considera que la calibración está lograda.

A continuación, se presenta la correlación lograda entre las curvas de presión obtenidas de las mediciones de campo y los valores arrojados por el Modelo, en función de las diferentes curvas de demanda adoptadas:

Figura 13.157: Comparación Curvas de presión medidas en campo vs Calculados por el Modelo – Escenario actual (Sistema San Lorenzo)





**MZ-05 -
Base -
Pressure
(m H2O)****MZ-06 -
Base -
Pressure
(m H2O)****MZ-21 -
Base -
Pressure
(m H2O)****MZ-23 -
Base -
Pressure
(m H2O)**

Comparación valores Medidos Vs Calculados – Caudal

A continuación, se muestran los valores de caudal medio y de error medio de cada punto de medición de caudal:

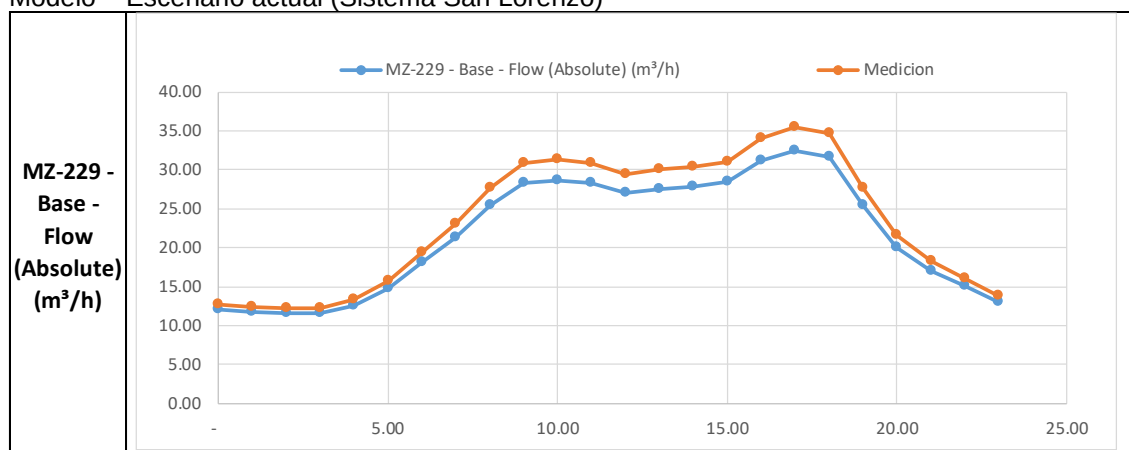
Tabla 13.167: Comparación valores medidos en campo vs Calculados por el Modelo - Escenario actual (Sistema San Lorenzo)

PUNTOS DE MEDICION	MEDICIONES DE CAUDAL	
	Estático	MZ-229 - Base - Flow (Absolute) [m³/h]
	Caudal Promedio Medido (mca)	21,72
	Error Medio (mca)	-1,26
	Error Medio (%)	5,8%

Se observa que el error medio entre los puntos de medición en campo y el modelo son inferiores al 6%, por lo cual, puede asumirse que la calibración está lograda.

A continuación, se presenta la correlación lograda entre las curvas de caudal obtenidas de las mediciones de campo y los valores arrojados por el Modelo, en función de las diferentes curvas de demanda adoptadas.

Figura 13.158: Comparación valores de Caudal medidos en campo vs Calculados por el Modelo – Escenario actual (Sistema San Lorenzo)



Resultados

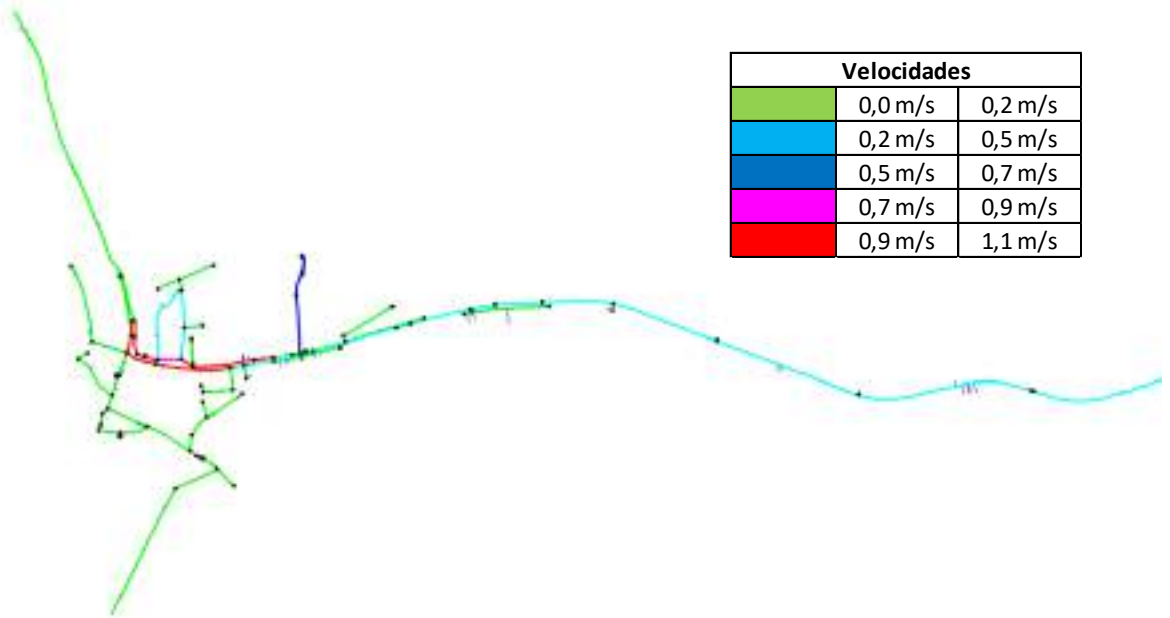
A continuación, se realiza un análisis de los valores de velocidades, caudales y presiones (tramos y nodos), mediante una estratificación, con la cual se observan gráficamente los valores dentro de cada rango.

Se analizan valores máximos y mínimos de presión, con el fin de identificar sectores que no cumplen con los requerimientos (Presión mínima para la Demanda máxima ≥ 10 mca; Presión máxima < 40 mca).

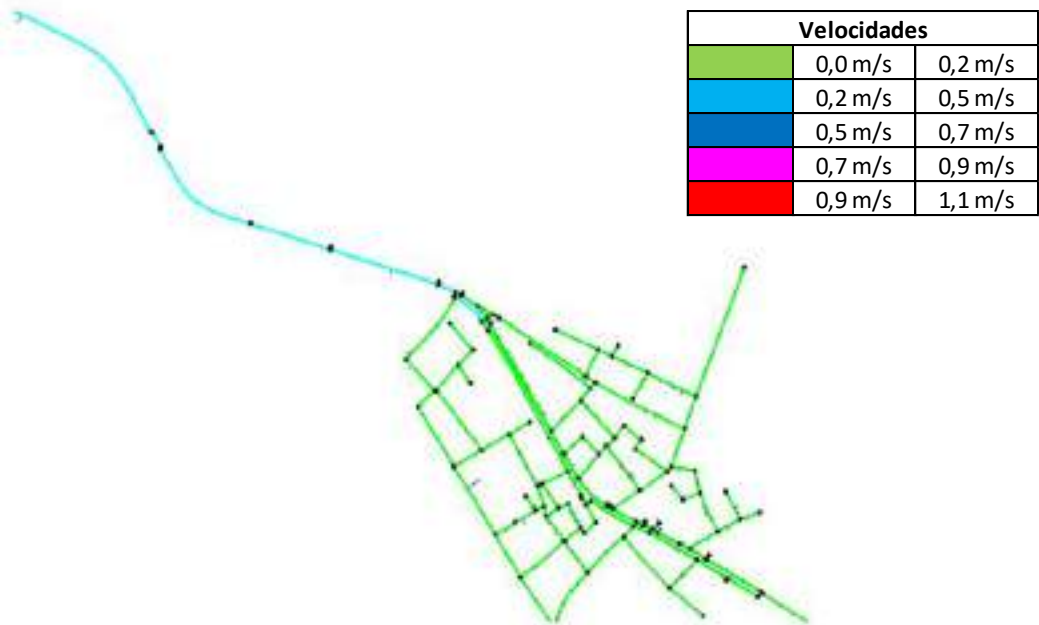
Análisis del Modelo – Velocidades máximas en Tramos

Figura 13.159: Gráfico Velocidades máximas en Tramos – Modelo Escenario actual (Sistema San Lorenzo)

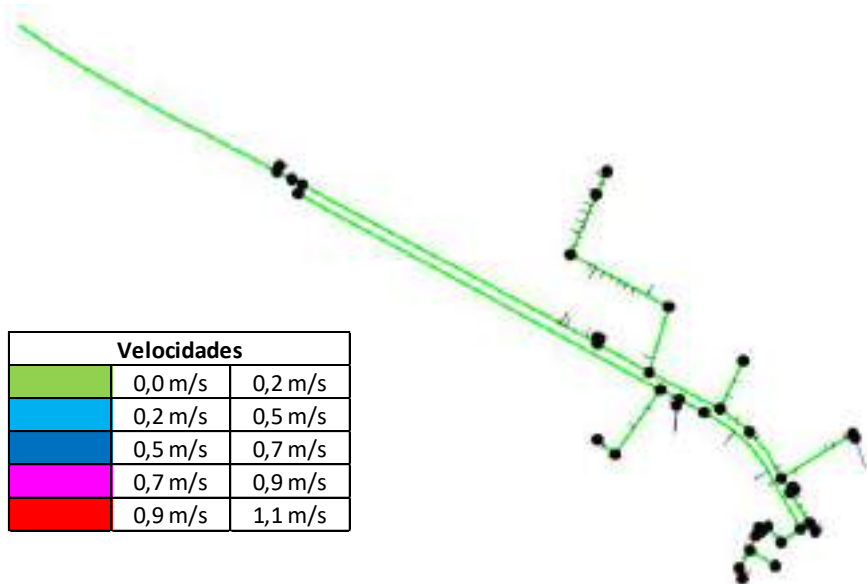
Zona San Lorenzo del Mate



Zona Sabana Grande



Zona Puerto Sabana Grande

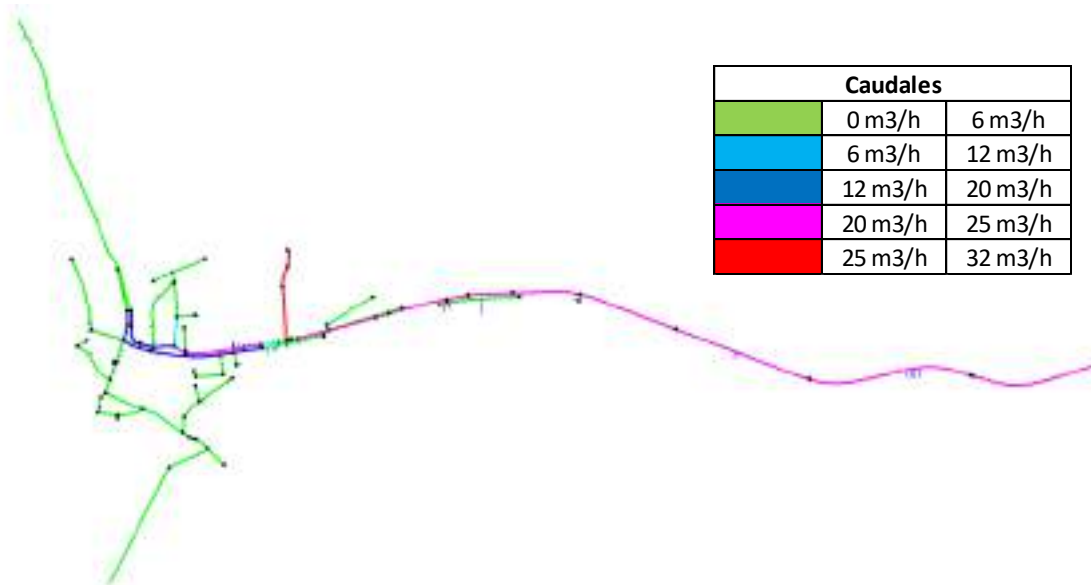


No se observan tramos con velocidades mayores a la admisible.

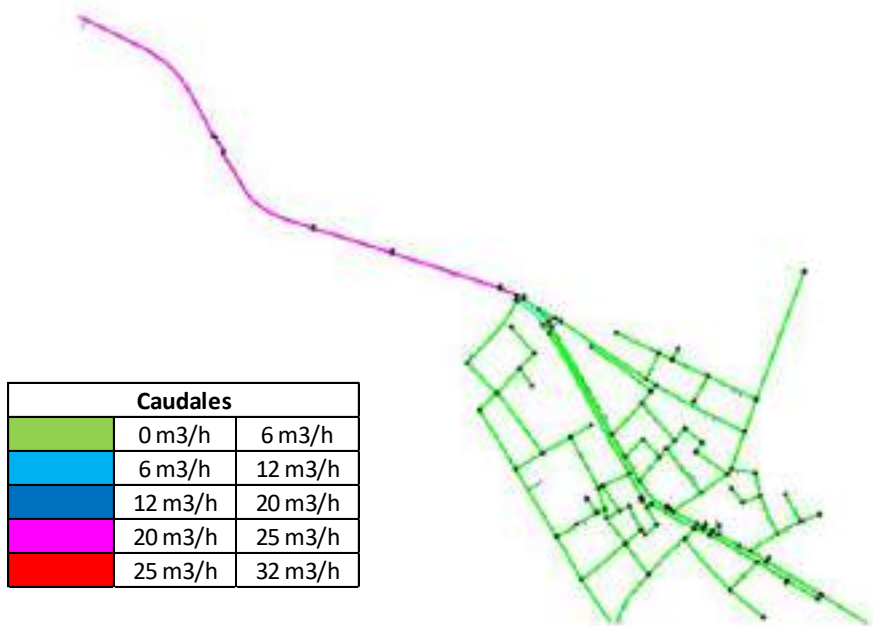
Análisis del Modelo – Caudales máximos en tramos

Figura 13.160: Gráfico Caudales máximos en Tramos – Modelo Escenario actual (Sistema San Lorenzo)

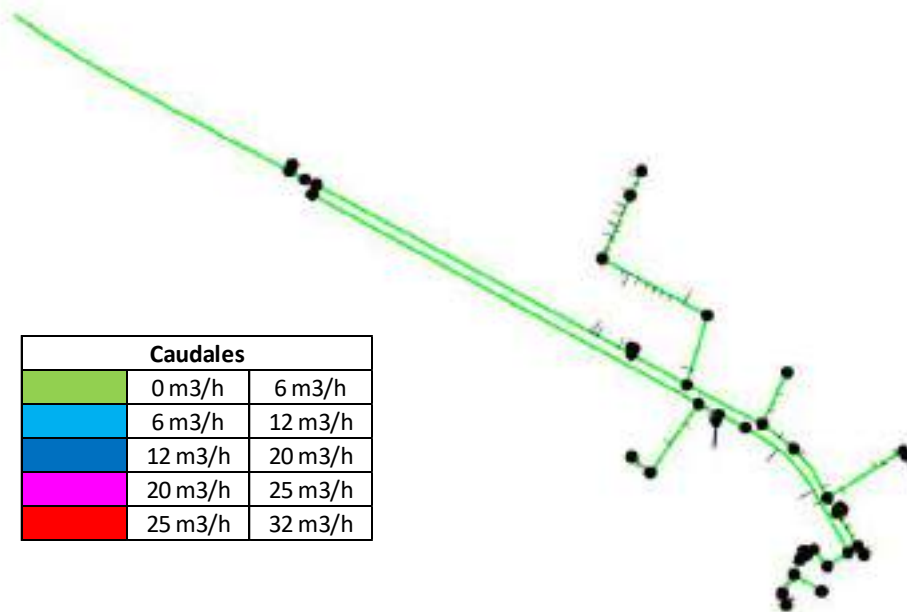
Zona San Lorenzo del Mate



Zona Sabana Grande



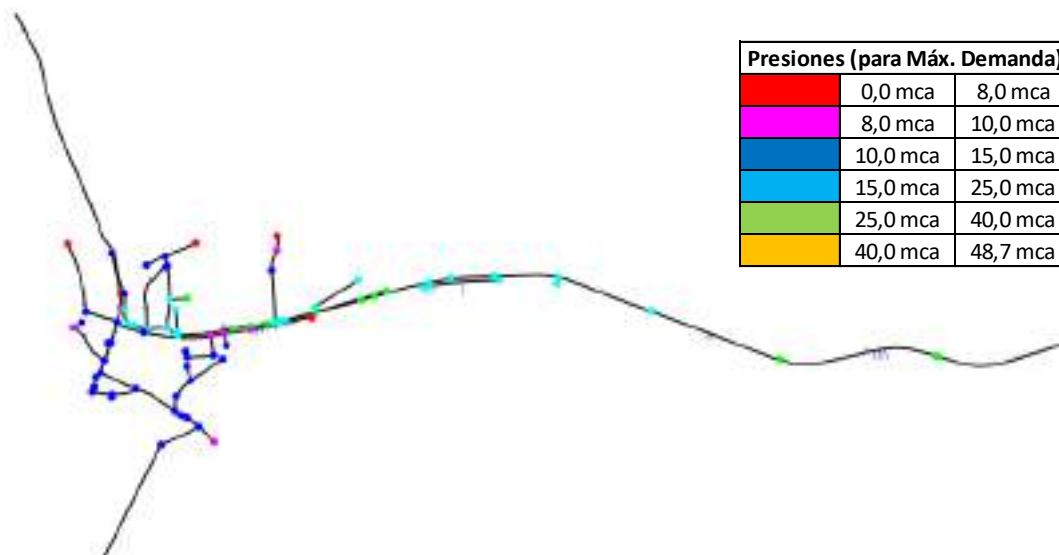
Zona Puerto Sabana Grande



Análisis del Modelo – Presión en Nodos (para Máxima demanda)

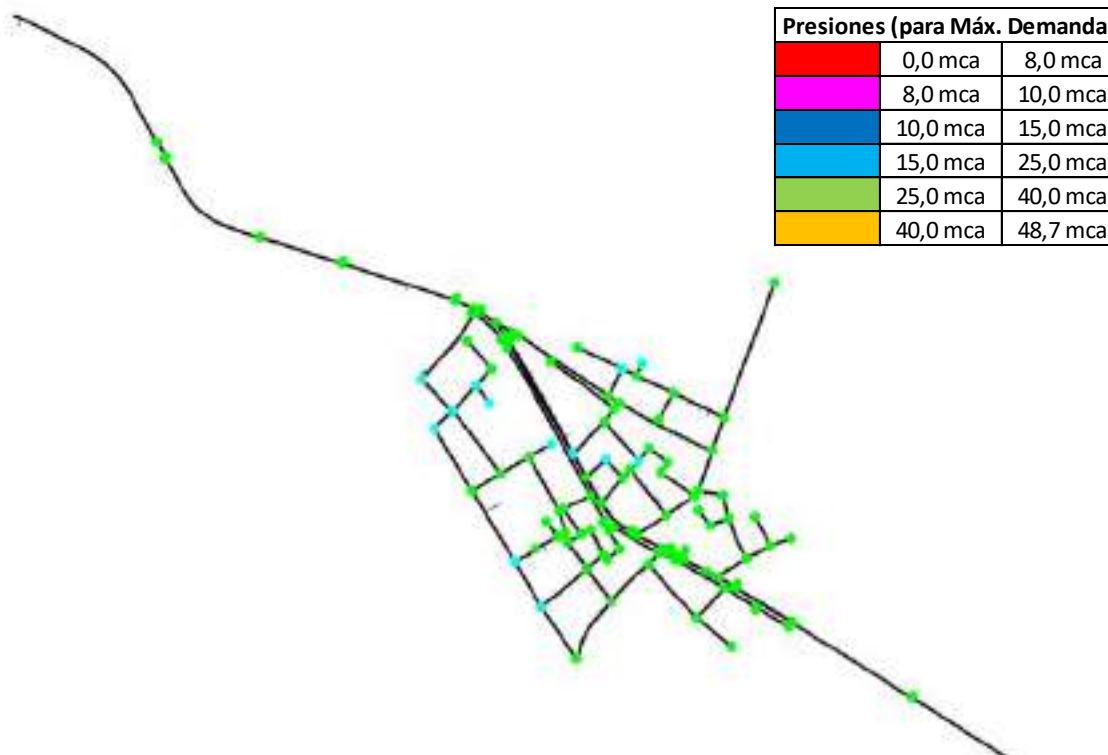
Figura 13.161: Gráfico Presión en Nodos (para Máxima demanda) – Modelo Escenario actual (Sistema San Lorenzo)

Zona San Lorenzo del Mate



Se observan algunos puntos en los extremos de la red con presiones <10 mca.

Zona Sabana Grande



Zona Puerto Sabana Grande

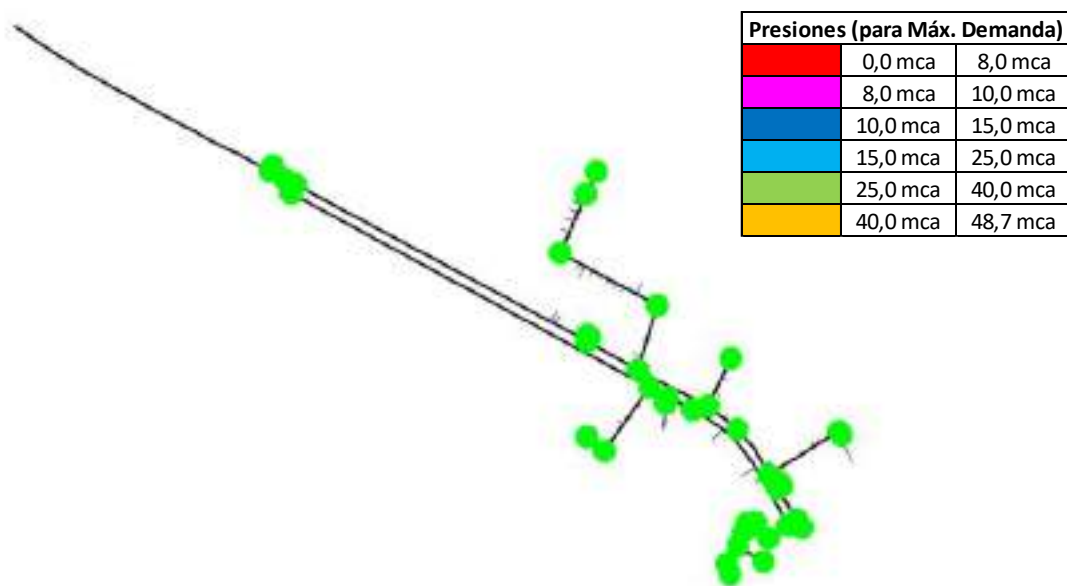
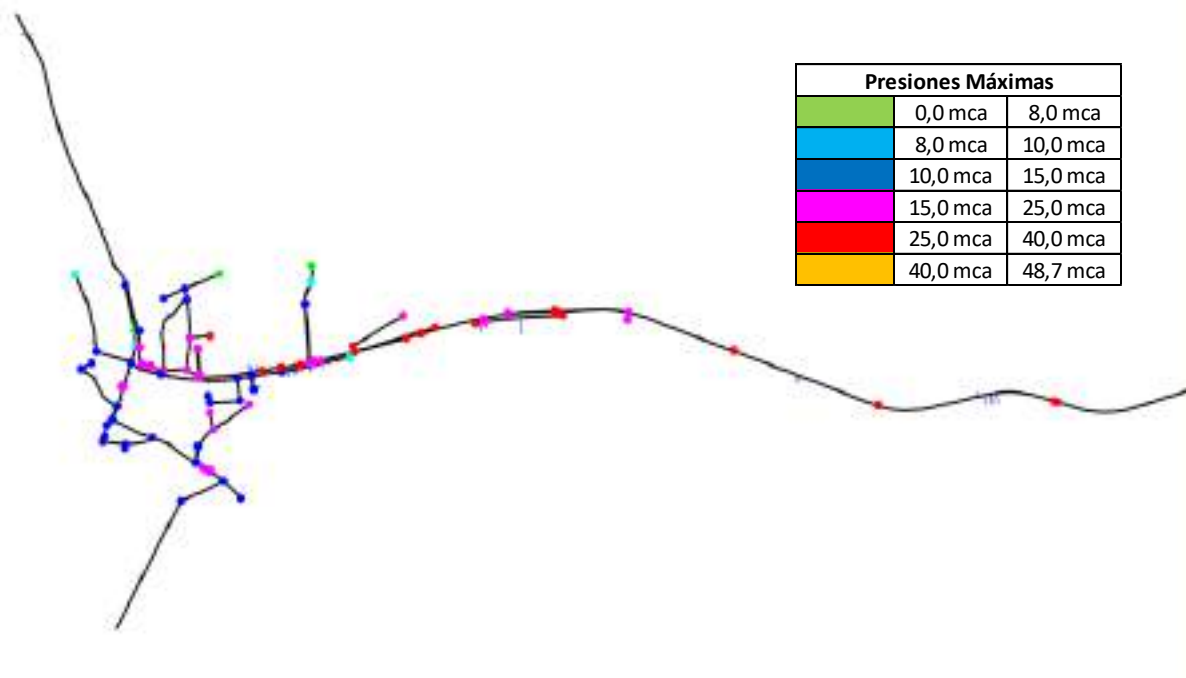
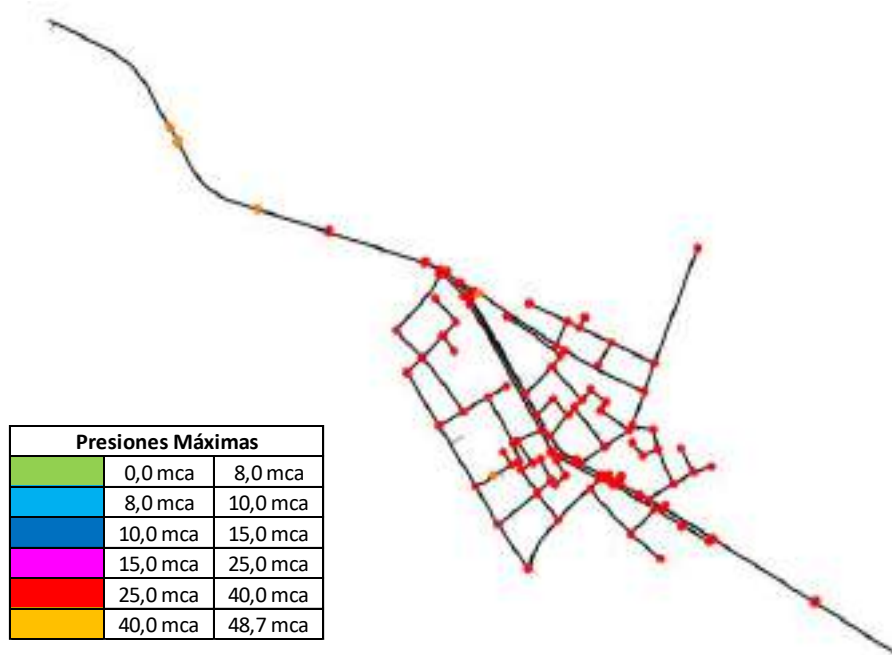
Análisis del Modelo – Presión Máxima en Nodos)

Figura 13.162: Gráfico Presión Máxima en Nodos – Modelo Escenario actual (Sistema San Lorenzo)

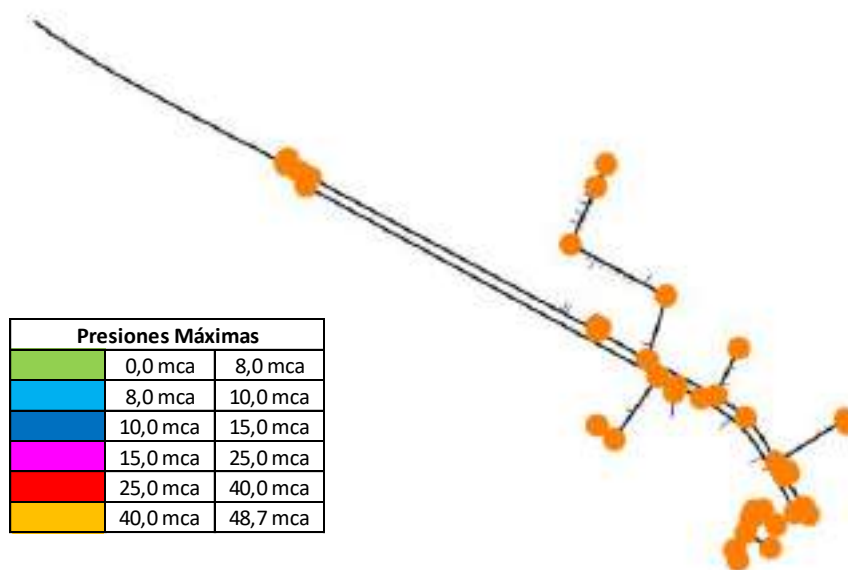
Zona San Lorenzo del Mate



Zona Sabana Grande



Zona Puerto Sabana Grande



Se observan presiones un poco por encima de la máxima admisible.

14. INTERVENCIONES Y OBRAS REQUERIDAS – SIST. ALC. SANITARIO

El propósito de la Actualización del Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario es alcanzar los Objetivos Estratégicos a largo plazo, correspondientes a disponer de un Servicio Universal Sanitario y al Tratamiento de Efluentes Cloacales y vuelco sostenible a Cuerpos Receptores.

En este Capítulo se presenta el conjunto de Intervenciones e Inversiones asociadas que corresponden a la Actualización del Plan Maestro del Sistema de Alcantarillado Sanitario, efectuándose en los casos necesarios los Análisis de Alternativas y su Selección Técnico – Económica – Ambiental.

El escenario de análisis para el sistema de Alcantarillado Sanitario tiene como premisa, o línea de base, la decisión tomada de construir las Plantas de Tratamiento de Efluentes Cloacales Merinos y Esclusas, a partir de la cual se desarrollan las diferentes alternativas de gestión para las intervenciones programadas.

El análisis de alternativas presenta como estrategia general de la reducción de la cantidad de Plantas de Tratamiento, con un criterio sustentado en las mejores prácticas de gestión, que consiste en agrupar plantas de tratamiento existentes e incorporar el menor número posible de nuevas plantas de tratamiento que reciban los efluentes de grandes cuencas de las zonas expansión.

De esta manera son consideradas como un eje principal de planificación a largo plazo en el marco de la Actualización del Plan Maestro de AASS las siguientes Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales principales:

- PTAR Los Merinos
- PTAR Las Esclusas
- PTAR Mi Lote
- PTAR Pantanos Secos
- PTAR Vía La Costa
- PTAR Daular
- PTARs en Cabeceras y principales Recintos en Parroquias Rurales

Otro eje principal de planificación está constituido por la fuerte expansión programada, necesaria para alcanzar el objetivo estratégico enunciado correspondiente al Servicio Universal de Alcantarillado Sanitario.

En este sentido se han previsto inversiones que permitirán disponer de redes colectoras de efluentes cloacales a vastas áreas localizadas en:

- Centro: Completamiento de áreas sin servicio internas a la Vía Perimetral.
- Norte: Expansiones hacia Vía a Daule
- Sistema 2
- Sistema 3
- Mi Lote Etapa 2B y 3
- Zona al Noroeste del LU
- Desarrollos urbanísticos y zonas pobladas en Vía la Costa hasta Chongón

- Chongón y Daular considerando el futuro aeropuerto
- Parroquias Rurales. Principales localidades

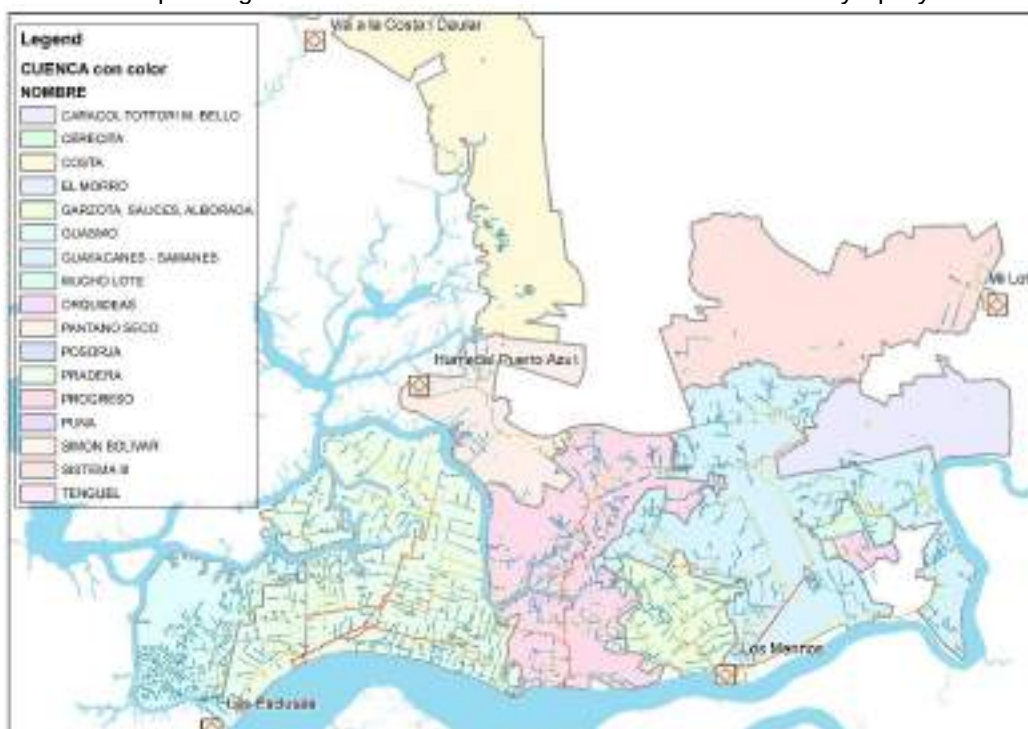
Además, para esta Actualización del Plan Maestro se analiza con especial énfasis la necesidad de desarrollar un Programa de Renovación y Rehabilitación de Colectoras, asimismo como un Programa de Medición de Caudal y Calidad en Colectoras y Estaciones de Bombeo

Teniendo en cuenta las premisas señaladas, son considerados como líneas principales de planificación para el Sistema de Alcantarillado Sanitario, las intervenciones en:

- Obras Nuevas en Plantas de Tratamiento de Efluentes Cloacales y Descargas
- Nuevas Plantas de Tratamiento de Efluentes Cloacales
- Intervenciones sobre las Instalaciones de Depuración para adecuar Funcionamiento
- Expansiones del Alcantarillado Sanitario
- Predicción de la condición del alcantarillado; priorización de rehabilitación de tuberías de alcantarillado; Evaluación de la condición de la tubería.
- Programa de Renovación y Rehabilitación de Colectoras
- Programa de Medición de Caudal y Calidad en Colectoras y Estaciones de Bombeo

De esta manera, el esquema general de planificación de la Actualización del Plan Maestro del Sistema de Alcantarillado Sanitario se presenta en la siguiente Figura:

Figura 14.1: Esquema general de Planificación del Sistema de AASS Guayaquil y ZEU



14.1. Obras Nuevas en Plantas de Tratamiento de Efluentes Cloacales y Descargas

A efectos de cumplimentar las exigencias normativas y ambientales para el tratamiento y descargas de aguas residuales, la actualización del Plan Maestro prevé dotar al sistema de Alcantarillado Sanitario, de Plantas depuradoras de los efluentes cloacales producidos actualmente, en las áreas servidas.

En este Capítulo se incluyen las intervenciones en Nuevas Obras en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales y Descargas a realizar en el sistema de Alcantarillado Sanitario existente.

Estas Intervenciones e Inversiones asociadas se han tomado como Línea de Base para la Actualización del Plan Maestro de AASS.

14.1.1 Planta de Tratamiento Las Esclusas

Se encuentran en ejecución y próximas a ser finalizadas las obras correspondientes a la construcción la Planta de Tratamiento Las Esclusas facilitada por los préstamos del Banco de Reconstrucción y Fomento (BIRF) y del Banco Europeo de Inversiones (BEI). Se estima que para Noviembre de 2021 la planta entrará en funcionamiento.

Las obras incluyen principalmente:

❖ Estación de Bombeo La Pradera y repotenciación Guasmo H

La nueva Estación de Bombeo La Pradera ya se encuentra concluida y está operativa. Tiene una configuración de pozo húmedo/seco con 6 bombas centrífugas de 800 HP, con un caudal instalado de 6,36 m³/s y una altura dinámica de 22,5 m. Dispone de rejas de cribado previo a la llegada al pozo húmedo y unidad de control de olores.

Asimismo, resultó necesario repotenciar la Estación de Bombeo El Guasmo H mediante 5 bombas centrífugas verticales de 140 HP, con un caudal instalado de 1,4 m³/s a una altura dinámica de 22,5 m. Estos trabajos aún se encuentran en ejecución.

❖ Línea de Impulsión Pradera – PTAR Esclusas y Línea de Impulsión Guasmo H – PTAR Esclusas

La Línea de Impulsión principal Pradera –PTAR Esclusas ha sido construida durante el 4º Quinquenio empleando metodología pipe jacking. Su diámetro es de 1.800 mm y tiene una longitud de 4,8 Km, con una capacidad de 6,36 m³/s.

La Línea de Impulsión Guasmo H–PTAR Esclusas se encuentra en construcción empleando metodología pipe jacking. Su diámetro es de 900 mm y tiene una longitud de 1,6 Km, con una capacidad de 1,38 m³/s.

❖ Planta de Tratamiento Las Esclusas

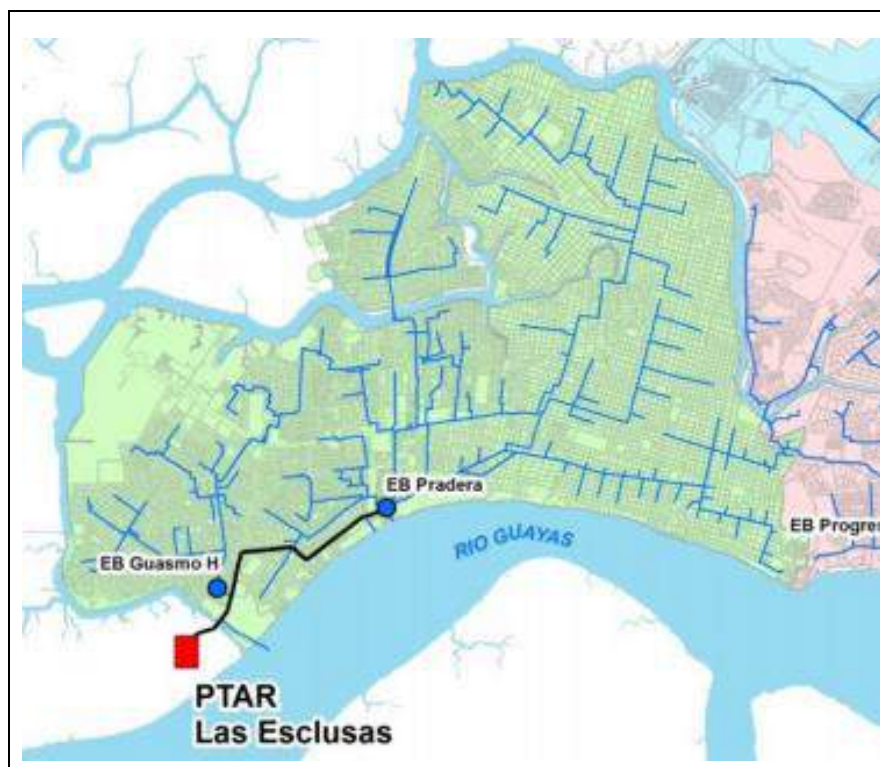
Se encuentra en proceso avanzado de construcción. Se realizará el tratamiento preliminar, tratamiento primario químicamente asistido y desinfección, con la opción futura de añadir el tratamiento secundario biológico mediante Filtros Percoladores.

En la siguiente Tabla se indican las principales características de la Planta de Tratamiento.

Tabla 14.1: Características de PTAR Las Esclusas

Componente	Nombre	Descripción
Tratamiento de líquidos y lodos	Pretratamiento	1.Cámara de aireación con difusores de burbuja gruesa 2.Cámara de Criba con cuatro canales de rejillas de 8mm y finas de 6mm 3. Desarenador estático tipo Vórtice con tres unidades para Q máx. de 3,07 m ³ /seg.
	Tratamiento primario	1.Dos unidades de mezcla rápida, TR 40 segundos y gradientes de 300-500 seg ⁻¹ 2.Dos tanques de pre-aireación y floculación con TR 17 minutos 3.Tres clarificadores primarios de Dº 52,5 m y 5 m de profundidad
	Digestión de lodos	1.Dos empesadores estáticos de Dº 13 m 2. Dos unidades de Rejillas finas con ranuras de 2 mm, para filtración de lodos 3.Dos tanques digestores TR 15 días y V de 5000 m ³ cada uno 4.Dos prensas de lodos de banda de 3 m de ancho 5.Una unidad de biofiltros para control de olores
	Desinfección	Mediante Hipoclorito de Sodio, TR 43 minutos a 3,7 m ³ /seg.
	Emisario	Disposición final mediante un emisario subacuático de Dº 2400 mm con difusores laterales tipo Tideflex de 600 mm

En la Figura siguiente se muestra la cuenca del sistema PTAR Esclusas

Figura 14.2: Cuenca del Sistema PTAR Las Esclusas

Para la ejecución de estos trabajos se celebraron 3 contratos con los siguientes montos:

• Construcción PTAR Las Esclusas	\$98.226.149
• Diseño – Construcción Línea de impulsión Pradera-Esclusas	\$36.691.700
• Construcción Estación de Bombeo Pradera	\$25.530.147

14.1.2 Planta de Tratamiento Los Merinos

Recientemente en setiembre, EMAPAG EP adjudicó la construcción de la Planta de Tratamiento Los Merinos a la empresa ACCIONA, con un plazo de construcción de 42 meses. Esta planta constituye a la fecha una línea de base para la actualización del Plan Maestro. La PTAR tendrá una inversión de casi US\$ 162 millones.

La nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Los Merinos se localizará en el predio que actualmente ocupan las Lagunas Sauces Alborada.

Comprende al desarrollo del tratamiento de las aguas residuales de la denominada “Cuenca Norte”, que captará las descargas de la Planta Progreso y de las actuales plantas de tratamiento Samanes Guayacanes, Sauces Alborada y Garzota, sirviendo en el horizonte de proyecto a más de 1.300.000 personas, con caudales de 3,24 m³/seg en tiempo seco y 3,93 m³/seg en tiempo húmedo.

Las cuencas que serán colectadas y depuradas por esta nueva PTAR son las de Sauces Alborada, Garzota, Samanes Guayacanes y Mucho Lote, además de Progreso, Inmaconsa, Flor de Bastión y Bastión del Norte.

Asimismo, en el predio de implantación de las obras será necesario redireccionar hacia la Planta de Tratamiento Los Merinos las Estaciones de Bombeo Mucho Lote, Guayacanes, EB XII y Garzota.

En cuanto al proceso de tratamiento, se contempla conservar las lagunas de Guayacanes Samanes y utilizar la superficie que ocupan actualmente las lagunas Sauces Alborada para implementar una planta de Tratamiento Primario Químicamente Asistido que completará la capacidad requerida de tratamiento.

El proyecto contempla el aprovechamiento del gas metano producido en el proceso de digestión para generar energía eléctrica.

Finalmente, de ser necesario se utilizarán las lagunas de Guayacanes - Samanes como tratamiento secundario del sistema.

Figura 14.3: Esquema Sistema PTAR Los Merinos

Las condiciones de diseño son las proyectadas para el año 2030, son las siguientes:

Tabla 14.2: Parámetros de Diseño PTAR Los Merinos

PARAMETROS DE DISEÑO PTAR LOS MERINOS Año 2030			
	Unidades	Tiempo Seco	Tiempo Húmedo
Caudal Medio	m ³ /s	3,24	3,93
Caudal Pico	m ³ /s	6,48	7,86
DBO5	mg/l	243	220
SST	mg/l	200	181

Asimismo, el sistema prevé la construcción de una nueva Estación de Bombeo en El Progreso que permita derivar mediante una Tubería de Impulsión los efluentes hasta la localización de la Planta Los Merinos.

Inversión requerida

5° Quinquenio.

US\$ 182.000.000.-

14.1.3 Planta de tratamiento Mi Lote

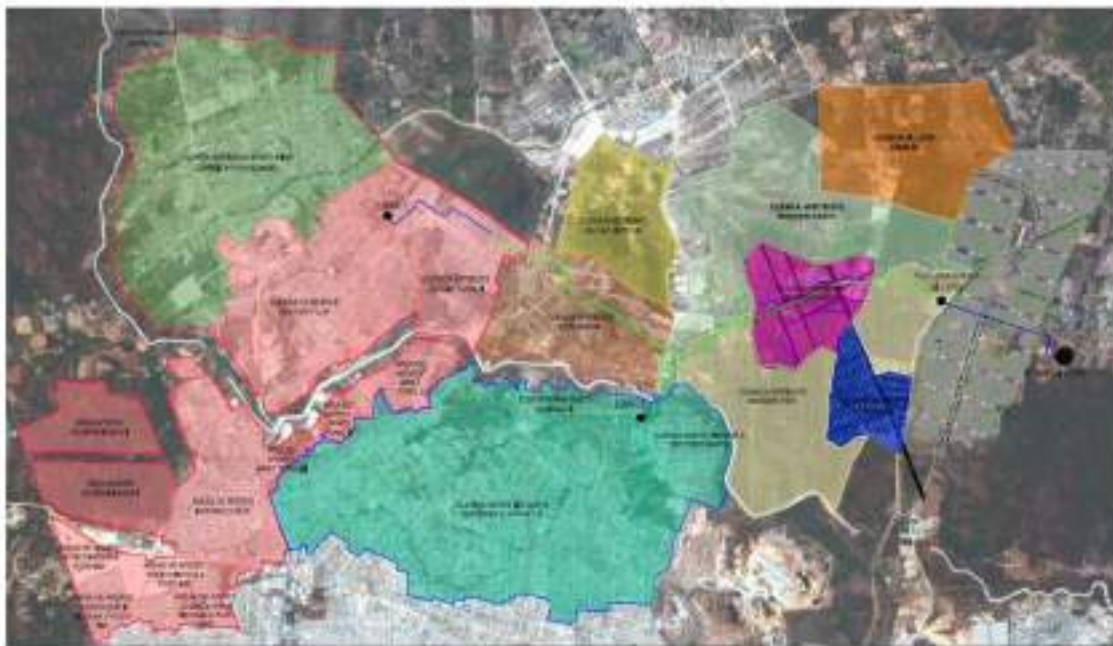
La Planta de Tratamiento Mi Lote, cuyo primer módulo se encuentra en proceso de construcción y se estima que entrará en operación durante el año 2022, constituye también un proyecto línea de base para la actualización del Plan Maestro.

La nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Mi Lote se localizará en el predio lindero que actualmente ocupan las Lagunas Mi Lote y está planificada su construcción en etapas a través de 2 módulos de 350.000 habitantes cada uno.

Comprende al desarrollo del tratamiento de las aguas residuales de los sectores de Flor de Bastión y zonas que se extienden al oeste de la Vía Perimetral, sirviendo en el

horizonte de proyecto a más de 700.000 personas, con un caudal de diseño de 1,18 m³/seg.

Figura 14.4: Área de influencia de la Planta de Tratamiento Mi Lote



El sistema de tratamiento de cada módulo constará de 4 etapas:

- Pretratamiento (tamizado fino, lavado y prensado de residuos, separación y clasificación de arenas)
- Tratamiento Principal (Reactor de Flujo Orbital y Clarificadores)
- Digestión y Deshidratación de Lodos
- Tratamiento Terciario mediante desinfección ultravioleta

Está prevista la construcción del segundo módulo para el 6º Quinquenio.

Inversión requerida

Inversión Total: US\$ 7.000.000.-

6º Quinquenio.

US\$ 7.000.000.-

14.1.4 Estación de Bombeo y Tubería de Descarga Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Mi Lote - Noroeste

En principio los efluentes tratados por la Planta Mi Lote serán volcados al curso de agua natural que tiene descarga final en el Río Daule, aguas abajo de la Planta Potabilizadora La Toma.

Esta Inversión permitirá el vuelco de los efluentes tratados por la Planta Mi Lote en forma directa al Río Daule a la altura de Pascuales.

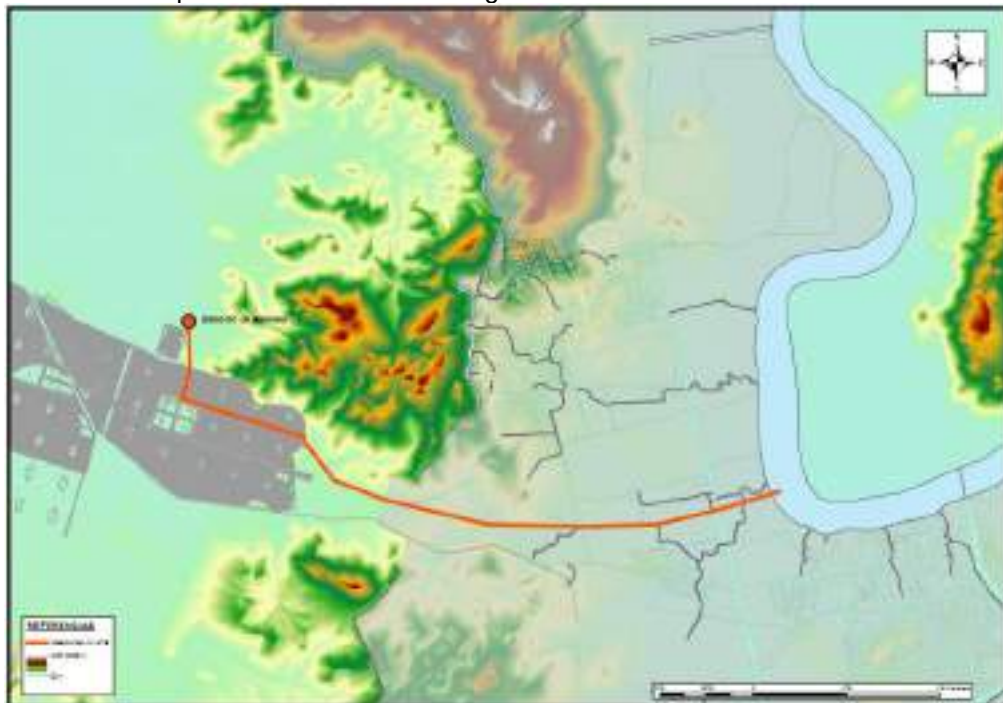
Las obras previstas están diseñadas para un caudal pico en tiempo seco de 4.200 m³/h, y comprenden:

- Construcción de una Estación de Bombeo de Líquido Cloacal tratado en la Planta Mi Lote.

- Construcción Tubería Tramo a impulsión D° 1000 mm, de 3800 m de longitud.
- Construcción Tubería Tramo a gravedad D° 1200 mm, de 1750 m de longitud.

En la figura siguiente se muestra la traza prevista:

Figura 14.5: Traza prevista tubería de descarga Planta Mi Lote



El proyecto comprende una estación elevadora con capacidad de elevar 1,18 m³/s; impulsión mediante conducción de D° 1.000 mm de 3.800 m de longitud, para luego continuar a gravedad hasta el Río Daule con un Colector de D° 1.200 mm y 1.750 m de longitud. La estación elevadora se ejecutará en 2 etapas de 590 l/s.

Inversión requerida

La inversión total estimada alcanza a US\$ 14.770.000 conforme a los siguientes rubros:

	D°	Longitud	C.Unitario	EB	Costo
5° Q	800	3800	1200		\$ 4.560.000
	1000	1750	1500		\$ 2.625.000
				590 l/seg	\$ 2.800.000
Subtotal					\$ 9.985.000
2031				590 l/seg	\$ 2.000.000
Total					\$ 11.985.000

5° Quinquenio **US\$ 9.985.000.-**

6° Quinquenio (2031) **US\$ 2.000.000.-**

14.1.5 Planta de Tratamiento Humedal Puerto Azul

La Fase I fue diseñada para tratar un 25% del caudal total de diseño, correspondiente a 8,760 m³/d y ya se encuentra en funcionamiento.

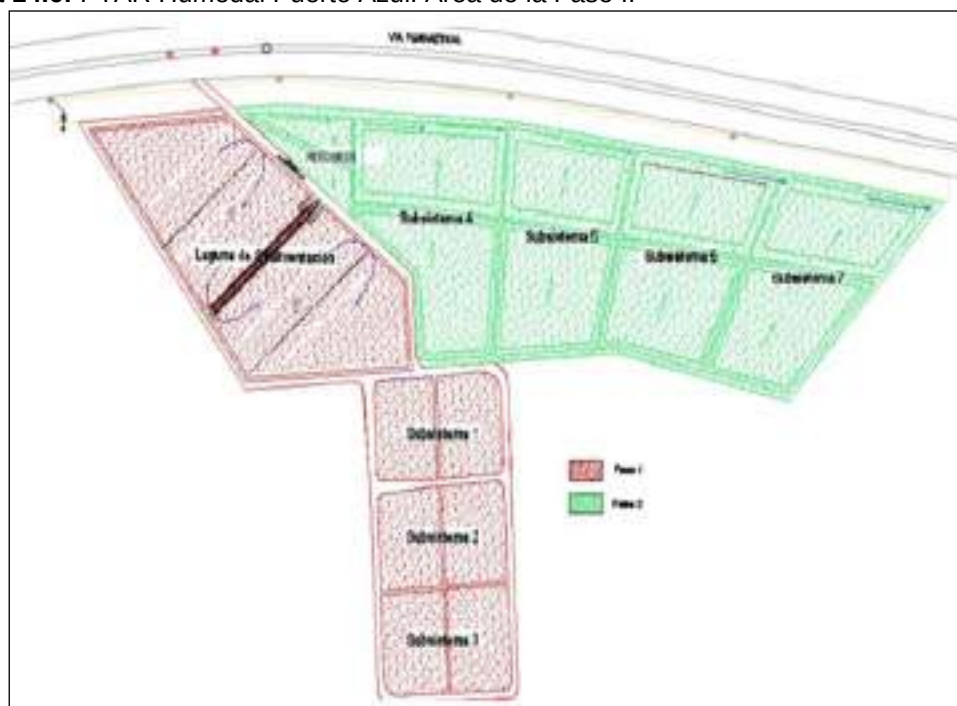
La foto siguiente muestra el área de ocupación de la Fase I y el área para desarrollar la Fase II.

Foto 14.1: Área ocupación Fase I de Humedal Puerto Azul



La Fase II ha sido diseñada para tratar el 75% del caudal total de diseño, correspondiente a 24,280 m³/d y su construcción estaba planificada para el 5° Quinquenio, no obstante, debido a una disminución de la superficie del terreno disponible se deberá reconsiderar el diseño original de manera que se garantice la capacidad de diseño requerida. La figura siguiente muestra el área que se requiere para la Fase II respecto a la Fase I que está en operación.

Figura 14.6: PTAR Humedal Puerto Azul. Área de la Fase II



Inversión requerida

Inversión Total: US\$ 3.400.000.-

5° Quinquenio.	US\$ 3.400.000.-
Estudios ampliación Fase 2	US\$ 400.000.-
Ejecución Obras Fase 2	US\$ 3.000.000.-

14.1.6 Lagunas Guayacanes – Samanes

Para el sistema Guayacanes Samanes está proyectada la rehabilitación de la Serie 1 para incrementar la capacidad de tratamiento y la construcción de una cámara de contacto de desinfección para mejorar la calidad bacteriológica y garantizar el proceso de desinfección del efluente. Con ese mismo objetivo está planificado para el 5° Quinquenio suministrar e instalar equipos para producir hipoclorito de sodio in situ.

Inversión requerida

Inversión Total: US\$ 3.600.000.-

5° Quinquenio.	US\$ 3.600.000.-
Rehabilitación Serie 1 y Cámara de Contacto	US\$ 2.100.000.-
Producción hipoclorito de sodio in situ	US\$ 1.500.000.-

14.2. Nuevas Plantas de Tratamiento de Efluentes Cloacales

El propósito de los proyectos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales presentados es cubrir las demandas con un horizonte de proyecto al año 2041, con un conjunto de obras a realizarse con programación escalada de inversiones a realizarse durante el período de la Concesión, es decir hasta el año 2031.

Como ha sido mencionado, las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Esclusas, Merinos, Mi Lote, Humedal Puerto Azul y Lagunas Guayacanes - Samanes se han considerado línea de base para la actualización de Plan Maestro, y en ese sentido fueron incluidas en el Capítulo **14.1** Obras Nuevas en Plantas de Tratamiento de Efluentes Cloacales y Descargas precedente.

Para las nuevas cuencas relacionadas a las Expansiones de Redes de AASS programadas se han evaluado diferentes tipos de soluciones de tratamiento primario, secundario y terciario, en función de los requisitos de calidad de vertido, requisitos ambientales y de asignación de recursos.

Las soluciones definidas en el marco de la planificación para sistemas de tratamiento son plantas de tratamiento biológico secundario, lo que permite lograr los niveles de desinfección que regula la normativa para vuelcos a cuerpos de agua.

Las alternativas para nuevas Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales consideradas en planificaciones anteriores a largo plazo fueron:

- PTAR Vía La Costa
- PTAR Daular / Chongón

El proyecto entonces, como se observa de la figura indicada, incluyó áreas de influencia del futuro aeropuerto.

En el proyecto se determinó la inversión en la planta en dólares por habitante según el proceso como muestra el siguiente cuadro:

COSTOS APROXIMADOS DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO PROPUESTOS

(Incluye Operación y Mantenimiento, durante 25 años, con una tasa de actualización del 6%)

Población de diseño: **245.000** personas

Sistema	Costos de inversión	Costos de mantenimiento anual	Costos de operación	Costos totales de operación y mantenimiento	Costos actuales de o y m durante 25 años, al 6%	Costos totales
Lodos activados	29.400	352,8	980	1.332,8	17.033	46.433
Filtros percoladores	36.750	441	367.5	808.5	10.332	47.082
Lechos sumergidos	36.750	441	735	1176	15.029	51.779

Costos en miles de dólares: Lodos

Activados 120 US\$/hab; Filtros

Percoladores 130 US\$/hab y Lechos

Sumergidos 150 US\$/hab

A partir del prediseño sistema de recolección y bombeo, se estimaron los costos de tres alternativas:

Alternativa	Colectores	Línea de Impulsión	Estación de Bombeo	Total
N°1	7.092.360.	2.540.163	3.740.927	6.281.090
N°2	7.254.744	3.524.086	5.127.209	15.906.039
N°3	6.966.335	2.496.709	3.676.932	13.139.976

Incluye 12% IVA + 19% Indirectos

Los costos de las estaciones de bombeo del “Estudio de Factibilidad para el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para la Vía a la Costa” se calcularon según la siguiente ecuación:

$$C = 142.026 * Potencia^{0.4246}$$

C = Costo en dólares

P = Potencia en kW

La ecuación se obtuvo a partir de los costos de estaciones de bombeo de diferentes potencias diseñadas por Hidroestudios para la alternativa de PTAR Vía La Costa.

De acuerdo con estos resultados (costos Inv.+O&M) la alternativa N°3, que está integrada por tres colectores matrices, resultó ser la más conveniente y la PTAR de Barros Activados el proceso seleccionado:

Sistema	Costos de inversión
Lodos activados	29.400.000
Alternativa N°3	13.139.976
TOTAL	42.539.976

Se programó la construcción de un primer módulo durante el 5º Quinquenio y dos módulos en el 6º Quinquenio hasta alcanzar su capacidad total.

Inversión requerida

Inversión Total: **US\$ 42.539.976.-**

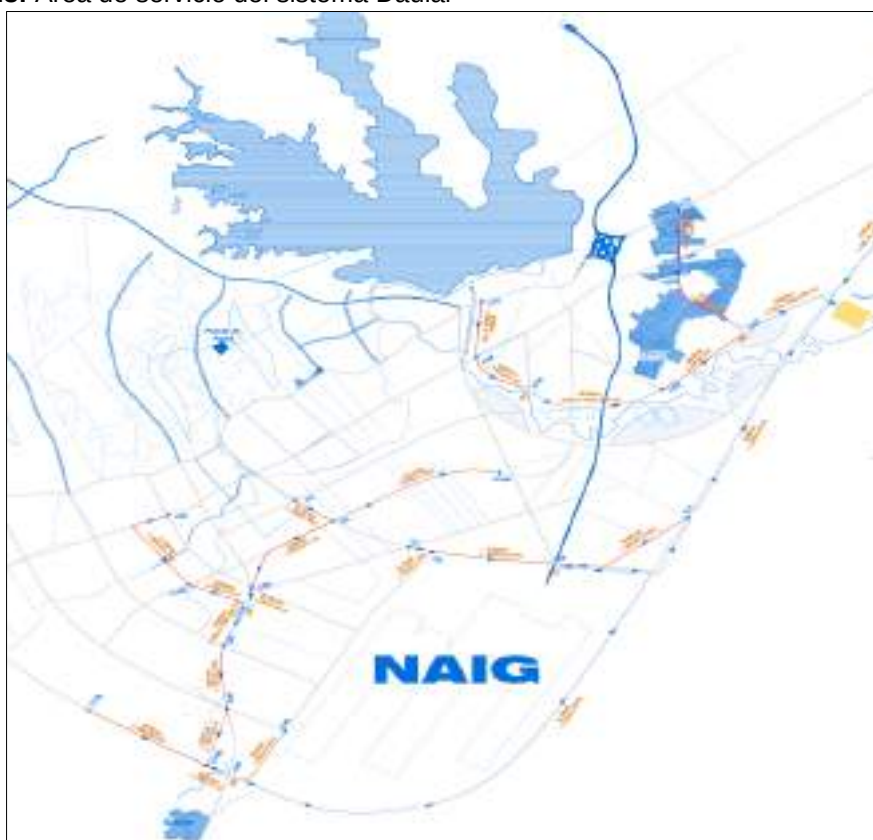
5° Quinquenio **US\$ 22.000.000.-**

6° Quinquenio **US\$ 20.000.000.-**

14.2.2 Antecedentes Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Daular

En la actualización del Plan Maestro del 4° Quinquenio se consideró la construcción de una Planta de Tratamiento Secundario mediante reactores biológicos de lodos activados de aireación extendida. Esta planta estaba compuesta por tres módulos con capacidad de 50.000 habitantes, cada uno, es decir tenía una capacidad total para 150.000 habitantes. La figura siguiente muestra el área de servicio prevista.

Figura 14.8: Área de servicio del sistema Daular



De acuerdo con el avance del programa de Expansión de Redes de AASS previsto, particularmente debido a la futura construcción del Nuevo Aeropuerto de Guayaquil en la zona Daular/Chongón, se consideró que se debía realizar la adquisición de los terrenos y dar comienzo a la construcción de la PTAR durante el 5° Quinquenio.

Inversión requerida

La inversión total prevista a largo plazo fue de **US\$ 48.000.000.-**, correspondiendo: el total a la construcción del único modulo y para la adquisición del terreno.

5° Quinquenio: Módulo 1 **US\$ 18.000.000.-**

6° Quinquenio: Módulos 2 y 3 **US\$ 30.000.000.-**

14.2.3 Análisis Planta de Tratamiento Centralizada en Vía a la Costa - Daular

Actualmente debe tenerse en cuenta que la Autoridad del Aeropuerto entre 2015 y 2018 construyó seis plantas de tratamiento, en el área de influencia del futuro aeropuerto. Las seis plantas de tratamiento de aguas servidas benefician a las comunidades de Progreso, Cerecita, Chongón, San Gerónimo 1, San Gerónimo 2 y El Consuelo, pertenecientes a la parroquia Juan Gómez Rendón.

Analizando ambos proyectos se observa que:

- Tienen áreas que se superponen
- Las proyecciones de población no tienen en cuenta el diferimiento de la construcción del aeropuerto, por lo tanto, las proyecciones son muy superiores a las que resultan de las poblaciones de base estimadas para el 2020

PTAR	Población Proyectada	Año Población Proyectada
Vía la Costa proyecto de Hidroestudios	245.000	2046
Daular Plan Maestro 4°Q	150.000	2041

Con tal motivo un análisis de ambas alternativas sobre la base del desarrollo de cada proyecto no es factible razonablemente.

Sin embargo, debe destacarse que la diferencia evidente entre construir dos sistemas independientes de tratamiento: Vía La Costa y Daular frente a construir una sola planta regional, está en la inversión y operación de las PTARs, dado que en ambas alternativas la construcción de las redes y estaciones de bombeo por las características de la pendiente del terreno y la ubicación de las PTARs debería ser muy similar. Caso diferente es el análisis de dos PTARs versus una sola.

Evidentemente hay economías de escala en la construcción y en la operación, basta analizar que hay infraestructura que en el caso de dos plantas se duplica, tales como:

- Oficinas
- Vestuarios
- Laboratorio
- Talleres y depósitos
- Comedor
- Facilidades vigilancia

Por otra parte, es reconocido por la bibliografía en la industria del agua, que las plantas de tratamiento por el tipo de procesos tienen un factor de economía de escala.
(*)

La economía de capital se debe a que la relación entre el costo de dos plantas de diferente capacidad no es directamente proporcional; en general, dicha relación sigue una ley exponencial del tipo:

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{C_2}{C_1} \right)^\alpha$$

(*) Economías de escala en los servicios de agua potable y alcantarillado Gustavo Ferro Emilio Lentini. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Diciembre de 2010.

(*) Economías de escala en agua y saneamiento. Gustavo Ferro, Emilio J. Lentini3 y Augusto C. Mercadier. Research Gate Journal

Donde C1 y C2 representan diferentes escalas de producción e I1 y I2 los valores de las inversiones correspondientes. El factor ALFA (α), llamado factor de capital es variable para diferentes procesos y aún para diferentes rangos de capacidades.

Al factor ALFA (α) se le suele asignar el valor 0,6, como primera aproximación, conociéndose como factor 0,6 ("six tenth factor"). La aplicación de esta relación se funda en el hecho que, esencialmente, los principales elementos constitutivos de las plantas: tanques, reactores, intercambiadores, bombas, etc., obedecen a la misma relación entre el tamaño y su costo.

Así, para el factor de capital igual a 0,6, la relación entre la inversión unitaria para una dada capacidad y el doble de una misma es de 130,75; por lo tanto, para el doble de capacidad, hay una disminución del 33% de la inversión unitaria aproximadamente.

Las economías de operación que producen disminuciones en los costos de producción están fundamentalmente relacionadas con el gasto de mano de obra y otros gastos, fijos o no, directamente proporcionales a las variaciones de capacidad. Así para la mano de obra directa tiene la siguiente relación:

$$\frac{C_2}{C_1} = \left(\frac{M_2}{M_1} \right)^\beta$$

Donde C2 y C1 indican capacidades y M2 y M1 el numérico de mano de obra directa.

El factor BETA (β), llamado factor de mano de obra se aplica entre ciertos límites de producción y su valor se sitúa entre 0,25 y 0,55 para la mayor parte de las plantas, llegando en algunos casos, a ser mayor de 0,55 para plantas con gran movimiento de sólidos.

En función de los antecedentes indicados es menor la inversión y los costos operativos, la construcción de una sola planta regional versus la construcción de dos plantas independientes.

14.2.4 Características Planta de Tratamiento Centralizada en Vía a la Costa - Daular

La población estimada para la Planta de Tratamiento Centralizada, teniendo en cuenta el atraso de las obras del aeropuerto y el desarrollo de las actividades logísticas de apoyo como así también la construcción plantas de tratamiento en el área de influencia del aeropuerto son factores de ajuste a las proyecciones de población que se presentan a continuación.

La población estimada al 2020 se efectúa complementando y ajustando las proyecciones demográficas con la estimación de población en conexiones residenciales, estudios de campo, conteo de viviendas mediante imágenes satelitales y fotografías del dron que recorrió la zona.

Tabla 14.3: Proyección de población alternativa centralizada

Área comprendida	Población proyectada Año		
	2020	2040	2050
Externos: Desde Pto Azul hasta el km 14,5	15.000	30.000	32.000
Tramos Km14,5 al 21	7.451	43.026	45.657
Tramos Km 21 al 26 (excluyendo Chongón)	11.760	71.958	76.357
Tramo Km 26 al 32 (Excluyendo Daular)	53	25.997	27.565
Tramo Km 32 al 40	1.794	23.463	24.897
Total	36.057	194.425	206.477

Para esta proyección se modularía la planta de tratamiento a una capacidad final de 200.000 habitantes en cuatro módulos de 50.000 habitantes.

El primer módulo a construir en el 5º quinquenio de 50.000 habitantes absorbería el sistema Vía La Costa atendidos por sistemas individuales descentralizados. A la construcción de la PTAR debería agregarse el sistema centralizado de transporte hasta la planta de tratamiento. La PTAR estaría ubicada en el mismo sitio que se previó para la alternativa Daular, muy cercano a la ubicación elegida para la alternativa Vía La Costa.

El segundo módulo de 50.000 habitantes se propone construir en el 6º quinquenio.

En el 5º Quinquenio se proyecta comenzar con la construcción del Primer Módulo. Los módulos restantes se construirán según avance del programa de Expansión de Redes de ASSS y el crecimiento poblacional en el 6º Quinquenio.

La Planta se integra por:

- Estación Elevadora, la cual se completará en oportunidad de avanzar con la construcción de los módulos.
- Pretratamiento, compuesto por Rejas de retención de sólidos, Desengrasador y Desarenador.
- Tratamiento Primario, consta de un Decantador por módulo.
- Tratamiento Secundario consta de dos reactores biológicos de lodos activados de media carga y dos clarificadores por módulo.
- Sistema de Desinfección, se realizará a través de una dosificación a través de una cámara de contacto.
- Tratamiento de lodos a través de un espesador de lodos primarios y lodos biológicos en exceso, un digestor de lodos, un sistema de deshidratación de lodos mediante centrifugadoras o similar a través de una configuración 1+1 en el primer módulo y 3+1 en total.

Se presenta a continuación la memoria de cálculo y el esquema de simulación correspondiente al prediseño de la Planta.

Tabla 14.4: Memoria de Cálculo y Esquema de Simulación Planta Vía a la Costa - Daular

PLANTA Vía a la Costa - Daular			
Población Futura:	50.000	hab	
Hab / Conexión:	4.8		
Conexiones Futuras:	10.416	Nº	
Dotación AAPP	150,7	l/hab.día	
Coeficiente de vertido (V):	0.8		
Dotación AASS	121	l/hab.día	
Coeficiente de pico: $K = 1,5 + (2,5/Q_m^{1/2})$	1.97		
Criterios de diseño			
La planta constará de 4 módulos de 50.000 habitantes cada uno.			
Cada módulo está constituido por:			
Elevación	Estación Elevadora		
Pretratamiento:	Rejas de retención de sólidos.	2 paños por módulo	
	Desarenador / Desengrasador	2 unidades	
	Cámara de repartición entre módulos		
Tratamiento primario:	1 decantador primario		
	Cámara de recolección efluente tratado		
Tratamiento secundario:	2 reactores biológicos de lodos activados de media carga		
	cámara de repartición a los clarificadores		
	2 clarificadores		
	Cámara de recolección de los clarificadores		
Desinfección:	Equipamiento de dosificación de desinfectante		
	Cámara de contacto		
Tratamiento de lodos	Espesador de lodos primarios y lodos biológicos en exceso.		
	Cámara de mezcla de lodos a tratamiento		
	Digestor de lodos		
	Tanque de almacenamiento de lodos digeridos		
	Deshidratación de lodos mediante 2 centrifugadoras		

Planta Via La Costa - Base de cálculo

	Descripción	Unidades	etapa 1

Afluente	población	Hab-eq	50.000
	dotación	l/hab/d	121
	Q cloacal	m³/h	251
	Cpico horario ts		1,80
	Infiltración	%	40%
	Q medio	m³/h	352
	Q pico t seco	m³/h	552
		g/hab/d	50
	aporte DBO	kg/d	2.500
		mg/l	296
		g/hab/d	50
	aporte MES	kg/d	2.500
		mg/l	296
		g/hab/d	10
	aporte NTK	kg/d	500
		mg/l	48
		g/hab/d	120
	aporte DQO	kg/d	6.000
		mg/l	995
		g/hab/d	2,5
	aporte Pt	kg/d	125
		mg/l	21
	%MV	%	70%
		kg/d	1.750

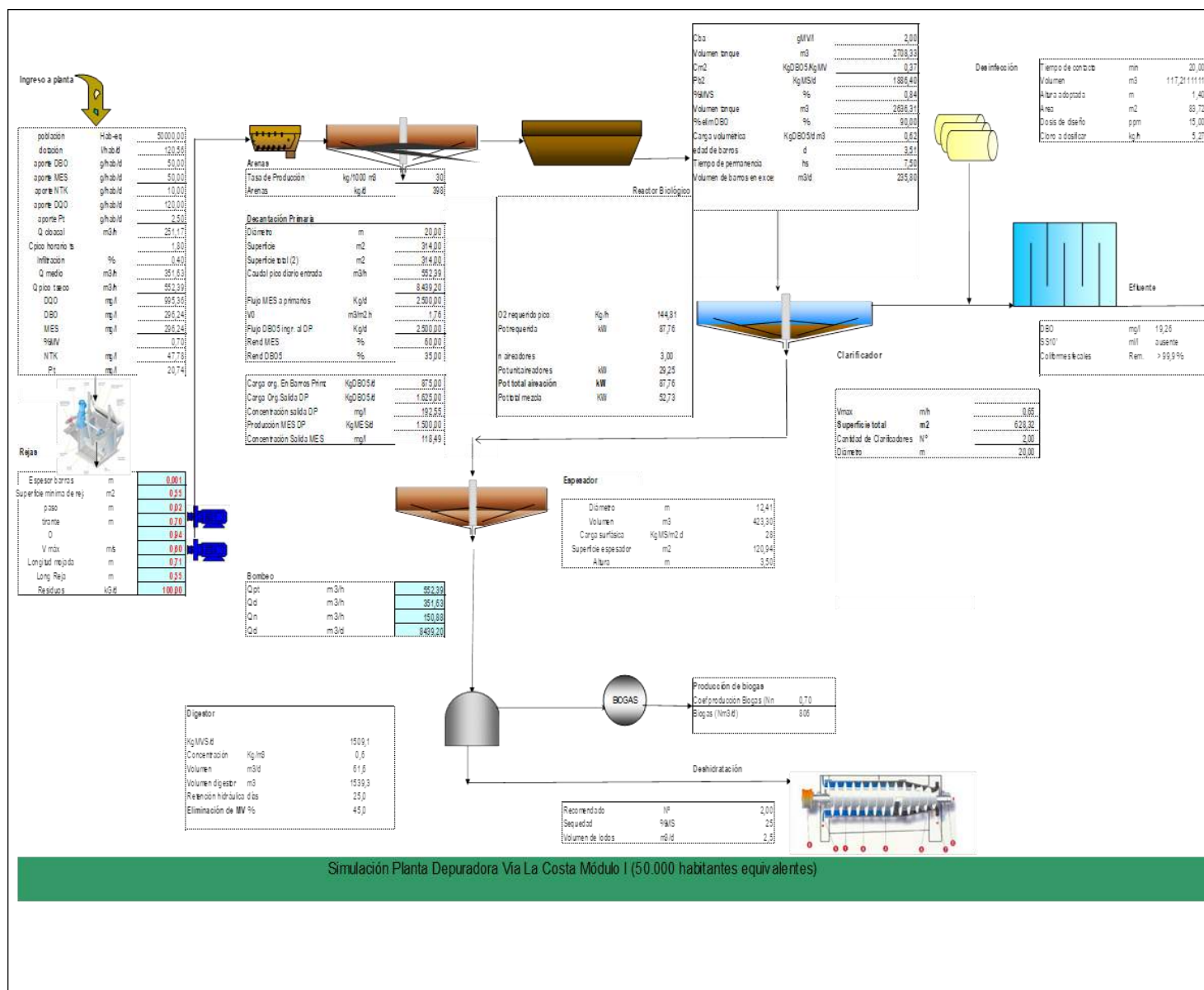
Rejas	Espesor barras	m	0,001
	Superficie minima de reja	m²	0,55
	paso	m	0,02
	tirante	m	0,70
	O		0,94
	V máx	m/s	0,60
	Longitud mojada	m	0,71
	Long Reja	m	0,55
	Cantidad de rejas	N°	1,00
	residuos	kg/d	100,00

Bombeo	Qpt (pico)	m3/h	552
	Qd (promedio)	m3/h	351,63333
	Qn (nocturno)	m3/h	151
	Qd (promedio)	m3/d	8439,2
		m3/s	0,10
	cantidad de bombas		2
	Cada bomba debiera procesar	m3/h	276

Desarenador	n	N°	-
	Superficie	m2	11,05
	v asc	m/h	50
	tasa prod arenas	kg/1000 m3	30,00
	producción arenas	kg/d	397,72
	Volumen de Extracción de arenas (5g/l).	m3/d	79,54

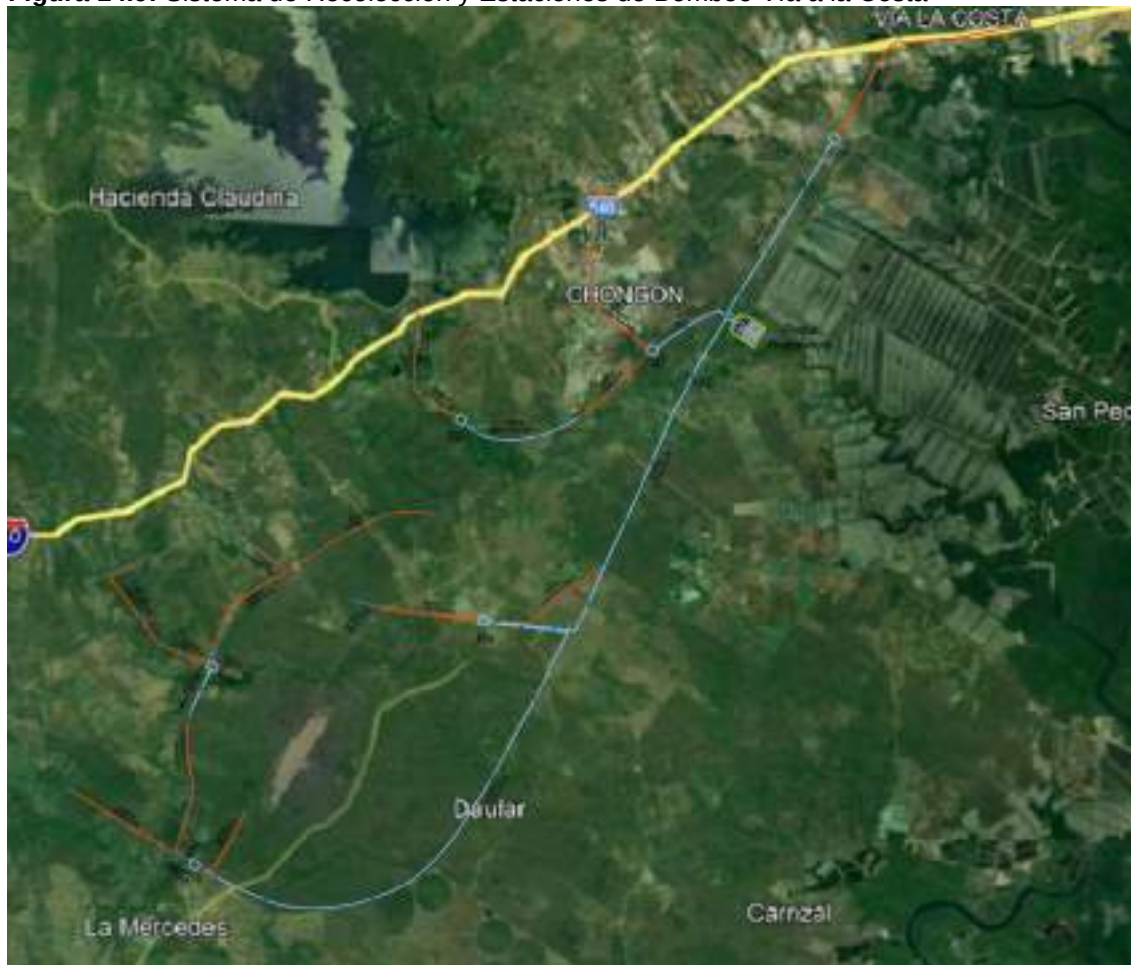
Decantación Primaria	Diámetro	m	20
	Superficie	m2	314
	cantidad		1
	Superficie total	m2	314
	Caudal pico diario entrada	m3/h	552
	Caudal diario entrada	m3/d	8.439
	Flujo MES a primarios	Kg/d	2.500
	Velocidad a caudal pico	m3/m2.h	1,76
	Velocidad a caudal nominal	m3/m2.h	1,12
	Flujo DBO5 ingresante al DP	Kg/d	2.500
	Rend MES	%	60
	Rend DBO5	%	35

LP datos de cálculo	Carga org. En Barros Primarios	KgDBO5/d	875,00
	Carga Org.Salida DP	KgDBO5/d	1.625,00
	Concentración salida DP (DBO)	mg/l	192,55
	Producción MES DP	KgMES/d	1.500,00
	MES a trat 2dario	KgMES/d	1.000,00
	Concentración Salida MES DP	mg/l	118,49
	Masa de barros a extraer de sedimentación primaria.	kg/d	1500
	Volumen de barros a extraer por día (0,5%)	m3/d	300
	Volumen de barros a extraer por hora (0,5%)	m3/h	12,5



Asimismo, se presenta a continuación el esquema del sistema de Recolección y Estaciones de Bombeo correspondiente al prediseño.

Figura 14.9: Sistema de Recolección y Estaciones de Bombeo Vía a la Costa



A continuación, se presenta el compute estimado:

Tabla 14.5: Compute sistema de recolección AASS Vía a la Costa

Ítem	Unidad	Cantidad
Colector AASS D=315mm	m	7.400
Colector AASS D=355mm	m	6.300
Colector AASS D=400mm	m	9.400
Colector AASS D=500mm	m	9.300
Colector AASS D=600mm	m	2.750
Colector AASS D=700mm	m	2.200
Impulsión AASS D=500mm	m	8.100
Impulsión AASS D=600mm	m	1.800
Impulsión AASS D=700mm	m	19.900
Estación bombeo AASS Q=50l/s h=24mca	Unidad	1
Estación bombeo AASS Q=140l/s h=16mca	Unidad	1
Estación bombeo AASS Q=65l/s h=28mca	Unidad	1
Estación bombeo AASS Q=150l/s h=34mca	Unidad	1

Ítem	Unidad	Cantidad
Estación bombeo AASS Q=75l/s h=19mca	Unidad	1
Estación bombeo AASS Q=120l/s h=20mca	Unidad	1

Inversión requerida

El monto estimado de la inversión es:

5° Quinquenio

PTAR (1° módulo)	US\$ 7.500.000
Recolección y EB	US\$ 12.000.000
Total	US\$ 19.500.000

6° Quinquenio

PTAR (2°, 3° y 4° módulo)	US\$ 9.000.000
Recolección y EB	US\$ 18.000.000
Total	US\$ 27.000.000

14.2.5 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Posorja, El Morro y Puerto El Morro

Se consideran en este Capítulo las inversiones requeridas para el tratamiento de aguas residuales en las localidades cabeceras de las Parroquias Rurales Posorja y El Morro.

Actualmente en ambas existen sistemas de lagunas, sin embargo, en vistas del desarrollo que impondrá el Puerto en Posorja se ha considerado que a largo plazo deberán ser reemplazadas.

❖ Posorja:

Para Posorja, la mayor de las localidades, se propone realizar una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales a construir en 2 módulos de 36.000 habitantes cada uno, hasta alcanzar la población de diseño de 72.000 habitantes.

La Planta se integra por:

- Estación Elevadora, la cual se completará en oportunidad de avanzar con la construcción de los módulos
- Pretratamiento, compuesto por Rejas de retención de sólidos, Desengrasador y Desarenador.
- Tratamiento Primario, consta de un Decantador por módulo.
- Tratamiento Secundario consta de cuatro reactores biológicos de lodos activados de media carga y dos clarificadores por módulo.

- Sistema de Desinfección, se realizará a través de una dosificación a través de una cámara de contacto.
- Tratamiento de lodos a través de un espesador de lodos primarios, un flotador de lodos biológicos en exceso, una cámara de mezcla de lodos a tratamiento, un digestor de lodos, un sistema de deshidratación de lodos mediante centrifugadoras o similar a través de una configuración 1+1 en el primer módulo y 3+1 en total.

Se presenta a continuación la memoria de cálculo y el esquema de simulación correspondiente al prediseño de la Planta.

Tabla 14.6: Memoria de Cálculo y Esquema de Simulación Planta Posorja

PLANTA Posorja			
Población Futura:	36.000	hab	
Hab / Conexión:	4.8		
Conexiones Futuras:	12.500	Nº	
Dotación AAPP año 2031	186.7	l/hab.día	
Coeficiente de vertido (V):	0.8		
Dotación AASS año 2031	150	l/hab.día	
Coeficiente de pico: $K = 1,5 + (2,5/Q_m^{1/2})$	1.8		
Criterios de diseño			
La planta constará de 2 módulos de 36.000 habitantes cada uno.			
Cada módulo está constituido por:			
Elevación	Estación Elevadora		
Pretratamiento:	Rejas de retención de sólidos.	2 paños por módulo	
	Desarenador / Desengrasador	2 unidades	
	Cámara de repartición entre módulos		
Tratamiento primario:	1 decantador primario		
	Cámara de recolección efluente tratado		
Tratamiento secundario:	4 reactores biológicos de lodos activados de media carga		
	cámara de repartición a los clarificadores		
	2 clarificadores		
	Cámara de recolección de los clarificadores		
Desinfección:	Equipamiento de dosificación de desinfectante		
	Cámara de contacto		
Tratamiento de lodos	Espesador de lodos primarios y lodos biológicos en exceso.		
	Cámara de mezcla de lodos a tratamiento		
	Digestor de lodos		
	Tanque de almacenamiento de lodos digeridos		
	Deshidratación de lodos mediante 2 centrifugadoras		

Planta Posorja - Base de cálculo

	Descripción	Unidades	etapa 1
Afluente	población	Hab-eq	36.000
	dotación	l/hab/d	150
	Q cloacal	m³/h	225
	Cpico horario ts		1,82
	Infiltración	%	40%
	Q medio	m³/h	315
	Q pico t seco	m³/h	499
		g/hab/d	50
	aporte DBO	kg/d	1.800
		mg/l	238
		g/hab/d	50
	aporte MES	kg/d	1.800
		mg/l	238
		g/hab/d	10
	aporte NTK	kg/d	360
		mg/l	38
		g/hab/d	120
	aporte DQO	kg/d	4.320
		mg/l	800
		g/hab/d	2,5
	aporte Pt	kg/d	90
		mg/l	17
	%MV	%	70%
		kg/d	1.260

Rejas	Espesor barras	m	0,001
	Superficie minima de reja	m²	0,49
	paso	m	0,02
	tirante	m	0,70
	O		0,94
	V máx	m/s	0,60
	Longitud mojada	m	0,71
	Long Reja	m	0,49
	Cantidad de rejas	N°	1,00
	residuos	kg/d	72,00

Bombeo	Qpt (pico)	m3/h	499
	Qd (promedio)	m3/h	315
	Qn (nocturno)	m3/h	131
	Qd (promedio)	m3/d	7560
		m3/s	0,09
	cantidad de bombas		2
	Cada bomba debiera procesar	m3/h	249

Desarenador	n	N°	-
	Superficie	m2	9,97
	v asc	m/h	50
	tasa prod arenas	kg/1000 m3	30,00
	producción arenas	kg/d	359,03
	Volumen de Extracción de arenas (5g/l).	m3/d	71,81

Decantación Primaria	Diámetro	m	17,5
	Superficie	m2	240
	cantidad		1
	Superficie total	m2	240
	Caudal pico diario entrada	m3/h	499
	Caudal diario entrada	m3/d	7.560
	Flujo MES a primarios	Kg/d	1.800
	Velocidad a caudal pico	m3/m2.h	2,07
	Velocidad a caudal nominal	m3/m2.h	1,31
	Flujo DBO5 ingresante al DP	Kg/d	1.800
	Rend MES	%	60
	Rend DBO5	%	35

LP datos de cálculo	Carga org. En Barros Primarios	KgDBO5/d	630,00
	Carga Org.Salida DP	KgDBO5/d	1.170,00
	Concentración salida DP (DBO)	mg/l	154,76
	Producción MES DP	KgMES/d	1.080,00
	MES a trat 2dario	KgMES/d	720,00
	Concentración Salida MES DP	mg/l	95,24
	Masa de barros a extraer de sedimentación primaria.	kg/d	1080
	Volumen de barros a extraer por día (0,5%)	m3/d	216
	Volumen de barros a extraer por hora (0,5%)	m3/h	9,0

Tratamiento Biológico	Cm (carga másica propuesta)	KgDBO5/KgMV	0,3
	Producción de barros	KgMS/d	1190,75
	Flujo Mat Mineral	KgMM/d	216,00
	%MVS	%	0,82
	Masa de barros en sist. (materia orgánica)	KgMESV/d	3900
	Masa de barros en sist.(materia inorgánica)	KgMES/d	4764,22
	Concentración en el licor de mezcla.	gMV/l	2,00
	Volumen tanque aireación	m3	1950,00
	Cm2 (carga másica obtenida)	KgDBO5/KgMV	0,37
	Pb2 (producción de barros obtenida)	KgMS/d	1358
	%MES volátil.	%	84%
	Volumen tanque	m3	1898
	% elim DBO		90
	Carga volumétrica	KgDBO5/d.m3	0,62
	edad de barros	d	3,5
	Tiempo de permanencia	hs	6
	Volumen de barros en exceso	m3/d	169,78
	R	%	100%
	Con zona anóxica	m3	
	T otal de los tanques incluida la zona anóxica	m3	1898
	cantidad de zanjas		4
	volumen disponible	m3	

Clarificador	Diámetro	m	17,50
	Superficie	m ²	241
	cantidad	N°	2
	Superficie total	m ²	481
	Altura	m	3,5
	Volumen total	m ³	1.684
	Superficie total	m ²	481
	Caudal pico diario entrada	m ³ /h	499
	Caudal nominal	m ³ /h	315
	Velocidad a caudal pico	m ³ /m ² .h	1,04
	Volumen de clarificación	m ³	1.683,70
	Velocidad a caudal nominal	m ³ /m ² .h	0,65

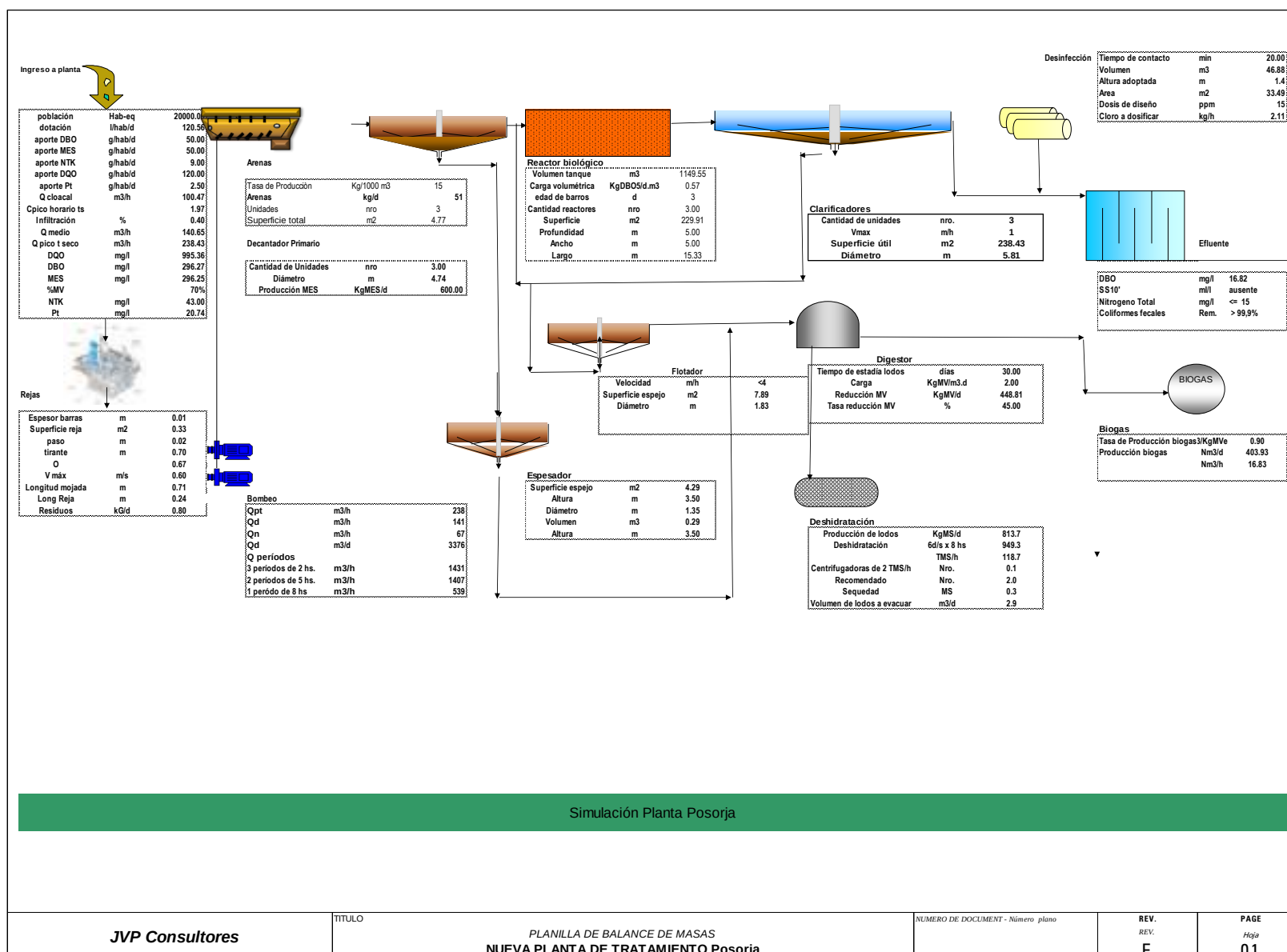
Aireación	a'	kgO ₂ /kgDBO elim	0,700
	b'	kgO ₂ /kgMV/d	0,070
	c'		4,500
	c"		2,500
	O ₂ requerido	kg O ₂ /d	1797
	ASB	kgO ₂ /kW	3
	CGT		0,55
	O ₂ requerido hora	kg O ₂ /h	75
	O ₂ requerido pico	kg O ₂ /h	103
	Pot requerida	kW	62,70
	Potencia instalada	kW	
	Altura del liquido	m	3,8
	n aireadores		3
	Pot unit.aireadores	kW	20,90
	Pot total aireación	kW	62,70
	Pot total mezcla	KW	37,96
	Caudal de aire	Nm ³ /h	3335,33
	Potencia neta en el árbol	KW	86,73
	Potencia absorbda en los bornes	KW	127,54

tanque aireación	referencia	m	3,8
	Superficie canal	m ²	499,51
	Cantidad de Tanques	N°	4
	Ancho de cada canal	m	6,4
	Longitud de cada canal.	m	19,51

Desinfección	Tiempo de contacto	min	20,00
	Volumen	m ³	105,0
	Altura adoptada	m	1,40
	Area	m ²	75,00
	Dosis de diseño	ppm	15,00
	Cloro a dosificar	kg/h	4,73

Espesador	Masa de barros a procesar	KgMS/d	2438
	Volumen de barros a espesar	m ³ /h	16
	Carga surfásica	KgMS/m ² .d	28
	Superficie espesador	m ²	87,08
	Altura	m	3,5
	Altura barro	m	1,5
	Altura agua clara	m	2
	diámetro	m	10,53
	Altura cono	m	1,58
	Volumen cono	m ³	45,85
	Volumen espesador	m ³	304,78
	Cantidad de unidades	N°	1,00
	Tiempo de retención en el espesador	h	18,96

Retornos	Retorno DBO5	10% de DBO5	180
	Retorno MES	5% de MES	90
	Retorno NTK	10% NTK	36
	Retorno N-NH4	0,8*NTK Retornos	28,8
	Retorno P	0	0



❖ El Morro y Puerto El Morro

Para la Cabecera de la Parroquia Rural el Morro se asume que con un adecuado mantenimiento de las lagunas existentes no será necesaria la construcción de una Nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. El costo del mencionado mantenimiento es incluido en el capítulo **14.3** “Intervenciones sobre las Instalaciones de Depuración para adecuar Funcionamiento”.

En cuanto al recinto Puerto El Morro se proyecta la construcción de una Nueva Planta Tratamiento de Aguas Residuales, del tipo compacta presentada en el Capítulo siguiente, compuesta por módulos de 5.000 habitantes.

Inversión requerida

La inversión total prevista a largo plazo es de **US\$ 14.500.000.-**, considerando la siguiente programación:

5° Quinquenio:	US\$ 10.500.000.-
Planta de Tratamiento Posorja – Módulo 1	US\$ 9.000.000.-
Planta de Tratamiento Puerto El Morro	US\$ 1.500.000.-
6° Quinquenio	US\$ 4.000.000.-
Planta de Tratamiento Posorja – Módulo 2	US\$ 4.000.000.-

14.2.6 Obras en Parroquias Rurales

En este Capítulo se presenta las intervenciones e inversiones necesarias para lograr el Servicio de Alcantarillado Sanitario a las localidades Cabeceras y Recintos de las Parroquias Rurales incluidas en el Contrato de Concesión.

Cabe destacar que debido a la inclusión de las áreas de desarrollo urbano que producirán los proyectos correspondientes al Nuevo Aeropuerto de Guayaquil en la zona Daular-Chongón y al Puerto en Posorja, las obras nuevas en las localidades de las Parroquias Rurales El Morro y Posorja ya se han tenido en cuenta en los capítulos anteriores y señalan con (*).

Asimismo, se considerarán principalmente intervenciones e inversiones para el Servicio de Alcantarillado Sanitario, en términos de Redes Colectoras y Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, para localidades que al año 2031, fin de la Concesión, superen los 1.000 habitantes, asumiendo que las localidades menores conservarán sistemas domiciliarios descentralizados de tipo cámara séptica y pozo séptico de infiltración.

Bajo estas consideraciones se presentan las siguientes Tablas en las que se identifican los requerimientos para servicio de Alcantarillado Sanitario, en términos de Nuevas Plantas de Aguas Residuales y Redes Colectoras:

Tabla 14.7: AASS. Parroquia J. G. Rendón – Progreso

Localidad	Población 2041	PTAR	Red
Cabecera			
J. G. Rendón (Progreso)	18,264	Compacta en operación	RyR y Expansiones
Recintos			
Caimito	1,149	Lagunas	Red nueva

Localidad	Población 2041	PTAR	Red
Cerecita	4,896	Compacta en Operación	Red nueva
San Lorenzo del Mate	1,383	Lagunas	Red nueva
Sábana Grande	2,616	Lagunas	Red nueva
Safando	2,142	Lagunas	Red nueva
Bajada de Progreso	298	Pozos Sépticos	Descentralizada
San Cristóbal	338	Pozos Sépticos	Descentralizada
San Isidro	1,247	Pozos Sépticos	Descentralizada
Olmedo	799	Pozos Sépticos	Descentralizada
Bajada de Chanduy	910	Pozos Sépticos	Descentralizada
Puerto Sábana Grande	536	Pozos Sépticos	Descentralizada
Mamey	355	Pozos Sépticos	Descentralizada
Resto	3,914	Pozos Sépticos	Descentralizada

Tabla 14.8: AASS. Parroquia El Morro

Localidad	Población 2041	PTAR	Red
Cabecera			
El Morro	2,459	RyR Lag. Existente	Ampliación
Recintos			
Puerto del Morro	4,939	Compacta	(*)
Los Pocitos	376	Pozos Sépticos	Descentralizada
Sitio Nuevo	462	Pozos Sépticos	Descentralizada
Recinto San Miguel	462	Pozos Sépticos	Descentralizada
Resto	129	Pozos Sépticos	Descentralizada

Tabla 14.9: AASS. Parroquia Posorja

Localidad	Población 2041	PTAR	Red
Cabecera			
Posorja	70,215	PTAR Barros Activados	Expansión
Recintos			
Data de Posorja	6,088	Compacta	Red Nueva
Resto	1,955	Pozos Sépticos	Descentralizada

Tabla 14.10: AASS. Parroquia Tenguel

Localidad	Población 2041	PTAR	Red
Cabecera			
Tenguel	14,101	Compacta en Operación	Expansión
Recintos			
Esperanza del Carmen	2,150	Lagunas	Redes nuevas
Puerto Conchero	749	Lagunas	Redes nuevas
San Rafael	1,715	Lagunas	Redes nuevas
San Francisco/Coop. Israel	789	Lagunas	Redes nuevas
Pedregal	321	Pozos Sépticos	Descentralizada
Buena Vista	129	Pozos Sépticos	Descentralizada
Resto	1,041	Pozos Sépticos	Descentralizada

Tabla 14.11: AASS Parroquia Puná

Localidad	Población 2041	PTAR	Red
Cabecera			
Puná Nueva	5,655	Laguna	Redes nuevas
Recintos			
Campo Alegre	1,376	Lagunas	Redes nuevas
Zapote y Puerto Zapote	462	Pozos Sépticos	Descentralizada
Agua Piedra/ Puerto A. Piedra	297	Pozos Sépticos	Descentralizada
Puná Vieja	572	Pozos Sépticos	Descentralizada
Río Hondo	119	Pozos Sépticos	Descentralizada
Estero de Boca	251	Pozos Sépticos	Descentralizada
Cauchiche	644	Pozos Sépticos	Descentralizada

Para las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales correspondientes a las poblaciones más importantes, se ha realizado el prediseño de módulos para 5.000 habitantes con tratamiento de aireación extendida para cumplir con los requerimientos de vuelco que esta impuesta en la norma.

Se presenta a continuación la memoria de cálculo y el esquema de simulación correspondiente al prediseño de las Plantas para 5.000 habitantes:

Tabla 14.12: Memoria de Cálculo y Esquema de Simulación Plantas para Parroquias Rurales

PLANTAS PARROQUIAS RURALES		
Población Futura:	5000	hab
Hab / Conexión:	4.8	
Conexiones Futuras:	1042	Nº
Dotación AAPP año 2031	150.7	l/hab.día
Coeficiente de vertido (V):	0.8	
Dotación AASS año 2031	120.56	
Coeficiente de pico: $K= 1,5+(2,5/Qm^{-1/2})$	2.4	
Criterio de Diseño:		
Plantas de 1 módulo para 5.000 hab		
Elevación	Estación Elevadora	
Pretratamiento:	Rejas de retención de sólidos.	2 paños por módulo
	Desarenador / Desengrasador	
	Cámara de repartición entre módulos	
	Cámara de repartición entre los 2 decantadores primarios	
Tratamiento terciario:	1 Reactor biológico de lodos activados de aireación extendida 1 Clarificador	
Desinfección:	Equipamiento de dosificación de desinfectante Cámara de contacto	
Tratamiento de lodos	Espesador de lodos 2 Centrifugadoras (1+1, 3+1)	

Base de cálculo Plantas Compactas Parroquias Rurales

Afluente	Descripción	Unidades	
	población	Hab-eq	5000
	dotación	l/hab/d	135.60
	aporte DBO	g/hab/d	52
	aporte MES	g/hab/d	60
	aporte NTK	g/hab/d	15
	aporte DQO	g/hab/d	120
	aporte Pt	g/hab/d	4
	Q cloacal	m3/h	28.25
	Cpico horario ts		2.39
	Infiltración	%	40%
	Q medio	m3/h	39.55
	Q pico t seco	m3/h	78.89
	DQO	mg/l	884.96
	DBO	mg/l	274
	MES	mg/l	316
	%MV		65%
	NTK	mg/l	64
	Pt	mg/l	29
Rejas	Espesor barras	m	0.01
	Superficie mínima de reja	m2	0.11
	paso	m	0.02
	tirante	m	0.70
	O		0.67
	V máx	m/s	0.60
	Longitud mojada	m	0.71
	Long Reja	m	0.08
	residuos	kg/d	0.07
Bombeo	Qpt	m3/h	78.89
	Qd	m3/h	39.55
	Qn	m3/h	10.05
	Qd	m3/d	949
Desarenador	Superficie	m2	1.58
	v asc	m/h	50
	tasa prod arenas	kg/1000 m3	15.00
	producción arenas	kg/d	14.24
Biológico	Cm	KgDBO5/KgMV	0.07
	Producción de barros	KgMS/d	309.50
	Flujo Mat Min	KgMM/d	105.01
	%MVS	%	0.66
	Masa de barros en sist.	KgMV/d	3869.434524
	Masa de barros en sist.	KgMES/d	5856.38
	Cba	gMV/l	3.00
	Volumen tanque	m3	1238.22
	Cm2	KgDBO5/KgMV	0.11
	Pb2	KgMS/d	269.15
	%MVS	%	61%
	Volumen tanque	m3	1341.47
	% elim DBO		98
	Carga volumétrica	KgDBO5/d.m3	0.19
	edad de barros	d	19
	Tiempo de permanencia	hs	34
	Volumen de barros en exceso	m3/d	31.06
	R	%	120%

Base de cálculo Plantas Compactas Parroquias Rurales			
Clarificador	Imolhman est.	ml/g	150
	Vmax	m/h	1
	Superficie útil (sin cf)	m ²	78.88660447
	Conc. Recirc.	g/l	8.666666667
	Tasa Recirc	R=%	53
	IM para dim Cf	ml/g	250
	h1: altura agua clarificada	m	0.60
	h2: zona sedimentación	m	1.0
	h3: zona espesamiento	m	0.8
	h4: zona de almacenamiento	m	4
	h total	m	7
	h mini.	m	2
	Cantidad de Clarificadores	Nº	1
	diámetro	m	10.02
	altura mínima clarif.	m	2.10
Aireación	a'	kgO ₂ /kgDBO elim	0.700
	b'	kgO ₂ /kgMV/d	0.070
	c'		4.500
	c''		2.500
	O ₂ requerido	kg/d	618
	ASB	kgO ₂ /kW	3
	CGT		0.55
	O ₂ requerido hora	kg/h	26
	O ₂ requerido pico	kg/h	33
	Pot requerida	kW	20.22
	Potencia instalada	kW	
	n aireadores		3
	Pot unit. aireadores	kW	6.74
	Pot total aireación	kW	20.22
	Pot total mezcla	KW	26.83
	Caudal de aire	Nm ³ /h	817.57
	Potencia neta en el árbol	KW	21.26
	Potencia absorbida en los bornes	KW	31.26
Tanque	Altura de agua en tanque referencia	m	3.8
	Superficie canal	m ²	353.02
	Cantidad de Tanques	Nº	1
	Ancho	m	60
Desnitrificación	Long	m	5.88
	N a nitrificar	mg/l	45.31
	N a nitrificar	Kg/d	43.01
	N asimil.	mg/l	13.41
	N potencialm. Desnitrificab.	mg/l	4.97
	N a desnitrif.	mg/l	7.00
	N-No ₃ a denit	mg/l	38.31
Desinfección	Cv ref		3714.29
	Tiempo de contacto	min	20.00
	Volumen	m ³	13.18
	Altura adoptada	m	1.40
	Área	m ²	9.42
	Dosis de diseño	ppm	15.00
	Cloro a dosificar	kg/h	0.59

Base de cálculo Plantas Compactas Parroquias Rurales			
Retornos	Retorno DBO5	10% de DBO5	26
	Retorno MES	5% de MES	15
	Retorno NTK	10% NTK	7.5
	Retorno N-NH4	0,8*NTK Retornos	6
	Retorno P	0	0
Centrifugadoras	Producción de lodos	KgMS/d	269.15
	Deshidratación	6d/s x 8 hs	314.01
			39.25
	Centrifugadoras de 0,05 TMS/h	Nro.	0.79
	Recomendado	Nro.	1
	Sequedad	%MS	0.28
	Volumen de lodos	m3/d	0.27
Efluente	DBO	mg/l	5.72

Para poblaciones menores, que alcancen una población de 1.000 habitantes y cuenten con sistemas de recolección de efluentes se consideran intervenciones correspondientes a pequeñas plantas compactas o sistemas de lagunas, conforma a los requerimientos locales.

14.3. Intervenciones sobre las Instalaciones de Depuración para adecuar Funcionamiento

Interagua dispone de 3 sistemas básicos de tratamiento de líquidos residuales en operación:

- Tanques sépticos+ percolación en lecho grava
- Sistemas de lagunas facultativas
- Sistemas de Barros Activos/ MBR, con diferentes conformaciones

El cumplimiento de las normativas de vuelco a los cuerpos receptores (normas TULSMA) define el tipo de tratamiento al que es necesario someter el líquido residual para su depuración. El tratamiento elegido no debe cumplir solo con algunos parámetros de vuelco, sino con todos ellos.

En el de Evaluación funcionamiento PTARs e identificación de intervenciones por vuelcos fuera de norma del Capítulo 6 de este Plan Maestro se reseñó en las Tablas: 6.63: Análisis cumplimiento parámetros C. Fecales, Sulfuros y Tensioactivos y 6.64: Análisis PTARs vinculados a la capacidad de diseño, los aspectos que requieren intervenciones para adecuar el funcionamiento de las plantas de tratamiento.

De acuerdo con los datos evaluados, en los muestreos realizados durante el periodo 2019 -2020 en los sistemas operados por Interagua, se individualizo las PTARs que no pueden cumplir con las normas de vuelco, ya sea por ser:

- Sistemas que no son adecuados, caso tanques sépticos (Tratamiento primario)
- Sistemas que no cumplen con el nivel de vuelco en la mayoría de los parámetros.
- Sistemas que no pueden cumplir el nivel de vuelco, debido a la calidad del afluente a las plantas de tratamiento.

Para este último punto, se debe considerar un control de la contaminación industrial mediante inspecciones aleatorias, dentro de un programa de control de descargas no domésticas.

Asimismo, la presencia de altas concentraciones de tensioactivos en las redes y las barreras de los procesos de tratamiento convencionales utilizados, no permiten una remoción capaz de cumplir con las normas de vuelco.

14.3.1 Conclusiones sobre los sistemas de tratamiento.

La selección del sistema de tratamiento adecuado será función de los parámetros a remover y del tipo de cuerpo receptor por aplicación de las normas TULSMA.

Dado que Interagua recibe sistemas de tratamiento de urbanizaciones y/o otras, sugerimos que solicite que las mismas sean de tipo probado, por su eficiencia, por la operadora. Con ello se estará beneficiando el sector de operaciones.

Los tanques sépticos deben ser desafectados de su operación, sirviendo las estaciones de bombeo en el transporte hacia las nuevas plantas de tratamiento, por tratarse de sistemas que solo cumplen parcialmente con las normas de vuelco.

Hay que considerar que los sistemas de lagunaje son muy simples de operar, pero deben ser mantenidos en cuanto al pretratamiento y la extracción de barros. Incorporar el uso de técnicas de medición de algas, que indican un buen funcionamiento del tratamiento biológico.

Adecuar las condiciones de operación para aquellas plantas que están excedidas en su capacidad de tratamiento, aun cuando el sistema esté trabajando dentro de las normas de vuelco (excepto que se verifique el sobredimensionamiento de las instalaciones).

Considerar los diferentes tratamientos en términos económicos pues, una mejor calidad de vuelco repercute en un menor consumo de cloro para la desinfección.

14.3.2 Sobre la operación de los sistemas de tratamiento.

En general los sistemas de tratamiento “avisan” sobre posibles disfuncionamientos.

Esa comunicación se puede restringir a 3 sectores principales: funcionamiento, mantenimiento y control de procesos.

La operación de estos sistemas necesita de información confiable, y la interrelación de los diferentes sectores (mantenimiento, funcionamiento, control de procesos).

Los sistemas de barros activos y/o MBR descargan un efluente de muy buena calidad, pero son muy dependientes en términos de supervisión del proceso y presencia de portadores de biomasa.

La existencia de laboratorios de control es una de las herramientas sobre la que se apoya esa supervisión.

El automatismo y supervisión remota mediante un sistema tipo SCADA permite ver condiciones anómalas de funcionamiento.

El uso de indicadores de funcionamiento como el Tool Box, que permitan observar apartamientos de valores operativos adecuados y de buen desempeño es otra herramienta.

14.3.3 Sobre parámetros fuera de norma.

De los datos analizados, los parámetros DBO, DQO y SST se encuentran bastante acotados en cuanto al grado de cumplimiento. Existen otros parámetros que deben ser considerados como ser NTK, sulfuros y Coliformes fecales y que se tendrán en cuenta en las intervenciones necesarias.

14.3.4 Puesta fuera de servicio de estaciones de tratamiento.

Se debe tener en cuenta que todas las estaciones de tratamiento que deben ser desactivadas requieren intervenciones para evitar daños sobre terceros, contratistas, personal propio y daños a la propiedad.

Ese plan incluye la limpieza de unidades, desafectación de instalaciones, desafectaciones de instalaciones eléctricas, posible reconversión de instalaciones a otros usos.

14.3.5 Estrategia intervención en PTARs para su adecuación

En el cuadro siguiente se indica las intervenciones que requieren para su adecuación las PTARs en operación.

Tabla 14.13: Intervenciones requeridas en PTARs en operación

PTAR	PLAN DE ACCION	OBJETIVO	INVERSION PREVISTA (incluye IVA)		
			DISEÑO	CONSTRUCCION	COSTO TOTAL
Lagunas Guayacanes Samanes	Rehabilitación serie 1, Construcción tanque de contacto	Incrementar capacidad de tratamiento, mejorar calidad bacteriológica	\$88.723	\$2.000.000	\$2.088.723
	Suministro e instalación de equipos para producir hipoclorito de sodio en sitio	Garantizar desinfección	\$12.000	\$1.500.000	\$1.512.000
Lagunas Sauces Alborada	Plan de abandono	Actividad previa al inicio de las obras PTAR Merinos	\$0	\$1.528.042	\$1.528.042
PTAR Tornillo (30% Q total)	Construcción Sistema Krofta	Actividad previa al inicio de las obras PTAR Merinos	Obra que será ejecutada por Emapag EP		
	Instalaciones de desinfección	Garantizar desinfección	\$0	\$250.000	\$250.000
Lagunas Orquídeas y Mucho Lote Sistemas Lodos activados Metrópolis 1 y	Plan de abandono	Actividad previa al inicio de las obras PTAR Merinos	\$0	\$2.150.000	\$2.150.000
	Conexión hacia colector Avda. Narcisa de Jesús,	Conexión de la estación de bombeo Metrópolis 1 al	\$0	\$350.000	\$350.000

PTAR	PLAN DE ACCION	OBJETIVO	INVERSION PREVISTA (incluye IVA)		
			DISEÑO	CONSTRUCCION	COSTO TOTAL
Guayaquil 2	que permita deshabilitar estas plantas	colector de la Avda. Narcisa de Jesús			
Metrópolis 1 Guayaquil 2 Metrópolis 2, Metrópolis 3 y Metrópolis 4	Conexión hacia colector Avda. Narcisa de Jesús, deshabilitar estas plantas	Conexión de la estación de bombeo Guayaquil 2 al colector de la Avda. Narcisa de Jesús	\$0	\$500.000	\$500.000
	Tanques de contacto Metrópolis 2	Garantizar proceso de desinfección en efluente	\$1.500	\$37.261	\$38.761
	Tanques de contacto Metrópolis 3	Garantizar proceso de desinfección en efluente	\$1.500	\$52.340	\$53.840
	Tanques de contacto Metrópolis 4	Garantizar proceso de desinfección en efluente	\$1.500	\$27.324	\$28.824
	Repotenciación sistema de aireación Metrópolis 3	Cambio de equipos de aireación	\$0	\$25.600	\$25.600
Tanques sépticos: Caracol, Tottori, Cumbres del Sol	Conexión a la cuenca de la PTAR provisional Krofta en Terminal de transferencia de víveres	Deshabilitar tanques sépticos mediante la conexión a redes que descarguen en PTAR	Obra que será ejecutada por Emapag EP		
Tanques sépticos: Beata Mercedes Molina 1, Beata Mercedes Molina 2, Portón de la Beata	Se deshabilitarán con la expansión de redes del subsistema 3 de la cuenca norte que irá a la EB2	Deshabilitar tanques sépticos mediante la conexión a redes de AASS que descarguen en PTAR	Obra pendiente de definir ejecución		
Tanque séptico Mirador del Norte 2	Conexión hacia redes de AASS	Deshabilitar tanques sépticos mediante la conexión a redes de AASS que descarguen en PTAR	Obra pendiente de definir ejecución		
Laboratorio de Procesos	Completar equipamiento Laboratorio de Procesos para control operativo de PTARs	Mejorar el control del proceso biológico en sistemas de lodos activados	\$0	\$101.086	\$101.086
Planta de tratamiento regional	Eliminación PTARS Vía La Costa por descarga a Planta Regional y expansión servicio zona Daular	Estudio de Alternativa más conveniente	\$50.000	\$0	\$50.000
		Diseños detallados PTAR regional Vía a la Costa	\$650.000	\$0	\$650.000

PTAR	PLAN DE ACCION	OBJETIVO	INVERSION PREVISTA (incluye IVA)		
			DISEÑO	CONSTRUCCION	COSTO TOTAL
		Construcción primer módulo 50.000 hab	Proyecto a definir		
Construcción tanque de contacto Construcción tanques de Contacto	Terranostra 1	Garantizar la eficiencia del proceso de desinfección	\$1.500	\$23.000	\$24.500
	Terranostra 2		\$1.500	\$55.000	\$56.500
	Ciudad Olimpo	Garantizar la eficiencia del proceso de desinfección	\$1.500	\$55.000	\$56.500
	Valle alto		\$1.500	\$23.000	\$24.500
	Belohorizonte 3		\$1.500	\$23.000	\$24.500
Belohorizonte 1, Belohorizonte 2, Belohorizonte 3, Terranostra 1, Terranostra 2, Arcadia, Puerto Seymour, Costalmar 1, Valle Alto, Puerto Hondo, Ciudad Olimpo, Portal al Sol	Repotenciación de plantas de tratamiento de lodos activados (11 plantas)	Aumentar capacidad de aireación para mejorar el proceso biológico. Conexión a SCADA, instrumentación, PSS	\$0	\$1.200.000	\$1.200.000
Portovita, Casa Club 1 y Casa Club 2 Portofino, Laguna Club, Vía al Sol	Deshabilitar tanques sépticos mediante la conexión a PTAR Portal del sol	Deshabilitar tanques sépticos	\$0	\$1.200.000	\$1.200.000
	Repotenciación PTAR Portal del sol	Mejorar el control del proceso biológico en sistemas de lodos activados	\$2.500	\$115.000	\$117.500
	Construcción de nueva planta de tratamiento Urbanización Portofino	Cambio de tecnología para lograr cumplimiento en la descarga. Imhof +Biodiscos	\$15.000	\$120.000	\$135.000
Portofino, Laguna Club, Vía al Sol Laguna Mi Lote	Construcción de nueva PTAR en Urbanización Laguna Club	Cambio de tecnología para lograr cumplimiento en la descarga Imhof +Biodiscos	\$15.000	\$125.000	\$140.000
	Construcción de nueva planta de tratamiento Urbanización Vía al Sol	Cambio de tecnología para lograr cumplimiento en la descarga Imhof +Biodiscos	\$10.000	\$98.000	\$108.000
	Implementar sistema de desinfección para el efluente	Mejorar calidad bacteriológica	\$0	\$150.000	\$150.000

PTAR	PLAN DE ACCION	OBJETIVO	INVERSION PREVISTA (incluye IVA)		
			DISEÑO	CONSTRUCCION	COSTO TOTAL
Laguna Mi Lote	Construcción de cerramiento, mejoramiento de señalización	Asegurar que terceros no accedan al predio de las lagunas	\$0	\$36.000	\$36.000
	Deshabilitar Mi Lote	Cuando se construya la segunda fase de la PTAR regional Mi Lote	\$0	\$850.000	\$850.000
	Construcción cerramiento	Impedir terceros ingresen a laguna	\$0	\$36.000	36.000
	Implementar sistema de desinfección para el efluente	Mejorar calidad bacteriológica	\$0	\$400.000	\$400.000
Sociovivienda 1	Desarrollo de redes de expansión para conectar a PTAR Mi Lote	Deshabilitar la planta una vez que las redes del sistema 3 estén instaladas.	Obra pendiente de definir ejecución		
	Integración de la EB SV1 a las redes del sistema 3	Deshabilitar planta cuando redes del sistema 3 estén instaladas	Obra pendiente de definir ejecución		
Sociovivienda 2	Desarrollo de redes de expansión para conectar a PTAR Mi Lote	Deshabilitar la planta una vez que las redes del sistema 3 estén instaladas. Fase 3 sistema 3	Obra pendiente de definir ejecución		
	Integración de la EB SV2 a las redes del sistema 3	Deshabilitar la planta una vez que las redes del sistema 3 estén instaladas. Fase 3 sistema 3	Obra pendiente de definir ejecución		
Lagunas Posorja y el Morro	Obras para repotenciar lagunas	Garantizar capacidad requerida y mejorar calidad de descarga	\$0	\$350.000	\$350.000
	Construcción tanque de contacto	Garantizar la eficiencia de calidad bacteriológica	\$0	\$67.000	\$67.000
Ciudad Santiago	Repotenciación tableros eléctricos y sistema de aireación	Garantizar la funcionalidad del proceso	\$0	\$36.182	\$36.182
	Conexión de planta a SCADA	Monitoreo remoto con atención oportuna ante fallas de equipos	\$0	\$13.843	\$13.843

14.3.6 Intervenciones para aumentar eficiencia desinfección

Las reglas del arte indican un tiempo de contacto mínimo de 20 minutos con la instalación de baffles para asegurar la mezcla del desinfectante con el líquido.

En la Tabla siguiente se ha predimensionado cámaras de contacto en función del caudal tratado y se determina el volumen de hormigón armado que requiere cada cámara

Tabla 14.14: Determinación volúmenes de HA para cámaras de contacto

Caudal (m3/h)	10	20	50	100	200	300
Profundidad (m)	1	1	1	1	1,5	2
Permanencia (min)	20	20	20	20	20	20
Volumen (m3)	3,3	6,7	16,7	33,3	66,7	100,0
Superficie (m2)	3,3	6,7	16,7	33,3	44,4	50,0
Ancho útil (m)	1,3	1,8	2,9	4,1	4,7	5,0
Largo útil (m)	2,6	3,7	5,8	8,2	9,4	10,0
Velocidad (m/s)	0,040	0,040	0,040	0,060	0,060	0,060
Sección canal (m)	0,07	0,14	0,35	0,46	0,93	1,39
Ancho canal (m)	0,30	0,30	0,35	0,45	0,60	0,70
Cantidad canales	9	13	17	19	16	15
Espesor tabique interno	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Espesor tabique externo	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Espesor platea	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Lado largo (m)	3,90	5,50	7,95	10,75	11,50	12,30
Lado corto (m)	1,7	2,2	3,3	4,5	5,1	5,4

Hormigón platea (m3)	1,98	3,67	7,84	14,46	17,64	19,93
Tabiques exteriores (m3)	2,91	4,02	5,84	7,92	11,96	16,28
Tabiques interiores (m3)	0,95	2,20	4,87	7,85	10,49	13,24
Hormigón total (m3)	5,84	9,89	18,55	30,22	40,10	49,45

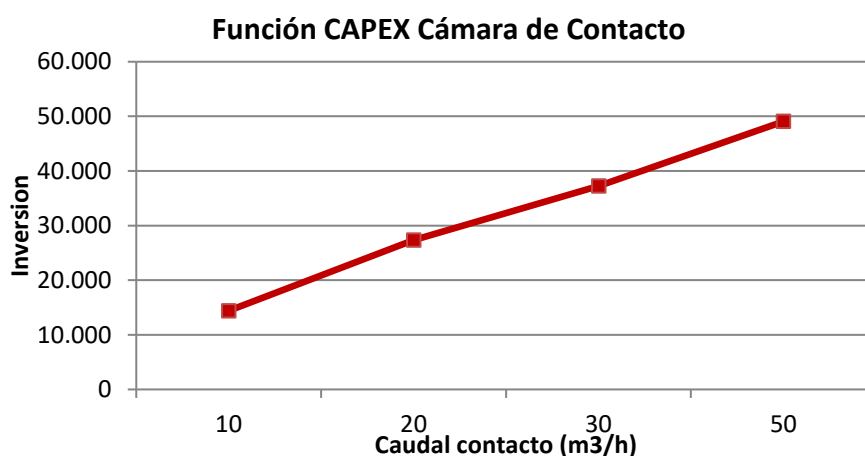
Como referencia de contratos realizados, la construcción de un tanque de cloración de 32,06 m³ de hormigón armado se presupuestó \$39.560, el m³ de hormigón de 280kg/cm² en ese momento estaba \$291.26 /m³, actualmente está \$298,62 /m³, un 2,5% más.

Se requiere la construcción de tanques de contacto para las instalaciones en las siguientes Plantas de tratamiento.

Tabla 14.15: Volumen de contacto necesario

PTARs	Caudal promedio	Caudal de operación		Volumen cámara de contacto
	m ³ /mes	m ³ /d	m ³ /h	m ³
BELOHORIZONTE 3	8.346	278	12	5
TERRANOISTRA 1	8.420	281	12	5
TERRANOISTRA 2	35.887	1.196	50	21
VALLE ALTO	6.749	225	9	4
CIUDAD OLIMPO	36.041	1.201	50	21
METRÓPOLIS2	19.459	649	27	11
METRÓPOLIS 3	39.039	1.301	54	23
METRÓPOLIS 4	15.312	510	21	9
MI LOTE	31.523	1.051	44	18

Con los datos de la tabla precedente y el valor del hormigón armado en la construcción de cámaras de cloración, se determinó la función de costo para cámaras de contacto de diferentes volúmenes.

Figura 14.10: Función costo cámaras de contacto

Inversión requerida

Tabla 14.16: Inversión para implantación cámaras de contacto de HA en PTARs

PTARs	Volumen cámara de contacto	Inversión
	m ³	US\$
BELOHORIZONTE 3	5	6.210
TERRANOISTRA 1	5	6.210
TERRANOISTRA 2	21	25.875
VALLE ALTO	4	4.658
CIUDAD OLIMPO	21	25.875
METRÓPOLIS2	11	13.973
METRÓPOLIS 3	23	27.945
METRÓPOLIS 4	9	10.868
MI LOTE	18	22.770

14.3.7 Inversiones requeridas para completar proceso de tratamiento

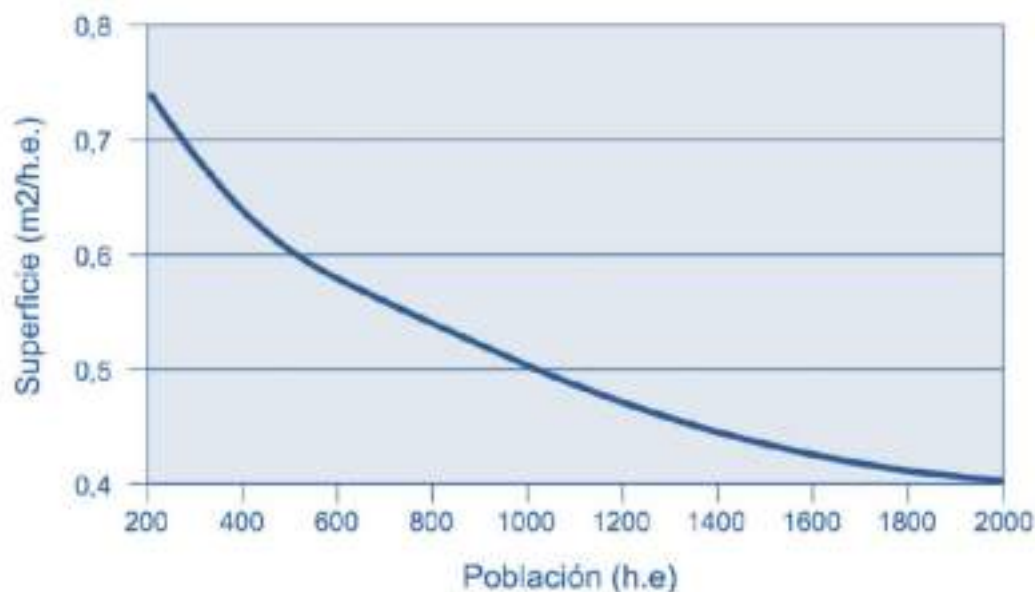
Los tanques sépticos constituyen un tratamiento primario que resulta insuficiente para lograr descargas a cuerpos de agua cumpliendo las regulaciones establecidas en las TULSMA.

Una solución tradicional para este tipo de plantas es complementar el tratamiento primario con un tratamiento biológico secundario.

Los biodiscos emplean el mismo principio de los filtros percoladores, pero en lugar de estar constituidos por un medio estático (empaquete), el medio soporte rota. Los discos giran alrededor de un eje central a una velocidad comprendida entre 1 y 5 rpm, con una parte de su área sumergida y otra expuesta al aire, alternándose ambas. La rotación del disco induce la transferencia de oxígeno y mantiene la biomasa en condiciones aerobias.

El área sumergida comprende entre el 35 y 40% de la superficie total de los discos. Cuando la sección del disco está sumergida, la biomasa adherida a ella consume materia orgánica presente en el agua residual, mientras que, durante su exposición al aire, la biopelícula arrastra una capa de agua que escurre sobre la superficie del disco y absorbe oxígeno. De esta manera, la biopelícula consume materia orgánica y oxígeno para su desarrollo, propiciando la disminución de la demanda de oxígeno del agua residual. Son plantas muy compactas. El gráfico siguiente muestra el área requerida en función de la población servida.

Figura 14.11: Área requerida PTAR Biodiscos por habitante



Los cuadros siguientes indican el predimensionamiento de dos de las PTARs de biodiscos:

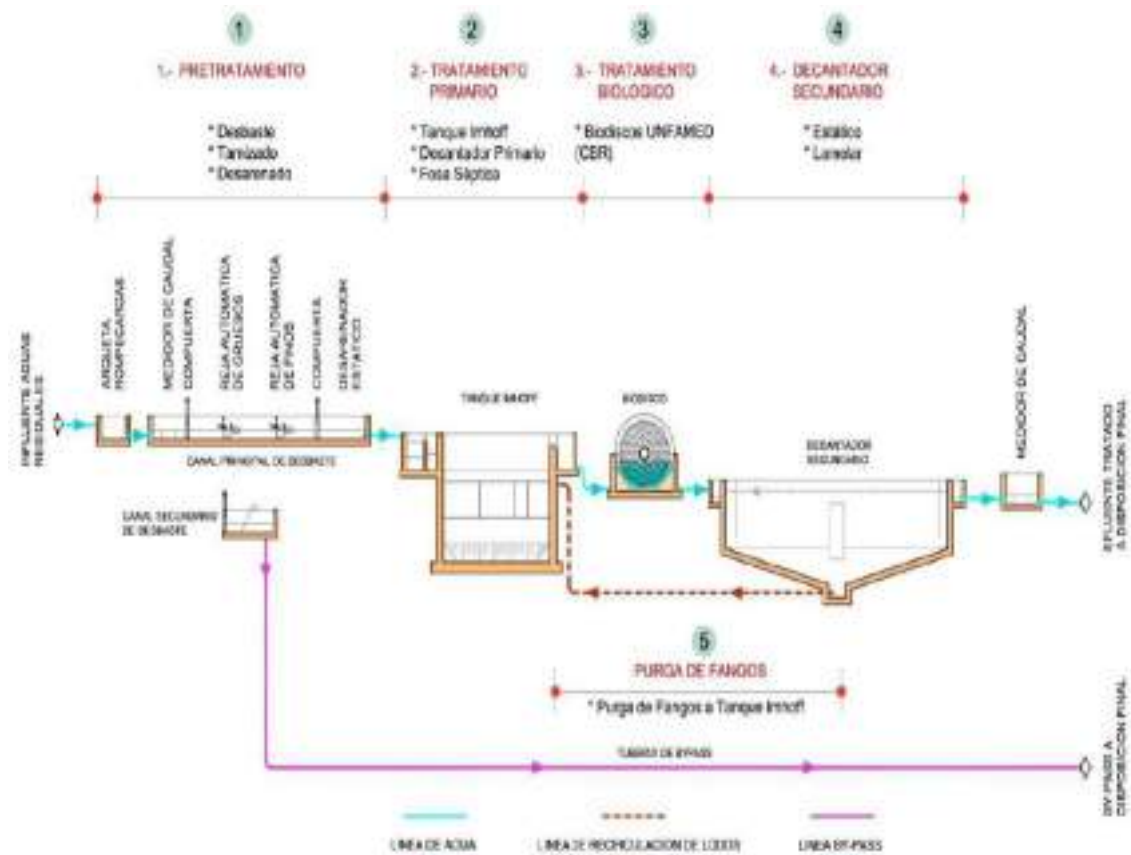
Tabla 14.17: Prediseño PTAR Portofino

Parámetros de diseño					
Caudal medio diario	(m3/día)	734,01	734,01	734,01	734,01
DBO5 de entrada al Reactor	(kg/día)	50,06	50,06	50,06	50,06
DBO5 de salida al Reactor	(kg/día)	18,35	18,35	18,35	18,35
DBO5 eliminada en Reactor	(kg/día)	31,71	31,71	31,71	31,71
Rendimiento eliminación DBO5	%	63,34%	63,34%	63,34%	63,34%
SS de entrada al Reactor	(kg/día)	73,40	73,40	73,40	73,40
SS de salida al Reactor + Clarificador	(kg/día)	25,69	25,69	25,69	25,69
SS eliminada en Reactor + Clarificador	(kg/día)	47,71	47,71	47,71	47,71
Rendimiento eliminación SS	%	65,00%	65,00%	65,00%	65,00%
Nt entrada reactor	(kg/día)	0,00	0,00	0,00	0,00
Nt de salida al Reactor	(kg/día)	11,01	11,01	11,01	11,01
Nt eliminada en Reactor	(kg/día)	-11,01	-11,01	-11,01	-11,01
Rendimiento eliminación Nt	%	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!
CALCULO SUPERFICIE PARA ELIMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA					
Datos de partida					
POBLACION	(hab)	1.767,00			
DOTACION POR HABITANTE	(l/hab x día)	415,40			
Concentración DBO5 ENTRADA PLANTA	(mg/l)	68,20			
Concentración DQO ENTRADA PLANTA	(mg/l)	136,40			
Concentración SS ENTRADA PLANTA	(mg/l)	100,00			
Concentración NITROGENO (NTK) ENTRADA PLANTA	(mg/l)	0,00			
Concentración Fosforo	(mg/l)	0,00			
Caudal medio diario	m3/día	734,01			
Caudal medio horario	m3/h	30,58			
Caudal medio litros/segundo	(litros/segundo)	8,50			
DBO5 eliminada etapas anteriores	%	0%			
Carga contaminación DBO5 ENTRADA ALREACTOR	kg DBO5/día	50,06			
Concentración DBO5 ENTRADA AL REACTOR	mg/l	68,20			
SS eliminada etapas anteriores	%	0%			
Carga contaminación SS	kg/día	73,40			
Concentración SS	mg/l	100,00			
NTK / DBO5		0,00			
DBO5 exigida a la salida	mg/l	25,00			
NTK eliminada etapas anteriores	%	0%			
Carga de Nt a la entrada biodisco	kg Nt/día	0,00			
Concentración Nt entrada	mg/l	0			
Nt exigida a la salida	mg/l	15,00			
Tª del agua	°C	15,00			
BIODISCOS PARAMETROS DE DISEÑO ATV-DVWK-A281 (2001)					
COMPLEMENTADA CON APORTACIONES (Metcalf & Eddy)					

Tabla 14.18: Prediseño PTAR Laguna club

BIODISCOS PTAR LAGUNA CLUB (Guayaquil)		Invierno	Verano	Invierno	Verano
Parámetros de diseño					
Caudal medio diario	(m3/día)	255,12	255,12	255,12	255,12
DBO5 de entrada al Reactor	(kg/día)	63,78	63,78	63,78	63,78
DBO5 de salida al Reactor	(kg/día)	6,38	6,38	6,38	6,38
DBO5 eliminada en Reactor	(kg/día)	57,40	57,40	57,40	57,40
Rendimiento eliminación DBO5	%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%
SS de entrada al Reactor	(kg/día)	76,54	76,54	76,54	76,54
SS de salida al Reactor + Clarificador	(kg/día)	8,93	8,93	8,93	8,93
SS eliminada en Reactor + Clarificador	(kg/día)	67,61	67,61	67,61	67,61
Rendimiento eliminación SS	%	88,33%	88,33%	88,33%	88,33%
Nt entrada reactor	(kg/día)	0,00	0,00	0,00	0,00
Nt de salida al Reactor	(kg/día)	3,83	3,83	3,83	3,83
Nt eliminada en Reactor	(kg/día)	-3,83	-3,83	-3,83	-3,83
Rendimiento eliminación Nt	%	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
CALCULO SUPERFICIE PARA ELIMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA					
Datos de partida					
POBLACION	(hab)	1.063,00			
DOTACION POR HABITANTE	(l/hab x día)	240,00			
Concentración DBO5 ENTRADA PLANTA	(mg/l)	250,00			
Concentración DQO ENTRADA PLANTA	(mg/l)	500,00			
Concentración SS ENTRADA PLANTA	(mg/l)	300,00			
Concentración NITROGENO (NTK) ENTRADA PLANTA	(mg/l)	0,00			
Concentración Fosforo	(mg/l)	0,00			
Caudal medio diario	m3/día	255,12			
Caudal medio horario	m3/h	10,63			
Caudal medio litros/segundo	(litros/segundo)	2,95			
DBO5 eliminada etapas anteriores	%	0%			
Carga contaminación DBO5 ENTRADA ALREACTOR	kg DBO5/día	63,78			
Concentración DBO5 ENTRADA AL REACTOR	mg/l	250,00			
SS eliminada etapas anteriores	%	0%			
Carga contaminación SS	kg/día	76,54			
Concentración SS	mg/l	300,00			
NTK / DBO5		0,00			
DBO5 exigida a la salida	mg/l	25,00			
NTK eliminada etapas anteriores	%	0%			
Carga de Nt a la entrada biodisco	kg Nt/día	0,00			
Concentración Nt entrada	mg/l	0			
Nt exigida a la salida	mg/l	15,00			
Tª del agua	°C	15,00			
BIODISCOS PARAMETROS DE DISEÑO ATV-DVWK-A281 (2001)					
COMPLEMENTADA CON APORTACIONES (Metcalf & Eddy) .					

La figura siguiente indica el esquema de funcionamiento complementando un tanque séptico.

Figura 14.12: Esquema de instalación Biodiscos con tanque séptico

Para estimar la inversión de la planta de biodiscos se solicitó presupuesto a un proveedor de referencia en el mercado para los Tanques sépticos de Portofino, Laguna Club y Vía al Sol. La inversión indicada en la **Tabla 14.13:** Intervenciones requeridas en PTARs en operación. Corresponde a la adquisición de la planta de Biodiscos.

14.4. Expansión del Alcantarillado Sanitario

14.4.1 Expansión de redes del Alcantarillado Sanitario Ciudad de Guayaquil

La construcción de Nuevas Redes de Alcantarillado Sanitario tiene como propósito principal alcanzar y mantener servicio Universal como Objetivo Específico de la actualización del Plan Maestro de AASS. La referencia poblacional a futuro se ha analizado en la Proyección de la Demanda.

En el presente Capítulo se analiza primeramente la evolución esperada de la población servida en la ciudad de Guayaquil, para pasar luego a las inversiones requeridas de realizar en los próximos quinquenios, conforme a la planificación efectuada.

El incremento previsto de la población servida con redes de Alcantarillado Sanitario será cubierto mediante la construcción de nuevas redes colectoras por Expansiones, Cierres de Mallas y la densificación poblacional en las áreas servidas existentes para cada período considerado.

El análisis de la evolución proyectada de nuevos habitantes servidos, tanto para las Áreas de Expansión como la densificación, fue efectuado considerando para cada unidad de análisis la información poblacional actual y sus características socioeconómicas.

Respecto a la proyección de la población dentro de cada unidad de análisis, se ha considerado de acuerdo con sus características socioeconómicas y tipología edilicia, la evolución de la densidad poblacional hasta la correspondiente a la saturación.

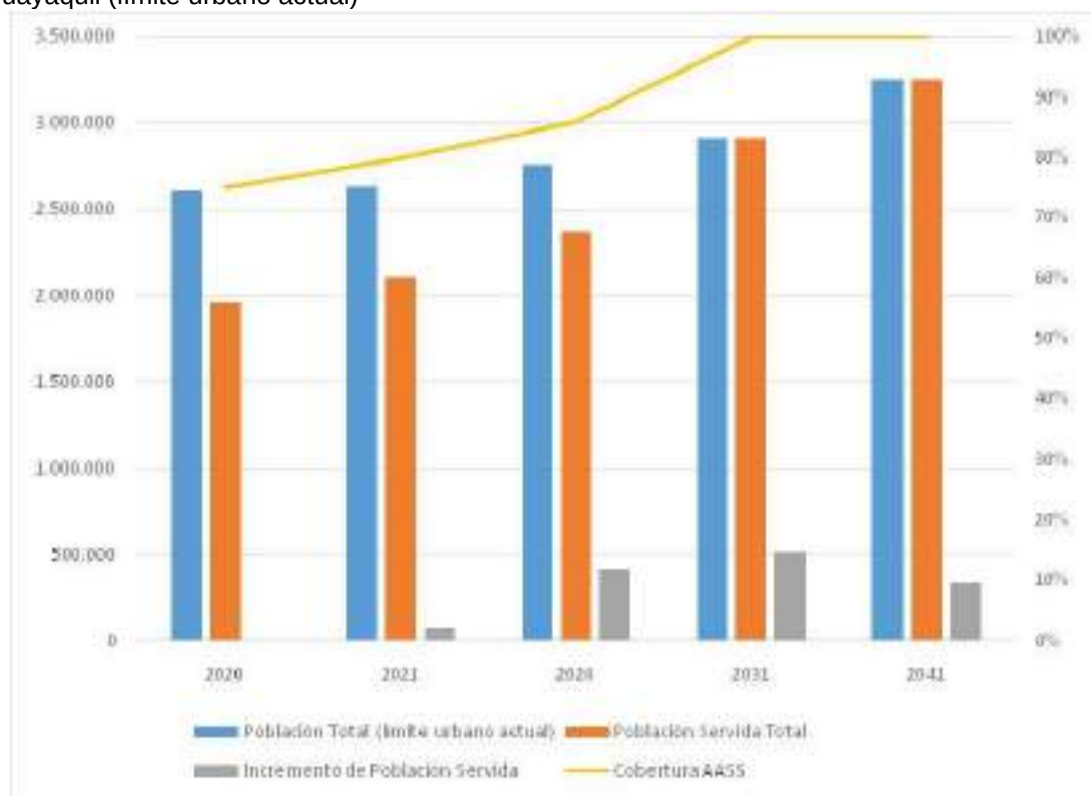
Tabla 14.19: Evolución conexiones domiciliarias AASS, Ciudad de Guayaquil (límite urbano actual)

Año	2020	2021	2026	2031	2041
Conexiones domiciliarias AASS totales	439.025	467.663	527.844	646.841	722.093
Incremento de Conexiones AASS		28.639	60.180	118.997	75.252

Tabla 14.20: Población total y Población Servida con AASS, Ciudad de Guayaquil (límite urbano actual)

Ciudad de Guayaquil	2020	2021	2026	2031	2041
Población Total (límite urbano actual)	2.605.890	2.630.333	2.761.685	2.910.482	3.249.080
Población Servida Total	1.959.598	2.104.266	2.375.049	2.910.482	3.249.080
Incremento de Población Servida		74.955	421.627	511.497	338.598
Cobertura AASS	75%	80%	86%	100%	100%

Figura 14.13: Proyección de la población total y Población Servida con AASS, Ciudad de Guayaquil (límite urbano actual)



Para un mejor análisis se analiza la ciudad de Guayaquil separando por las zonas de macromedición, las cuales son:

- Zona de Planificación Urbana A (SUR)
- Zona de Planificación Urbana B (OESTE)
- Zona de Planificación Urbana C (CENTRO)
- Zona de Planificación Urbana D (NORTE)
- Planificación Urbana E (PASCUALES)
- Planificación Urbana F (CHONGÓN)
- Nueva Zona Urbana Nor Oeste (NZU)

Población Servida y Cobertura por Zona de Planificación Urbana Ciudad de Guayaquil

En las siguientes tablas se muestra, para cada uno de los casos: i) Conexiones residenciales totales AAPP; ii) Conexiones residenciales totales AASS y iii) personas por residencia; iv) Conexiones Residenciales y Comerciales habitadas AASS v) Población servida vi) Población estimada vii) Cobertura Global por zona

Tabla 14.21: Población Servida y Cobertura Alcantarillado Sanitario Zona de Planificación Urbana A (SUR)

SMMA	Conexiones residenciales totales AAPP	Conexiones residenciales totales AASS	personas/cx resid	Conexiones Resid y Com habitadas AASS	Población servida	Población estimada	Cobertura
S72	50.919	48.430	4,7	47.486	224.136		
SGU	37.131	35.894	4,6	35.194	161.894		
SRO	18.845	18.581	4,9	18.228	89.319		
Total ZPU A	106.895	102.905		100.909	475.349	551.289	86%

Tabla 14.22: Población Servida y Cobertura Alcantarillado Sanitario Zona de Planificación Urbana B (OESTE)

SMMA	Conexiones residenciales totales AAPP	Conexiones residenciales totales AASS	personas / cx resid	Conexiones Resid y Com habitadas AASS	Población servida	Población estimada	Cobertura
CRO	13.730	13.381	5,9	13.504	79.671		
CTC	4.781	4.763	6,7	5.278	35.365		
CTP	46.068	39.738	5,5	39.822	219.024		
TOTAL ZPU B	64.579	57.881		58.604	334.060	453.341	74%

20% de CTC; 92% de CTP 92%

Tabla 14.23: Población Servida y Cobertura Alcantarillado Sanitario Zona de Planificación Urbana C (CENTRO)

SMMA	Conexiones residenciales totales AAPP	Conexiones residenciales totales AASS	personas /cx resid	Conexiones Resid y Com habitadas AASS	Población servida	Población estimada	Cobertura
CTC	19.123	19.051	6,9	18.312	126.355		
CSA	5.663	5.597	6,5	5.774	37.535		
TOTAL ZPU C	24.786	24.648	6,8	24.086	163.890	163.892	100%

80% de CTC

Tabla 14.24: Población Servida y Cobertura Alcantarillado Sanitario Zona de Planificación Urbana D (NORTE)

SMMA	Conexiones residenciales totales AAPP	Conexiones residenciales totales AASS	personas / cx resid	Conexiones Resid y Com habitadas AASS	Población servida	Población estimada	Cobertura
CTP	4.006	3.455	5,5	3.463	19.046		
N42	28.248	22.465	4,6	22.563	104.693		
N50	13.914	13.241	4,7	13.426	62.699		
N72	56.237	53.049	4,6	53.646	245.699		
NRO	10.036	6.476	4,4	10.474	46.295		
NTC	4.878	4.851	5,2	5.278	27.446		
TOTAL D	117.320	103.537		108.850	505.878	598.705	84%

8% de CTP; 40% de N42; 67% de N50; 46% de N72; 40% de NRO

Tabla 14.25: Población Servida y Cobertura Alcantarillado Sanitario Zona de Planificación Urbana E (PASCUALES)

SMMA	Conexiones residenciales totales AAPP	Conexiones residenciales totales AASS	personas /cx resid	Conexiones habitadas con AASS	Población servida	Población estimada	Cobertura
N16	852	12	4,8	12	56		
N42	28.248	22.465	4,4	18.995	84.146		
N50	6.853	6.522	4,3	6.613	28.700		
N72	66.018	62.275	3,2	62.976	203.412		
NTP	1.009	966	4,1	958	3.927		
N80	53.926	19.351	3,9	19.052	74.493		
TOTAL ZPU E	156.906	111.591		108.604	394.733	686.967	57%

40% de N42; 33% de N50; 54% de N72; 85% de N80

Tabla 14.26: Población Servida y Cobertura Alcantarillado Sanitario Zona de Planificación Urbana F (CHONGÓN)

SMMA	Conexiones residenciales totales AAPP	Conexiones residenciales totales AASS	personas / cx resid	Conexiones habitadas con AASS	Población servida	Población estimada	Cobertura
N42	14.124	11.232	3,81	11.282	42.983		
NRO	12.963	9.665	4,46	9.575	42.706		
TOTAL ZPU F	27.087	20.898		20.857	85.688	151.696	56%

20% de N42; 60% de NRO, resto de conexiones en Parroquia Rural Progreso

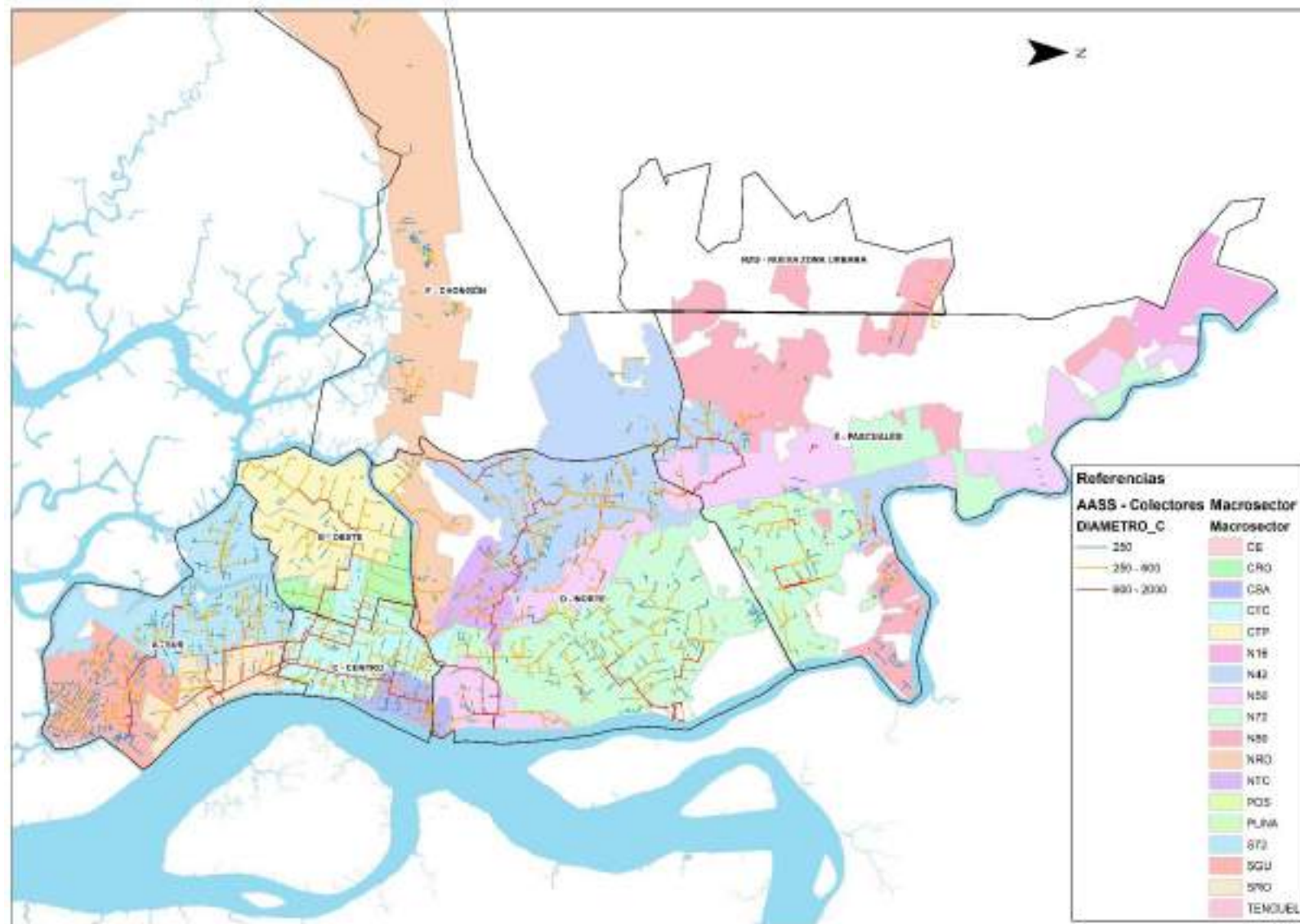
Tabla 14.27: Población Servida y Cobertura Alcantarillado Sanitario Nueva Zona Urbana Nor Oeste (NZU)

SMMA	Conexiones residenciales totales AAPP	Conexiones residenciales totales AASS	Personas / cx resid	Conexiones habitadas con AASS	Población servida	Población estimada	Cobertura
N80	9.516	3.415	4,8	3.362	16.138		
TOTAL NZU	9.516	3.415		3.362	16.138	184.554	9%

15% de N80 en NZ

En la **Figura 14.14**: Zonas con sectores de macromedición se delimitan las zonas detalladas anteriormente con los macrosectores que las integran.

Figura 14.14: Zonas con sectores de macromedición



Inversión Prevista

En función del incremento de las conexiones domiciliarias de alcantarillado sanitario proyectado y adoptando un costo promedio por conexión de US\$1.700 se estima una inversión total a largo plazo de **US\$ 353.287.200.-**, considerando la siguiente programación:

5° Quinquenio:	US\$ 150.992.300.-
6° Quinquenio	US\$ 202.294.900.-

14.4.2 Expansión de Redes Colectoras Ciudad de Guayaquil

El Programa de Expansión de Redes de Alcantarillado Sanitario se encuentra fuertemente vinculado a dos condicionantes congruentes: i) la ampliación del área servida requerida por el Municipio de Guayaquil; y ii) el logro del Objetivo Estratégico correspondiente al abastecimiento universal de Agua Potable.

La Programación de Nuevas Redes de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Guayaquil y de la Zona de Expansión Urbana tienen que estar acompañadas con la proyección de colectores que puedan transportar los nuevos aportes cloacales y de esta manera en los próximos quinquenios acompañar progresivamente al crecimiento de la urbanización.

La cantidad de habitantes beneficiados por las expansiones se detallan en el punto 14.4.1 Expansión de redes del Alcantarillado Sanitario.

El total de la Superficie de Expansión de cada quinquenio fue subdividida en Áreas de Expansión lo más homogéneas posible, a efectos del mejor cálculo de las poblaciones beneficiadas en cada una de ellas, identificando para cada área analizada la cantidad de habitantes por conexión.

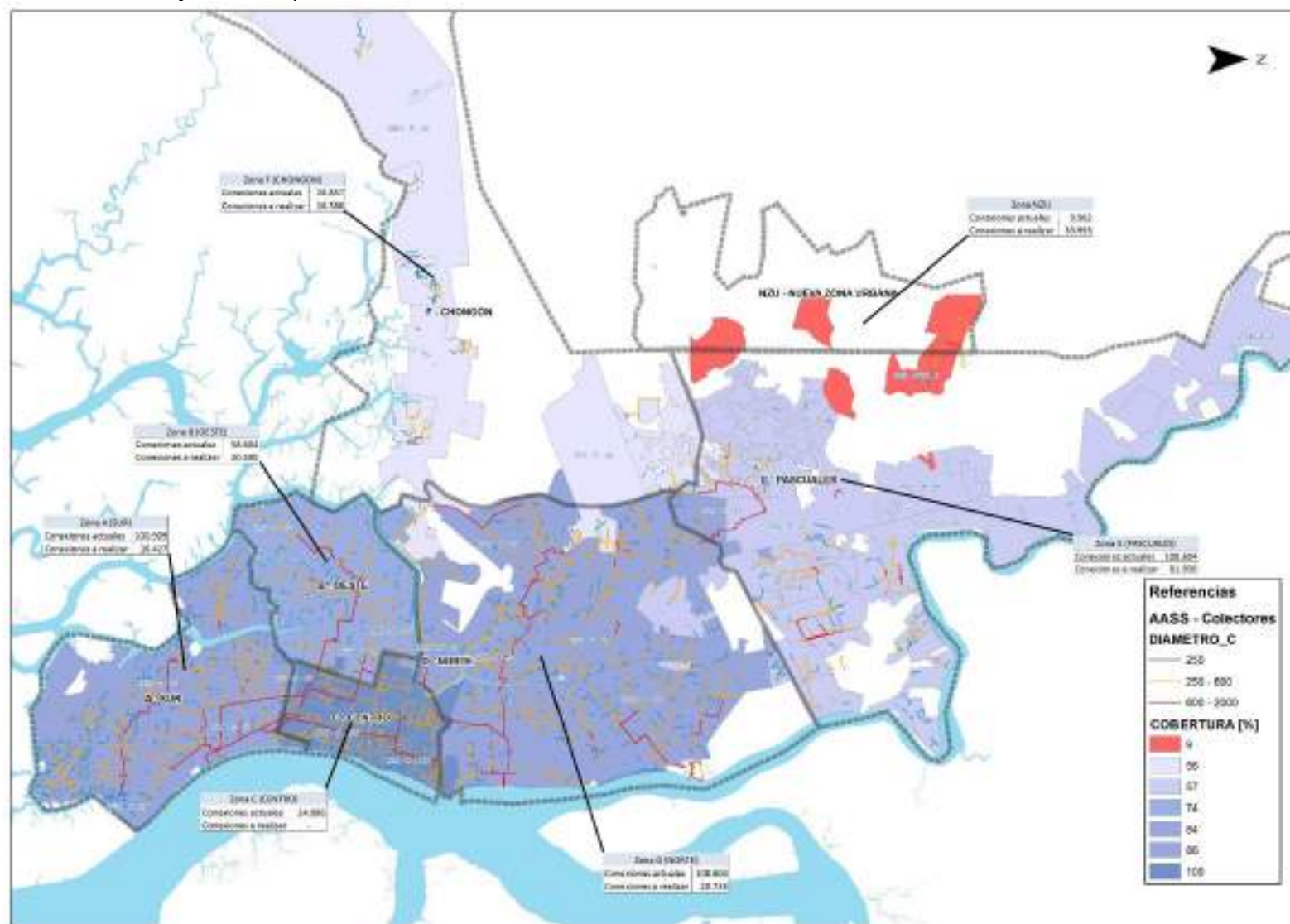
En la **Tabla 14.28:** Expansión Conexiones Domiciliarias AASS a ejecutar en la Ciudad de Guayaquil se presenta para cada quinquenio la proyección del número de Conexiones de Expansión.

Tabla 14.28: Expansión Conexiones Domiciliarias AASS a ejecutar en la Ciudad de Guayaquil

Años	2021	2026	2031	2041
Incremento de Conexiones AASS	28.639	60.180	118.997	75.252

En la **Figura 14.15:** Conexiones actuales y Faltantes por Zonas se detallan las conexiones que existen en la actualidad y las que harían falta para tener una cobertura deseada para cada una de las áreas.

Figura 14.15: Conexiones actuales y Faltantes por Zonas



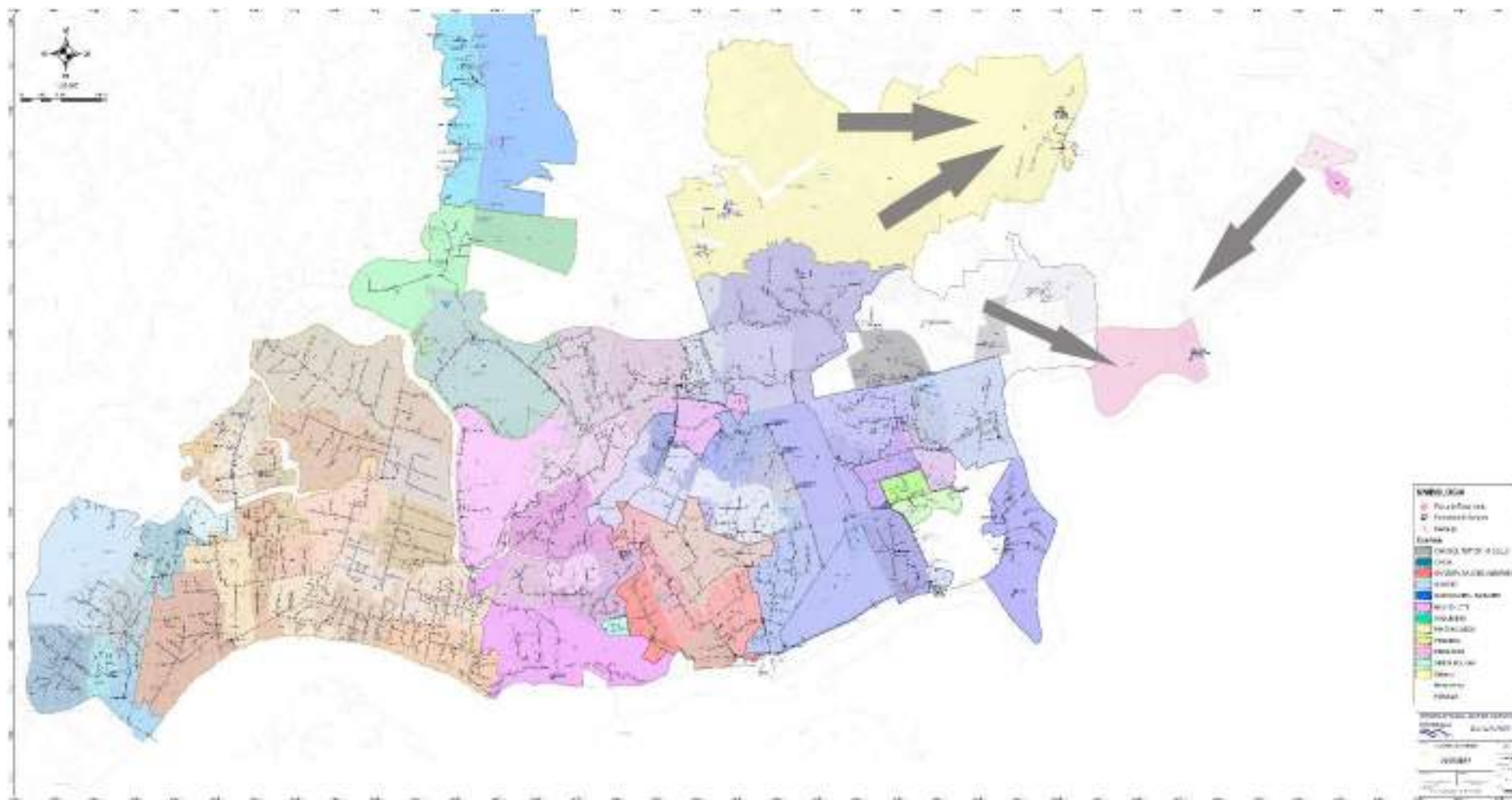
Si se realiza un análisis diferenciado de la ciudad de Guayaquil contemplando la nueva Zona NZU se observa que con dicha inclusión el porcentaje de cobertura baja del 75 al 71%, esto se debe a que el porcentaje de cobertura de dicha zona está muy por debajo del promedio de las demás zonas al tratarse de una zona nueva de desarrollo urbano.

Tabla 14.29: Cuadro Resumen Alcantarillado Sanitario

Ciudad de Guayaquil	Población servida con AASS	Población estimada	Cobertura
Global con NZU	1.975.736	2.790.444	71%
Ciudad Límite Actual	1.959.598	2.605.890	75%

Por lo expresado en la **Tabla 14.29:** Cuadro Resumen Alcantarillado Sanitario se desprende que la zona donde hay más déficit de servicio y en donde se deben encarar la ampliación de los colectores es la Zona NZU y la Zona de Pascuales.

En la **Figura 14.16:** Esquema de los refuerzos en el transporte de los líquidos cloacales se esquematiza los refuerzos que se deben realizar.



Expansión redes colectoras Zona Norte de la Ciudad de Guayaquil:

El objetivo del proyecto es el transporte de los efluentes cloacales generados en las cuencas correspondientes a las expansiones proyectadas localizadas en la Zona Norte de la Ciudad de Guayaquil.

Comprende la construcción de Colectores Principales, Estaciones de Bombeo Cloacal e Impulsiones.

En la siguiente Figura se muestra las trazas de los Colectores e Impulsiones proyectados para la expansión. En ella también se puede apreciar el diámetro de las tuberías y localización de las estaciones de bombeo cloacal.

Figura 14.17: Expansión colectores en Zona Norte



Los colectores se diseñan como conductos circulares en los que se produce el escurrimiento por efecto de la gravedad con superficie libre dentro del tubo.

En los casos necesarios por razones topográficas y/o por una profundización del colector, se proyectaron Estaciones de Bombeo, las cuales, de acuerdo con las condiciones topográficas pueden tener un tramo significativo de impulsión.

Se señala que para el desarrollo futuro del proyecto de los colectores se deberán efectuar relevamientos topográficos que validen o ajusten los diseños realizados a nivel de Plan Director.

A continuación, se presenta el computo estimado:

Tabla 14.30: Computo expansión colectores AASS Zona Norte

Ítem	Unidad	Cantidad
Colector AASS D=160mm	m	1.100
Colector AASS D=250mm	m	7.400
Colector AASS D=315mm	m	1.350
Colector AASS D=400mm	m	3.000
Impulsión AASS D=160mm	m	2.600
Estación bombeo AASS Q=450l/s h=25mca	Unidad	1
Estación bombeo AASS Q=680l/s h=25mca	Unidad	1
Conexiones AASS	Unidad	81.930

Inversión requerida

La inversión total prevista a largo plazo es de **US\$ 8.800.000.-**, considerando la siguiente programación:

5° Quinquenio: **US\$ 5.500.000.-**

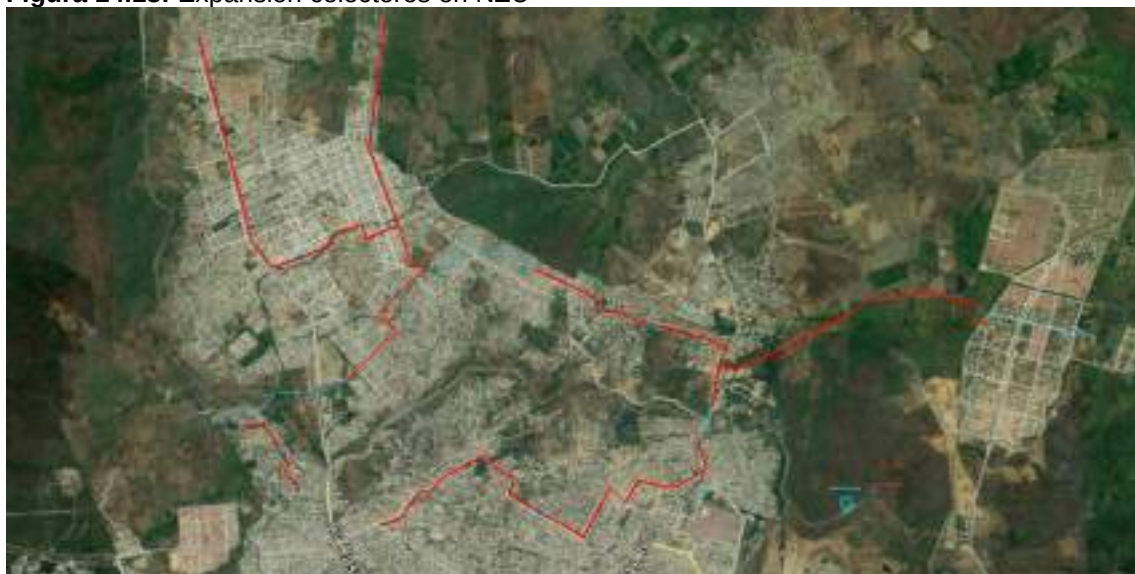
6° Quinquenio **US\$ 3.300.000.-**

Expansión redes colectoras Nueva Zona Urbana (noroeste) de la Ciudad de Guayaquil

El objetivo del proyecto es el transporte de los efluentes cloacales generados en las cuencas correspondientes a las expansiones proyectadas localizadas en la denominada Nueva Zona Urbana, ubicada al noroeste de la Ciudad de Guayaquil.

Comprende la construcción de Colectores Principales, Estaciones de Bombeo Cloacal e Impulsiones.

En la siguiente Figura se muestra las trazas de los Colectores e Impulsiones proyectados para la expansión. En ella también se puede apreciar el diámetro de las tuberías y localización de las estaciones de bombeo cloacal.

Figura 14.18: Expansión colectores en NZU

Los colectores se diseñan como conductos circulares en los que se produce el escurrimiento por efecto de la gravedad con superficie libre dentro del tubo.

En los casos necesarios por razones topográficas y/o por una profundización del colector, se proyectaron Estaciones de Bombeo, las cuales, de acuerdo con las condiciones topográficas pueden tener un tramo significativo de impulsión.

Se señala que para el desarrollo futuro del proyecto de los colectores se deberán efectuar relevamientos topográficos que validen o ajusten los diseños realizados a nivel de Plan Director.

A continuación, se presenta el cómputo estimado:

Tabla 14.31: Computo expansión colectores AASS Nueva Zona Urbana

Ítem	Unidad	Cantidad
Colector AASS D=400mm	m	1.000
Colector AASS D=600mm	m	12.400
Colector AASS D=805mm	m	6.400
Impulsión AASS D=315mm	m	1.350
Impulsión AASS D=400mm	m	1.400
Impulsión AASS D=600mm	m	1700
Estación bombeo AASS Q=122l/s h=15mca	Unidad	1
Estación bombeo AASS Q=1152l/s h=25mca	Unidad	1
Estación bombeo AASS Q=564l/s h=15mca	Unidad	1

Inversión requerida

La inversión total prevista a largo plazo es de **US\$ 18.300.000.-**, considerando la siguiente programación:

5° Quinquenio: **US\$ 11.000.000.-**

6° Quinquenio **US\$ 7.300.000.-**

14.4.3 Expansión de redes del Alcantarillado Sanitario Parroquias Rurales

Bajo la hipótesis de proveer servicio de alcantarillado sanitario en las cabeceras de las Parroquias Rurales como para lograr la cobertura total a fin del 6° Quinquenio de la Concesión, se determina una pauta de evolución de la cobertura y del número de Conexiones Residenciales necesarias. En la **Tabla 14.34:** Evolución de población servida cabeceras Parroquias Rurales se observan las conexiones, la población total y la población servida de las cabeceras de las parroquias rurales.

Tabla 14.32: Conexiones de Alcantarillado Sanitario en cabeceras de Parroquias Rurales

Conexiones AASS en cabeceras	Residenciales	Comerciales
Posorja	380	9
El Morro	24	0
Puná	0	0
Tenguel	389	20
Progreso	21	1

Tabla 14.33: Evolución población cabeceras y personas por conexión

Cabeceras	Poblaciones cabeceras				Personas por cx residencial
	2020	2026	2031	2041	
Posorja	30.547	40.936	52.246	70.215	4,3
El Morro	1.486	1.775	2.057	2.459	3,2

Cabeceras	Poblaciones cabeceras				Personas por cx residencial
	2020	2026	2031	2041	
Puná	3.881	4.370	4.825	5.655	4,2
Tenguel	8.912	10.274	11.568	14.101	3,5
Progreso	5.412	6.462	7.491	9.132	3,2

Tabla 14.34: Evolución de población servida cabeceras Parroquias Rurales

Cabeceras	Población servida AASS				
	2020	2021	2026	2031	2041
Posorja	1634	2.239	10.816	52.246	70.215
El Morro	77	104	462	2.057	2.459
Puná	0	500	2.413	4.825	5.655
Tenguel	1362	1.654	4.374	11.568	14.101
Progreso	67	103	879	7.491	9.132

Para un mejor análisis se analiza las cabeceras de las Parroquias Posorja, El Morro y Tenguel por separado, en donde se analiza la cobertura de servicio de cada una y las conexiones a realizar para lograr la universalidad del Servicio de Alcantarillado Sanitario.

Expansión de redes del Alcantarillado Posorja

En la siguiente tabla y Figura se muestra, i) Conexiones residenciales necesarias AASS; ii) Incremento de las Conexiones necesarias con la evolución de las mismas para los próximos 3 quinquenios para Posorja.

Tabla 14.35: Conexiones residenciales de Alcantarillado Sanitario necesarias Posorja

Cabeceras	Conexiones residenciales necesarias AASS				Incremento conexiones necesarias		
	2021	2026	2031	2041	2021 2026	2026 2031	2031 2041
Posorja	521	2.515	12.150	16.329	1.995	9.635	4.179

Figura 14.19: Proyección de la población total y Población Servida con AASS, Cabecera Posorja

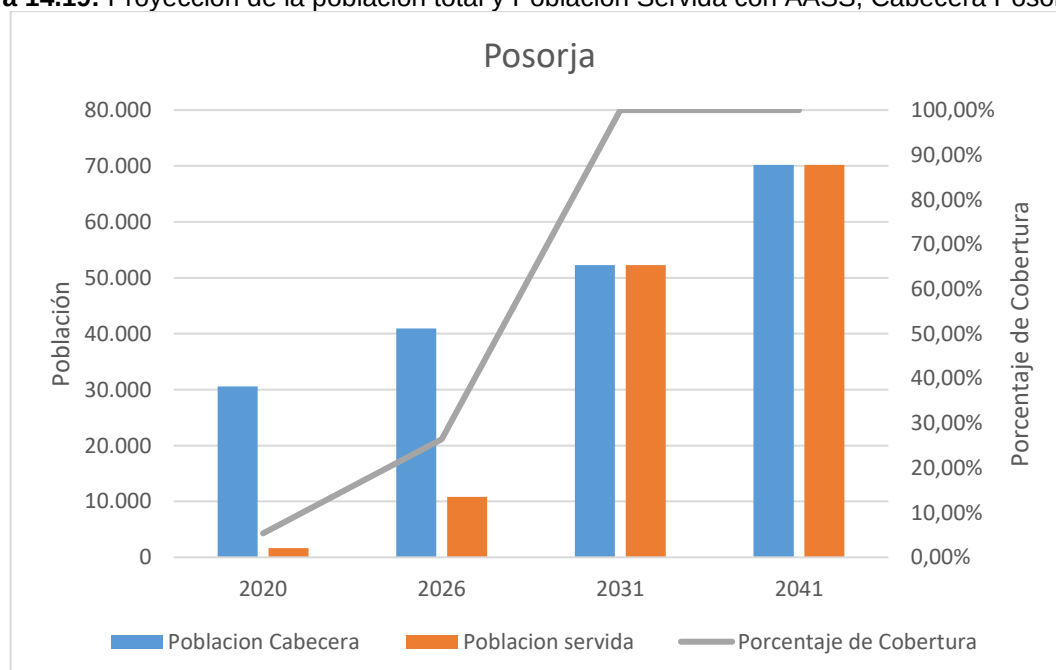
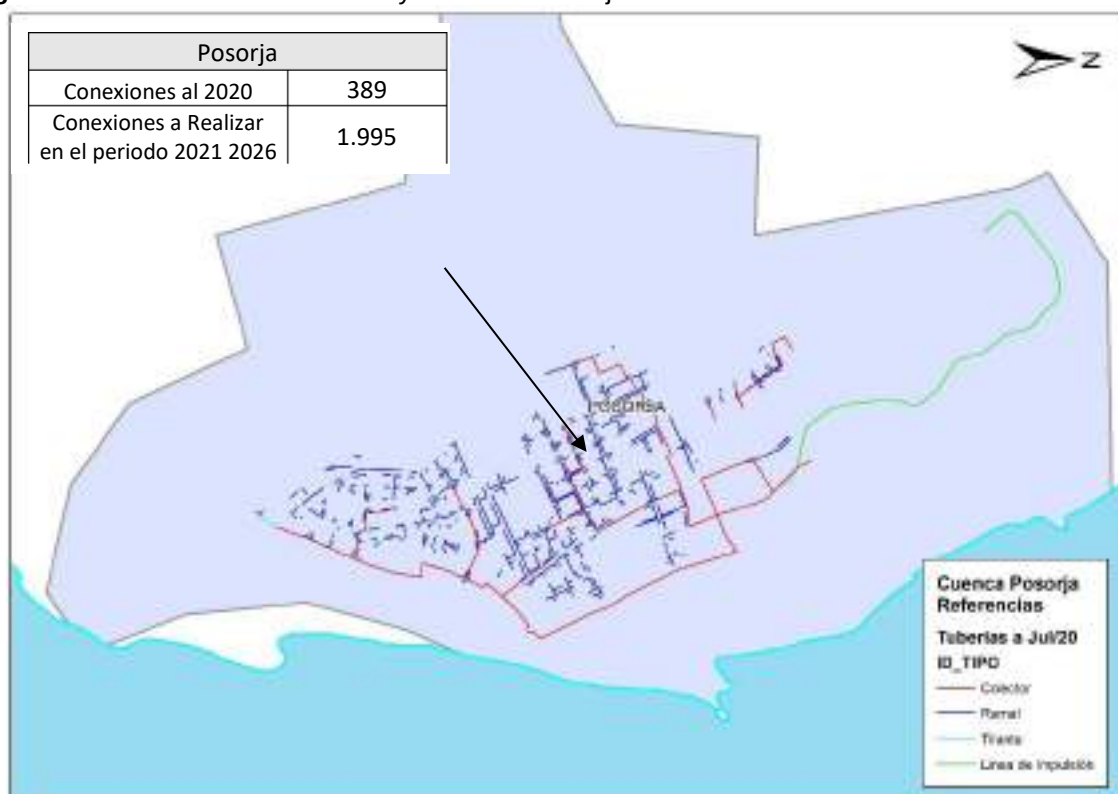


Figura 14.20: Conexiones Actuales y Faltantes Posorja

Respecto a la expansión de colectores se presenta a continuación un esquema de la expansión de los mismos:

Figura 14.21: Expansión colectores AASS Posorja

Los colectores se diseñan como conductos circulares en los que se produce el escurrimiento por efecto de la gravedad con superficie libre dentro del tubo.

En los casos necesarios por razones topográficas y/o por una profundización del colector, se proyectaron Estaciones de Bombeo, las cuales, de acuerdo con las condiciones topográficas pueden tener un tramo significativo de impulsión.

Se señala que para el desarrollo futuro del proyecto de los colectores se deberán efectuar relevamientos topográficos que validen o ajusten los diseños realizados a nivel de Plan Director.

A continuación, se presenta el computo estimado:

Tabla 14.36: Computo expansión colectores AASS Posorja

Ítem	Unidad	Cantidad
Colector AASS D=250mm	m	2.520
Impulsión AASS D=160mm	m	1.150
Estación bombeo AASS Q=6l/s h=20mca	Unidad	1
Estación bombeo AASS Q=21,5l/s h=15mca	Unidad	1

Inversión Prevista Posorja

En función del incremento de las conexiones domiciliarias de alcantarillado sanitario proyectado y adoptando un costo promedio por conexión de US\$1.700 se estima una inversión total a largo plazo de **US\$ 20.656.700.-**, considerando la siguiente programación:

5° Quinquenio: US\$ 4.277.200.-

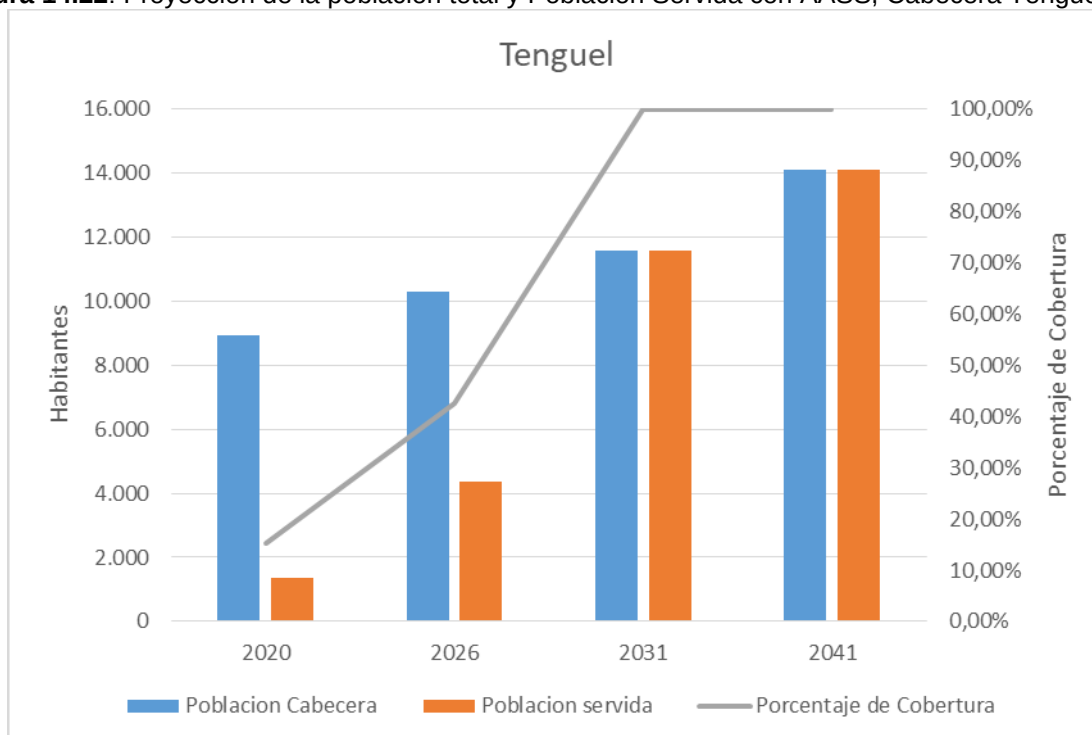
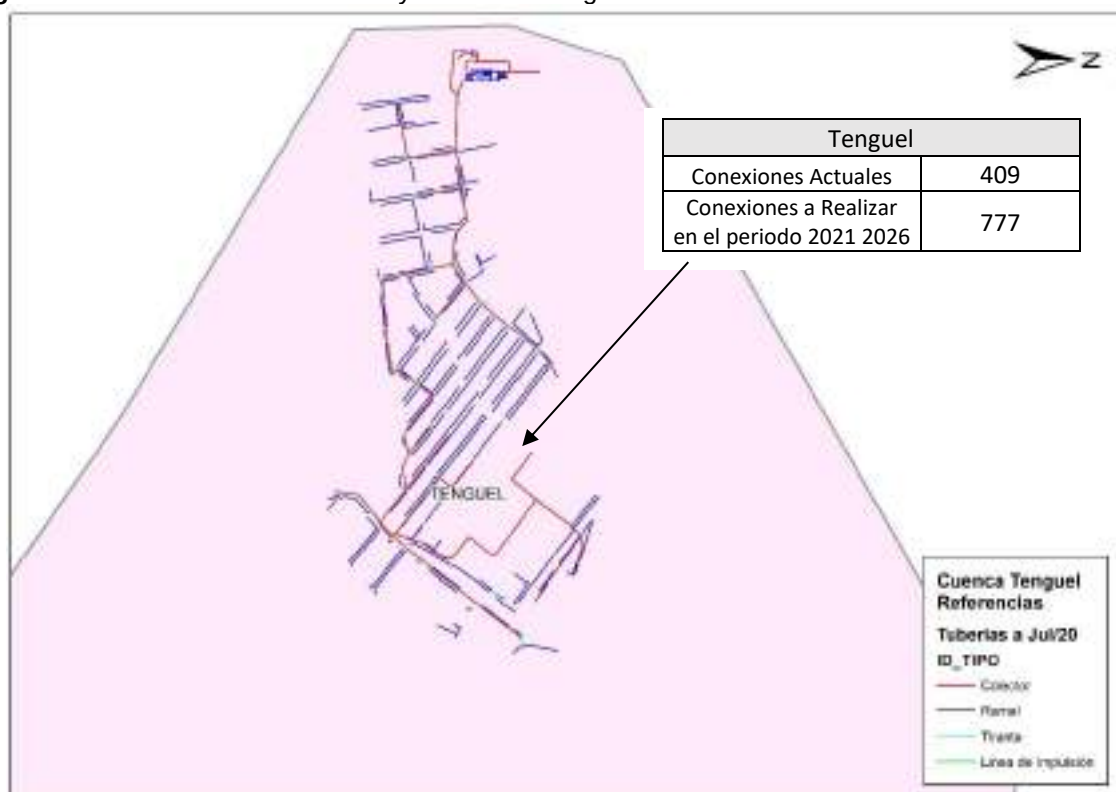
6° Quinquenio US\$ 16.379.500.-

Expansión de redes del Alcantarillado Tenquel

En la siguiente tabla y Figura se muestra, i) Conexiones residenciales necesarias AASS; ii) Incremento de las Conexiones necesarias con la evolución de las mismas para los próximos 3 quinquenios para Tenquel.

Tabla 14.37: Conexiones residenciales de Alcantarillado Sanitario necesarias Tenquel

Cabeceras	Conexiones residenciales necesarias AASS				Incremento conexiones necesarias		
	2021	2026	2031	2041	2021 2026	2026 2031	2031 2041
Tenquel	473	1.250	3.305	4.029	777	2.055	724

Figura 14.22: Proyección de la población total y Población Servida con AASS, Cabecera Tenguel**Figura 14.23:** Conexiones Actuales y Faltantes Tenguel

Respecto a la expansión de colectores se presenta a continuación un esquema de la expansión de los mismos:

Figura 14.24: Expansión colectores AASS Tenguel

Los colectores se diseñan como conductos circulares en los que se produce el escurrimiento por efecto de la gravedad con superficie libre dentro del tubo.

En los casos necesarios por razones topográficas y/o por una profundización del colector, se proyectaron Estaciones de Bombeo, las cuales, de acuerdo con las condiciones topográficas pueden tener un tramo significativo de impulsión.

Se señala que para el desarrollo futuro del proyecto de los colectores se deberán efectuar relevamientos topográficos que validen o ajusten los diseños realizados a nivel de Plan Director.

A continuación, se presenta el computo estimado:

Tabla 14.38: Computo expansión colectores AASS Tenguel

Ítem	Unidad	Cantidad
Colector AASS D=160mm	m	2.300
Impulsión AASS D=160mm	m	850
Estación bombeo AASS Q=3l/s h=15mca	Unidad	1

Inversión Prevista Tenguel

En función del incremento de las conexiones domiciliarias de alcantarillado sanitario proyectado y adoptando un costo promedio por conexión de US\$1.700 se estima una inversión total a largo plazo de **US\$ 5.618.500.-**, considerando la siguiente programación:

5° Quinquenio:	US\$ 2.125.000.-
6° Quinquenio	US\$ 3.493.500.-

Expansión de redes del Alcantarillado El Morro

En la siguiente tabla y Figura se muestra, i) Conexiones residenciales necesarias AASS; ii) Incremento de las Conexiones necesarias con la evolución de las mismas para los próximos 3 quinquenios para El Morro.

Tabla 14.39: Conexiones residenciales de Alcantarillado Sanitario necesarias El Morro

Cabeceras	Conexiones residenciales necesarias AASS				Incremento conexiones necesarias		
	2021	2026	2031	2041	2021 2026	2026 2031	2031 2041
El Morro	32	144	643	768	112	499	126

Figura 14.25: Proyección de la población total y Población Servida con AASS, Cabecera El Morro

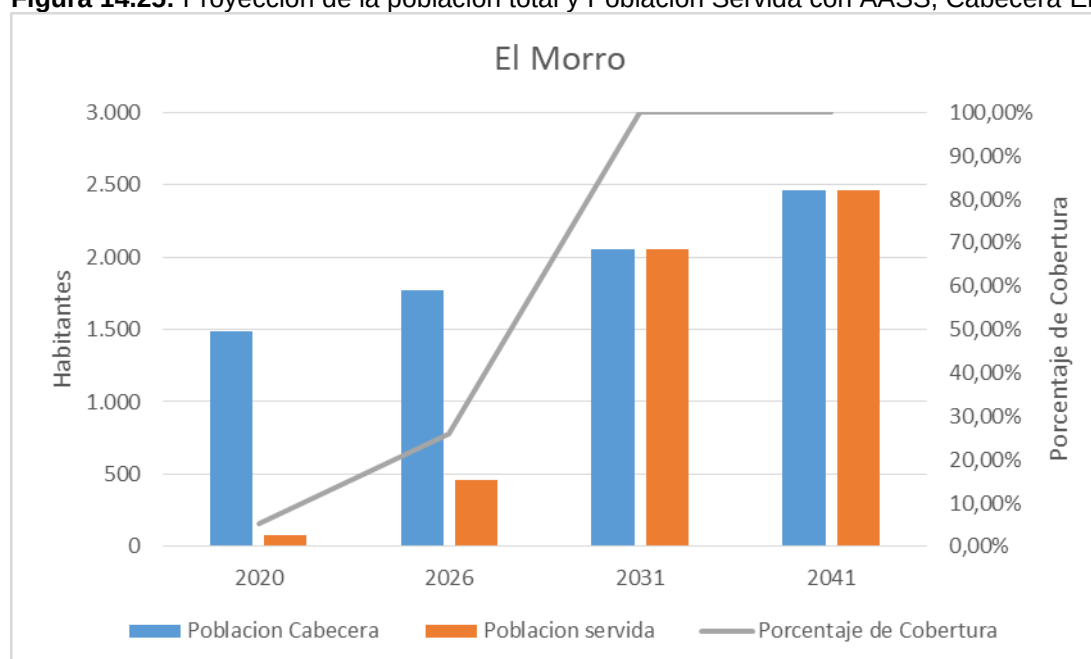
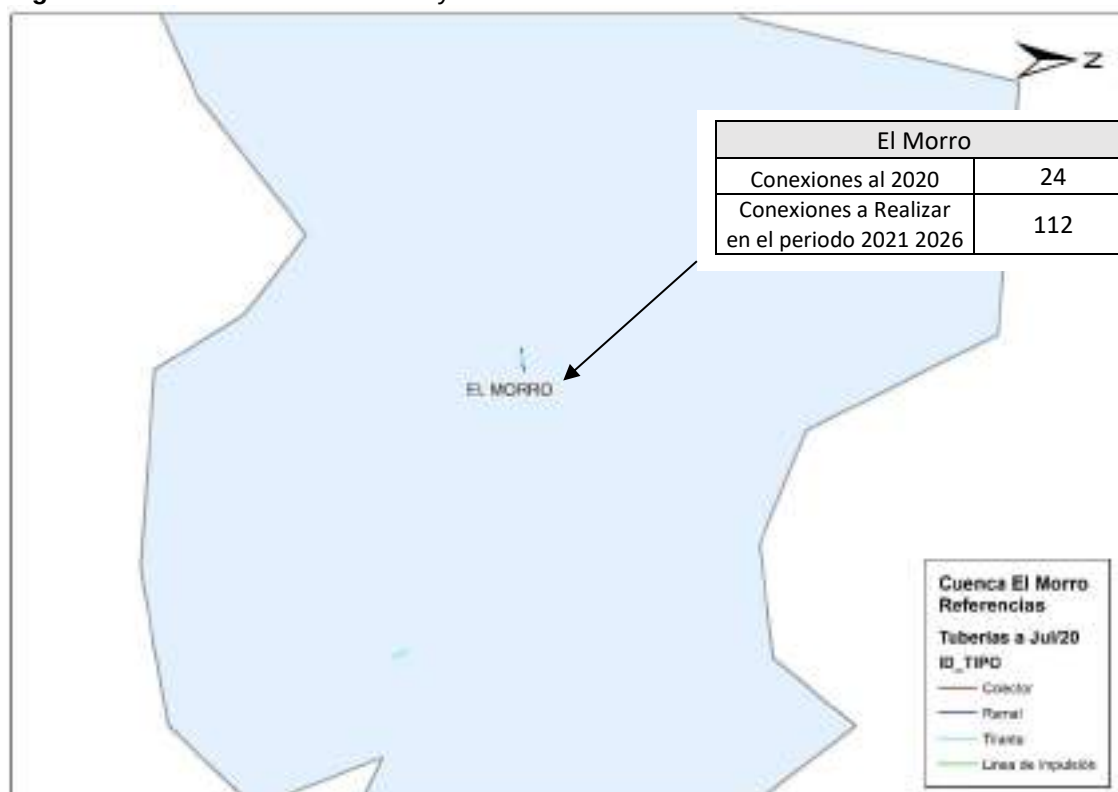


Figura 14.26: Conexiones Actuales y Faltantes El Morro**Inversión Prevista El Morro**

En función del incremento de las conexiones domiciliarias de alcantarillado sanitario proyectado y adoptando un costo promedio por conexión de US\$1.700 se estima una inversión total a largo plazo de **US\$ 1.093.100-**, considerando la siguiente programación:

5° Quinquenio: **US\$ 244.800.-**

6° Quinquenio **US\$ 848.300.-**

Expansión de redes del Alcantarillado Puná

La Cabecera Parroquial Puná no cuenta con servicio de alcantarillado sanitario a la fecha. En la siguiente tabla y Figura se muestra, i) Conexiones residenciales necesarias AASS; ii) Incremento de las Conexiones necesarias con la evolución de las mismas para los próximos 3 quinquenios para Puná.

Tabla 14.40: Conexiones residenciales de Alcantarillado Sanitario necesarias Puná

Cabecera	Conexiones residenciales necesarias AASS				Incremento conexiones necesarias		
	2021	2026	2031	2041	2021 2026	2026 2031	2031 2041
Puná	119	575	1.149	1.346	575	574	197

Respecto a la expansión de colectores se presenta a continuación un esquema de la expansión de los mismos:

Figura 14.27: Expansión colectores AASS Puná

Los colectores se diseñan como conductos circulares en los que se produce el escurrimiento por efecto de la gravedad con superficie libre dentro del tubo.

En los casos necesarios por razones topográficas y/o por una profundización del colector, se proyectaron Estaciones de Bombeo, las cuales, de acuerdo con las condiciones topográficas pueden tener un tramo significativo de impulsión.

Se señala que para el desarrollo futuro del proyecto de los colectores se deberán efectuar relevamientos topográficos que validen o ajusten los diseños realizados a nivel de Plan Director.

A continuación, se presenta el compute estimado:

Tabla 14.41: Compute expansión colectores AASS Puná

Ítem	Unidad	Cantidad
Colector AASS D=160mm	m	1.500
Colector AASS D=250mm	m	800
Impulsión AASS D=160mm	m	1.050
Estación bombeo AASS Q=1,25l/s h=10mca	Unidad	1
Estación bombeo AASS Q=7,8l/s h=15mca	Unidad	1

Inversión Prevista Puná

En función del incremento de las conexiones domiciliarias de alcantarillado sanitario proyectado y adoptando un costo promedio por conexión de US\$1.900 se estima una inversión total a largo plazo de **US\$ 2.183.100-**, considerando la siguiente programación:

5° Quinquenio: **US\$ 1.092.500.-**

6° Quinquenio **US\$ 1.090.600.-**

14.5. Predicción de la condición del alcantarillado; priorización de rehabilitación de tuberías de alcantarillado; Evaluación de la condición de la tubería

El sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Guayaquil presenta elevados niveles de infiltración de aguas claras parásitas, con orígenes variados y consecuencias diversas.

Entre los orígenes se pueden destacar:

- Red antigua con edad mayor a 30 años en su mayoría.
- El material predominante, de la red de mayor antigüedad, es el hormigón, típicamente hormigón simple hasta tuberías de DN 400 mm y hormigón armado desde tuberías de DN > a 400 mm hasta el DN 1500 mm que está presente en la red.
- Los suelos sobre los que se ha instalado la red son en su mayoría rellenos no controlados susceptibles a consolidaciones, al menos durante los primeros años de su instalación.
- Interconexiones entre la red de alcantarillado sanitario y la red de alcantarillado pluvial; Aunque por definición los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial son separados, existen interconexiones que se llevaron a cabo como una solución a los problemas que se presentaban en uno u otro sistema (especialmente en el sanitario) y permitían solucionar problemas puntuales descargando las aguas hacia el otro sistema.

Como consecuencias de esto se producen:

- Presencia de elevados flujos en las redes de aguas servidas, especialmente en las horas de alta marea, generando dificultades operativas y sobrecargas de operación de las estaciones de bombeo.
- Descarga directa de aguas servidas desde los sistemas de aguas lluvias.
- Deficiente calidad del servicio para usuarios que están en las zonas más bajas que no tienen posibilidad de hacer una descarga eficiente al sistema de alcantarillado sanitario al operar este con niveles altos.

Ante esta problemática y a efectos de realizar un análisis del estado de las condiciones del sistema de Alcantarillado Sanitario se elaboró un índice donde se valoriza las siguientes características de los colectores:

- Material
- Diámetro
- Longitud del tramo
- Reclamos ponderados

Cada una de estas características se valorizaron y procesaron tramo por tramo y se elaboró un índice para poder diseñar y priorizar el Programa de Rehabilitación de la Red de AASS. Este índice se realizó procesando las bases de datos de: Materiales, Diámetros y longitudes de tuberías red AASS; Atención de Reclamos; Intervenciones e Inspecciones por CCTV del último quinquenio y del año 19 de concesión.

En la siguiente tablas detallan los parámetros analizados y su ponderación.

Tabla 14.42: Criterios para elaboración del KPI

Parámetro	Rango	Ponderación
GRADE_RISK_MAT (Material)	PVC, PVC_NF, PEAD	1
	HA	2
	HS, HD	3
GRADE_RISK_LONG (Longitud)	< 40 m	1
	Entre 40 y 80 m	2
	> 80	3
GRADE_RISK_DIAM (Diámetro)	< 250 mm	1
	Entre 250 y 600 mm	2
	> 600 mm	3
DYSF_BOU_NW (Cantidad de reclamos / mes x km) *	<= 5	1
	<= 10	2
	<= 50	3
	> 50	4
DYSF_DEB_NW (Cantidad de reclamos / mes x km) *	<= 5	1
	<= 10	2
	<= 50	3
	> 50	4

***Reclamos**

- o Se excluyeron reclamos sin fecha de ejecución
- o Se incluyeron solamente, según columna "TASK_TYPE", los reclamos 10424 - TAPONAMIENTO DE COLECTOR/10424 - TAPONAMIENTO DE COLECTOR AA.SS. (BOU) y 10408 - DESBORDES CLOACALES EN LA VÍA (DEB)
- o Se incluyeron solamente, según columna "DESC_ORDER_STATUS", los reclamos "8 – Cerrada"
- o Se excluyeron, según columna "CAUSAL_DESC", los reclamos "9157 – DESESTIMADO" y "9224 – REITERADA"

En las **Figura 14.28:** KPI para el Año 19 y en la **Figura 14.29:** KPI para el promedio de los últimos 5 años se muestran en colores la ponderación de la vulnerabilidad de cada tramo siendo los tramos de color Rojo (valor 4 de KPI) los de mayor riesgo y los de color verde (valor 1 de KPI) los menos comprometidos. Para dicho análisis se tomaron todos los colectores mayores de 250mm.

Tabla 14.43: Cuencas con KPI 4

Cuenca	Cantidad (m)	Incidencia
PRADERA	50.519,16	67,9%
GUAYACANES - SAMANES	8.552,01	11,5%
GARZOTA, SAUCES, ALBORADA	6.949,46	9,3%
PROGRESO	4.263,07	5,7%
MUCHO LOTE	2.646,92	3,6%
GUASMO	777,53	1,0%
PANTANO SECO	243,67	0,3%
ORQUIDEAS	162,95	0,2%
SISTEMA III	284,55	0,4%
TOTAL	74.399,31	100,0%

Como se observa la Cuenca de Pradera posee el 68% del total de los colectores con niveles de KPI 4. Si a eso le sumamos las cuencas de Guayacanes-Samanes y Garzota, Sauces, Alborada ese porcentaje llega casi al 90%.

Si ahora analizamos los colectores con el KPI 4 por el tipo de material de los mismos, los metros acumulados en todas las cuencas se expresan en la **Tabla 14.44:** Materiales de los Colectores con KPI 4

Tabla 14.44: Materiales de los Colectores con KPI 4

Material	Cantidad (m)	Incidencia
HS	38.330,34	51,5%
HA	24.406,15	32,8%
PVC_NF	5.526,53	7,4%
PVC	2.393,22	3,2%
S/D	1.335,12	1,8%
ACERO	1.302,58	1,8%
PVC_NL	1.056,56	1,4%
HD	48,80	0,1%
Total	74.399,31	100,0%

Los materiales que presentan mayor preponderancia con niveles más elevados de KPI son el Hormigón Simple y Hormigón Armado con un 84% en total y el PVC (sumando todas las clasificaciones) representan el segundo grupo de colectores con mayor cantidad de metros PVC con el 12% del total.

Analizando el tipo de material de los colectores, que está presente en cada cuenca, resultaría lo expresado en la **Tabla 14.45:** Material de los colectores con KPI 4 separado por Cuenca

Tabla 14.45: Material de los colectores con KPI 4 separado por Cuenca

Cuenca	HA	HS	PVC	S/D
PRADERA	18.969,45	25.735,06	4.951,53	863,12
GUAYACANES - SAMANES	1.325,61	3.181,21	2.530,41	163,40
GARZOTA, SAUCES, ALBORADA	1.981,43	4.752,32		215,70
PROGRESO	964,31	2.851,15	354,71	92,90
MUCHO LOTE	768,49	1.460,88	417,54	
GUASMO	396,96	186,67	193,90	
PANTANO SECO			243,67	
ORQUIDEAS		162,95		
SISTEMA III			284,55	

Para el análisis de los diámetros de los colectores del AASS con el índice más elevado del KPI se reagruparon según lo expresado en la **Tabla 14.46**: Diámetro de Colector con KPI 4.

Tabla 14.46: Diámetro de Colector con KPI 4

Diámetro (mm)	Cantidad	Incidencia
DN >250 < 500	50.325,08	67,6%
DN 500 < 800	17.179,59	23,1%
DN 1300 < 1650	3.306,14	4,4%
DN 800 < 1000	2.299,55	3,1%
DN 1000 < 1300	1.288,94	1,7%
Total	74.399,31	100,0%

Cuando se analizan los colectores por su diámetro se observa que casi el 91% de los mismos están en el rango de DN mayores de 250 y menores de 800. Siendo el intervalo de mayores de 250 mm y menores de 500 mm el de mayor preponderancia con el 67,6% del total.

Como se vio en la **Tabla 14.43**: Cuencas con KPI 4 la cuenca con mayor cantidad de metros de colectores con el índice de KPI elevado es la cuenca PRADERA.

En la **Tabla 14.47**: Sectores Hidráulicos de la cuenca Pradera con KPI 4 se analizó en particular los sectores hidráulicos de esta cuenca.

Tabla 14.47: Sectores Hidráulicos de la cuenca Pradera con KPI 4

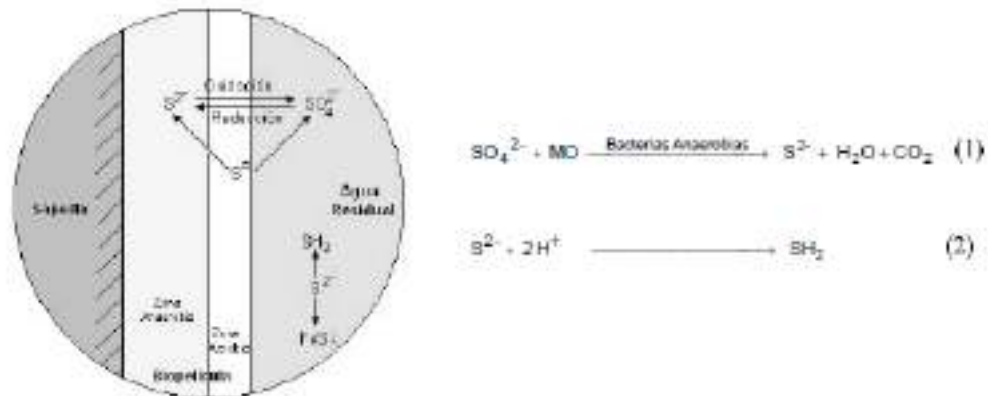
Sector Hidráulico	Cantidad (m)	Incidencia
CTP	15.239,87	30,2%
CTC	9.939,19	19,7%
S72	8.279,26	16,4%
CRO	7.959,07	15,8%
SRO	4.880,30	9,7%
SGU	3.142,68	6,2%
CSA	1.078,76	2,1%
Total	50.519,15	100,0%

Se observa que los sectores hidráulicos con más preponderancia dentro de la cuenca Pradera son CTP y CTC donde en conjunto llegan al 50 % del total.

Como complemento al análisis de la criticidad de las cañerías por el índice KPI se realizaron 2 campañas de medición de calidad del agua residual y de caudal en varios puntos de la cuenca Pradera. Dentro de los parámetros de Calidad medidos se analizaron los Sulfuros y Sulfatos, estos parámetros son de vital importancia en la generación del Sulfuro de Hidrógeno que se trata de un gas muy volátil, con olor a huevos podridos que se produce como consecuencia de la descomposición anaerobia de la materia orgánica en presencia de sustancias inorgánicas que contienen azufre.

La generación de SH_2 ocurre primordialmente en sistemas de alcantarillado de gran extensión y tiempos altos de permanencia en la red y en los conductos que trabajan en carga, como conductos de impulsión de descarga de estaciones de bombeo o colectores sin capacidad hidráulica que trabajan por gravedad a sección llena.

Las reacciones que tienen lugar y que conllevan la formación de sulfuros disueltos son las indicadas en la Figura 14.30: Reacciones de oxidación-reducción intervinientes en la formación de SH_2

Figura 14.30: Reacciones de Oxidación intervinientes en la formación de SH_2 

El SH_2 es un gas muy tóxico y corrosivo. Al pasar de la fase acuosa a la atmósfera del colector, puede oxidarse y formar SO_4H_2 que ataca principalmente a materiales como hormigón o metales. Por tal motivo es de vital importancia el análisis de las cantidades de Sulfuros y Sulfatos en el agua (fase líquida) en la red de alcantarillado, por su potencial efecto corrosivo en los colectores de Hormigón.

A los efectos de analizar las concentraciones de SH_2 en fase líquida, se realizaron mediciones en dos días distintos. En la segunda jornada en 4 horarios distintos con el siguiente horario: 09, 12, 15 y 18hs, se sacaron muestras para analizar los mismos parámetros, en las zonas donde en la primera jornada se relevaron niveles elevados de Sulfuros y así poder priorizar dichas zonas en la rehabilitación de las cañerías de Hormigón de los lugares de mayor concentración de estas sustancias predominio en la fase líquida.

La práctica ha demostrado que concentraciones muy bajas de gas SH_2 en solución, por ejemplo, 1mg/L, pueden producir una concentración de cientos de ppm por volumen en el aire. Esto se ha observado en las secciones sin líquido de alcantarillado y pozos húmedos. La tasa de liberación de SH_2 se incrementa en los puntos de alta turbulencia y en las salidas de los sifones invertidos, en los conductos de impulsión y los conductos que funcionan a sección llena. Los factores para la generación de gas SH_2 incluyen oxígeno disponible nulo, concentración de sulfatos y materia orgánica alta velocidades inadecuadas de escurrimiento, tiempo de detención prolongados en las redes, temperatura del líquido y una capacidad hidráulica insuficiente de transporte.

Tabla 14.49: Resumen de valores de la segunda campaña de medición

Hs	Punto	Cámara	D (mm)	Q (l/s)	Sulfuros (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	DQO (mg/l)	DQO Disuelto (mg/l)
9	2	6704	600	19,5	1,3	43	97	29
	3	5284	1650	404,83	4,7	38	114	66
	4	9657	1150	111,95	1,1	58	102	38
	5	8460	800	65,7	2,8	67	366	167
	11	4930	1700	631,04	0,2	43	17	<5
	12	4958	1400	209,9	0,4	60	87	52
	17	8866	600	94,7	1,2	83	545	205
	21	9147	1400	431,7	>7	105	317	200
	22	6805	600	22,2	6,5	62	521	221
12	2	6704	600	20,9	2	45	247	62
	3	5284	1650	468,2	5	23	336	195
	4	9657	1150	110,5	1,5	62	119	44
	5	8460	800	22,9	1,3	74	453	171
	10A	5187	400	13,66	3,5	39	397	156
	11	4930	1700	807,6	0,1	13	26	<5
	12	4958	1400	232,5	1,7	62	116	75
	17	8866	600	82,7	2,1	50	568	247
	21	9147	1400	587,7	6,3	72	477	182
15	2	6704	600	19,8	1,4	40	133	55
	3	5284	1650	423,1	>7	28	382	160
	4	9657	1150	133,1	1,6	58	96	63
	5	8460	800	25,9	3,9	63	524	249
	10A	5187	400	13,8	2,4	53	376	174
	11	4930	1700	486,7	0,5	55	132	27
	12	4958	1400	245,1	0,6	61	185	89
	17	8866	600	79	2,8	59	458	362
	21	9147	1400	668,1	>7	49	720	486
18	2	6704	600	19,5	2,4	45	211	48
	3	5284	1650	421,4	>7	29	468	171
	4	9657	1150	108,3	1,9	59	101	62
	5	8460	800	58,2	3,3	65	336	156
	10A	5187	400	6,9	0,2	27	196	28
	11	4930	1700	434,6	1,8	65	107	53
	12	4958	1400	264,7	1,9	60	161	82
	17	8866	600	76,9	4	41	397	205
	21	9147	1400	473,8	6,1	42	450	-
22	2	6704	600	19,5	1,3	43	97	29
	3	5284	1650	404,83	4,7	38	114	66
	4	9657	1150	111,95	1,1	58	102	38
	5	8460	800	65,7	2,8	67	366	167
	11	4930	1700	631,04	0,2	43	17	<5
	12	4958	1400	209,9	0,4	60	87	52
	17	8866	600	94,7	1,2	83	545	205
	21	9147	1400	431,7	>7	105	317	200
	22	6805	600	22,2	6,5	62	521	221

14.6. Programa de Renovación y Rehabilitación de Colectoras

La Renovación y Rehabilitación de los Colectores de Alcantarillado sanitario se efectúa con el propósito de mantener y mejorar las condiciones operativas de funcionamiento del sistema para cumplir con las metas de Calidad y Niveles de Servicio determinadas en el Contrato de Concesión.

Los colectores que conforman el sistema de alcantarillado sanitario configuran una importante parte de los activos en infraestructura, sin embargo en general las inversiones para su adecuado funcionamiento son generalmente postergadas.

A la fecha de elaboración de la Actualización del Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario, la empresa dispone de información y experiencias de la rehabilitación de las cañerías realizadas en la cuenca La Chala.

El proceso de Rehabilitación empleado para el desarrollo de la rehabilitación comprende:

- Trabajos preliminares de recolección de Datos
- Limpieza de los colectores
- Detectar fallas con equipo de CCTV
- Diagnóstico de los Colectores
- Diseño del método correctivo

Las primeras 4 etapas se deberán desarrollar para poder seleccionar el mejor método correctivo para cada caso. A continuación, se detallan los métodos más utilizados y una recomendación de uso dependiendo el tipo de cañería a rehabilitar.

14.6.1 Descripción de las tecnologías a implementar en la Rehabilitación de los colectores

Dada la cantidad de metros a rehabilitar se recomienda la utilización de tecnologías sin Zanja ya que los mismos presentan la ventaja de minimizar las obras civiles y presentan un menor tiempo de ejecución que la tecnología de recambio de cañería a cielo abierto.

C.I.P.P (Cured Places in Pipe)

La tecnología denominada Tubería Revestida y Curada en Sitio –CIPP, se aplica para corregir defectos estructurales u operacionales irregulares en el funcionamiento de tuberías existentes de acueducto y alcantarillado. Es una tecnología que requiere poca intervención en el entorno, siendo normalmente mínimas las obras complementarias que se deben llevar a cabo.

El CIPP consta de una felpa impregnable con resina (a este conjunto se le conoce también como manga o linner), la cual es posteriormente curada al colocarla dentro del tubo a rehabilitar; ésta deberá tener resistencia a bacterias del suelo, a agentes químicos y a los efectos del suelo circundante.

Las normas asociadas a esta tecnología son: ASTM F1216, ASTM D790, ASTM C581, ASTM D638 y ASTM D903, ASTM D648, ASTM D2990, ASTM D3681, ASTM F1743 y ASTM D5813 o las equivalentes que apliquen.

El material de revestimiento de CIPP consiste en una o más capas de un material flexible no tejido de felpa/filtro de poliéster con o sin aditivos tales como fibra de vidrio tejida u otras fibras que cumplan los requisitos de la norma ASTM F1216, ASTM F1743 y ASTM D5813.

El tubo de felpa deberá ser capaz de absorber y sostener las resinas colocadas para soportar las presiones y temperaturas de curado de instalación y tener suficiente fuerza para superar segmentos faltantes de tubería, y se expandirse para adaptarse a secciones irregulares de tubería.

Las resinas que se utilizan para la impregnación de la manga pueden ser de poliéster, éster de vinilo o epóxica (ésta última es la única permitida para rehabilitación de redes de acueducto).

El curado de la manga impregnada se puede realizar mediante vapor de agua, agua caliente o radiación con lámparas ultravioleta –UV. Esta última es más limpia e implica menos riesgos en los tiempos de curado.

El CIPP se recomienda para las cañerías con diámetros mayores a los 350 mm de cualquier material.

Internal Spot Repairs (Packers)

Esta tecnología permite realizar reparaciones de daños puntuales en tuberías con la instalación de un recubrimiento de corta longitud (normalmente 60cm) constituido por una felpa de fibra de vidrio impregnada con resinas (preferiblemente epóxicas), que se endurece tras instalar el recubrimiento con un tapón neumático de caucho que al presurizarse garantiza un contacto adecuado del recubrimiento con las paredes internas de la tubería.

Esta tecnología se recomienda para para las cañerías de PVC donde se presenten fallas puntuales como aberturas de juntas y en rehabilitación para eliminar infiltraciones.

Pipe Bursting (FRAGMENTACIÓN)

El Pipe Bursting es un método de rehabilitación de tubería usado para reemplazarla mediante la rotura o fragmentación de la tubería existente, e instalando en el vacío que queda una nueva tubería de polietileno de alta densidad del mismo o mayor diámetro que la existente.

La rotura del tubo existente se logra por medio de la inserción de una herramienta con cabeza una cabeza de corte apropiada para el material a cortar o fragmentar, de mayor diámetro, la cual al avanzar fragmenta el conducto principal y empuja lo que queda en el área del suelo circundante.

Las normas de referencia para la aplicación de la tecnología de Pipe Bursting son:

- ASTM D 1248 Especificaciones para materiales por moldeo y extrusión de plásticos de Polietileno.
- ASTM D 2657 Pruebas para unión por temperatura, de tubería y accesorios termoplásticos.
- ASTM D 3035 Tubería de polietileno (SDR-PR) controlado en base a diámetro exterior.
- ASTM D 3261 Especificación para fusión a tope de accesorios de polietileno a tubería de polietileno.
- ASTM D 3350 Especificaciones para materiales de tubería y accesorios de plásticos de polietileno.

La Especificación para el reemplazo de redes de alcantarillado son las recomendadas por la NASSCO (National Association of Sewer Service Companies.USA) <https://www.nassco.org>

Los equipos existentes en el mercado permiten la instalación de tuberías de hasta 600 mm de diámetro exterior, habiéndose considerado para el presente estudio la rehabilitación de redes de hasta 350 mm de diámetro mediante esta tecnología y los colectores mayores donde se presenten colapsos que impidan la utilización de otra tecnología.

14.6.2 Detalle del Programa de Renovación y Rehabilitación de Colectoras AASS

En función de lo expuesto en este capítulo y en el capítulo anterior, “**14.5:** Predicción de la condición del alcantarillado; priorización de rehabilitación de tuberías de alcantarillado;

Evaluación de la condición de la tubería”, se presenta un Programa de Renovación y Rehabilitación de Colectoras de AASS en donde se indican los metros a renovar y rehabilitar en función de los diámetros.

Tabla 14.50: Cantidades Renovación y Rehabilitación de Colectoras para tuberías con KPI 4 – Años 21 a 25

Diámetro [mm]	Cantidad Total [m]	Incidencia	Año 21 [m]	Año 22 [m]	Año 23 [m]	Año 24 [m]	Año 25 [m]
DN >250 < 500	50.325,08	67,60%	10.065,02	12.581,27	7.548,76	7.548,76	12.581,27
DN 500 < 800	17.179,59	23,10%	-	4.294,90	4.294,90	4.294,90	4.294,90
DN 1300 < 1650	3.306,14	4,40%	-	-	-	3.306,14	-
DN 800 < 1000	2.299,55	3,10%	-	-	2.299,55	-	-
DN 1000 < 1300	1.288,94	1,70%	-	-	1.288,94	-	-
Total	74.399,31	100,00%	10.065,02	16.876,17	15.432,15	15.149,80	16.876,17

Tabla 14.51: Cantidades Renovación y Rehabilitación de Colectoras para tuberías con KPI 3 – Años 25 a 29

Diámetro (mm)	Cantidad Total [m]	Incidencia	Año 26 [m]	Año 27 [m]	Año 28 [m]	Año 29 [m]	Año 30 [m]
DN >250 < 500	83.358,00	66,46%	4.167,90	5.835,06	12.503,70	12.503,70	16.671,60
DN 500 < 800	26.100,00	20,81%	2.610,00	5.220,00	3.915,00	3.915,00	-
DN 800 < 1000	6.282,00	5,01%	-	6.282,00	-	-	-
DN 1000 < 1300	6.054,00	4,83%	6.054,00	-	-	-	-
DN 1300 < 2000Q	3.631,00	2,89%	3.631,00	-	-	-	-
Total	125.425,00	100,00%	16.462,90	17.337,06	16.418,70	16.418,70	16.671,60

Inversión requerida

Tabla 14.52: Precios Renovación y Rehabilitación de Colectoras para tuberías con KPI 4 – Años 21 a 25

Diámetro [mm]	Cantidad Total [m]	Costo unitario [\$]	Año 21 [\$]	Año 22 [\$]	Año 23 [\$]	Año 24 [\$]	Año 25 [\$]
DN >250 < 500	50.325,08	221,40	2.228.428	2.785.535	1.671.321	1.671.321	2.785.535
DN 500 < 800	17.179,59	305,35	-	1.311.464	1.311.464	1.311.464	1.311.464
DN 1300 < 1650	3.306,14	951,58	-	-	-	3.146.057	-
DN 800 < 1000	2.299,55	438,21	-	-	1.007.692	-	-
DN 1000 < 1300	1.288,94	667,63	-	-	860.532	-	-
Total	74.399,31		2.228.428	4.096.999	4.851.009	6.128.842	4.096.999

Tabla 14.53: Precios Renovación y Rehabilitación de Colectoras para tuberías con KPI 3 – Años 25 a 29

Diámetro (mm)	Cantidad Total [m]	Costo unitario [\$]	Año 26 [\$]	Año 27 [\$]	Año 28 [\$]	Año 29 [\$]	Año 30 [\$]
DN >250 < 500	83.358,00	221,40	922.787	1.291.902	2.768.361	2.768.361	3.691.148
DN 500 < 800	26.100,00	305,35	796.974	1.593.948	1.195.461	1.195.461	-
DN 800 < 1000	6.282,00	438,21	-	2.752.851	-	-	-
DN 1000 < 1300	6.054,00	667,63	4.041.817	-	-	-	-
DN 1300 < 2000	3.631,00	1046,74	3.800.706	-	-	-	-
Total	125.425,00		9.562.283	5.638.701	3.963.822	3.963.822	3.691.148

La inversión total prevista a largo plazo es de **US\$ 48.222.052.-**, considerando la siguiente programación:

5° Quinquenio: **US\$ 21.402.277.-**

6° Quinquenio **US\$ 26.819.775.-**

14.7. Programa de Medición de Caudal y Calidad en Colectoras y Estaciones de Bombeo

Debido a las características topográficas de la ciudad de Guayaquil, el sistema de Alcantarillado Sanitario presenta la necesidad de disponer de Estaciones de Bombeo que eleven las aguas servidas para su transporte a las Plantas de Tratamiento y descargas.

El objeto de esta propuesta radica en mantener un mejor control de los activos del servicio en los sistemas bombeo de efluentes cloacales para asegurar una gestión del sistema cloacal en general.

La intervención incluye las obras para la poder realizar la medición de caudal y calidad en las estaciones de bombeo donde no se cuenta con esta medición y además se contemplan las necesidades de renovación y rehabilitación del equipamiento de medición y control en las estaciones de bombeo donde se encuentren instalados los caudalímetros pero no se encuentran operativos.

También para el 5° Quinquenio se incluye la medición de caudal y calidad en los colectores de la cuenca Pradera, como cuenca testigo para el desarrollo de este tipo de medición, ya que la misma es donde se proyecta la mayor cantidad de metros de rehabilitación según lo expresado en **Tabla 14.43: Cuencas con KPI 4**.

A los efectos de las previsiones de la Actualización del Plan Maestro, en las cuencas con presencia significativa de SH₂, debería preverse una vida útil de las bombas, motores y tableros eléctricos de las estaciones de bombeo de 10 años. Esto implica que debe realizarse una renovación integral o recambios del 100% de los equipos electromecánicos y eléctricos de las diferentes estaciones de bombeos cada dos quinquenios.

14.7.1 Medición de Caudal en Estaciones de Bombeo

La correcta medición de caudal es fundamental para una eficiente gestión del sistema en general y para ello se debe reparar los caudalímetros fuera de servicio e instalar nuevos en las Estaciones de Bombeo donde no se cuente con los mismos. En la **Tabla 14.54: Estaciones de Bombeo con/sin medición de Caudal** se detallan las estaciones de bombeo que tienen caudalímetro, ordenadas de mayor a menor caudal bombeado en promedio en los últimos 5 años.

Tabla 14.54: Estaciones de Bombeo con/sin medición de Caudal

Estación de Bombeo	Poseen Medición de Caudal
Vergeles BXII	No
Pradera	Si
Bastión Popular 1	No
La Chala	Si
Progreso	Si
Guasmo H	No
Bastión Popular 3	No

Estación de Bombeo	Poseen Medición de Caudal
Guasmo F	No
Tornillo	Si
C#1 (Coop. Varias)	Si
Guayacanes	Si
Vergeles V1	No
Ferroviaria AA SS	No
C#4 (Coop. Varias)	No
Trinitaria 1	Si
Bastión Popular 4	No
Guasmo J	No
Puerto Azul	Si
Orquídeas AA SS	Si
Mucho Lote	No
Guasmo E1	No
Garzota	Si
Ferroviaria AA LL	No
Mucho Lote 2-Municipal	Si
C#3 (Coop. Varias)	No
Guabita	Si
Guasmo I	No
C#5 (Coop. Varias)	No
Javier Salitral	No
Trinitaria 4	No
Trinitaria 6	No
Urdenor	No
Guasmo D	No
Guasmo G	No
Briz Sánchez	No
Trinitaria 2	No
Guasmo B	No
Trinitaria 3	No
Trinitaria 7	No
Martha de Roldós	No
Bastión Popular 2	No
Maxigraff	No
Mi Comisariato	No
Alborada XIII	No
Guasmo E2	No
Vergeles V2	No
Trinitaria 5	No
Terranostra II Lodos Act.	No
La Romareda	No
C#2 (Coop. Varias)	No
Portofino	No

Estación de Bombeo	Poseen Medición de Caudal
La Perla	No
Belohorizonte 1	No
Metropolis 3	No
Metropolis 2	No
Juan Montalvo	No
Metrópolis	No
Veranda	No
Guayaquil Dos	No
Estrella del Mar	No
Bosques del Salado	No
Terranostra-1	No
Puerto Saymur	No
Terranostra-2	No
Belohorizonte 2	No
Valle alto	No
Terranostra Menorca	No
Caracol	No
Vía al Sol	No
Belohorizonte 3	No
Montebello	No
Jardines del Rio	No
Arcadia	No
18 de agosto	No
San Eduardo	No

Para las estaciones que no cuentan con medición de caudal se plantea la utilización de caudalímetros electromagnéticos de carretel ya que presentan grandes ventajas para la medición de los líquidos cloacales. Los mismos se instalarán en las impulsiones ya que este tipo de tecnología funciona solamente cuando la cañería está a sección llena.

Esta tecnología tiene las siguientes ventajas:

- El principio de medición es prácticamente independiente de la presión, densidad, temperatura y viscosidad del líquido.
- Se pueden medir incluso fluidos con sólidos en suspensión.
- Amplio rango de diámetros nominales
- Sección transversal de la tubería libre
- Ausencia de piezas móviles, sin mantenimiento

Inversión requerida

La inversión total prevista a largo plazo es de **US\$ 2.036.000.-**, considerando la siguiente programación:

5° Quinquenio:

US\$ 2.036.000.-

14.7.2 Medición de Calidad en Estaciones de Bombeo principales.

Ante la problemática de posibles anomalías en los vuelcos cloacales es de vital importancia identificar esas anomalías antes de que ingresen a las plantas de tratamiento o en las redes de AASS. Por tal motivo se plantea la colocación de sensores de calidad a los ingresos de las Estaciones de Bombeo Principales y en algunos puntos de las redes.

Los parámetros a medir son los siguientes:

- pH
- Potencial Redox
- Temperatura
- Conductividad
- SH₂ en fase líquida.

Para poder medir estos parámetros se deberán instalar 2 instrumentos distintos ya que los parámetros: pH, Potencial Redox, Conductividad y Temperatura, se pueden medir con un transductor Multiparamétrico, pero dada la fragilidad de las sondas de medición de estos parámetros y para extender la vida útil de las mismas se deberá utilizar un portasondas robusto apto para estar sumergido. El mismo debe ser capaz de ubicar a las 4 sondas de medición y poseer un sistema de antiensuciamiento el cual evita que se deposite suciedad e incrustaciones alrededor del área sensible de los sensores mediante una escobilla de doble cara o un protector de cobre especialmente diseñado. Mejora la precisión de la medida y permite alargar los periodos de mantenimiento.

El cable de conexión entre el porta sondas y el transductor deberá ser duradero y resistente de longitud personalizada para comunicación en tiempo real, fabricados para soportar ambientes hostiles, que ofrezcan alta precisión, exactitud y fiabilidad durante años. Los conectores de cierre por torsión estancos para proporcionar una conexión/desconexión fácil y segura.

Las sondas de medición deberán tener como mínimo las características de medición expresadas en la **Tabla 14.55**: Características de las Sondas

Tabla 14.55: Características de las Sondas

Parámetro	Precisión mínima	Rango de medición	Resolución
Temperatura	± 0,1°C	-5 a 50°C	0,01°C
pH	± 0,1 pH	0 – 14 pH	0,01 pH
Conductividad	±0,5% de 0 – 100.00 µS/cm; ±1% de 100.000 – 200.000 µS/cm; ±2% de 200.000 – 350.000µS/cm	0 – 350.000 µS/cm	0,1 µS/cm
Potencial Redox	± 5mV	± 1400mV	0,1mV

El datalogger será el encargado de recolectar los datos enviados por las sondas de medición, procesa la información y la envía al sistema SCADA para que sea visualizada en tiempo real. El mismo deberá ser estanco y apto para ambientes corrosivos ya que estará ubicado en una zona cercana a la cámara de bombeo.

Además de medir los parámetros típicos que se detallaron anteriormente se plantea el análisis del SH₂ disuelto en el líquido ya que como se expresó en la Figura 14:30: Reacciones de oxidación-reducción intervinientes en la formación de S, es de vital importancia su monitoreo para evitar el deterioro de las instalaciones por la corrosión ante elevados niveles de SH₂.

Para la medición de este parámetro se opta por la tecnología de los nuevos sensores que miden el SH₂ en la fase líquida y no los sensores del gas SH₂ ya que estos últimos, si bien son más sensibles, miden una fracción del SH₂ que se libera y no el que se encuentra disuelto en las aguas residuales.

Para la medición de este parámetro se utilizará un sensor con las características expresada en la **Tabla 14.56**: Características Sonda de H₂S

Tabla 14.56: Características Sonda de H₂S

Parámetro	Precisión mínima	Rango de medición	Resolución
H ₂ S	± 5%	0 – 5 mg/l	0,1 mg/l

Este tipo de sensores son dedicados, por lo que ya vienen integrados el sensor y el transductor el cual ya emite una señal de 4-20 mA, son aptos para estar sumergidos, estancos y poseen en cable de conexión con lo que se puede vincular al Datalogger propuesto para los demás sensores. En la **Tabla 14.57**: Detalle de Equipos Estaciones de Bombeo se especifican los equipos a instalar.

Tabla 14.57: Detalle de Equipos Estaciones de Bombeo

Estación de bombeo	Parámetro a Medir	Equipo
Progreso	Temperatura	Multiparamétrico 1
	pH	
	Conductividad	
	Potencial Redox	
	H ₂ S (fase líquida)	Dedicado H ₂ S 1
Pradera	Temperatura	Multiparamétrico 2
	pH	
	Conductividad	
	Potencial Redox	
	H ₂ S (fase líquida)	Dedicado H ₂ S 2
El tornillo	Temperatura	Multiparamétrico 3
	pH	
	Conductividad	
	Potencial Redox	
	H ₂ S (fase líquida)	Dedicado H ₂ S 3
La Chala	Temperatura	Multiparamétrico 4
	pH	
	Conductividad	
	Potencial Redox	
	H ₂ S (fase líquida)	Dedicado H ₂ S 4
Vergeles BXII	Temperatura	Multiparamétrico 5
	pH	
	Conductividad	
	Potencial Redox	
	H ₂ S (fase líquida)	Dedicado H ₂ S 5

Inversión requerida

La inversión total prevista a largo plazo es de **US\$ 86.000.-**, considerando la siguiente programación:

5° Quinquenio:

US\$ 86.000.-

14.7.3 Medición de Caudal en los colectores de la cuenca Pradera

La medición de caudal en colectores complementa a las mediciones de las Estaciones de Bombeo y permite un conocimiento más exhaustivo de la cuenca permitiendo realizar un análisis más detallado del funcionamiento de la misma, ya que permitirá evaluar infiltraciones, interferencias con el sistema de AALL, etc.

La medición de este parámetro presenta una dificultad mayor que realizarlo en las impulsiones ya que los colectores trabajan en la gran mayoría del tiempo sin estar a sección llena lo que imposibilita utilizar un sistema como el planteado para las Estaciones de Bombeo. Por tal motivo se plantean las dos tecnologías que se pueden utilizar para la medición de caudal en los colectores de la Cuenca Pradera. Se descartan los sistemas con medición por inserción ya que presentan grandes inconvenientes en el mantenimiento y en la operación porque son susceptibles a que se obstruyan con los residuos presentes en el líquido cloacal.

Caudalímetro por efecto doppler

Este tipo de caudalímetros funcionan con dos sensores, uno que realiza la medición de caudal mediante un sensor de efecto doppler el cual puede ser del tipo laser o ultrasónico, Su principio de funcionamiento se basa en la interferencia producida por partículas suspendidas en el fluido que dispersan la onda electromagnética proveniente del sensor. Y por otro lado un sensor de nivel ultrasónico sin contacto. Para ello hay varias alternativas, sensores de velocidad y altura independientes o integradas en un solo instrumento que posee ambos sensores.

Esta última opción es la más conveniente por su practicidad de contar con un solo instrumento y la facilidad de la instalación.

Este tipo de instrumentos utiliza el sensor de nivel ultrasónico para medir el nivel dentro del colector y fija un punto por debajo de la superficie del líquido para medir la velocidad del líquido, luego el sensor direcciona su rayo láser hacia dicho punto y mide la derivación en la frecuencia de la luz que retorna y con estos datos el transductor hace el cálculo del caudal. Es de fácil instalación ya que se puede instalar directamente en una boca de registro solo con la colocación de los soportes de fijación y es de fácil mantenimiento ya que no posee parte móviles.

Caudalímetro Electromagnético Adaptado

Este sistema se basa en el caudalímetro detallado en el apartado de Medición de Caudal en Estaciones de Bombeo, donde la medición se realiza por un campo magnético artificial generado por dos bobinas inductoras, donde las partículas del líquido inducen una tensión eléctrica, la cual es tomada por dos electrodos de medición y con esto se mide la velocidad del líquido que pasa por dentro del carretel. Pero al no estar a sección llena se necesita de otro sensor que mide la altura del pelo de agua, el mismo se encuentra instalado en el lomo del carretel y mediante un transductor que analiza las dos señales, Altura y Velocidad, y realiza el cálculo del Caudal.

Estos caudalímetros son del tipo de carretel bridado, por lo cual la instalación se realiza en línea con lo cual se debe realizar una cámara hasta la profundidad de la tubería, ejecutar un corte en el colector, colocar los adaptadores de brida y el caudalímetro bridado en el medio, en la parte superior de la cámara se coloca el transductor del caudalímetro.

Esta opción es viable cuando por cuestiones operativas no se pueda utilizar el caudalímetro ultrasónico ya que se necesita de una obra civil importante para su instalación.

14.7.4 Medición de Calidad en los colectores de la Cuenca Pradera.

Para la medición de los parámetros de calidad en los colectores se utilizarán los mismos equipos y parámetros que los expuestos para las Estaciones de bombeo ya que los mismo son aptos para este tipo de aplicación.

La única diferencia radica en que al no conectar con un tablero de comunicación, como los que se pueden encontrar en las Estaciones de Bombeo, además de los sensores y los traductores se deberán instalar un sistema de telemetría en todos los puntos de medición y un sistema de recolección de los datos para poder volcarlos al sistema SCADA. Para tal fin se proyecta utilizar datalogger autónomos (a batería) los cuales mediante señal de 4G o Lora, sistema de enlace más eficiente que el celular, remiten los valores obtenidos por las sondas y el caudalímetro, al recolector de datos.

14.7.5 Ubicación de los puntos de Medición de Caudal y Calidad en los colectores de la Cuenca Pradera.

Para un análisis más detallado de la cuenca Pradera se proyecta la colocación de al menos un punto de medición de calidad y caudal en cada una de las siguientes Subcuencas: B09, B10, B11, B14, B14, B17, B18, B21, B23, B24. Con la ubicación propuesta de los 11 puntos de medición y control se puede sectorizar cada una de las subcuencas y posibilita realizar un análisis más detallado de la cuenca.

La ubicación de los puntos de medición proyectados se detalla en la Figura 14.36: Ubicación Puntos de Medición Cuenca Pradera y en la Tabla 14:58: Resumen de equipos a instalar en la Cuenca Pradera, el detalle de los mismos.

Figura 14.36: Ubicación Puntos de Medición Cuenca Pradera

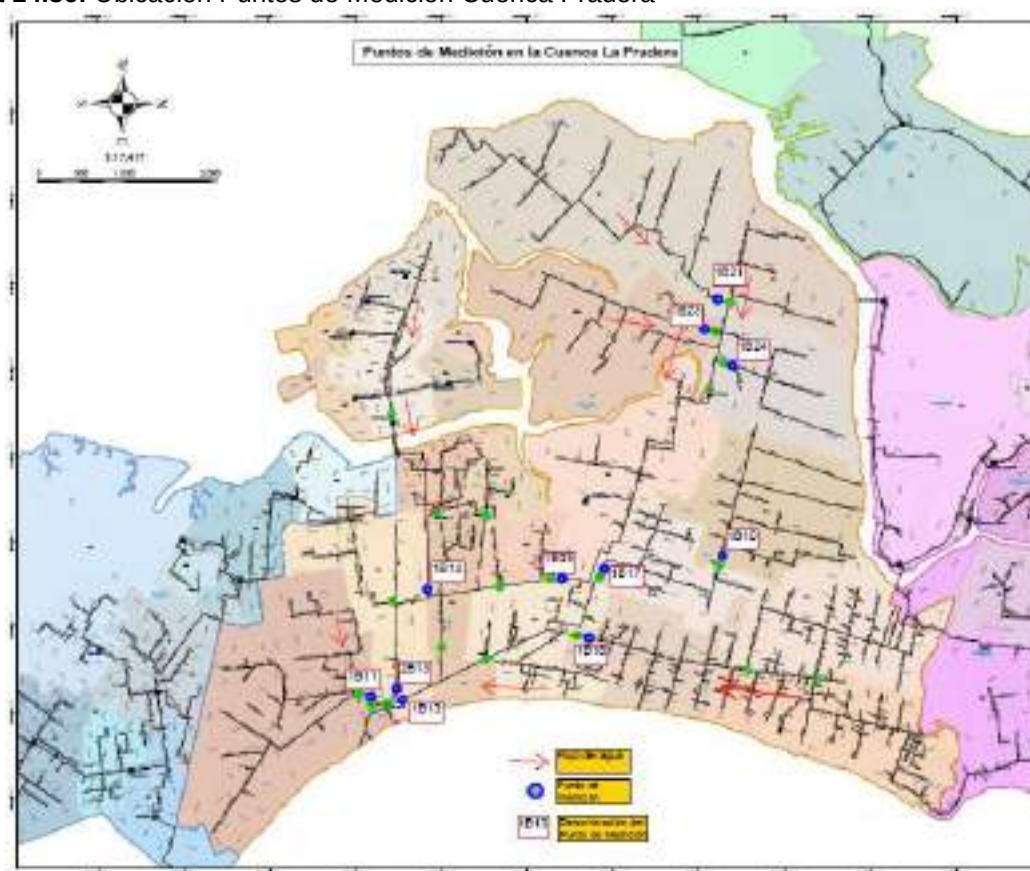


Tabla 14.58: Resumen de equipos a instalar en la Cuenca Pradera

Denominación	Subcuenca	Parámetro a medir	Equipo
1B09	B09	Caudal	Efecto Doppler 1
		Temperatura	Multiparamétrico 1
		pH	
		Conductividad	
		Potencial Redox	
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 1
1B10	B10	Caudal	Efecto Doppler 2
		Temperatura	Multiparamétrico 2
		pH	
		Conductividad	
		Potencial Redox	
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 2
1B11	B11	Caudal	Efecto Doppler 3
		Temperatura	Multiparamétrico 3
		pH	
		Conductividad	
		Potencial Redox	
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 3
1B13	B13	Caudal	Efecto Doppler 4
		Temperatura	Multiparamétrico 4
		pH	
		Conductividad	
		Potencial Redox	
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 4
2B13	B13	Caudal	Efecto Doppler 5
		Temperatura	Multiparamétrico 5
		pH	
		Conductividad	
		Potencial Redox	
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 5
1B14	B14	Caudal	Efecto Doppler 6
		Temperatura	Multiparamétrico 6
		pH	
		Conductividad	
		Potencial Redox	
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 6
1B17	B17	Caudal	Efecto Doppler 7
		Temperatura	Multiparamétrico 7
		pH	
		Conductividad	
		Potencial Redox	
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 7
1B18	B18	Caudal	Efecto Doppler 8
		Temperatura	Multiparamétrico 8
		pH	
		Conductividad	
		Potencial Redox	
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 8
1B21	B21	Caudal	Efecto Doppler 9
		Temperatura	Multiparamétrico 9
		pH	
		Conductividad	

Denominación	Subcuenca	Parámetro a medir	Equipo
		Potencial Redox	Dedicado H2S 9
		H2S (fase líquida)	
1B23	B23	Caudal	Efecto Doppler 10
		Temperatura	Multiparamétrico 10
		pH	
		Conductividad	
		Potencial Redox	
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 10
1B24	B24	Caudal	Efecto Doppler 11
		Temperatura	Multiparamétrico 11
		pH	
		Conductividad	
		Potencial Redox	
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 11

Inversión requerida

La inversión total prevista a largo plazo es de **US\$ 491.700.-**, considerando la siguiente programación:

5° Quinquenio:

US\$ 491.700.-

15. INTERVENCIONES Y OBRAS REQUERIDAS – SIST. ALC. PLUVIAL

MODELACIÓN CON MIKE URBAN

15.1. Diagnóstico

15.1.1 Modelo hidrodinámico

Conforme a lo expresado en el punto “5.2. Actualización red pluvial en el modelo Mike Urban” del capítulo 7 del Informe, en la presente actualización del Plan Maestro se utilizó el modelo hidrodinámico Mike Urban, tanto para el diagnóstico de la red pluvial como la incorporación de las obras propuestas.

Se trabajó separadamente para las cuencas Sur, Centro, Norte, Oeste, Noroeste, Posorja y Tenguel. En las siguientes imágenes se visualizan las cuencas pluviales correspondientes a la ciudad de Guayaquil:

Figura 15.1: Cuencas pluviales ciudad de Guayaquil



15.1.2 Actualización de las impermeabilidades

Tal como se expresó en el Capítulo 7 del Informe, para la presente actualización del Plan Maestro, se ha procedido a actualizar la impermeabilidad de las cuencas y subcuencas definidas en los modelos SWMM del 2015, tomando como base las imágenes satelitales de la ciudad de Guayaquil mostradas en Google Earth (mayormente del año 2020, y algunas del 2019).

15.1.3 Actualización de la red pluvial

La información de la red pluvial ha sido actualizada contemplando los planos As-built suministrados por Interagua para la presente actualización del Plan Maestro.

Asimismo, se han utilizado diferentes archivos en formato Shape provistos por la empresa, que cuentan con información relativa a conductos y canales, cotas de tapas de servicios de AAPP, AASS y AALL, y relevamientos de algunos canales y arroyos. También se utilizó algunos planos en formato Cad.

Esta información permitió actualizar la red, y efectuar otros ajustes en la misma y en cotas del terreno.

Cabe efectuar algunas consideraciones particulares:

15.1.3.1 Cuencas Sur, Centro y Norte

Se efectuó primeramente la migración de los modelos SWMM del PM 4° Q, incorporando algunas de las modificaciones implementadas por Interagua en el modelo en Mike Urban que proveyó a este Consultor para la presente actualización del Plan Maestro.

En la cuenca Norte, se suprimió parte de la cuenca que figuraba en el SWMM, dado que fue incorporado a la cuenca Noroeste, de acuerdo con el proyecto "*Plan de Manejo de Aguas Lluvias en la Cuenca Noroeste de Guayaquil*" (2017), de la firma Gruconsa.

Los modelos resultantes fueron luego actualizados conforme a lo indicado en los párrafos precedentes.

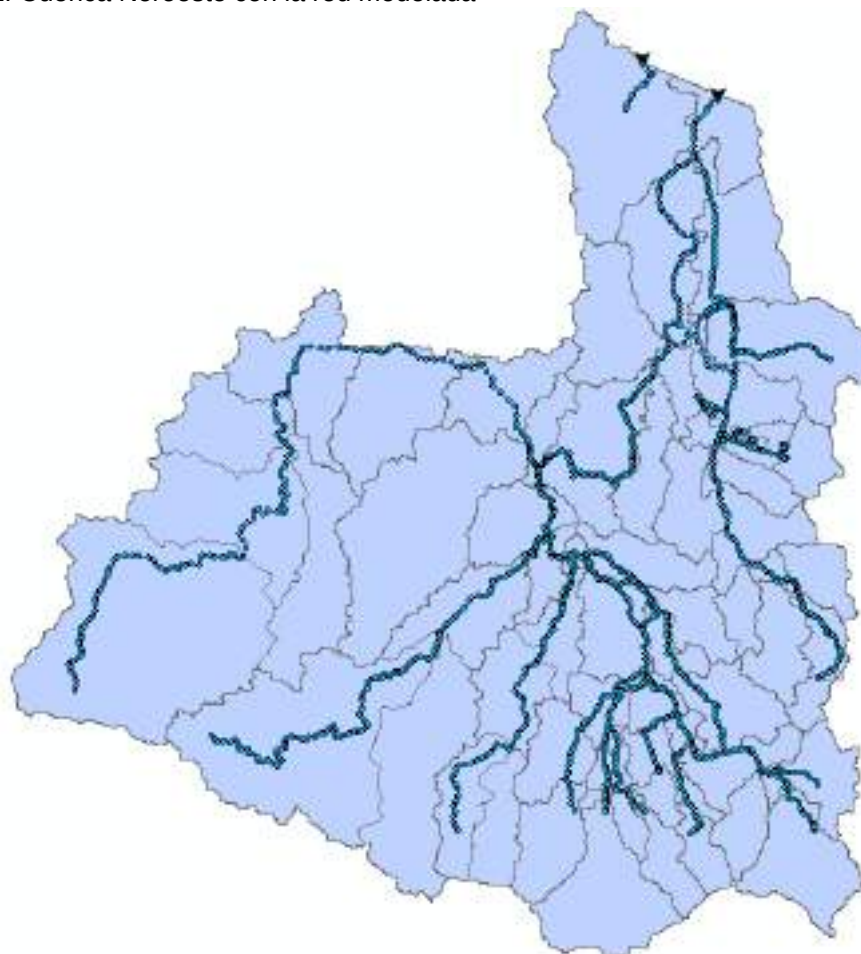
15.1.3.2 Cuenca Noroeste

El modelo Mike Urban provisto por Interagua, elaborado a partir del citado proyecto de Gruconsa, sólo contemplaba cuencas rurales.

Se procedió a su actualización con la incorporación de obras ejecutadas en la urbanización Mi Lote. Esto implicó efectuar la subdivisión de las subcuencas involucradas en la misma. No se contó con información suficiente para incluir redes pluviales de otras urbanizaciones.

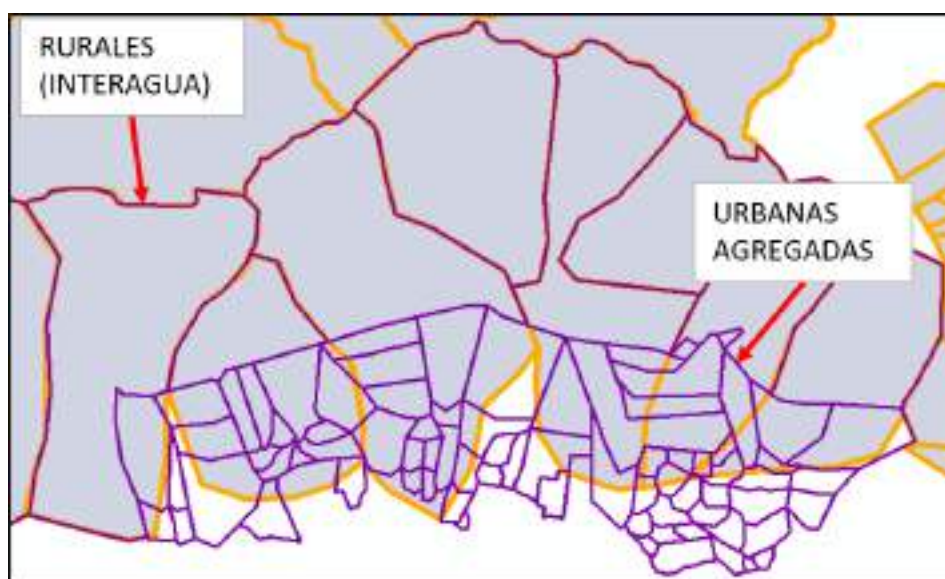
Por lo demás, se mantuvieron las secciones de canales y arroyos, y parámetros de subcuencas que figuraban en el modelo de Interagua.

En la siguiente figura puede verse la cuenca con la red modelada:

Figura 15.2: Cuenca Noroeste con la red modelada

15.1.3.3 Cuenca Oeste

El modelo en MU provisto por Interagua, sólo contemplaba cuencas rurales. No incluía las redes pertenecientes a las diferentes urbanizaciones, las cuales figuraban en el modelo SWMM previo:

Figura 15.3:

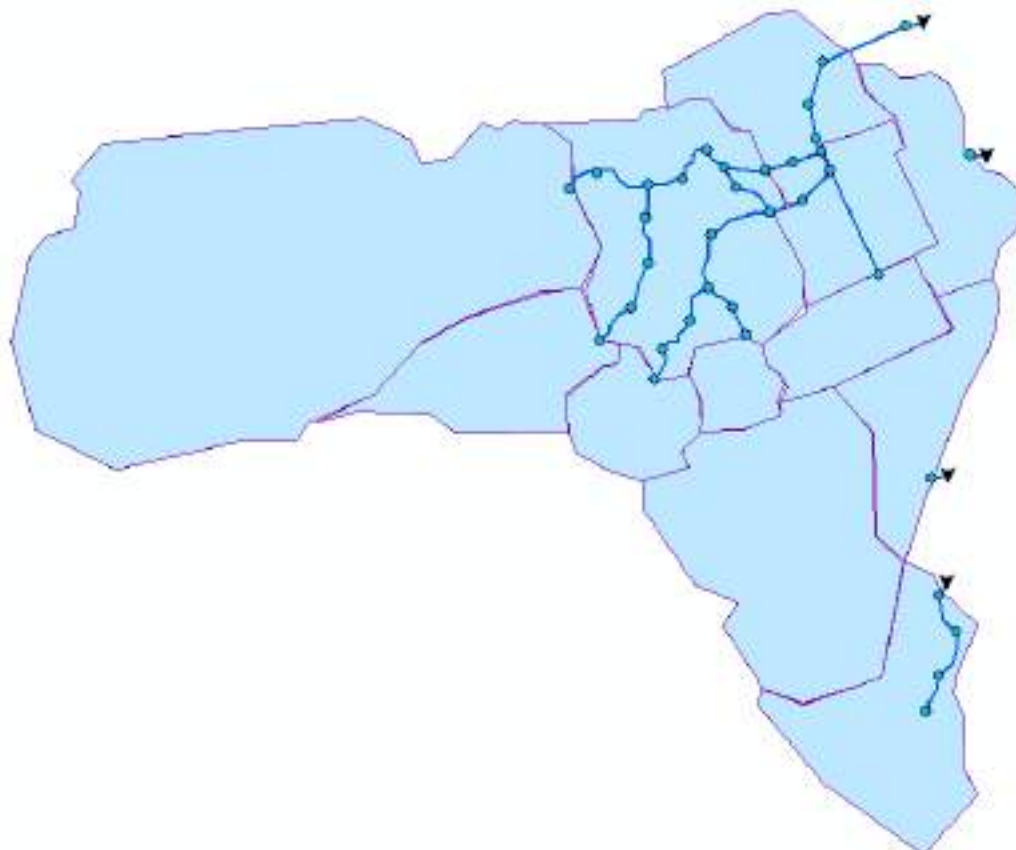
Por lo tanto, se procedió a incorporar al modelo las redes provenientes del SWMM, más las nuevas obras según planos As-built y shapes.

Asimismo, se efectuó la modificación de las subcuencas que experimentaron cambios por la incorporación de las nuevas redes.

15.1.3.4 Modelación de la cuenca de Posorja

Se ha modelado en Mike Urban la parroquia de Posorja, partiendo del modelo en SWMM existente, actualizándolo:

Figura 15.4:



La información disponible para otras parroquias resultó insuficiente para poder modelar la red pluvial.

15.1.3.5 Descripción del modelo Mike Urban

En el “ANEXO MODELACIÓN CON MIKE URBAN”, se describe detalladamente el modelo y su aplicación.

15.1.3.6 Resumen de actividades en la modelación

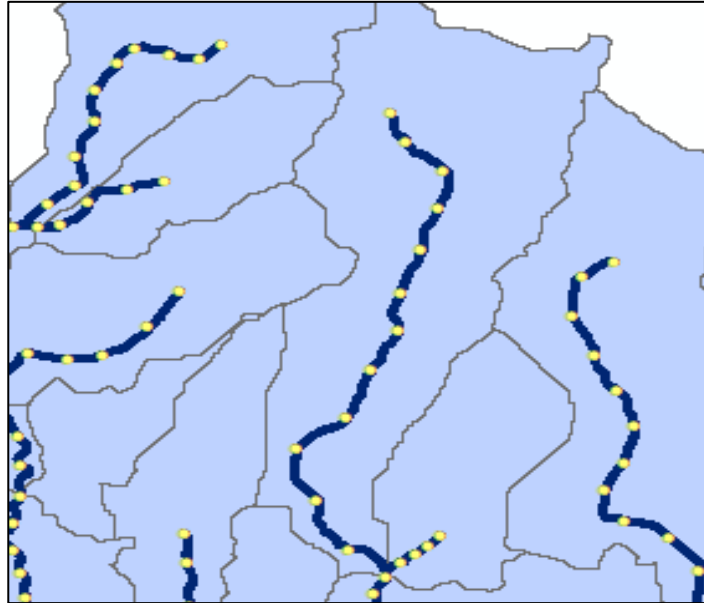
El modelo general de la ciudad de Guayaquil en Mike Urban provisto por Interagua, tenía un desarrollo sólo parcial.

Se resumen seguidamente las principales actividades desarrolladas sobre el mismo:

CUENCAS

- Actualización de las impermeabilidades (en base a Google Earth)
- Ajuste de los límites entre cuencas Norte y Noroeste, manteniéndose los que había determinado Gruconsa, corrigiendo los de la cuenca Norte.
- Cálculo de parámetros tales como: longitudes, pendientes y tiempos de retardo (desfasaje entre el centroide de la tormenta y el caudal pico del hidrograma en la descarga).
- Conexiones distribuidas, en lugar de un nodo único:

Figura 15.5:



- Topología – inclusión de cuencas faltantes

NODOS

- Cálculo del diámetro de nodos
- Corrección del tipo de pérdida en nodos (estaban todos como No Cross Section Change)
- Eliminación de nodos sin conexión

LINKS

- Inclusión de obras según planos As-Built, y algunas obras según shapefiles
- Corrección de algunos materiales (Manning)
- Corrección de algunas secciones transversales
- Inclusión de conductos múltiples (Barrels), en base a la información del modelo SWMM
- Corrección de algunos niveles de Invertido-terreno
- Incorporación de condiciones de borde en las descargas (mareas)
- Inclusión de nodos intermedios en links de canales y arroyos, para distribuir el hidrograma resultante de la corrida hidrológica a lo largo del tramo:

Figura 15.6:

15.1.4 Calibración de los modelos

A los efectos verificar la bondad de los modelos, se realizó una calibración aproximada, en base a la tormenta acaecida en la ciudad de Guayaquil el 08-03-2021.

La calibración se efectuó en aquellas cuencas de las cuales se dispuso de alguna información de la afectación por inundaciones con el nivel aproximado que alcanzó la altura del agua, que fueron las Sur, Centro y Norte.

Para tal fin, se procesó la siguiente información:

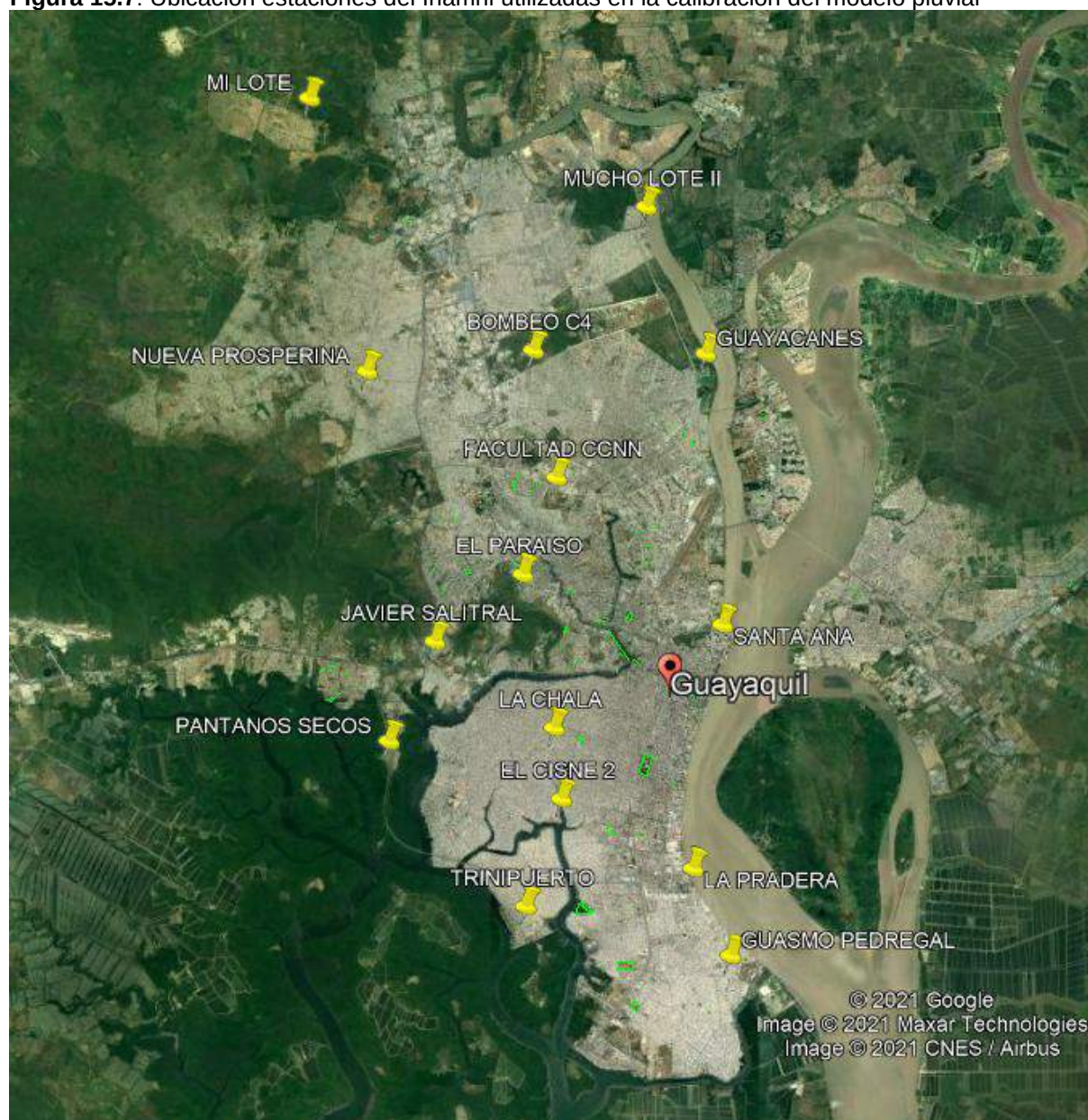
15.1.4.1 Registros de lluvias del 08-03-2021

Se utilizaron los registros para esa fecha de las siguientes estaciones del Inamhi:

Santa Ana
 La Chala
 Pantanos
 Cisne 2
 Pradera
 Trinipuerto
 Guasmo
 Mi Lote
 Nueva Prosperina
 Bombeo C4
 Mucho Lote 2
 Guayacanes
 Facultad CCNN
 El Paraíso
 Javier Salitral

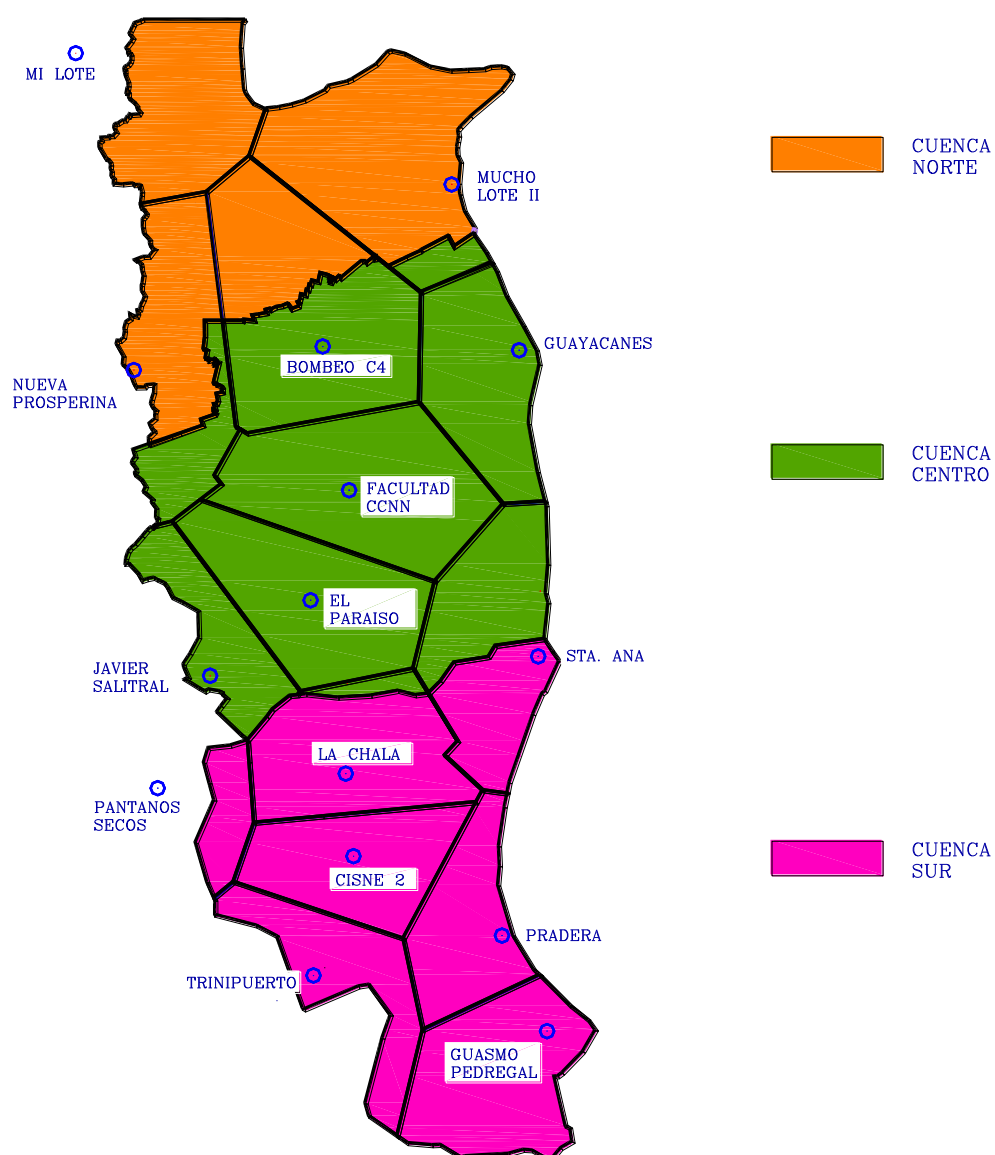
Sus ubicaciones se muestran en la siguiente figura:

Figura 15.7: Ubicación estaciones del Inamhi utilizadas en la calibración del modelo pluvial



La calibración se efectuó separadamente para las cuencas Sur, Centro y Norte.

Para cada una de ellas, se efectuó la ponderación de los registros pluviométricos por el método de los polígonos de Thiessen, según se muestra en la siguiente figura:

Figura 15.8: Polígonos de Thiessen generados.

Se obtuvieron los hietogramas de la siguiente figura:

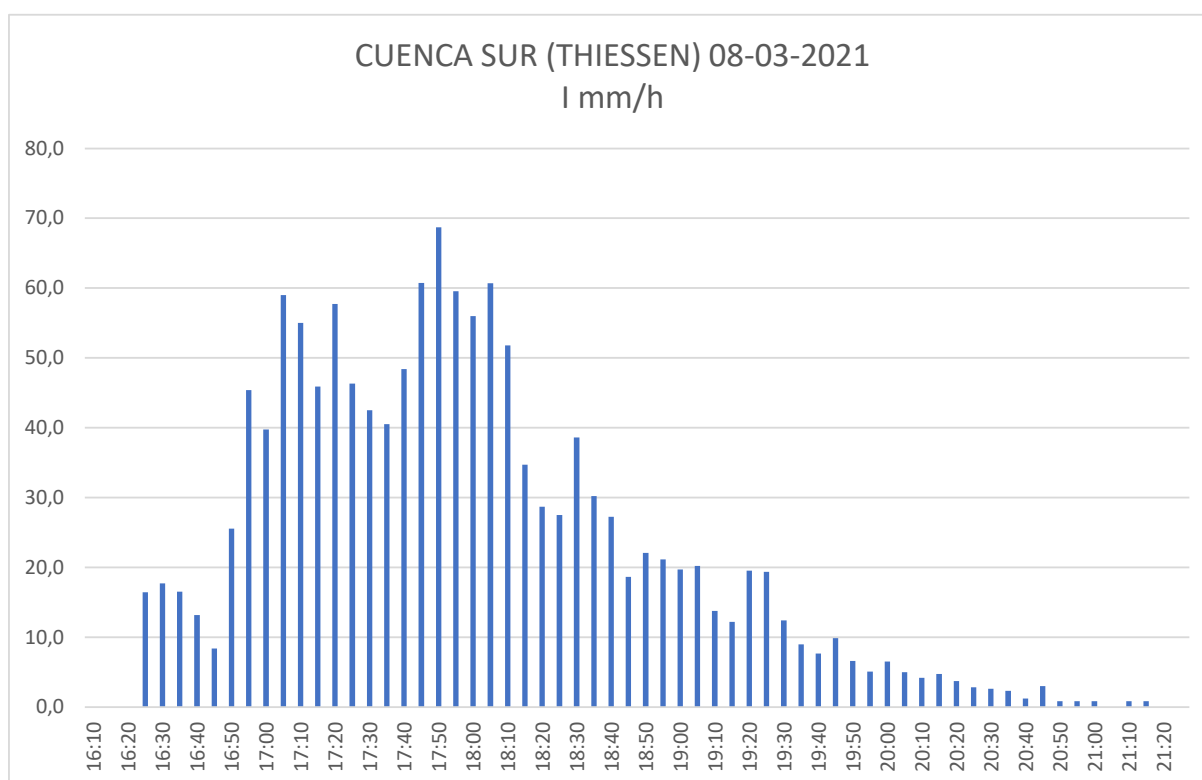
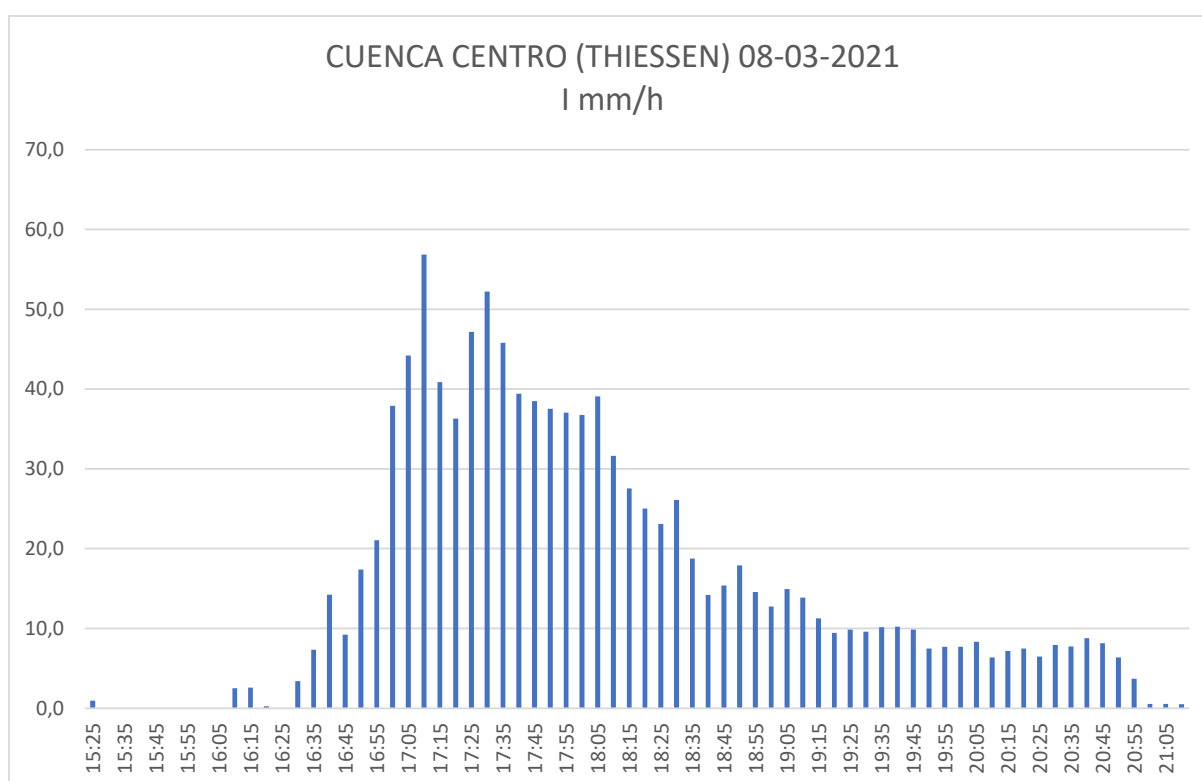
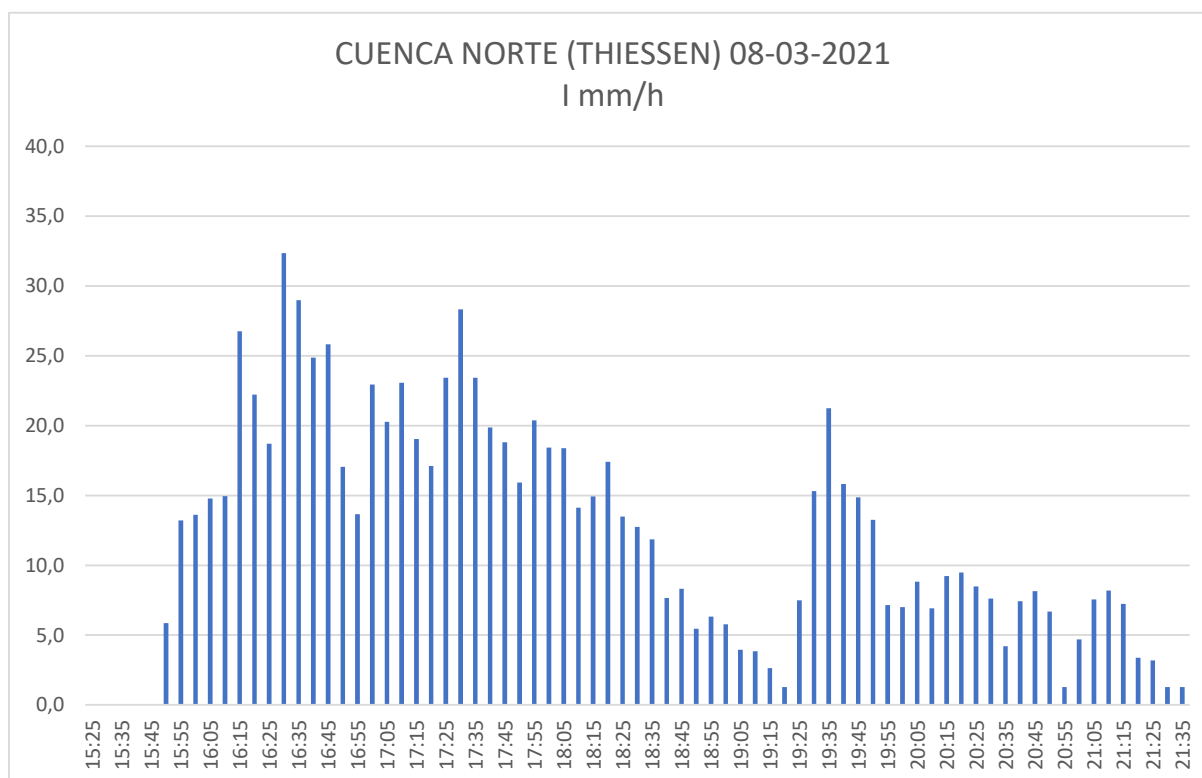
Figura 15.9: Hietogramas para la fecha de calibración del modelo pluvial**Figura 15.9 (continuación):** Hietogramas para la fecha de calibración del modelo pluvial

Figura 15.9 (continuación): Hietogramas para la fecha de calibración del modelo pluvial

15.1.4.2 Registros de mareas del 08-03-2021

Se obtuvieron para esa fecha los registros del Inocar en la estación Río Guayas, y los suministrados por Interagua para la estación La Toma, sobre el río Daule.

Los datos de la estación Río Guayas, son de aplicación directa para aquellas descargas de la cuenca Sur que van al mismo. Interpolando los valores de esta estación, con los de La Toma, se determinó la curva de mareas para las descargas de la cuenca Centro (hacia los ríos Guayas y Daule), y para las de la cuenca Norte (todas al río Daule).

Para las descargas a los esteros, tanto de la cuenca Sur como de la cuenca Centro, se consideró que lo más representativo eran los registros de la estación mareográfica Puerto Nuevo. Sin embargo, no se dispuso información de ésta.

Por lo tanto, se estimó esa curva, a partir de la correspondiente a la estación Río Guayas, restándole a ésta la diferencia entre los máximos previstos ese día en las tablas de mareas del Inocar para las estaciones Río Guayas y Puerto Nuevo, de 0.22 m.

En la siguiente figura, se muestran las curvas de marea utilizadas:

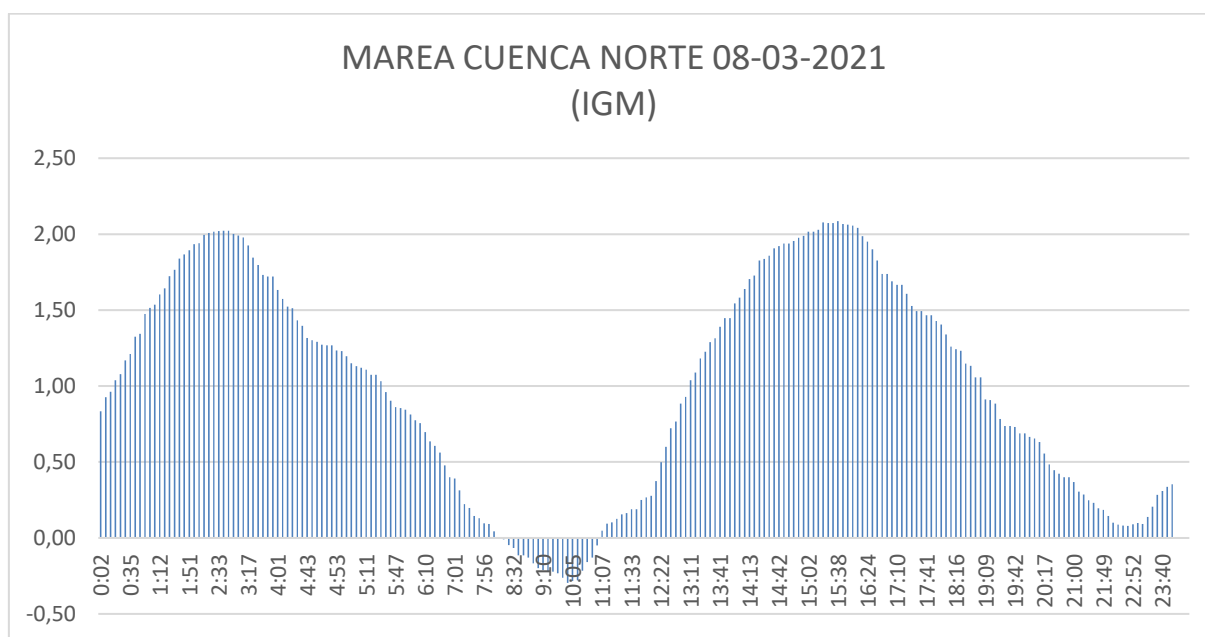
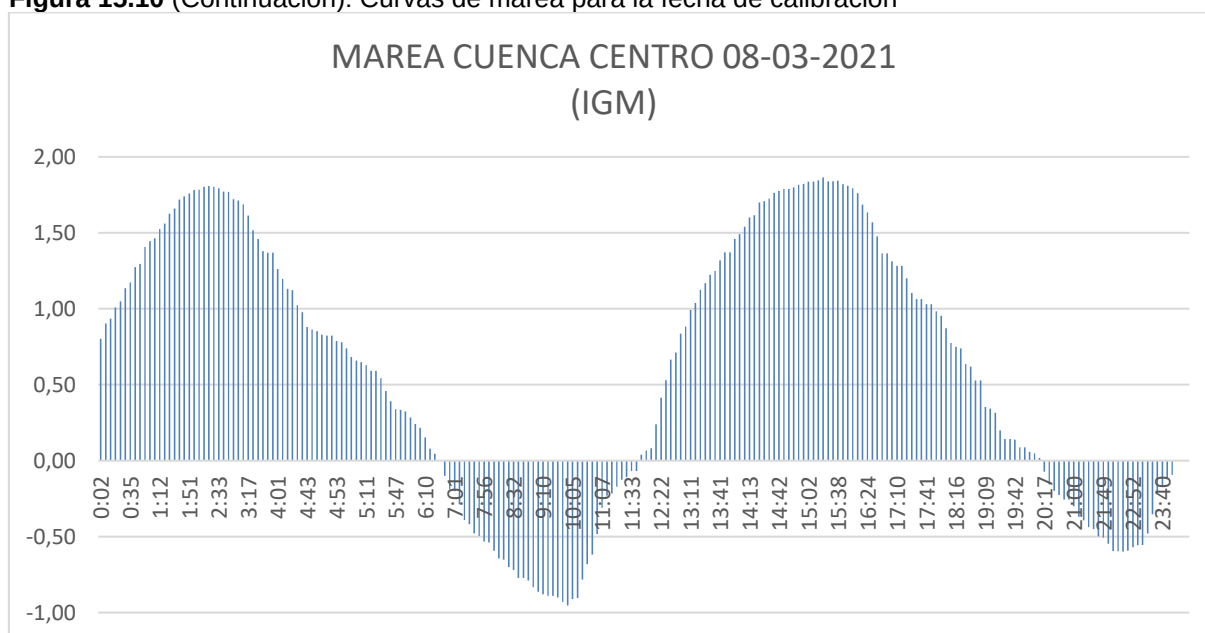
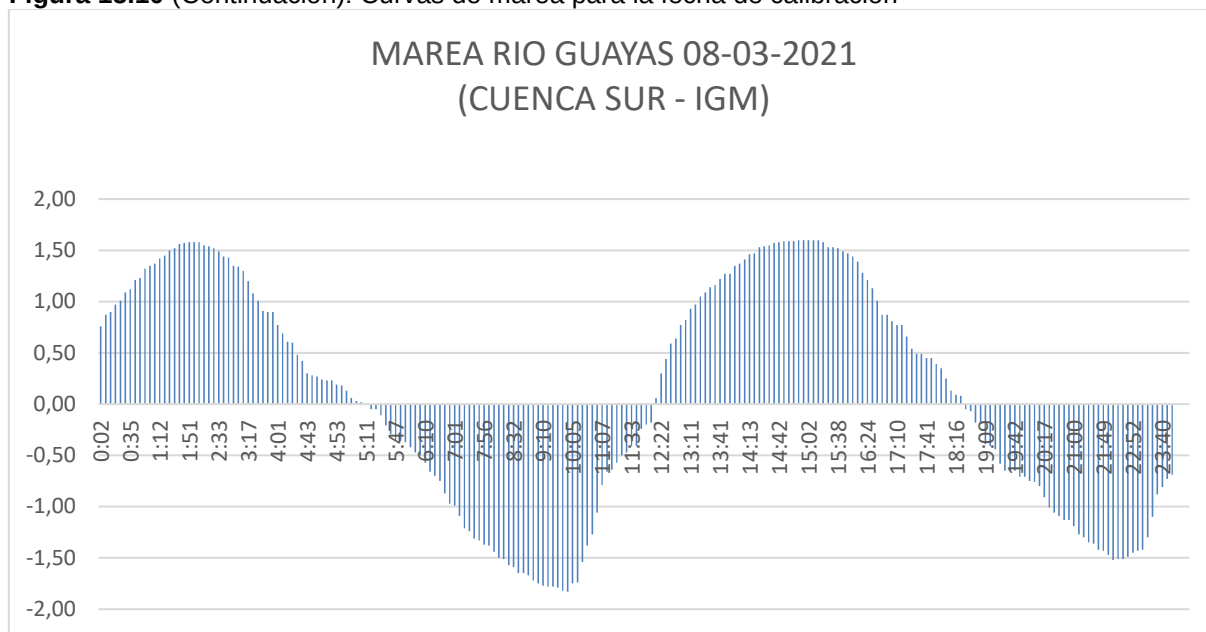
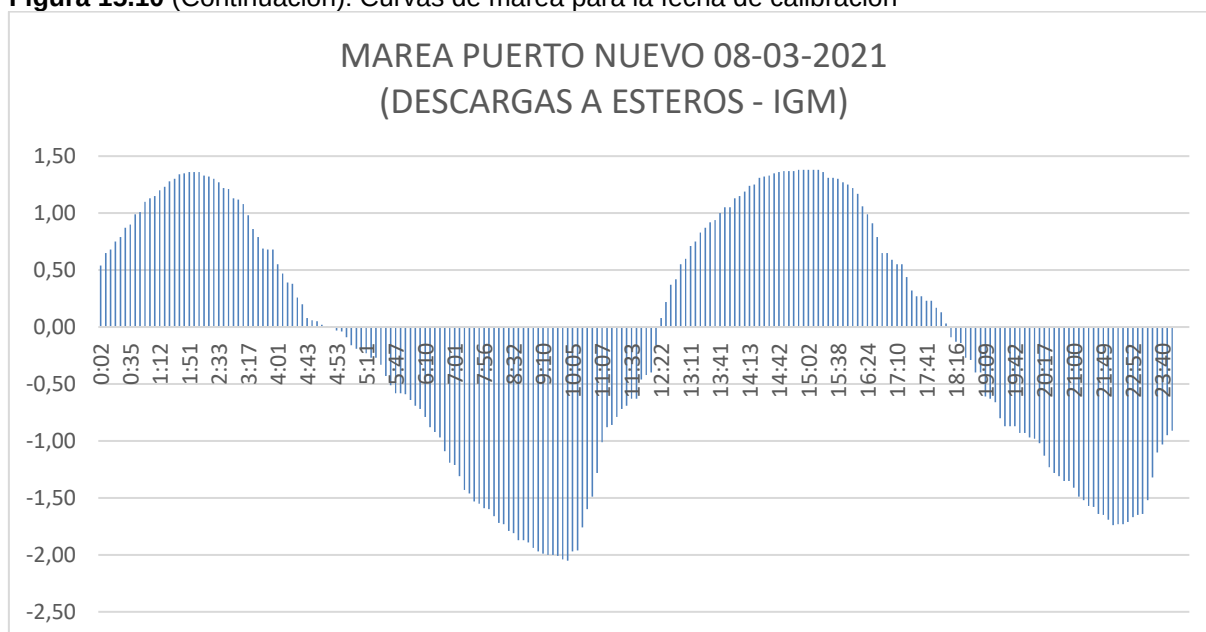
Figura 15.10: Curvas de marea para la fecha de calibración**Figura 15.10 (Continuación):** Curvas de marea para la fecha de calibración

Figura 15.10 (Continuación): Curvas de marea para la fecha de calibración**Figura 15.10 (Continuación):** Curvas de marea para la fecha de calibración

15.1.4.3 Registros de inundación

Se efectuó una intensa recopilación de información periodística del evento del 08-03-2021, consistente principalmente de fotos y videos. De acuerdo con la misma, se estima que esta tormenta provocó una inundación en calles del orden de 1.00 m.

En la siguiente figura, se muestran algunas de las imágenes obtenidas que sustentan esa estimación:

Figura 15.11: Imágenes periodísticas inundación del 08-03-2021



Figura 15.11 (continuación): Imágenes periodísticas inundación del 08-03-2021



15.1.4.4 Resultados de la calibración

En las siguientes imágenes se presentan los resultados logrados en las cuencas Sur, Centro y Norte, luego de efectuados los correspondientes ajustes en los modelos.

Figura 15.12: Resultados inundación del 08-03-2021. Cuenca Sur

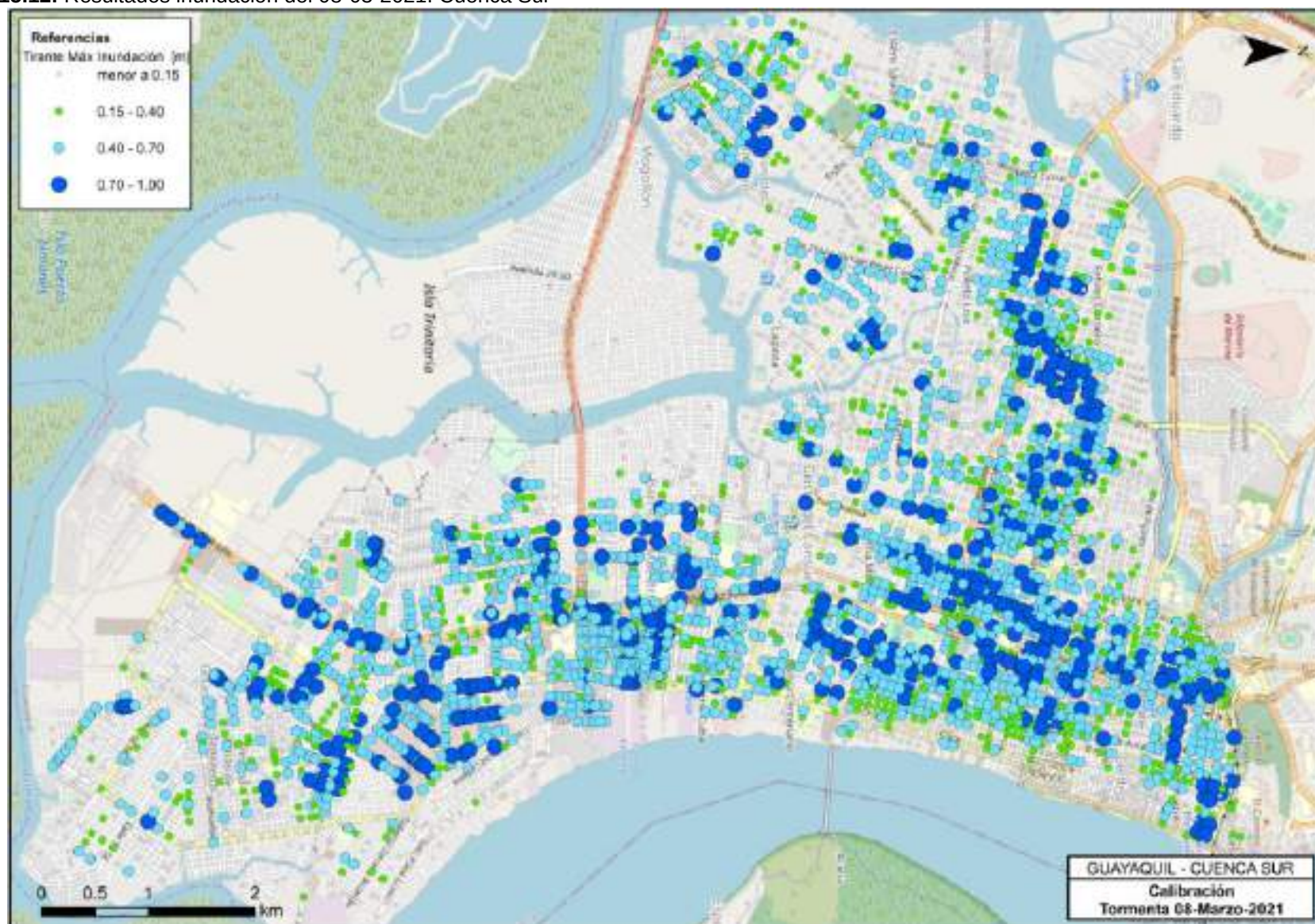


Figura 15.13: Resultados inundación del 08-03-2021. Cuenca Centro

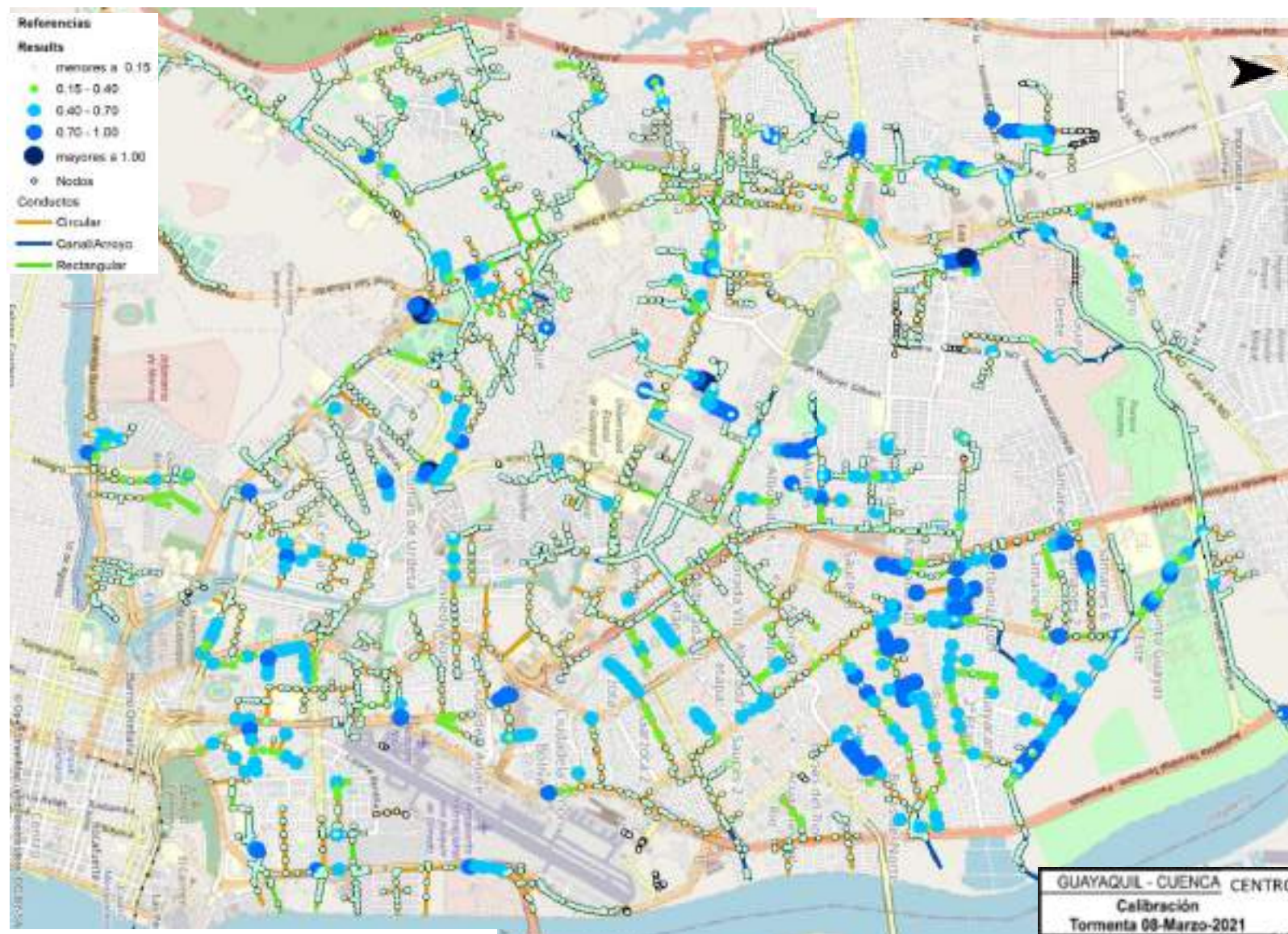
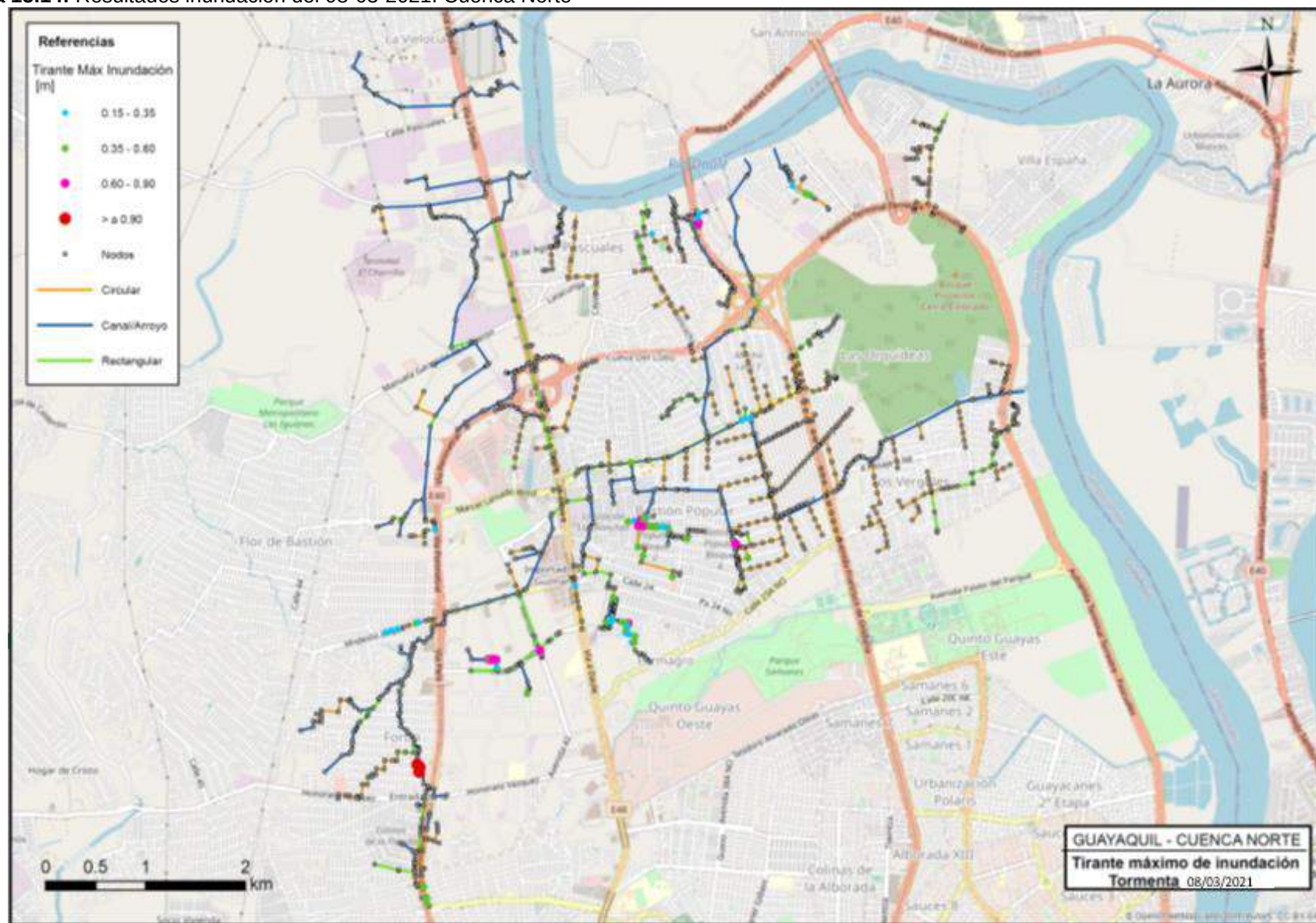


Figura 15.14: Resultados inundación del 08-03-2021. Cuenca Norte



Cabe señalar que los modelos que representan la red de la ciudad de Guayaquil, están contruidos en base a la información oportunamente provista por Interagua.

En la misma se presentan algunas inconsistencias y faltantes, por lo que la confiabilidad de los resultados de la modelación puede estar afectada parcialmente, debido a:

- Información faltante en cuanto a cotas de invertido y de terreno en algunos conductos.
- Información faltante sobre cotas de solera y márgenes en algunas canales.
- Información faltante de secciones en conductos circulares, cajón y canales.
- Escasa información topográfica en algunos sectores de la red.
- Irregularidades en la topología de ciertos tramos de la red (tramos aislados, escurrimientos a contrapendiente, cambios bruscos de sección).

Para poder contar en el futuro con modelos más confiables, se enfatiza la necesidad de desarrollar labores adicionales como.

Topología

- Relevar datos faltantes (tramos de conductos y canales; alcantarillas):
 - o Diámetros
 - o Secciones de canales y conductos cajón
 - o Niveles de invertido y soleras
 - o Cotas de terreno

Calibración

- Implementar sistemas de registro de los niveles de inundación. P. ej.:
 - o Cámaras de seguridad enfocando reglas graduadas, para registrar nivel y horario de la inundación.
 - o Acuerdos con vecinos para:
 - Establecer marcas de inundación
 - Proporcionar fotografías e información sobre permanencia del agua, niveles alcanzados y un orden de gravedad del evento.
- Implementar sistemas de monitoreo de caudales.

15.1.5 Diagnóstico de la red actual

Para efectuar el diagnóstico de la red pluvial, se ha seguido los siguientes criterios:

15.1.5.1 Curvas IDF vigentes

Tal como se expresó en el Informe N° 7, la información hidrológica prioritaria, es la contenida en el Manual de Drenaje Pluvial Urbano de la Ciudad de Guayaquil, de mayo de 2016, la cual ha sido también utilizada en las dos últimas actualizaciones del Plan Maestro.

Del mismo extraemos:

Tabla 15.1: Curvas IDF de la Ciudad de Guayaquil

Intensidad (mm/h)	Duración (minutos)						
Recurrencia	5	10	15	20	30	60	120
2 años	90.0	75.9	67.2	61.0	52.6	39.3	28.2
5 años	124.2	103.2	91.3	83.3	72.5	56.1	42.5
10 años	146.8	121.3	107.3	98.0	85.7	67.3	52.0
25 años	175.3	144.1	127.5	116.6	102.5	81.4	64.0
50 años	196.5	161.0	142.5	130.4	114.9	91.8	72.9
100 años	217.6	177.7	157.4	144.2	127.2	102.2	81.8

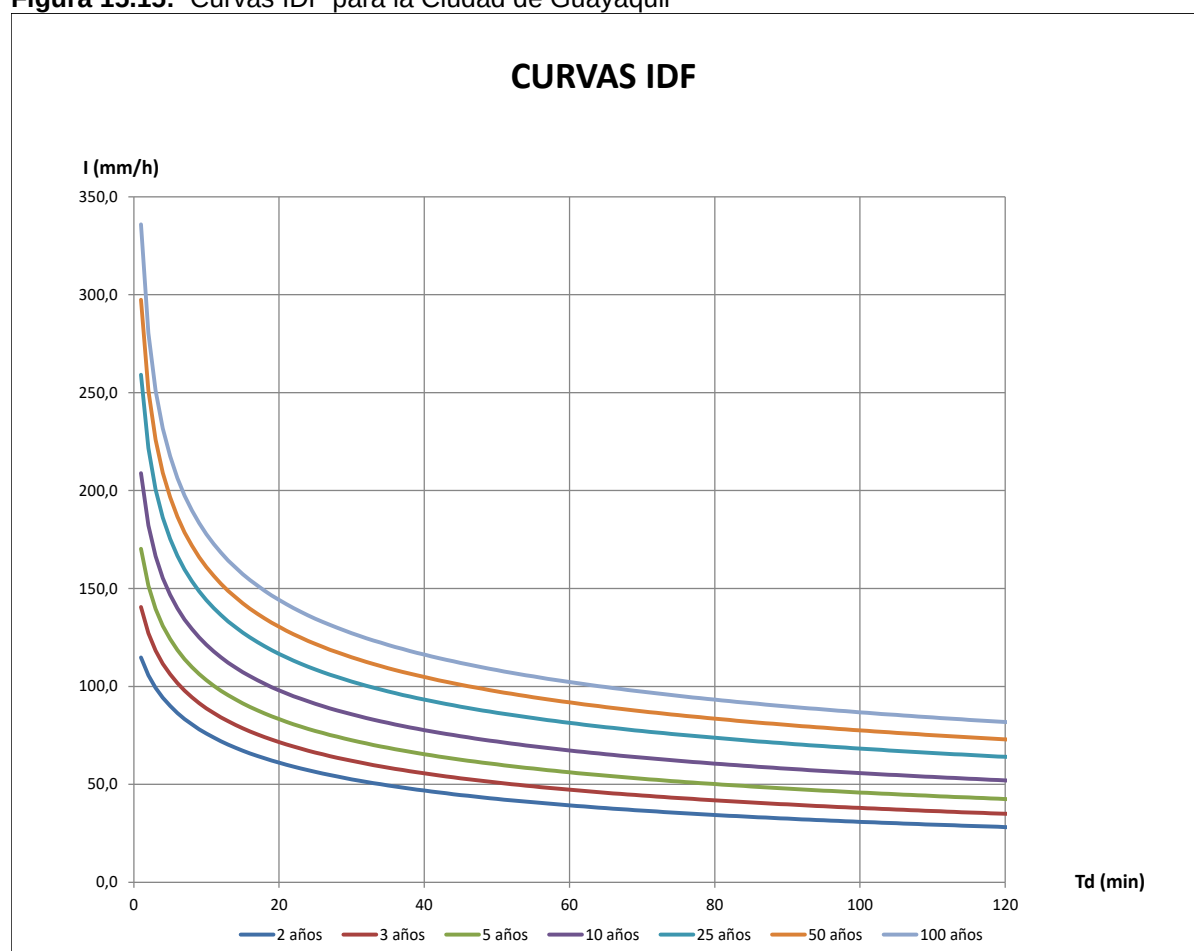
Figura 15.15: Curvas IDF para la Ciudad de Guayaquil

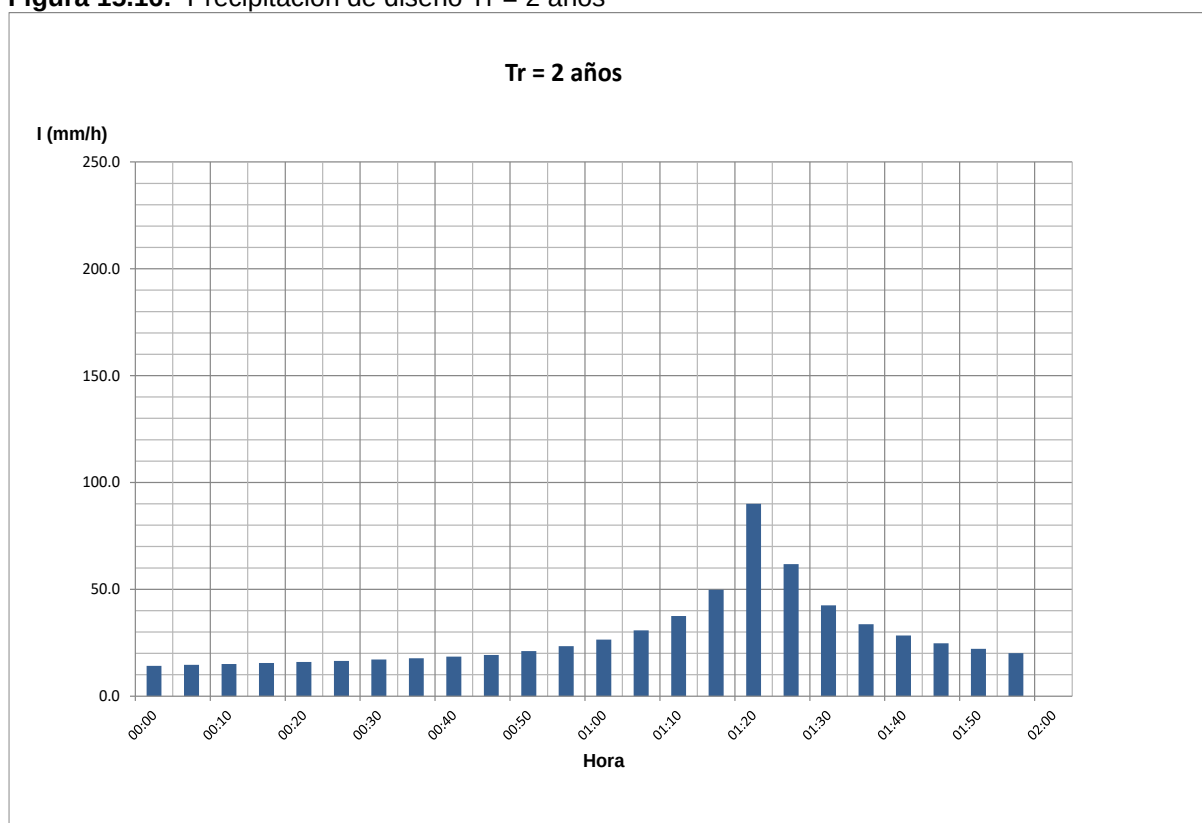
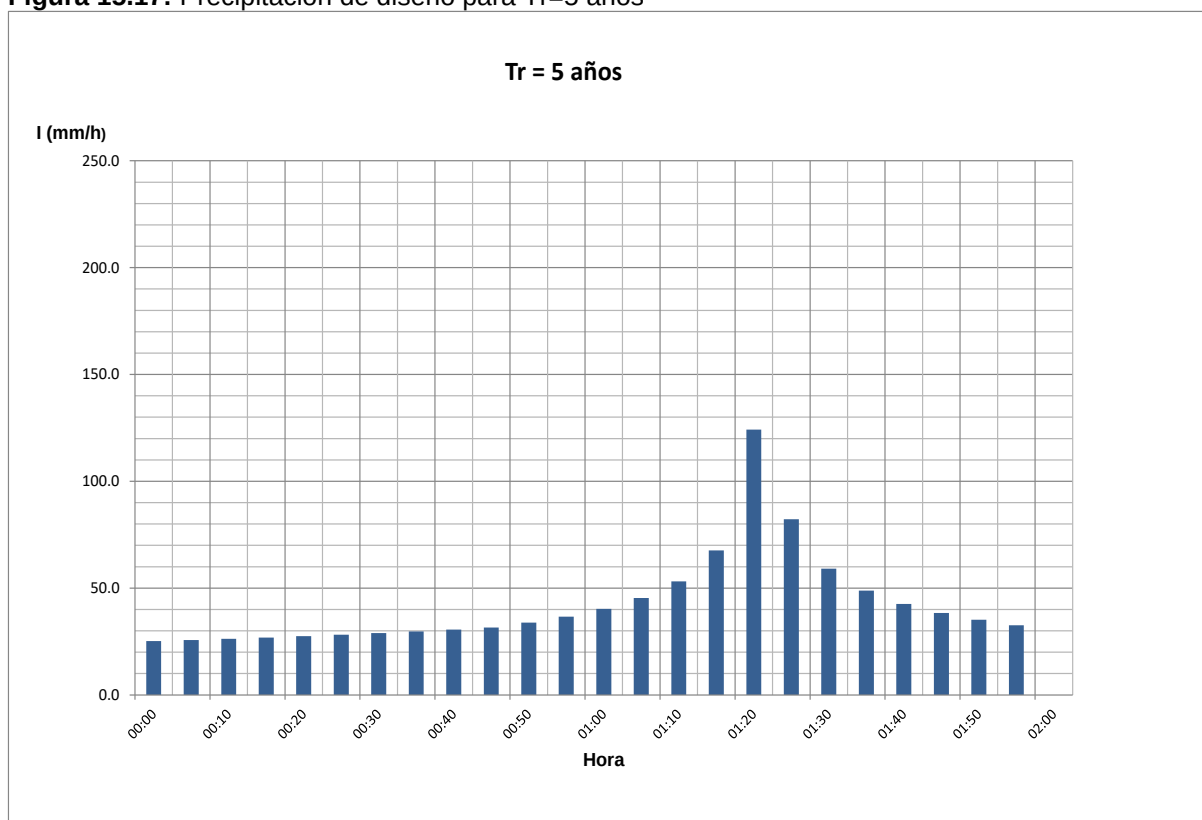
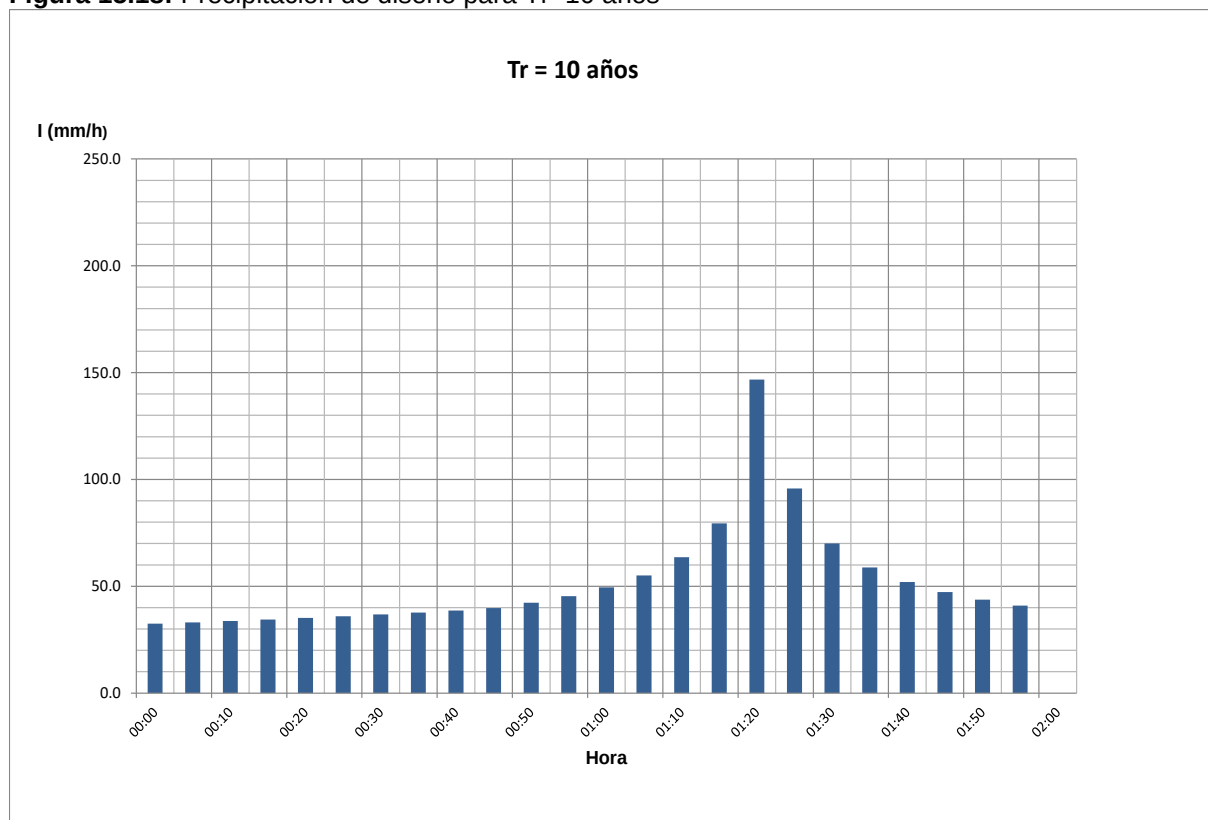
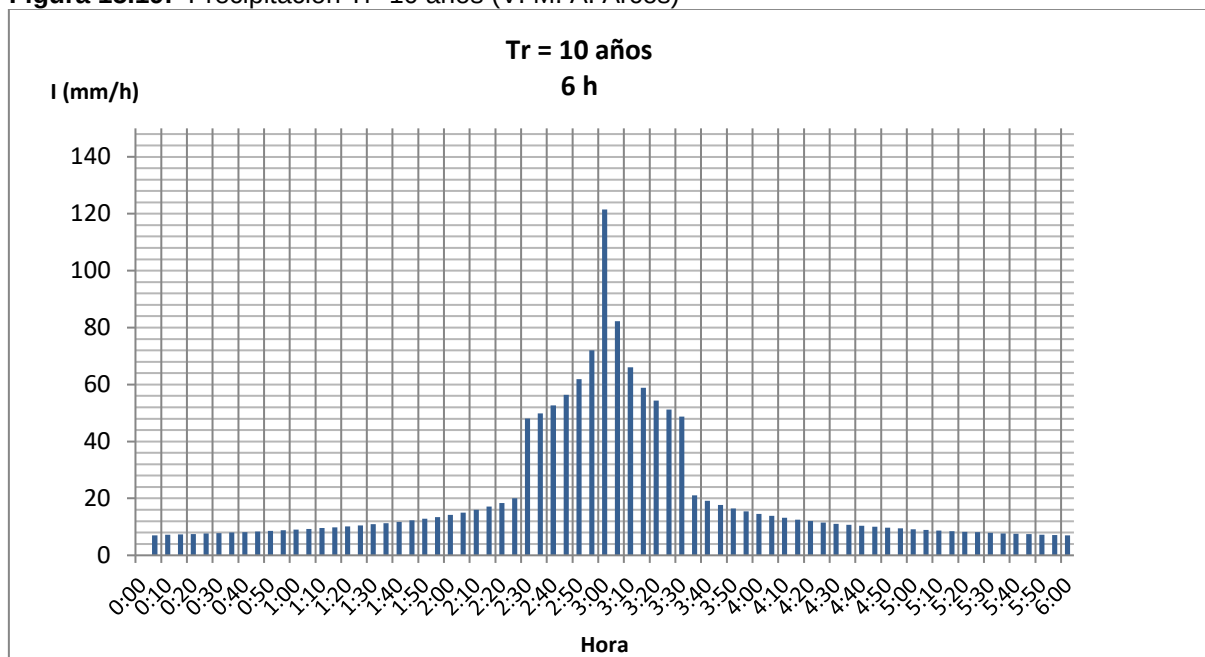
Figura 15.16: Precipitación de diseño $Tr = 2$ años**Figura 15.17:** Precipitación de diseño para $Tr=5$ años

Figura 15.18: Precipitación de diseño para $Tr=10$ años

Complementariamente, se ha utilizado los hietogramas generados a partir del estudio “*DERIVACIÓN DE LAS CURVAS INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA (I.D.F.) para la CIUDAD DE GUAYAQUIL*” 2013. Autor: Víctor Manuel Acosta Arcos.

Esos hietogramas tienen una duración de 6 h, lo cual resulta apropiado para cuencas con tiempos de concentración mayor que 2 h.

En la siguiente figura se reproduce el hietograma para $Tr = 10$ años:

Figura 15.19: Precipitación Tr=10 años (V. M. A. Arcos)

15.1.5.2 Mareas

La fuerza principal que rige el régimen de mareas en el Río Guayas se corresponde con la atracción gravitacional. Se verifican dos ciclos cada 24,8 horas.

La onda de marea está influenciada por la geometría del estuario del Guayas y la fricción hidráulica con el fondo del cauce. Esto determina una variación de los niveles de pleamar y bajamar (y entonces de la amplitud) sufriendo una deformación gradual conforme penetra en el estuario. Como resultado, se produce un incremento del rango hacia el interior del estuario, alcanzando los valores máximos en correspondencia con la ciudad de Guayaquil, para luego ir decreciendo hacia aguas arriba, producto de la pérdida de energía por la pendiente del río Daule y su caudal.

Para el presente Plan Maestro, se han obtenido registros de mareas de las siguientes estaciones:

INOCAR

- Río Guayas, ubicada en el Yacht Club
- Puerto Nuevo, ubicada al sur de la ciudad de Guayaquil
- Tres Bocas
- Zig-Zag
- Posorja
- Data de Posorja
- Puná

INTERAGUA

- La Toma

En las siguientes figuras se muestra la ubicación de las estaciones mareográficas:

Figura 15.20: Ubicación estaciones mareográficas:

Se ha procedido a seleccionar los máximos de cada día, y con esos valores, establecer curvas de permanencia de niveles.

De las curvas obtenidas, se seleccionó a los efectos del diagnóstico, el valor que supere el 85 % de los registrados.

Para la cuenca Sur, se aplicó directamente el obtenido para la estación Río Guayas.

Para las cuencas Centro y Norte, se interpoló entre los valores obtenidos para las estaciones Río Guayas y La Toma.

Para las descargas a los esteros, se utilizó la curva obtenida para Puerto Nuevo.

Esos valores del 85 % de permanencia, se tomaron constantes durante las corridas de los modelos pluviales. De esta manera, nos aseguramos de que en todas las subcuencas, independientemente de su tiempo de concentración, en el momento que se produce el pico de los hidrogramas de salida, encontrarán la marea alta en la descarga. Esta es la condición más desfavorable para las redes pluviales.

Se muestran a continuación las curvas de permanencia de mareas utilizadas:

Figura 15.21: GUAYAQUIL – RIO; Curva de permanencia de niveles máximos diarios de mareas

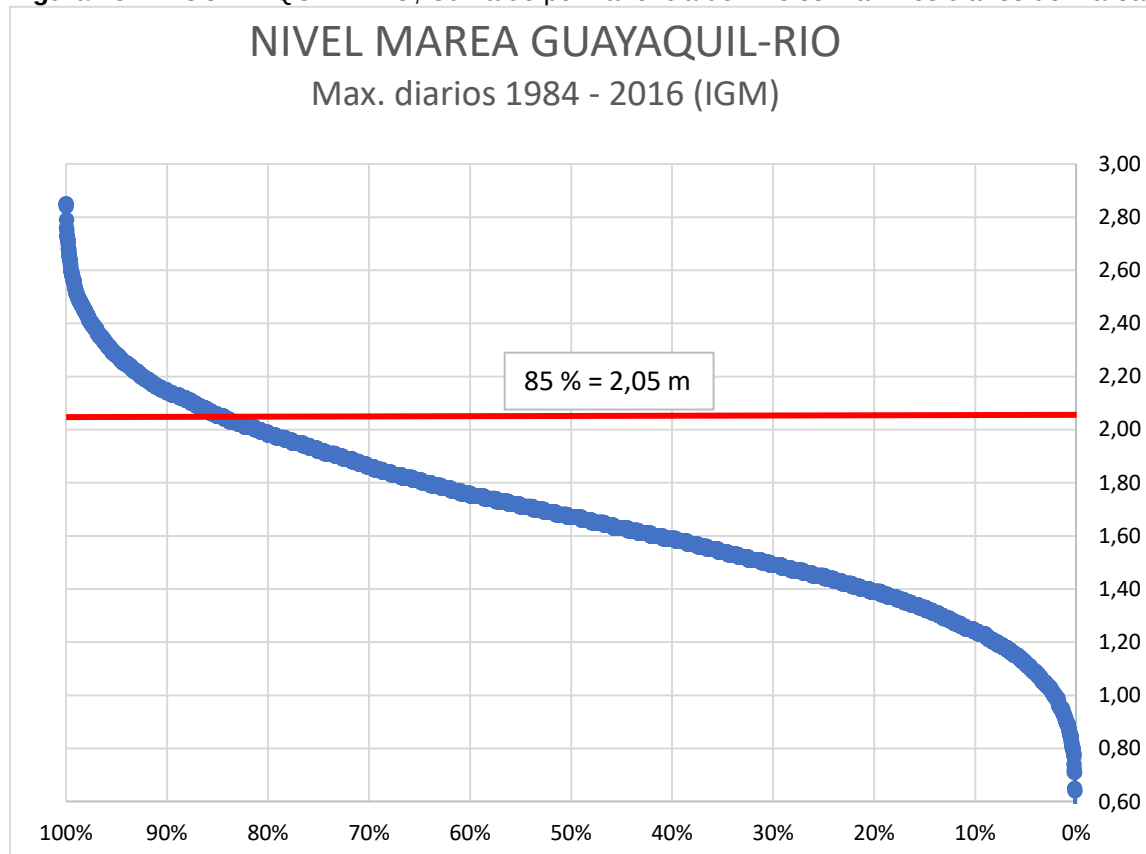


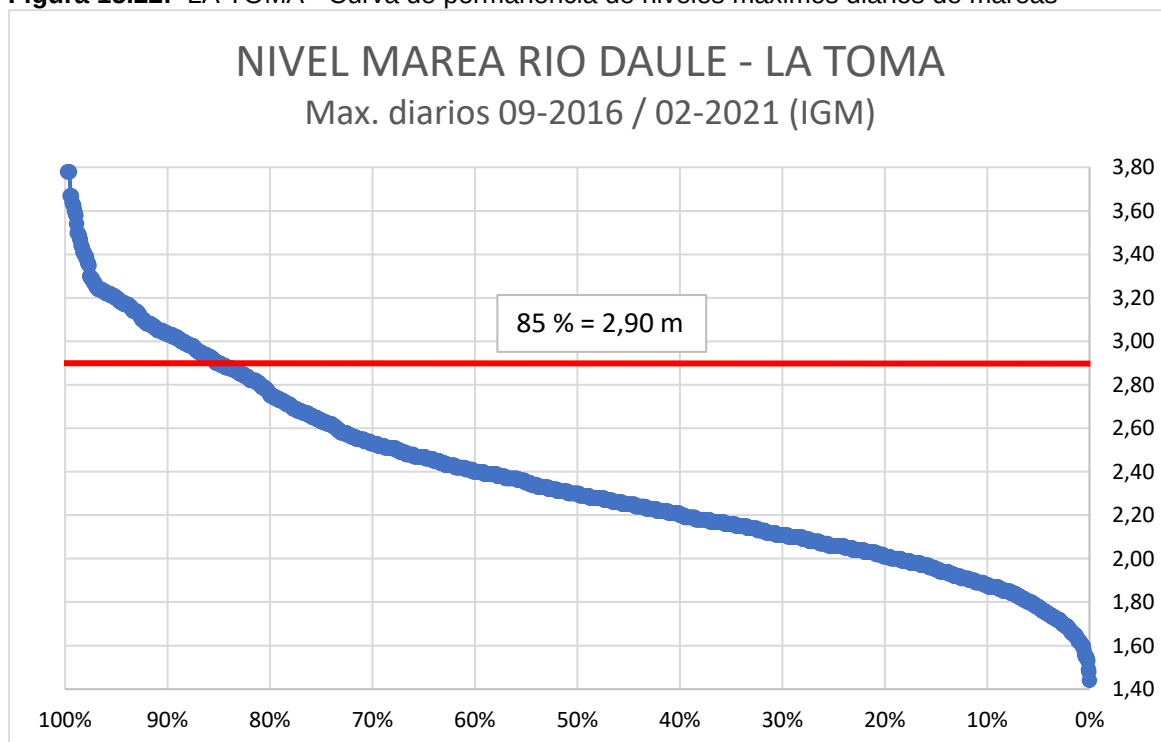
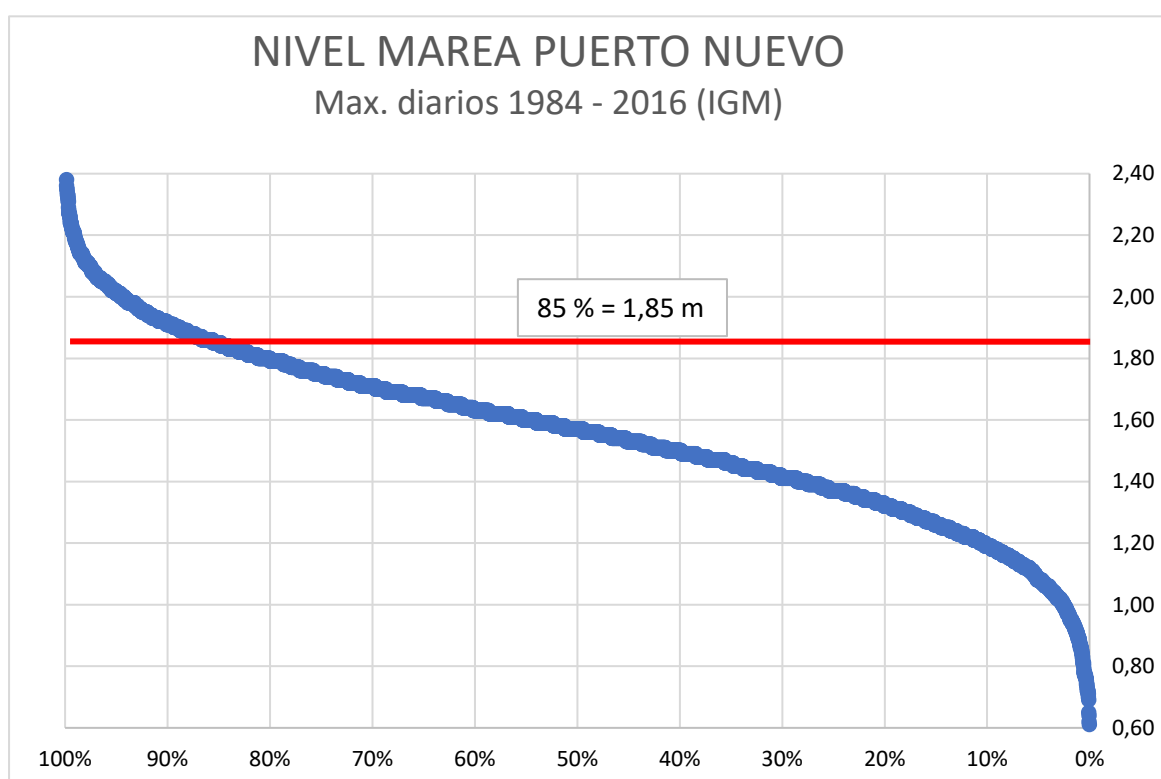
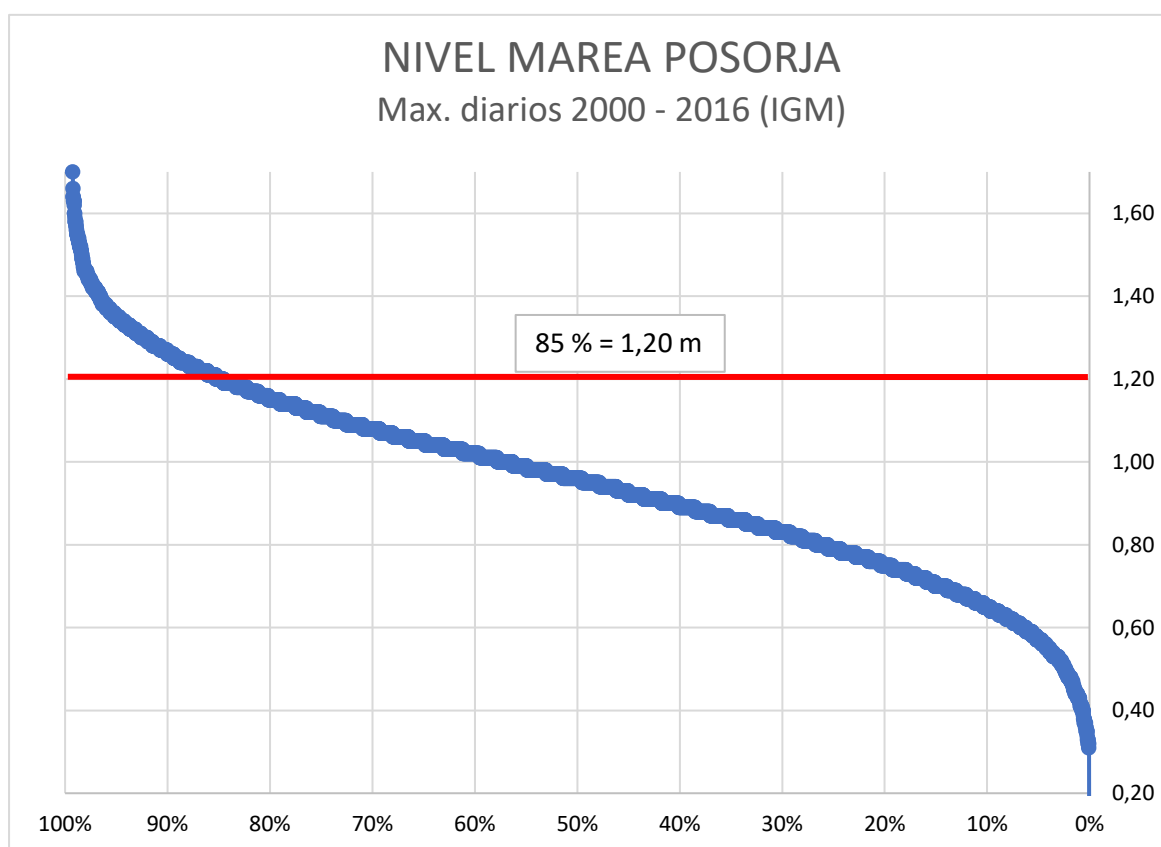
Figura 15.22: LA TOMA - Curva de permanencia de niveles máximos diarios de mareas**Figura 15.23:** PUERTO NUEVO - Curva de permanencia de niveles máximos diarios de mareas

Figura 15.24: POSORJA - Curva de permanencia de niveles máximos diarios de mareas

15.1.5.3 Inundación en los nodos de los modelos

Se presentan seguidamente las imágenes con los nodos inundados para recurrencias de dos, cinco y diez años, para las diferentes cuencas:

Figura 15.25: CUENCA SUR - Nodos Inundados, simulación Tr = 2 años

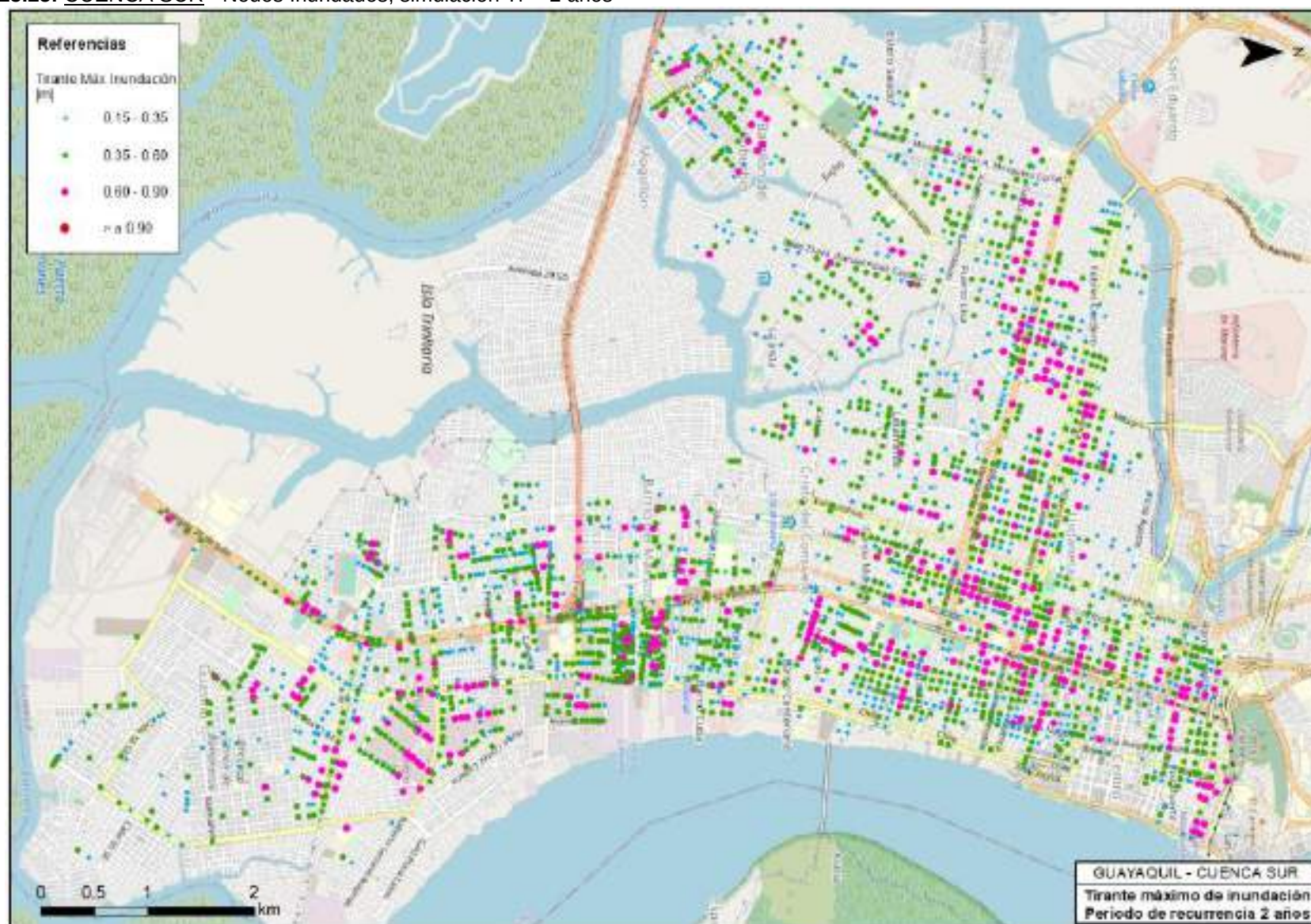


Figura 15.26: CUENCA SUR - Nodos Inundados, simulación Tr = 5 años

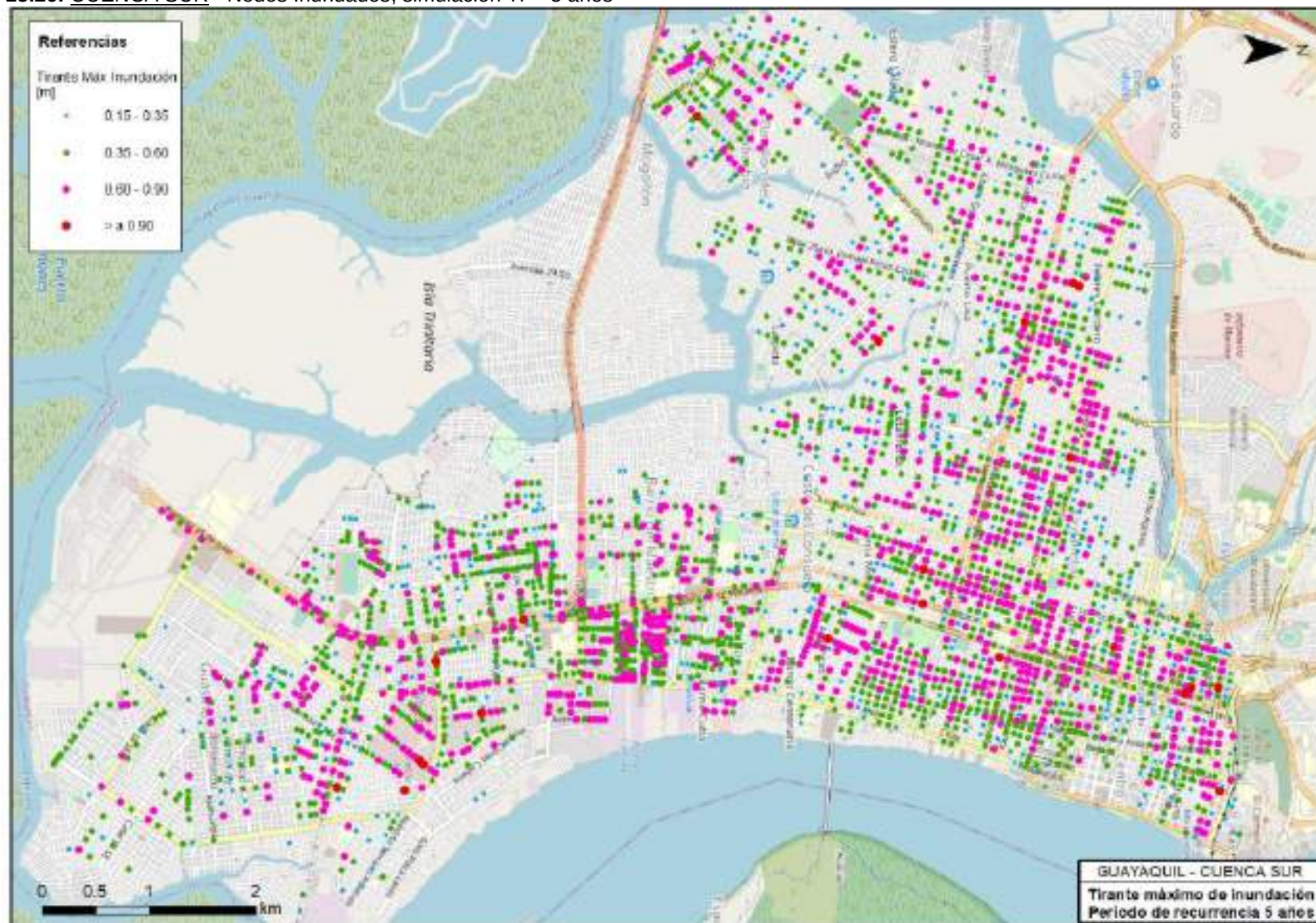


Figura 15.27: CUENCA SUR - Nodos Inundados, simulación $T_r = 10$ años

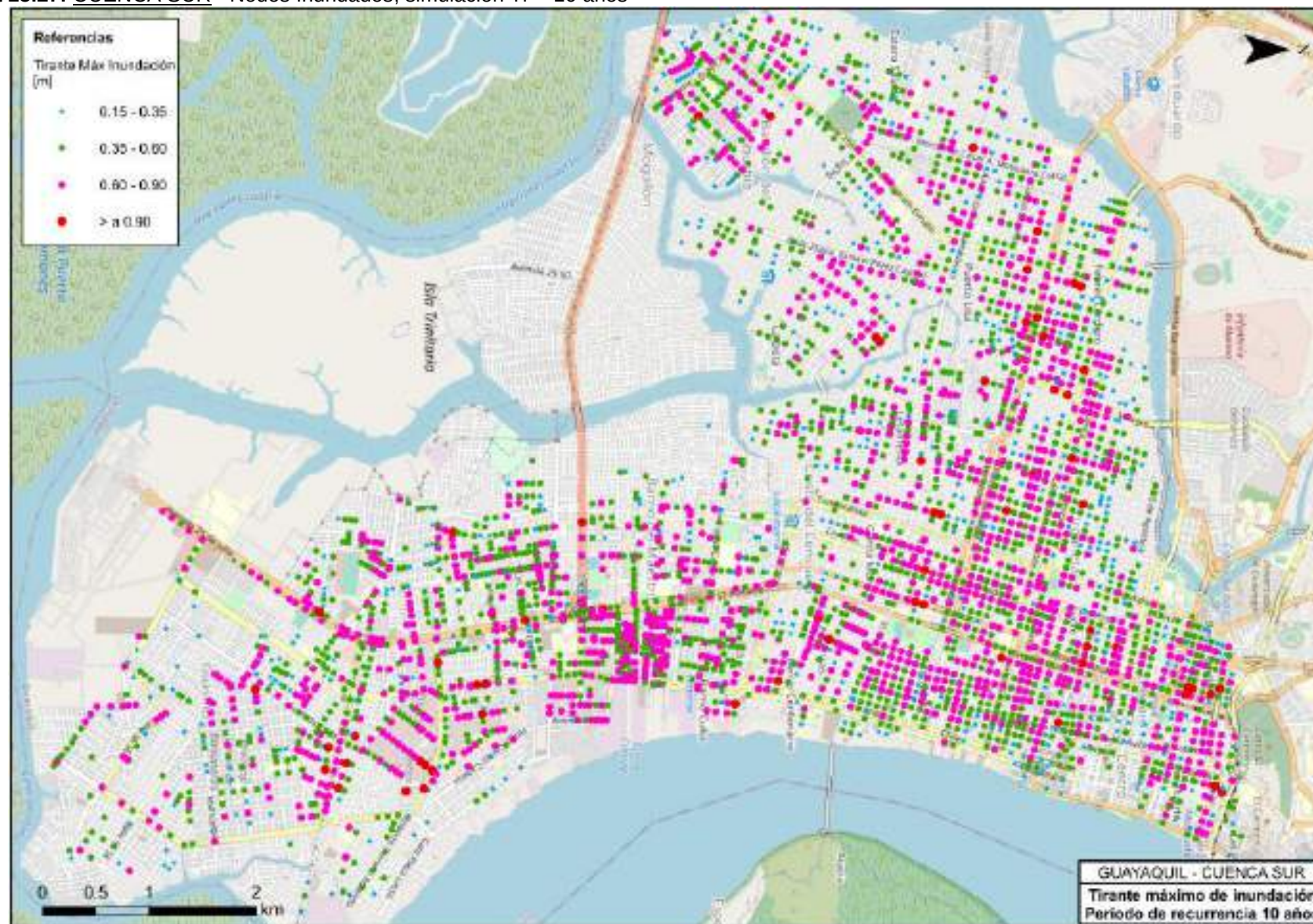


Figura 15.28: CUENCA CENTRO - Nodos Inundados, simulación Tr = 2 años

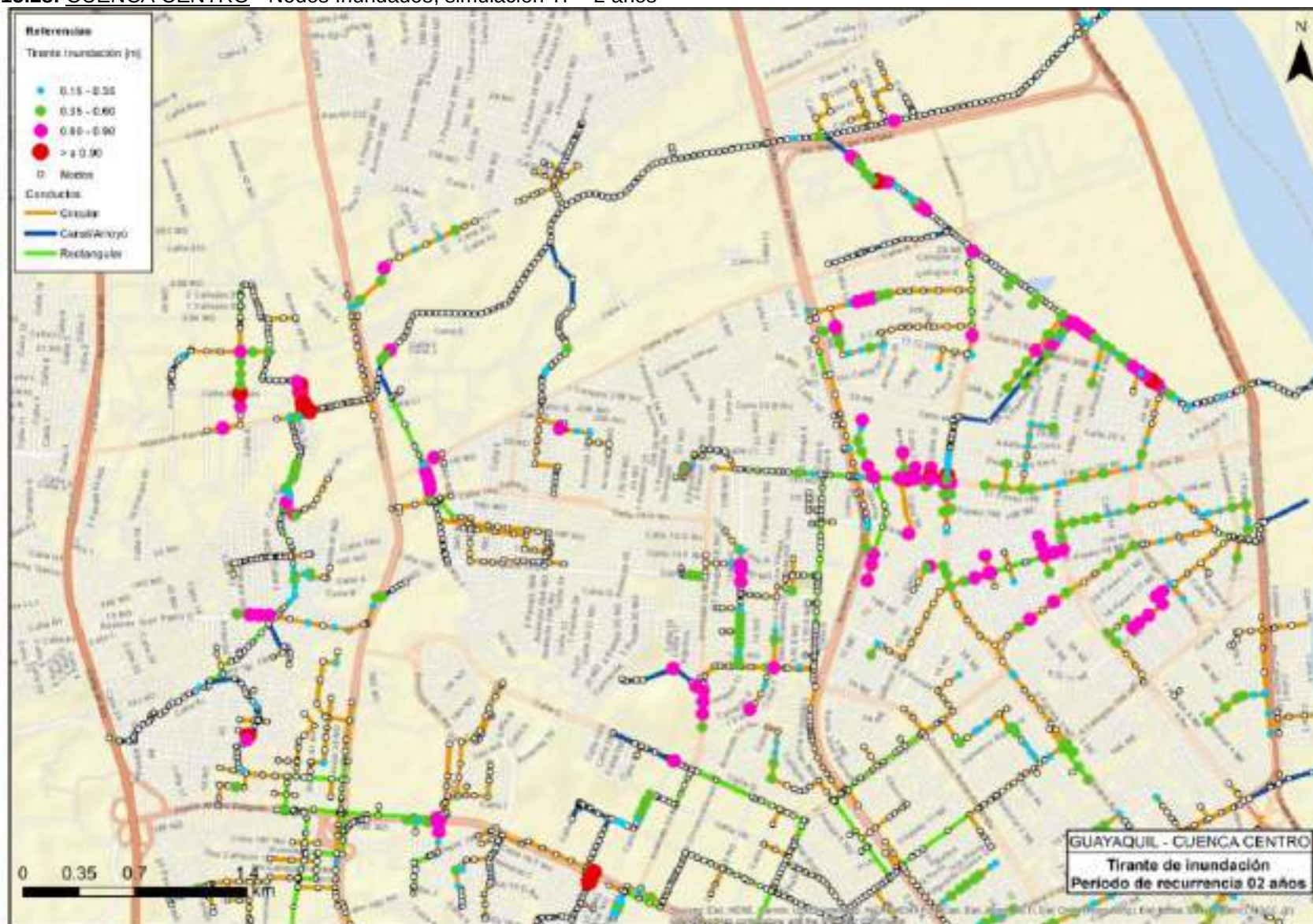


Figura 15.28 (Continuación): CUENCA CENTRO - Nodos Inundados, simulación Tr = 2 años

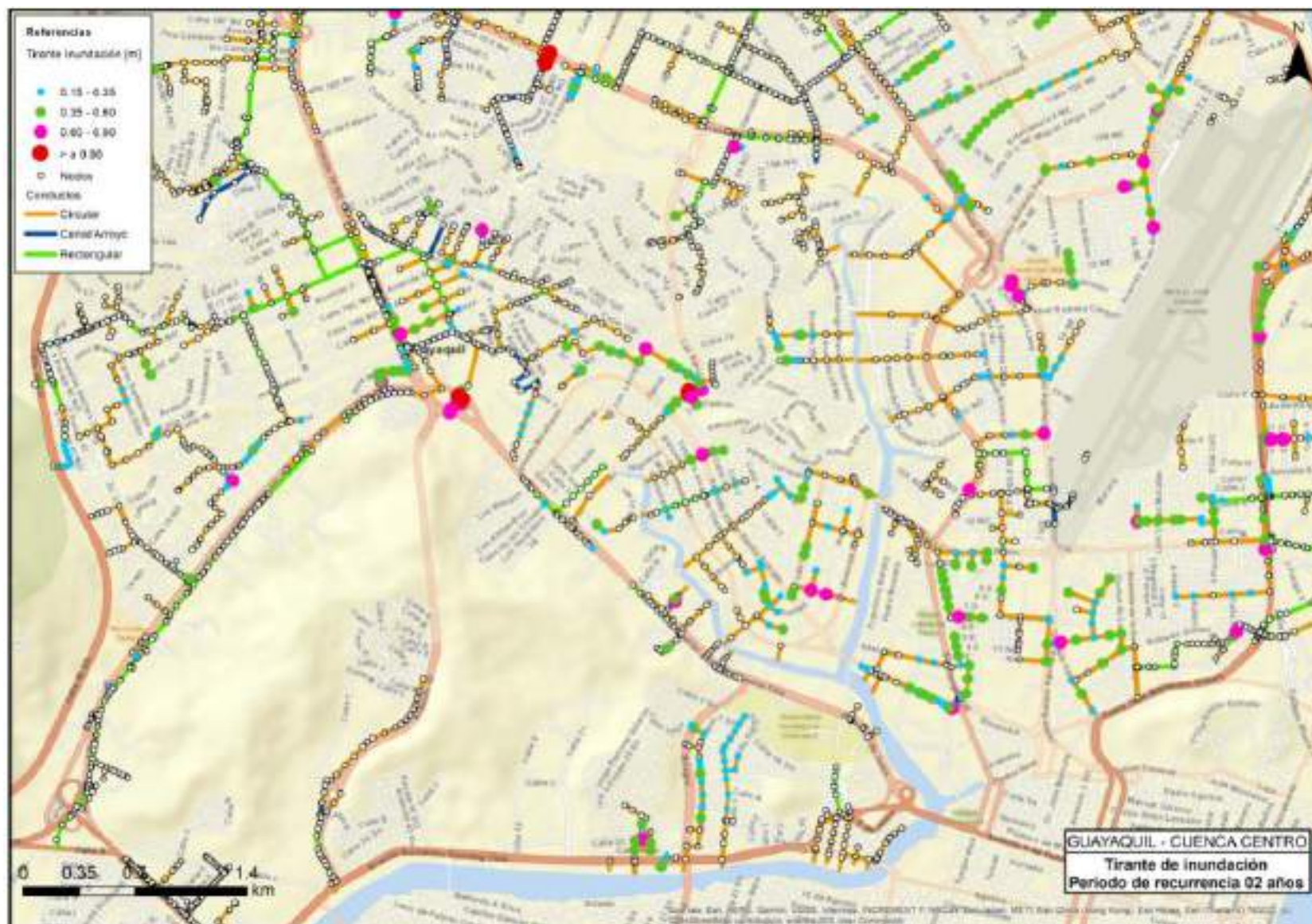


Figura 15.29: CUENCA CENTRO - Nodos Inundados, simulación $T_r = 5$ años

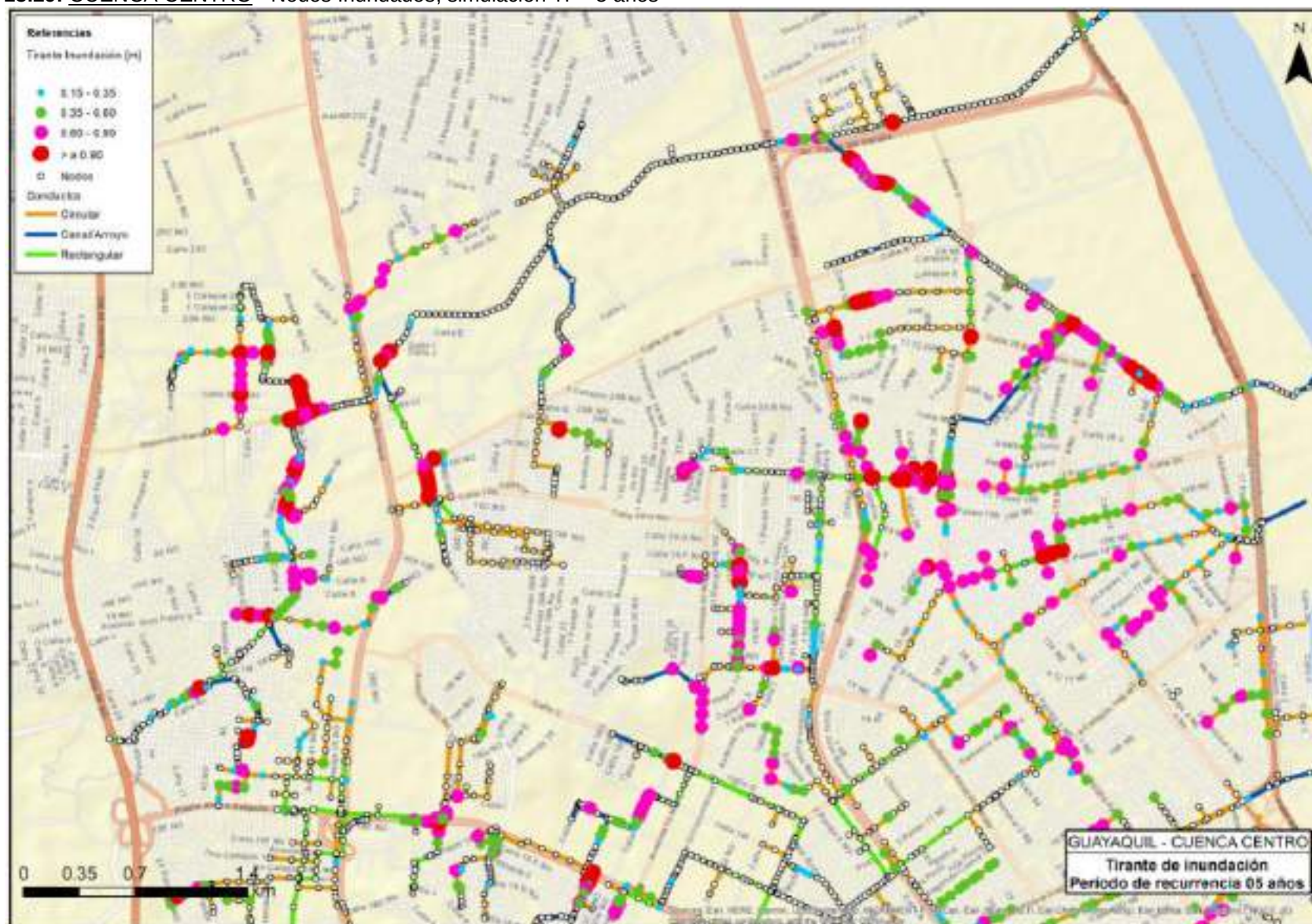


Figura 15.29 (Continuación): CUENCA CENTRO - Nodos Inundados, simulación Tr = 5 años

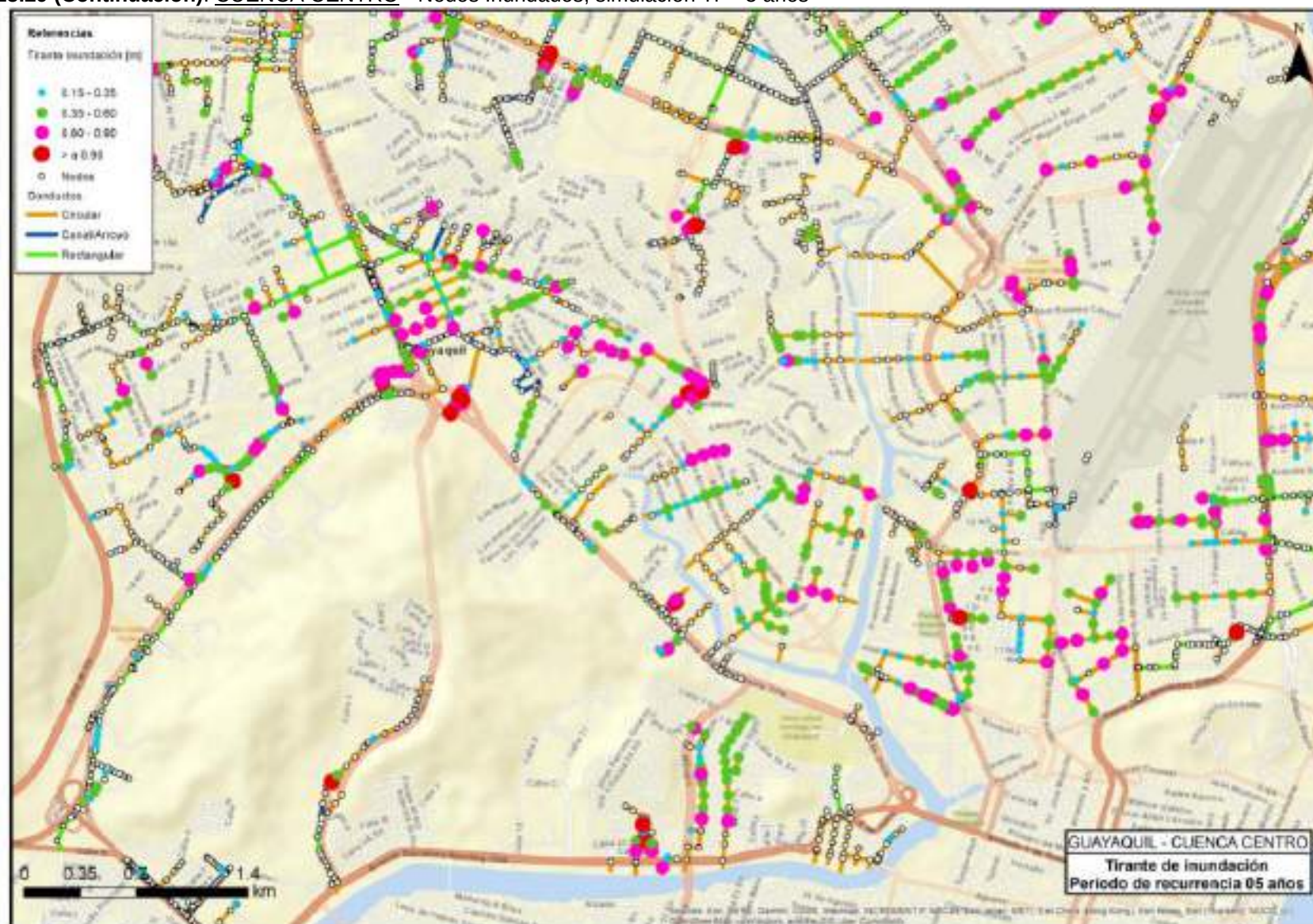


Figura 15.30: CUENCA CENTRO - Nodos Inundados, simulación Tr = 10 años

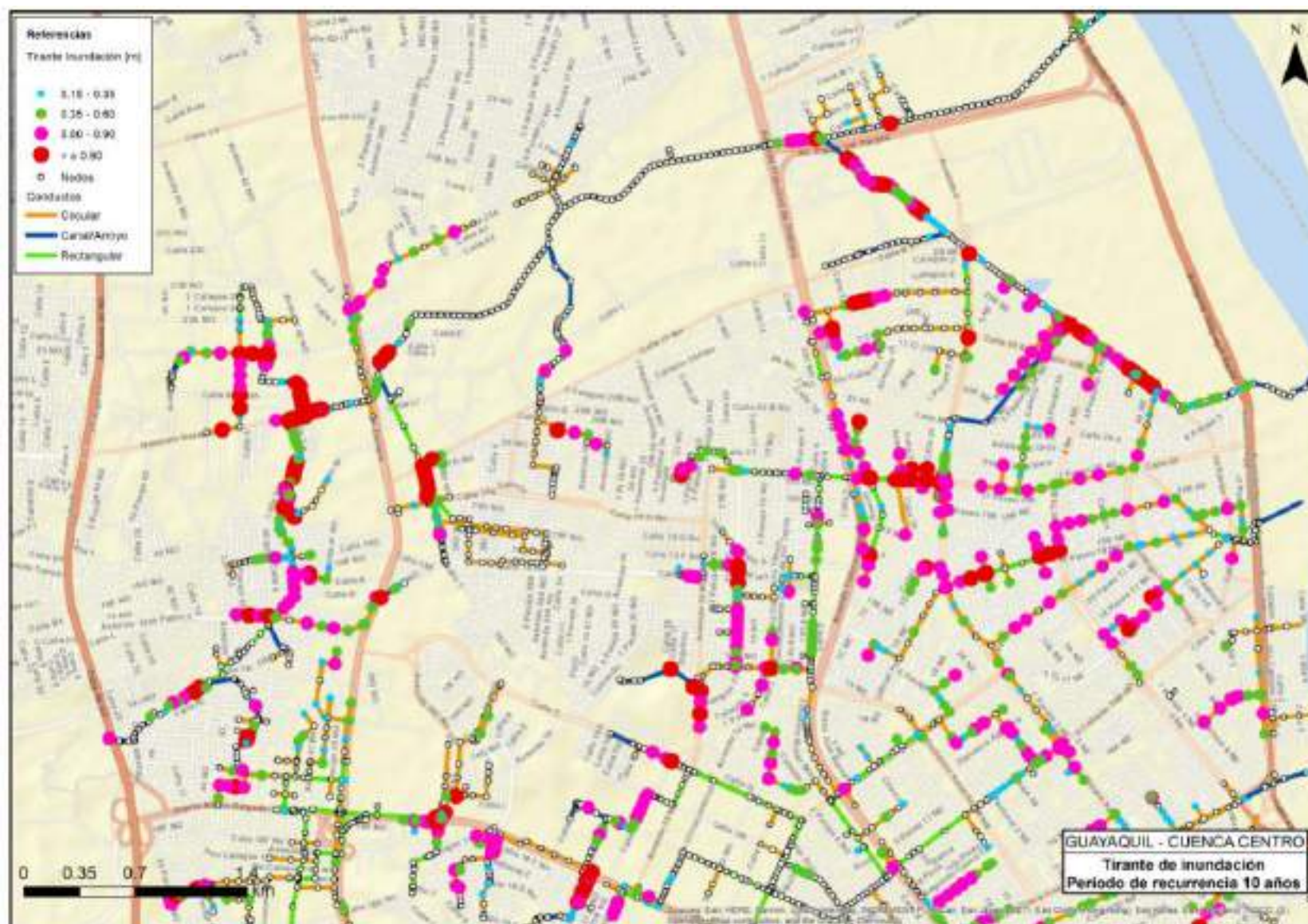


Figura 15.30 (Continuación): CUENCA CENTRO - Nodos Inundados, simulación Tr = 10 años

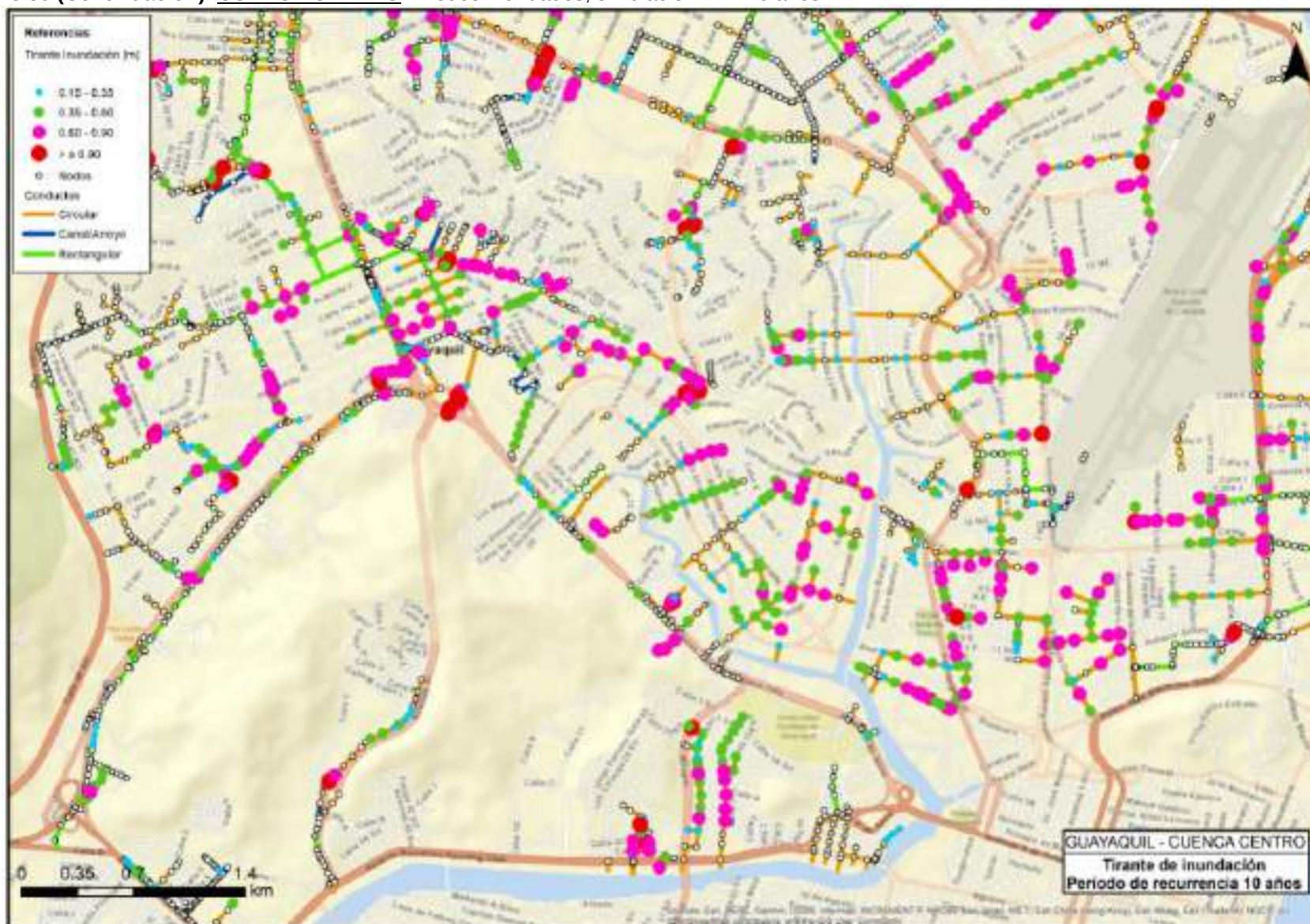


Figura 15.31: CUENCA NORTE - Nodos Inundados, simulación $T_r = 2$ años

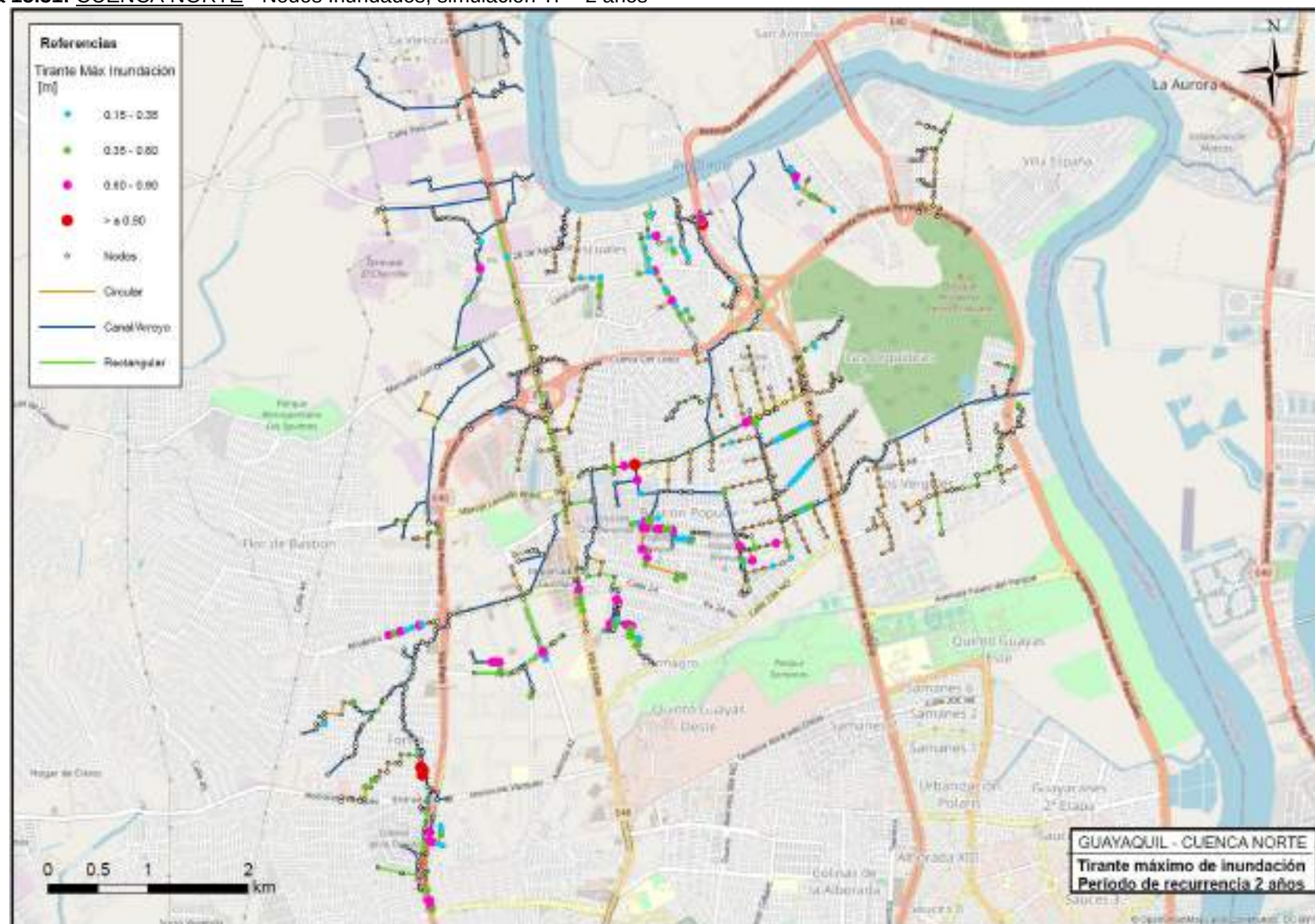


Figura 15.32: CUENCA NORTE - Nodos Inundados, simulación $T_r = 5$ años

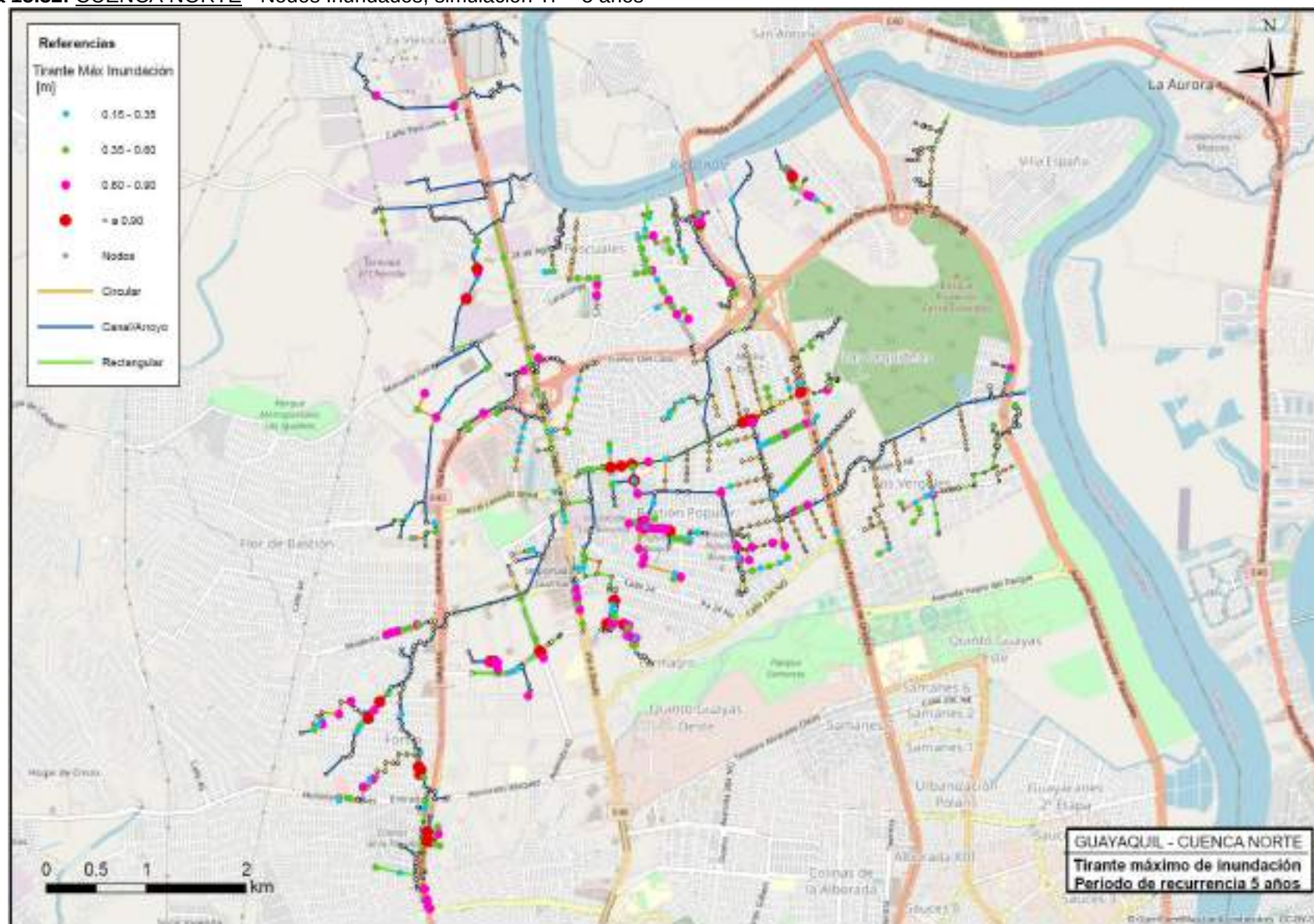


Figura 15.33: CUENCA NORTE - Nodos Inundados, simulación $T_r = 10$ años

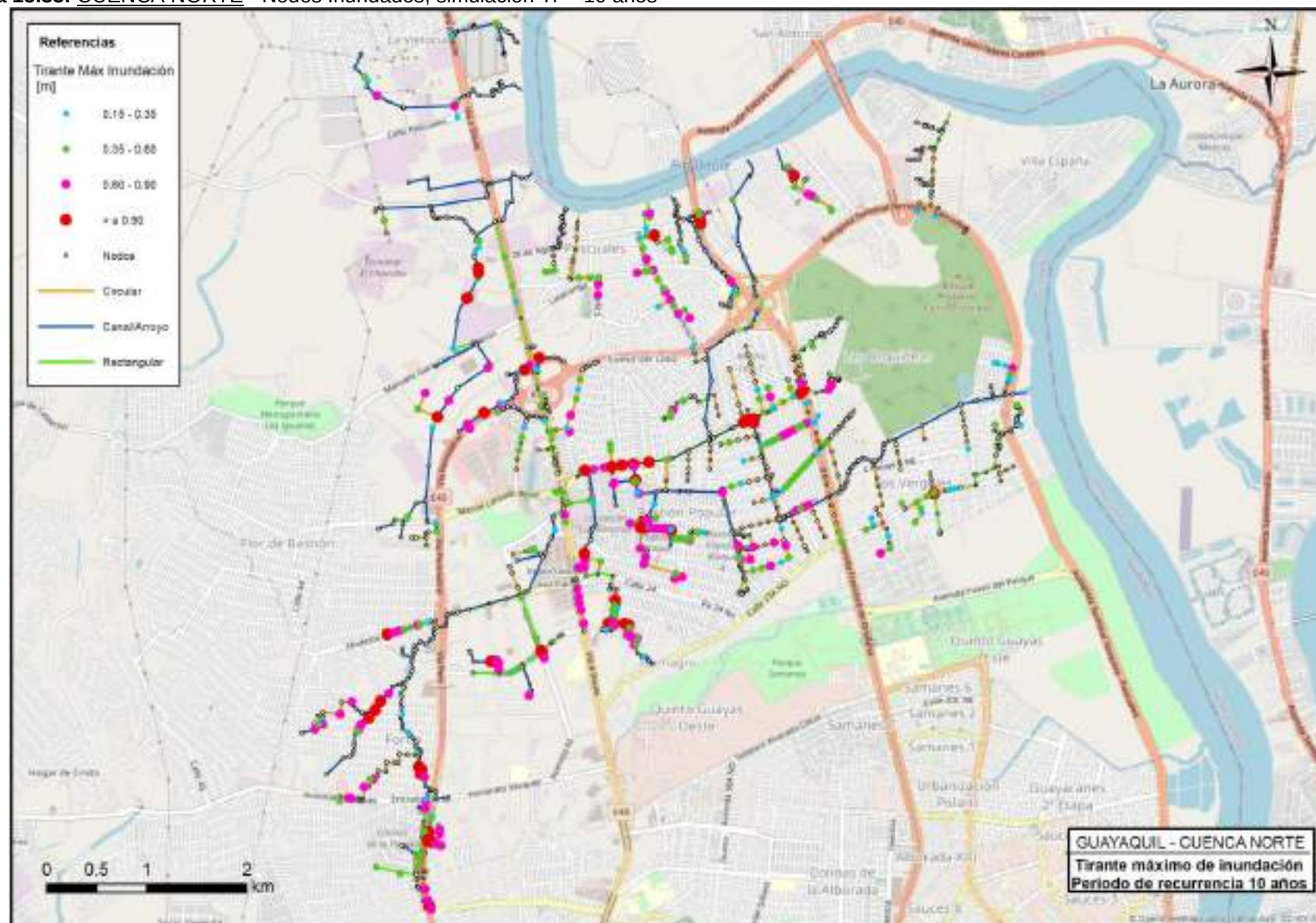


Figura 15.34: CUENCA OESTE SECTOR 1- Nodos Inundados, simulación $T_r = 2$ años

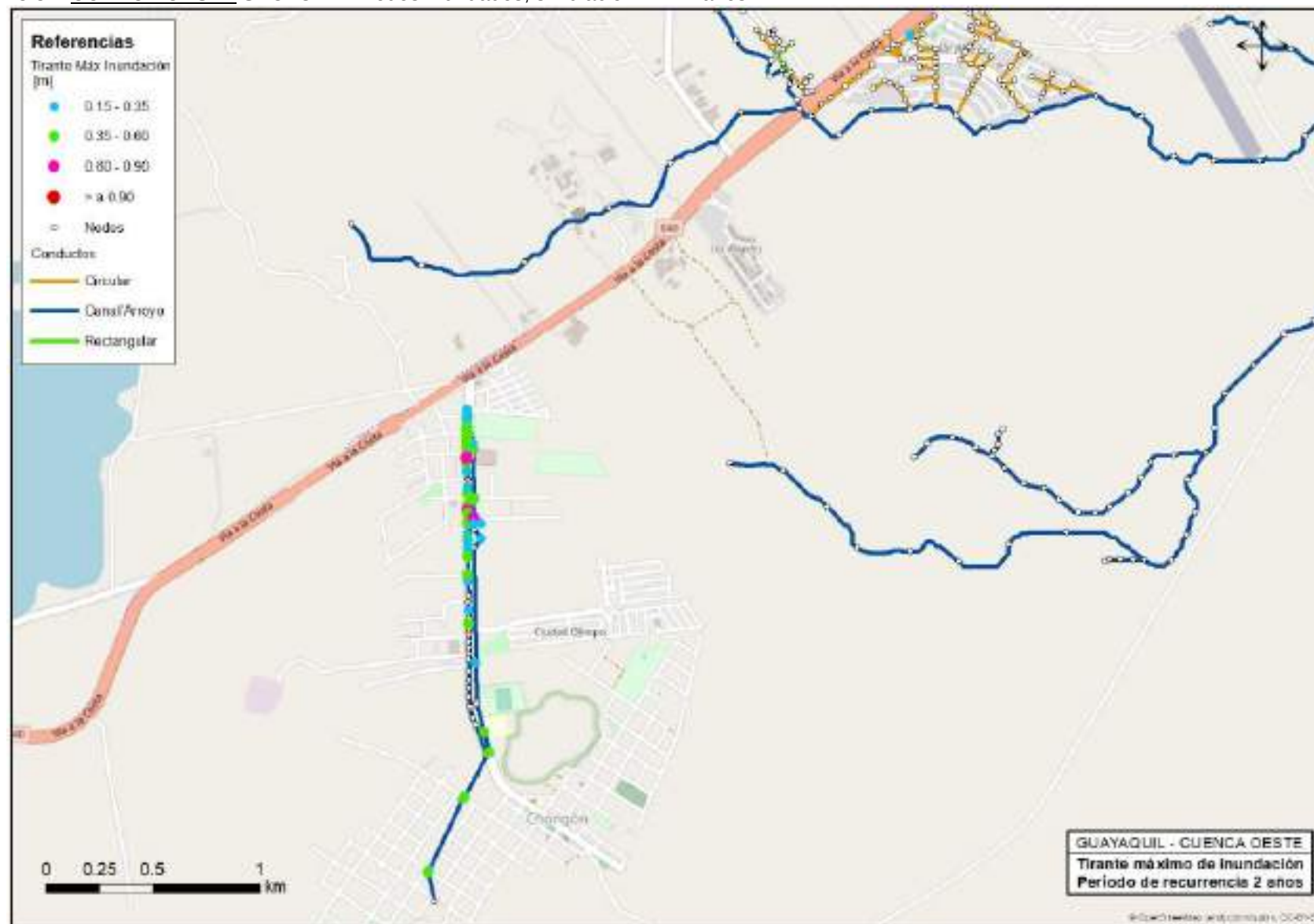


Figura 15.34 (Continuación): CUENCA OESTE SECTOR 2- Nodos Inundados, simulación Tr = 2 años



Figura 15.34 (Continuación): CUENCA OESTE SECTOR 3- Nodos Inundados, simulación Tr = 2 años

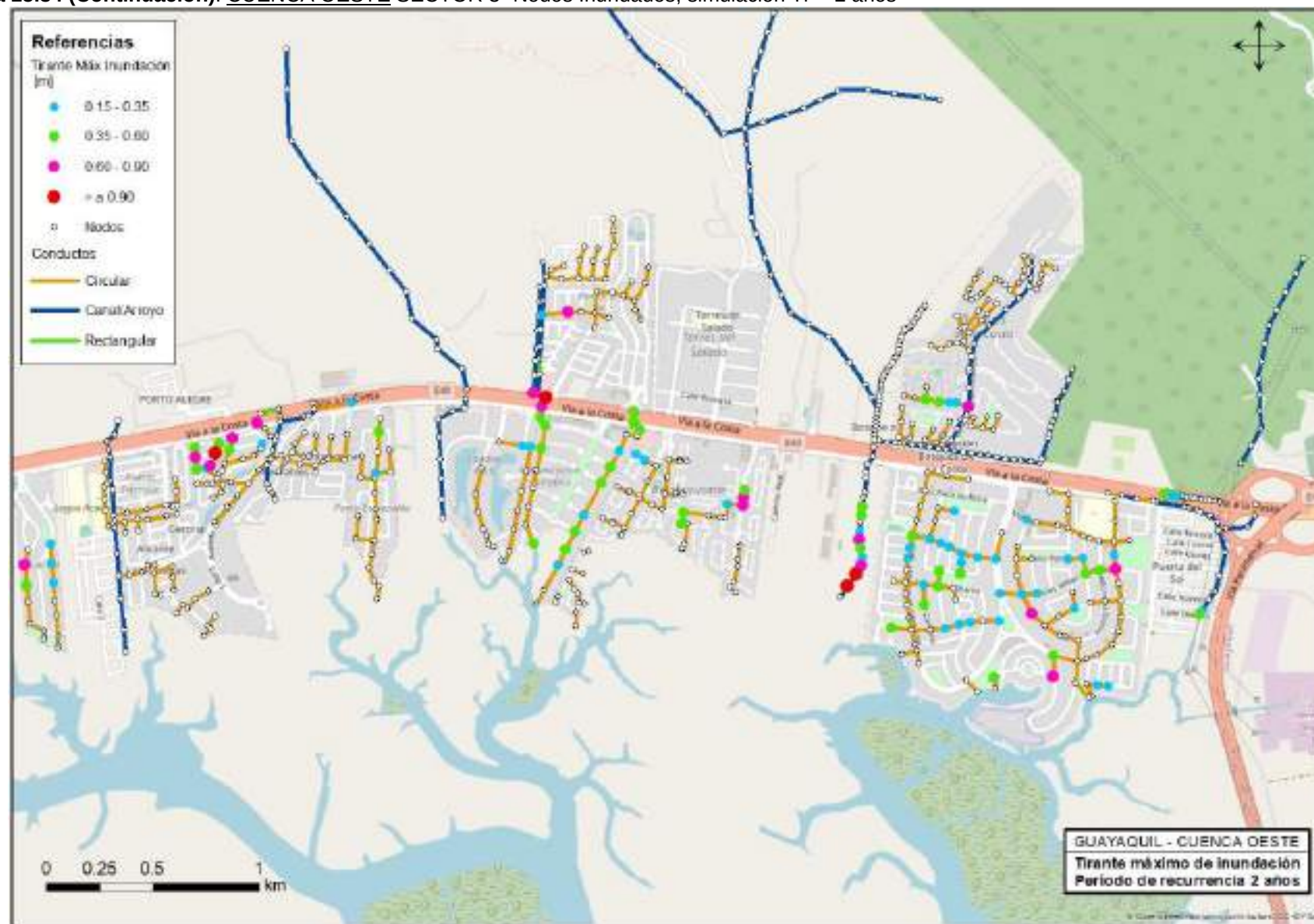


Figura 15.35: CUENCA OESTE SECTOR 1- Nodos Inundados, simulación $T_r = 5$ años

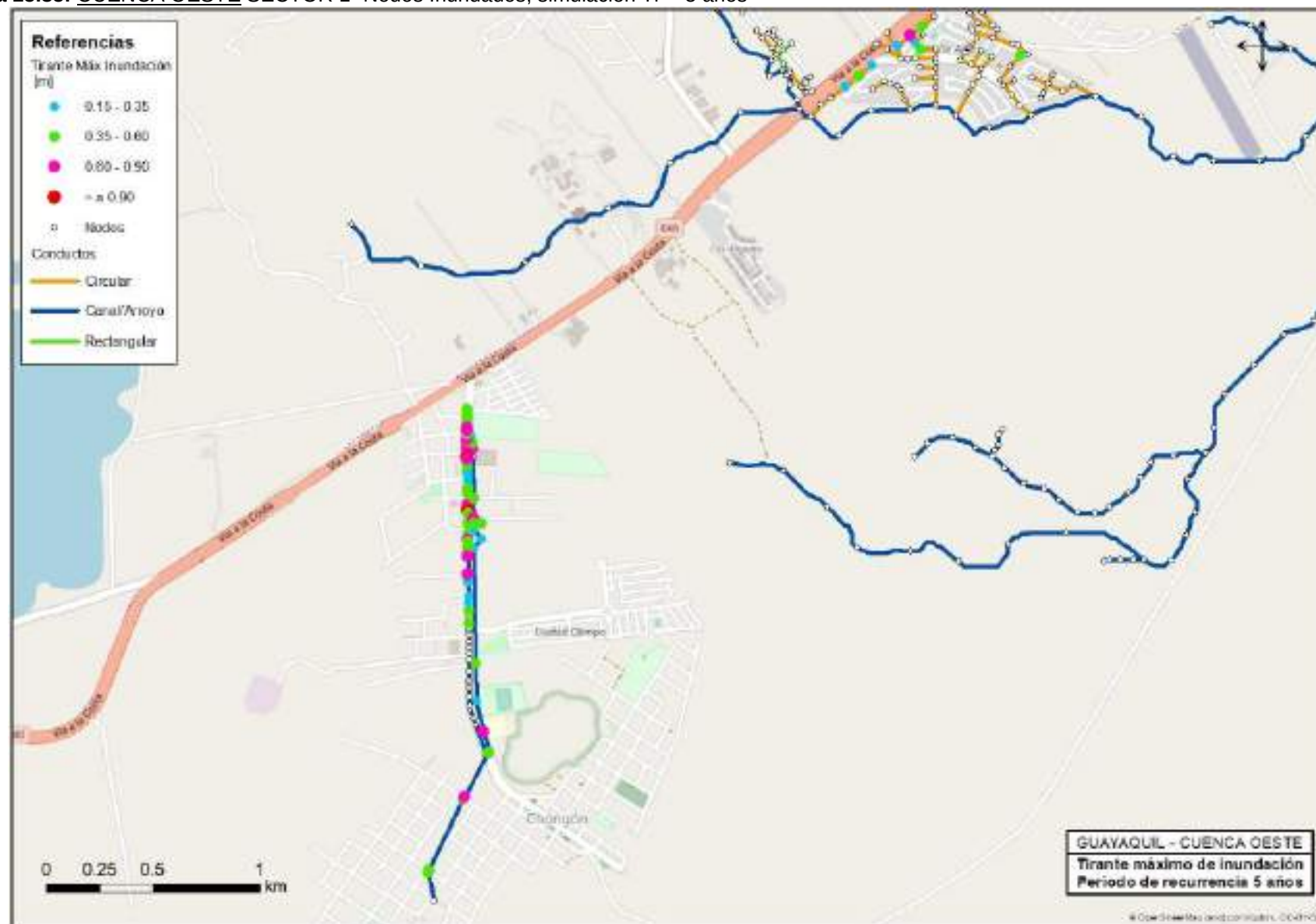


Figura 15.35 (Continuación): CUENCA OESTE SECTOR 2- Nodos Inundados, simulación $T_r = 5$ años

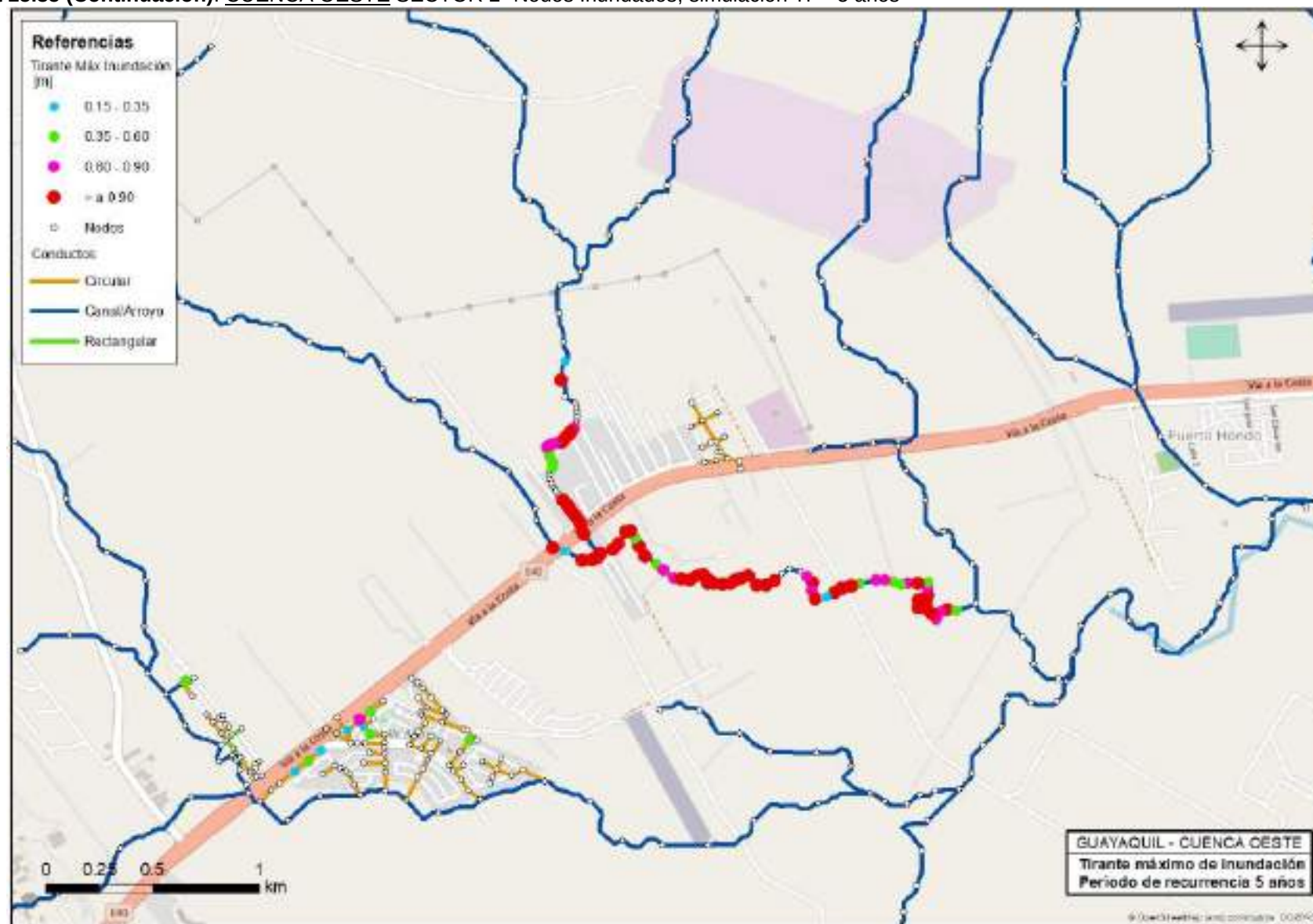


Figura 15.35 (Continuación): CUENCA OESTE SECTOR 3- Nodos Inundados, simulación Tr = 5 años

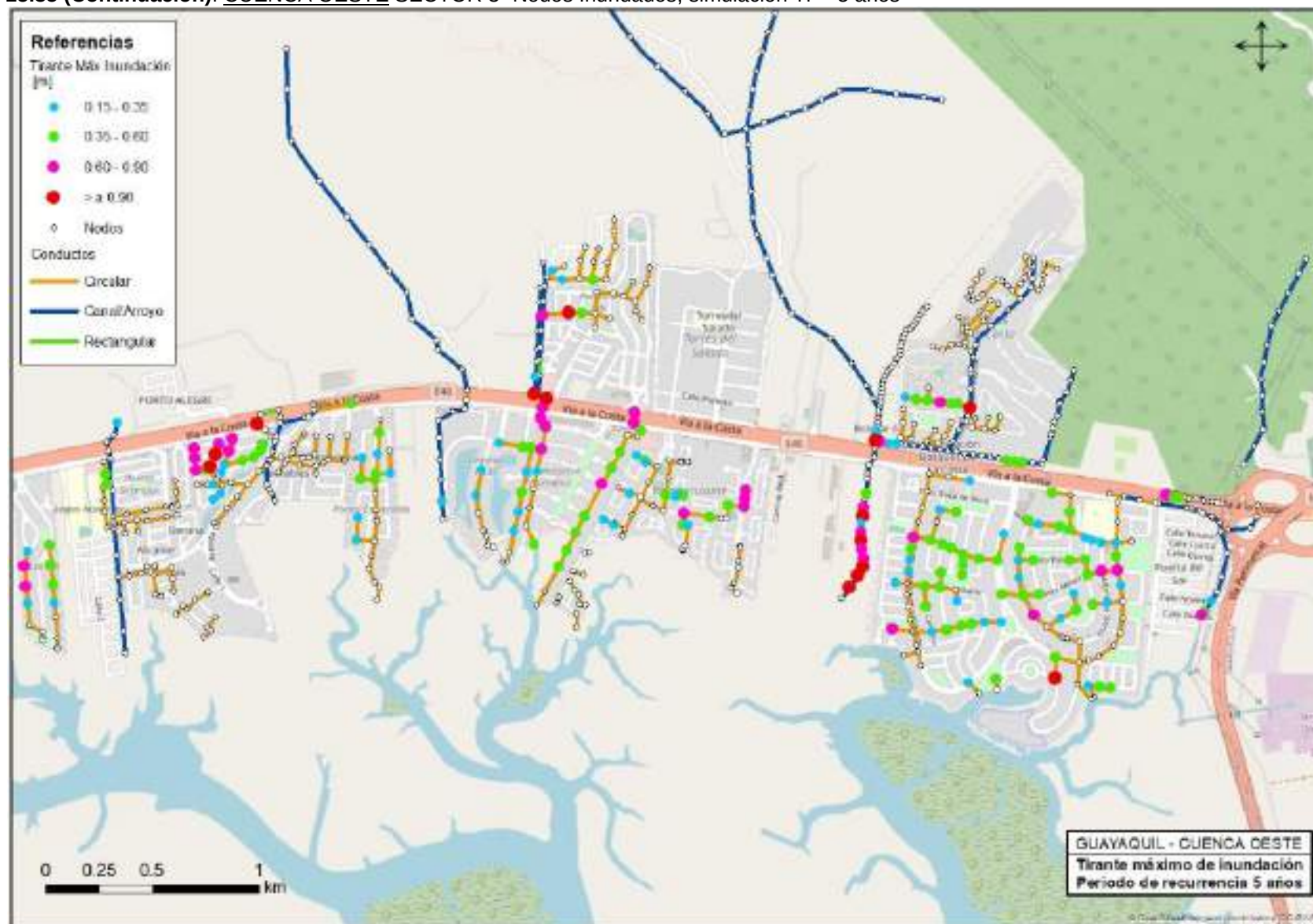


Figura 15.36: CUENCA OESTE SECTOR 1- Nodos Inundados, simulación $T_r = 10$ años

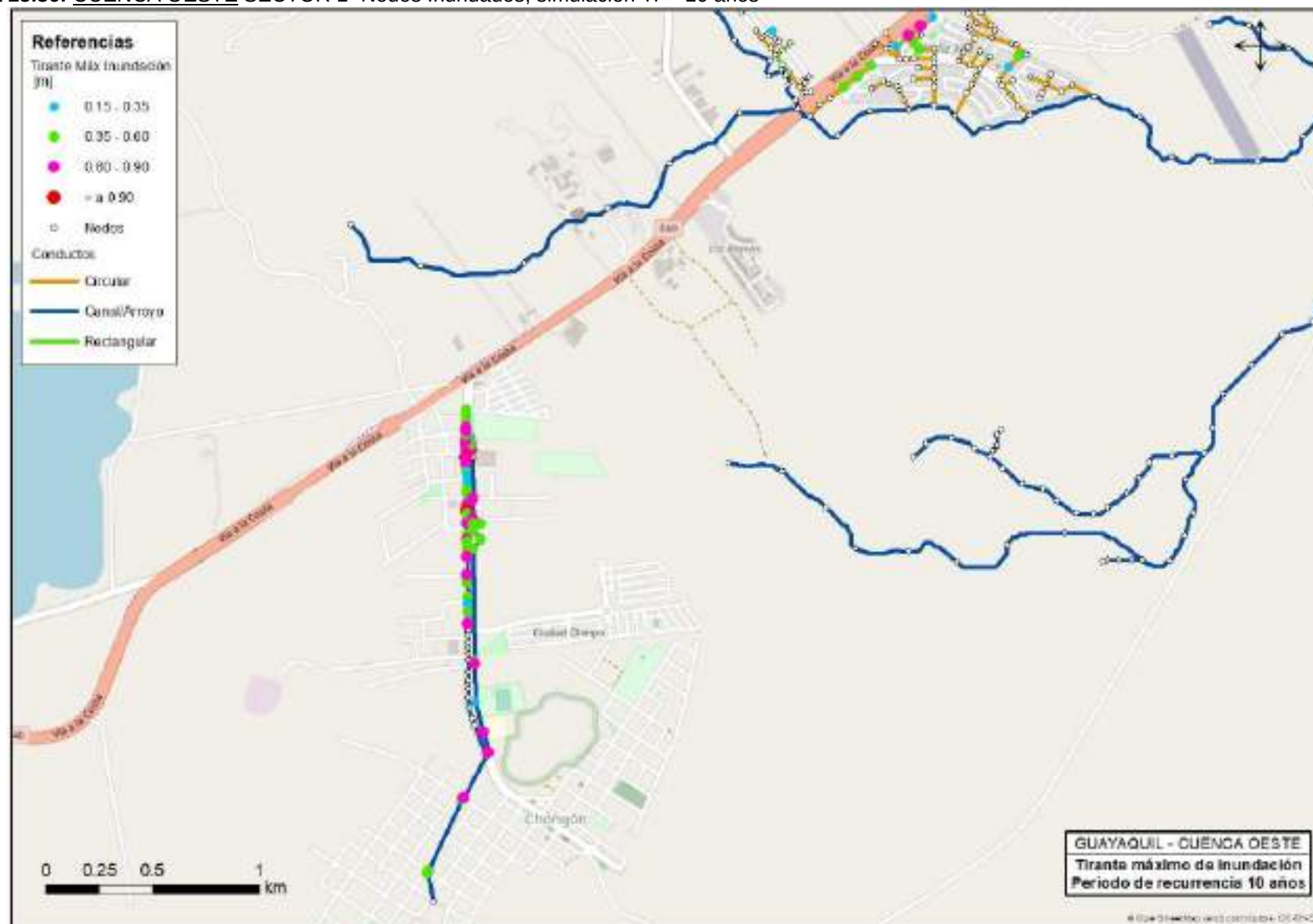


Figura 15.36 (Continuación): CUENCA OESTE SECTOR 2- Nodos Inundados, simulación Tr = 10 años

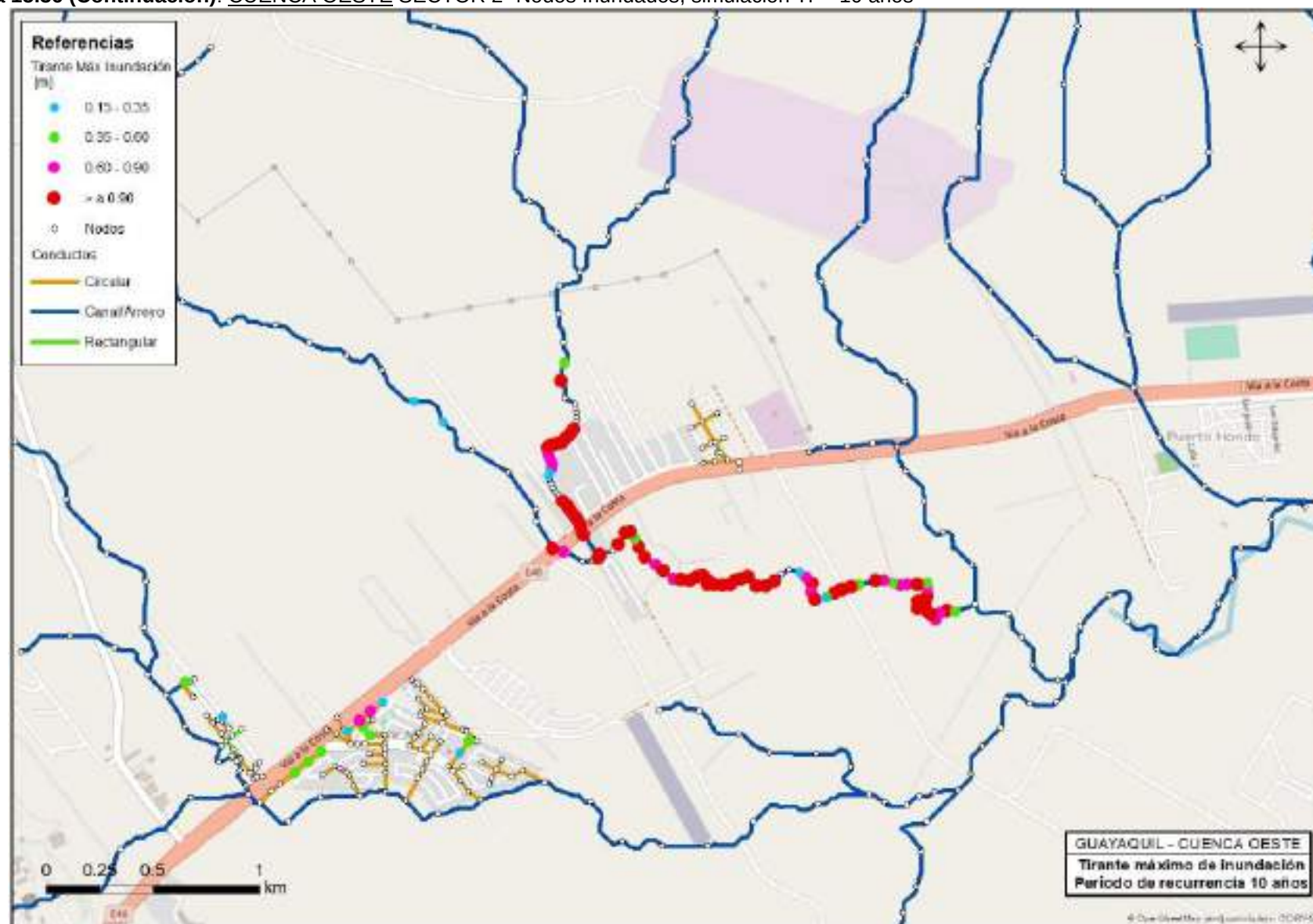


Figura 15.36 (Continuación): CUENCA OESTE SECTOR 3- Nodos Inundados, simulación Tr = 10 años

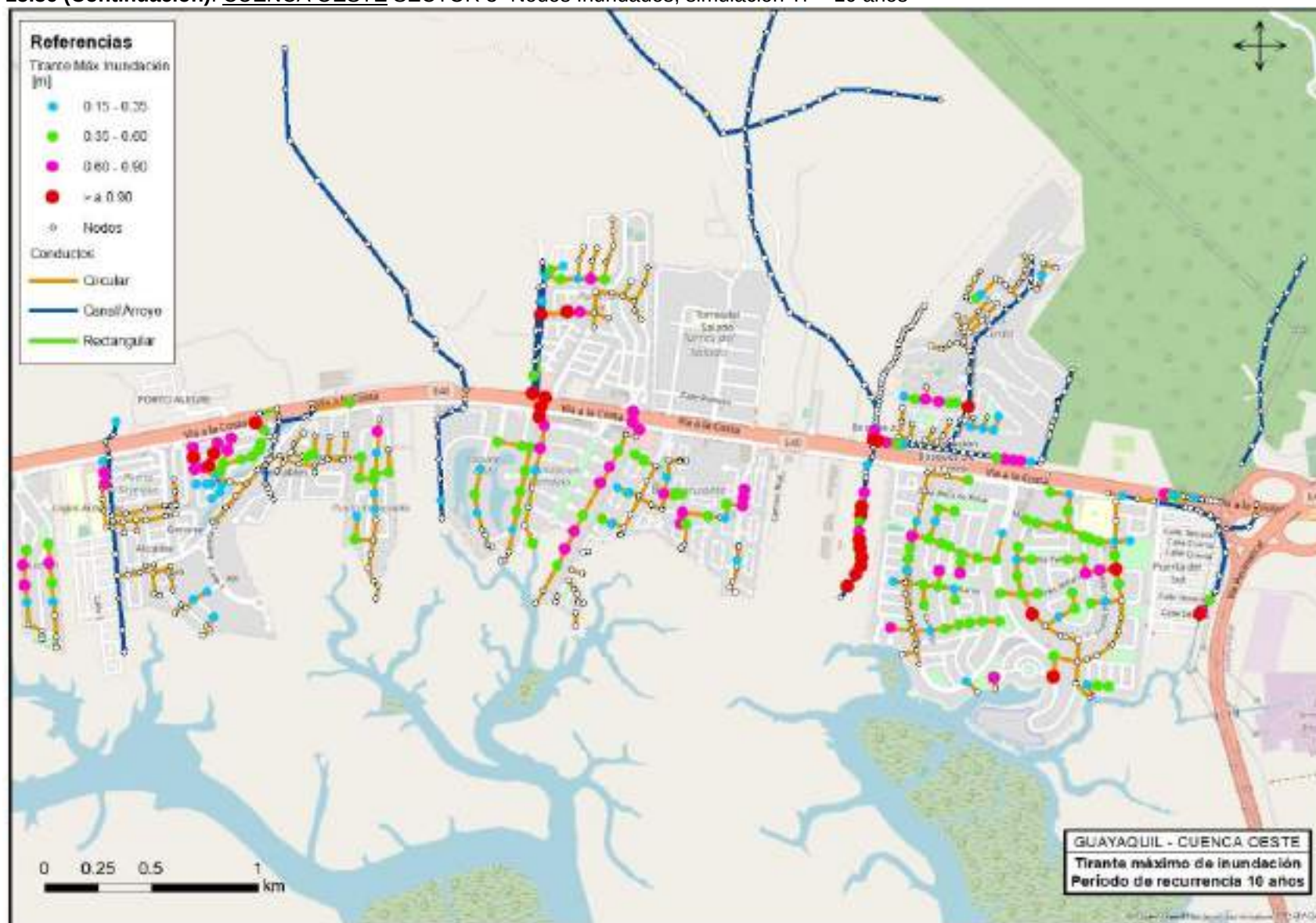


Figura 15.37: CUENCA NOROESTE - Nodos Inundados, simulación Tr = 2 años

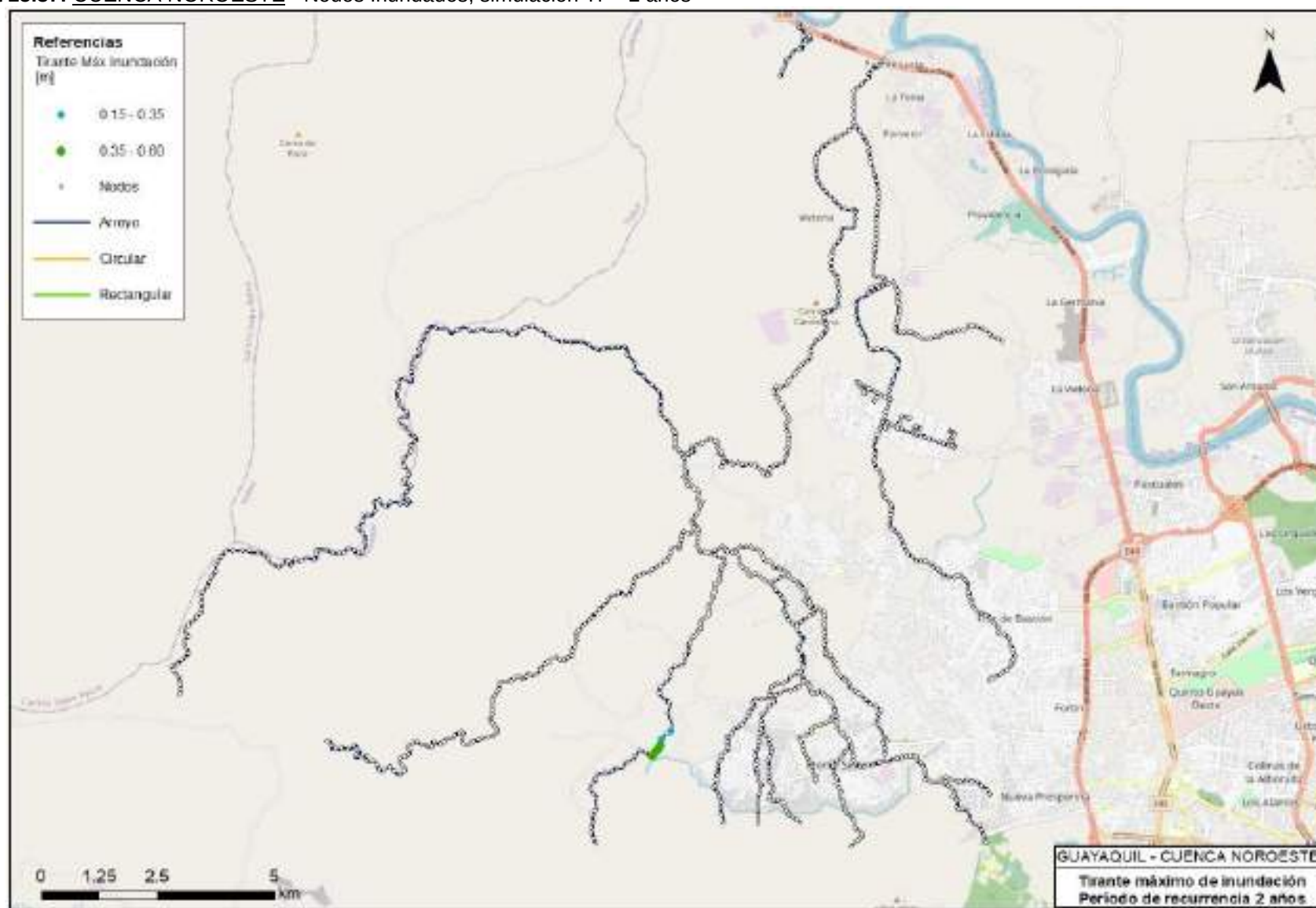


Figura 15.38: CUENCA NOROESTE - Nodos Inundados, simulación Tr = 5 años

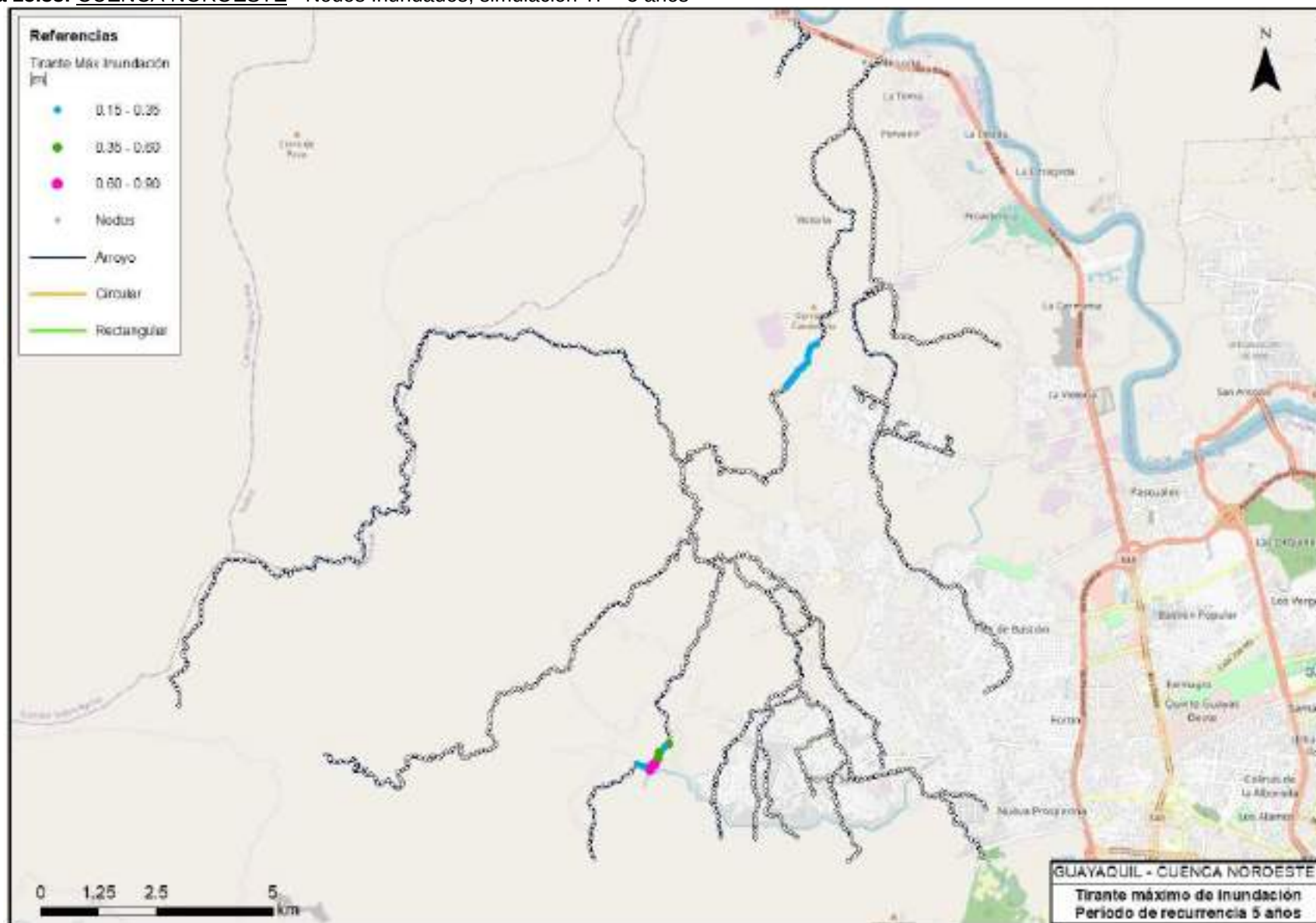


Figura 15.39: CUENCA NOROESTE - Nodos Inundados, simulación Tr = 10 años

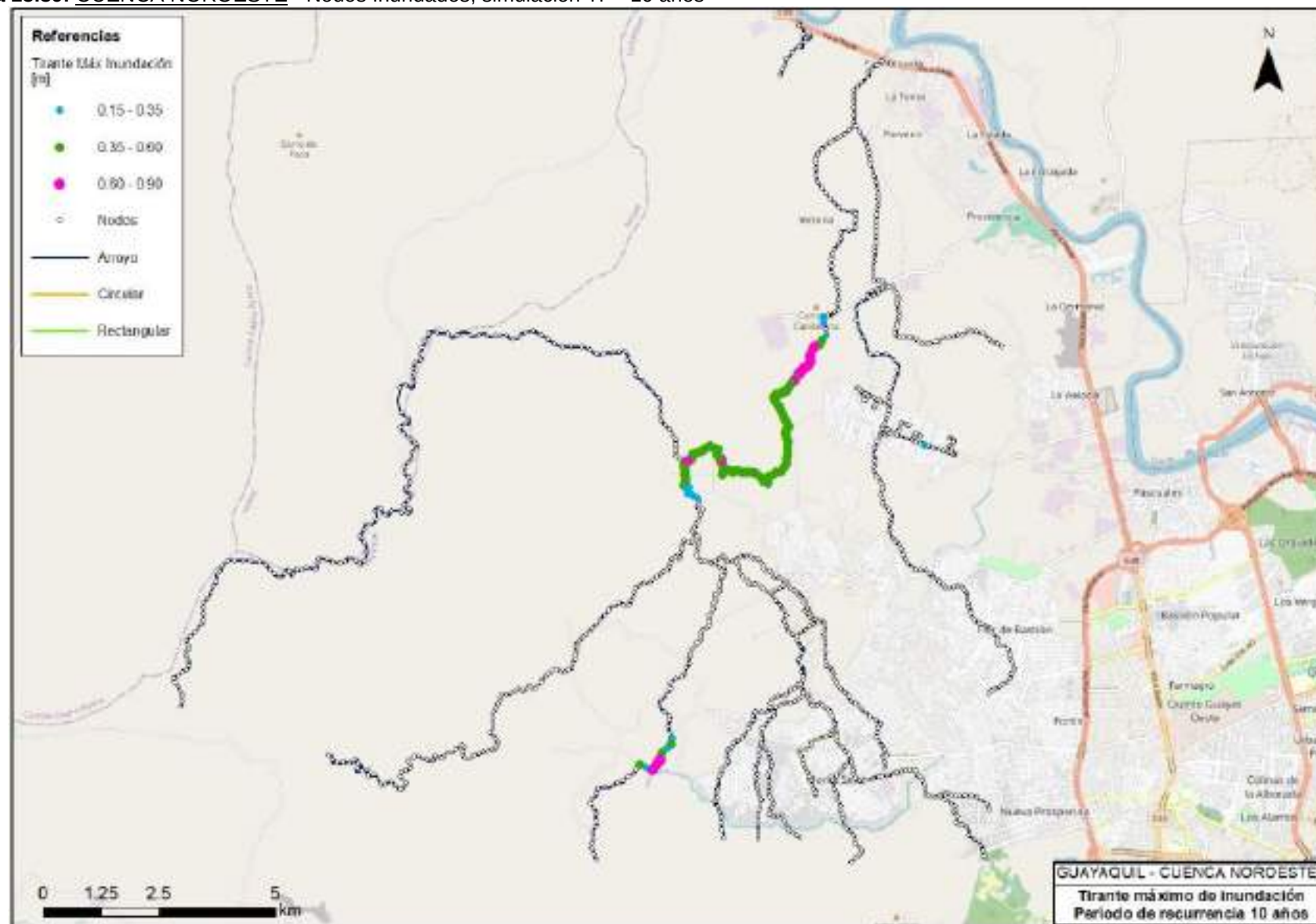


Figura 15.40: POSORJA- Nodos Inundados, simulación $T_r = 2$ años

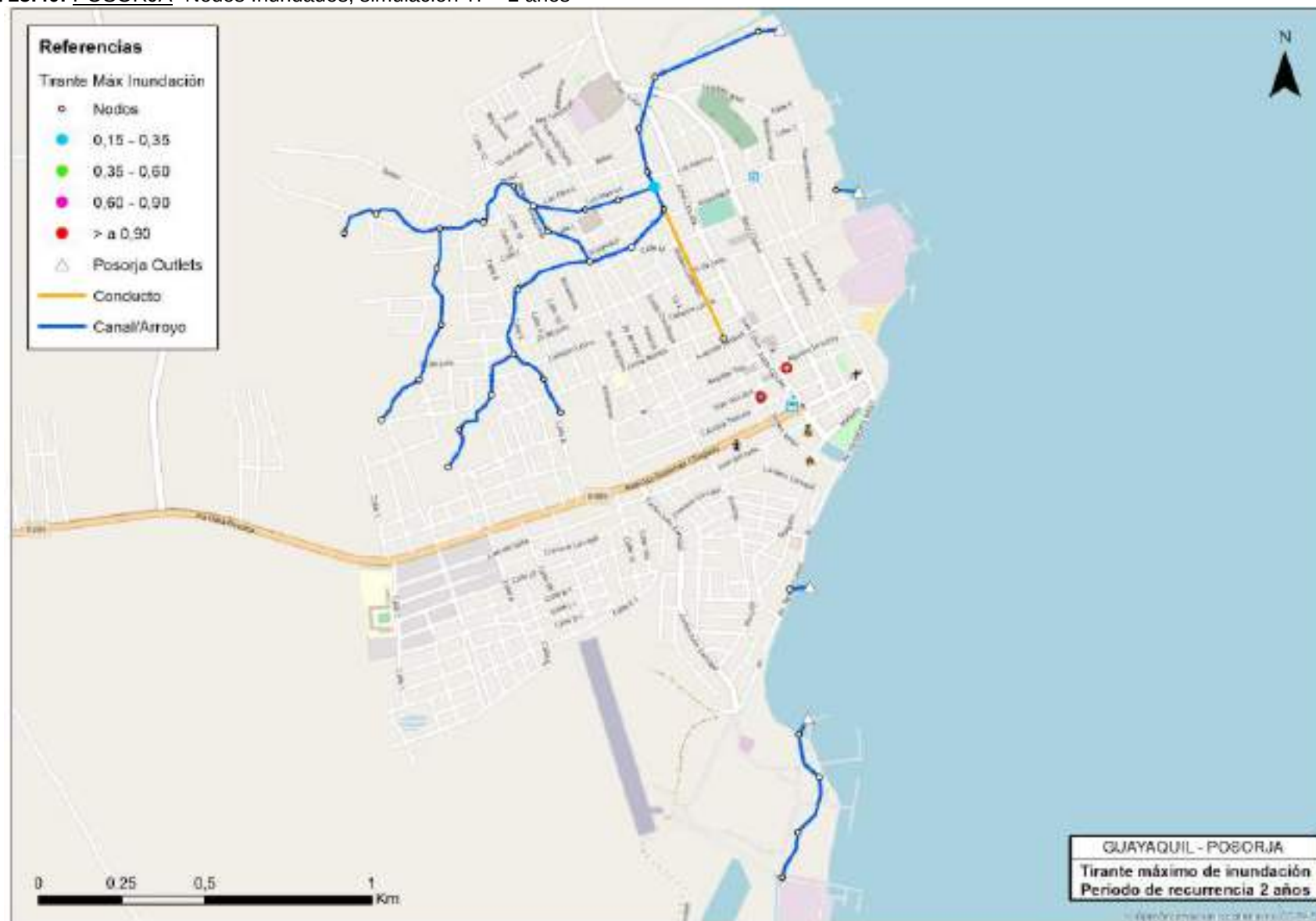


Figura 15.41: POSORJA- Nodos Inundados, simulación $T_r = 5$ años

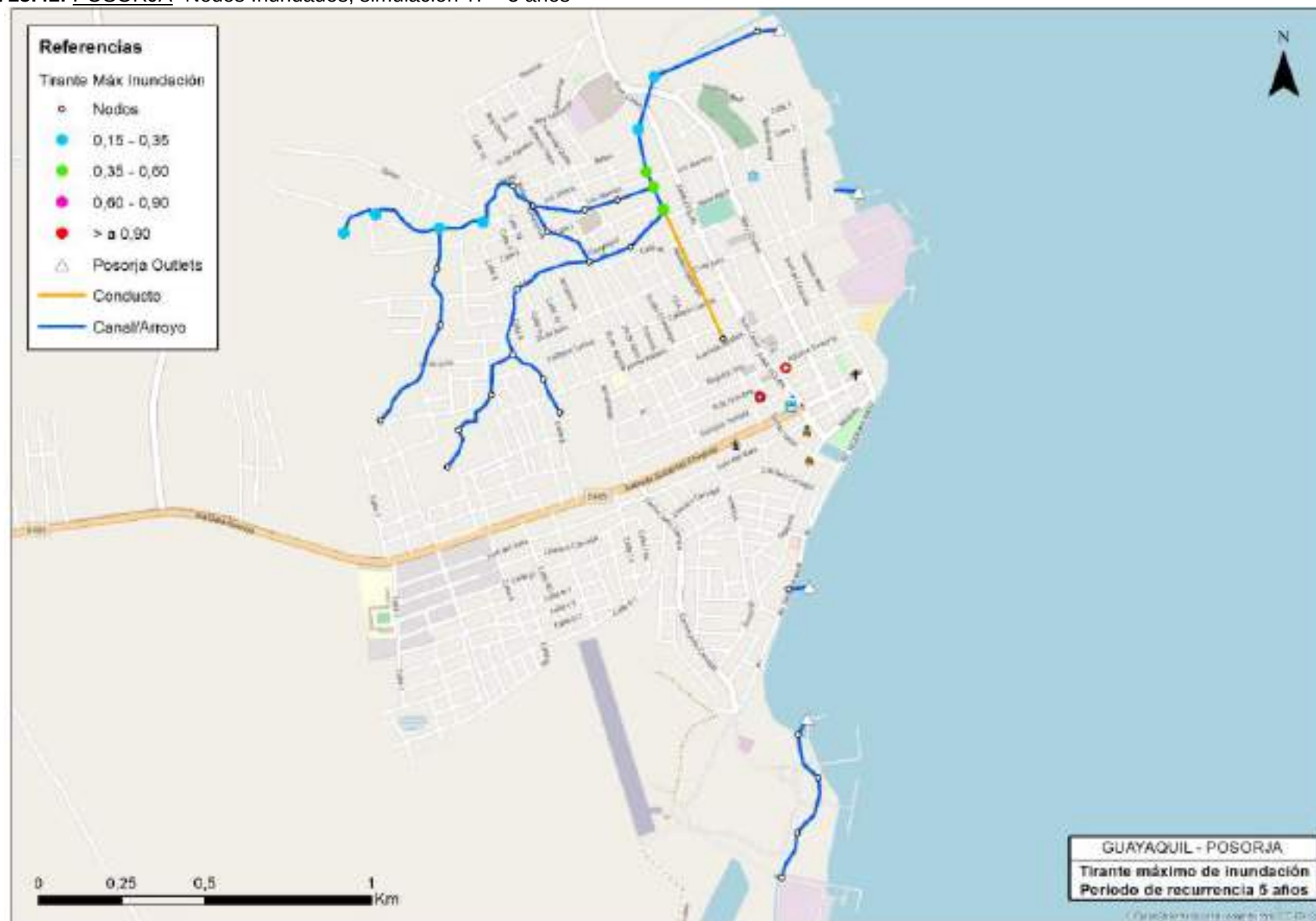
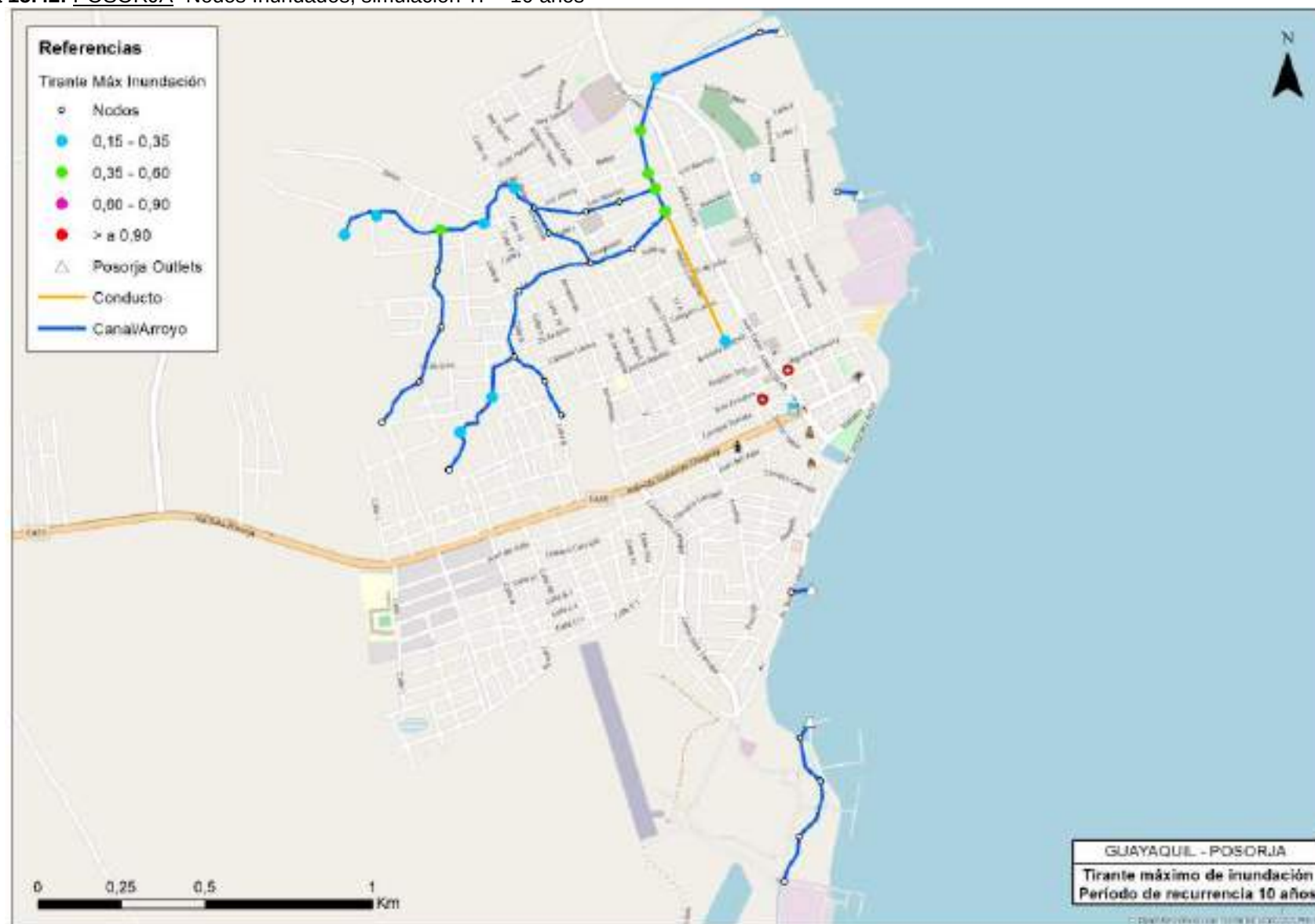


Figura 15.42: POSORJA- Nodos Inundados, simulación $T_r = 10$ años



15.2. Intervenciones propuestas

Se han considerado las siguientes categorías de intervenciones:

- Obras de macrodrenaje
- Obras en las descargas
- Expansión de la red pluvial
- Trabajos de renovación y rehabilitación

15.2.1 Obras de Macrodrenaje

En función de los resultados obtenidos en el diagnóstico del sistema pluvial actual, se ha propuesto un conjunto de intervenciones para mitigar la afectación por inundaciones.

Se trata de obras de **canalizaciones y entubamiento de arroyos**, las cuales fueron incorporadas en los modelos Mike Urban. También contempla el remplazo de alcantarillas de sección insuficiente.

El marco de las intervenciones a realizar en la actualización del Plan Maestro de AALL, se realizó bajo las consideraciones efectuadas en el **Manual de Diseño de Drenaje Urbano de la Ciudad de Guayaquil**, elaborado por JVP Consultores.

Se ha seguido los siguientes criterios de diseño:

15.2.1.1 Horizonte de proyecto de las obras

Se ha previsto como horizonte de proyecto de las obras el año 2041. Obviamente, este período es menor que la vida útil de las intervenciones, tiempo en que la obra sirve adecuadamente a los propósitos para lo que ha sido diseñada, sin tener gastos elevados de operación y mantenimiento que hagan antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente.

Sin embargo, la planificación de las Inversiones se efectúa sólo hasta el fin de la Concesión en el año 2031.

15.2.1.2 Período de Retorno

Las intervenciones previstas, constituidas básicamente por revestimiento o entubamiento de arroyos y canales, representan obras de macrodrenaje.

Para esta categoría, el Manual de Diseño de Drenaje Urbano refiere una recurrencia de 10 años, la cual ha sido adoptada en el presente trabajo.

15.2.1.3 Influencia del cambio climático

La influencia del cambio climático ha sido contemplada en el aumento de intensidades pluviales y niveles de marea, como se detalla en los apartados siguientes.

15.2.1.4 Lluvias de proyecto

En el proyecto de las obras, se ha utilizado la tormenta de $Tr = 10$ años indicada en el Manual de drenaje, de dos horas de duración.

Esta tormenta no se verá afectada por el cambio climático, de acuerdo con lo señalado en el Capítulo N° 9 del Informe: *“se debería esperar un incremento de las intensidades recién para duraciones superiores a los 180 minutos”*.

Por otra parte, se ha verificado el modelo con obras, con la tormenta citada previamente de V. M. A. Arcos, de seis horas de duración, para la cual se aplica un incremento en las intensidades del 5%, por la influencia del cambio climático estimada al año 2041, tal como se describe en el citado Informe.

15.2.1.5 Mareas

Se ha utilizado las mismas mareas que en la etapa de diagnóstico, pero con un incremento de 0.30 m al horizonte de proyecto por la influencia del cambio climático, como se señala en el Capítulo N° 9 del Informe.

15.2.1.6 Cuenca Norte

Se muestran en las imágenes siguientes los canales y arroyos a intervenir:

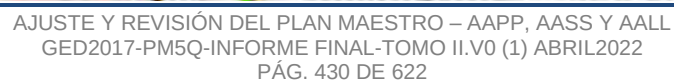
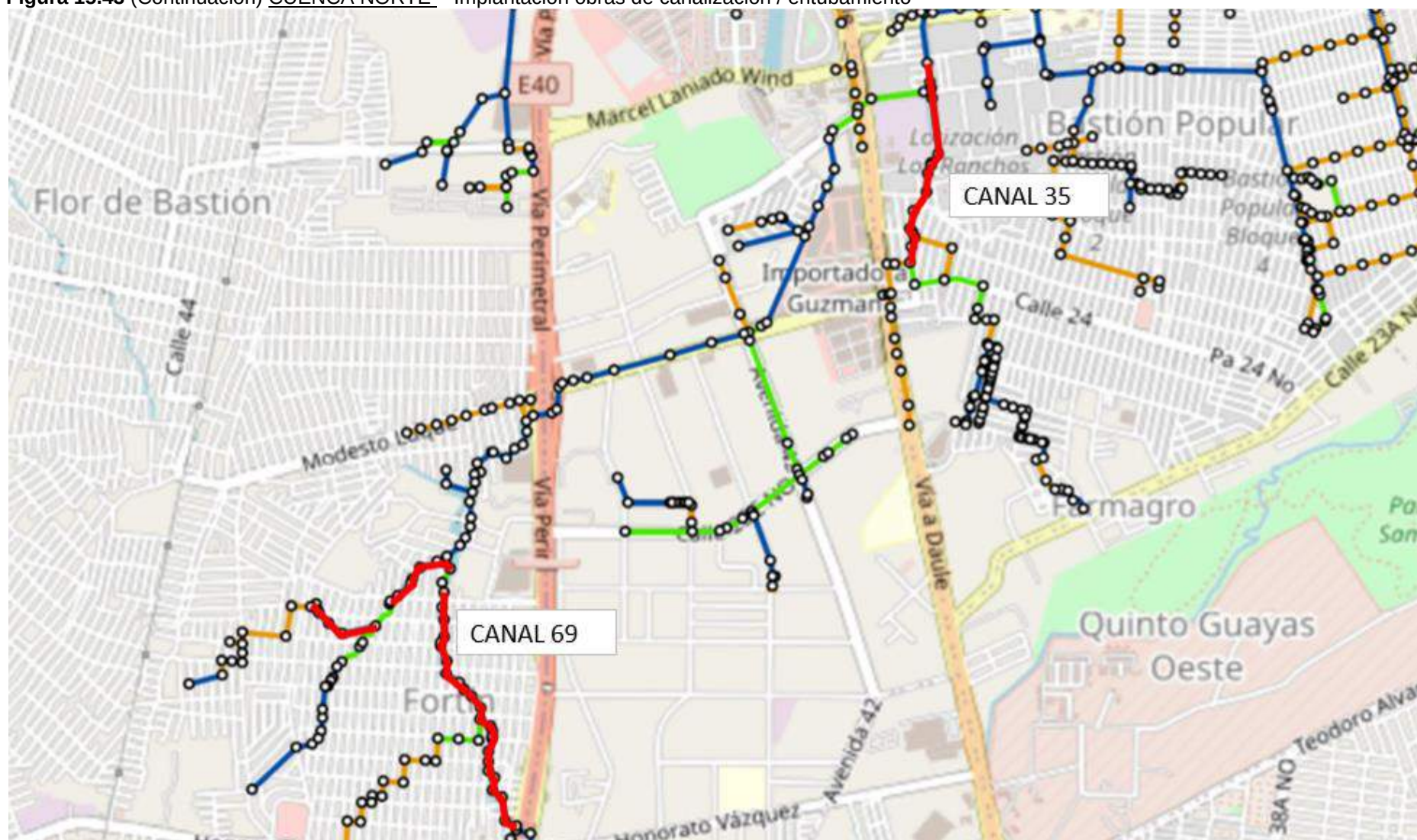


Figura 15.43 (Continuación) CUENCA NORTE – Implantación obras de canalización / entubamiento



En la siguiente tabla se presenta el cómputo y presupuesto de las obras señaladas precedentemente:

Tabla 15.2: CUENCA NORTE - Obras de canalización y entubamiento

CUENCA NORTE

REVESTIMIENTO/ENTUBAMIENTO DE CANALES

CANAL	MIKE URBAN		Tipo	Long.	CAJON				TRAPECIAL				CIRCULAR		
	N inic.	N final			N° CELDAS	B	H	Vol H°	Bf	H	Talud m	Sup	N° CAÑOS	Ø	
															m
20	N346	C20N43	Trapezial	813					1,50	1,50	1,50	5.616			
	C20ALN4	N743	Circular	524									1	1,20	
	N746	N183	Circular	84									1	1,50	
	N183	DM11	Trap	287					2,00	2,50	1,50	3.161			
35	C35N19	N291	Cajon	105	2	2,10	1,70	394							
	N11	C35N1	Trapezial	381					5,50	5,50	2,00	11.452			
	C35N13	C35N10	Cajon	288	2	2,10	1,70	1.080							
	N708	C36N10	Cajon	34	3	3,50	2,50	341							
43	C43N17	DM12	Trapezial	1.293					6,00	3,50	1,29	22.531			
58	CK-8	DM8	Trapezial	720					8,00	4,70	1,00	15.331			
	CK-9	CK-10	Trapezial	221					3,00	2,50	1,50	2.655			
	CK-10	CK-35	Cajon	720	3	2,80	2,50	4.524							
	CK-35	CK-38	Trapezial	531					2,50	2,80	1,50	6.688			
	N395	CK-40	Trapezial	1.023					3,00	2,80	1,50	13.397			
	C58N100	CK-10	Trapezial	626					2,50	2,00	1,50	6.079			
68	C68N62	C68N29	Cajon	825	2	2,00	2,70	3.162							
	C68N29	C68N5	Trapezial	1.214					4,00	3,00	1,00	15.157			
	C68N5	DM7	Trapezial	229					4,00	3,30	1,00	3.053			
	C68N20	N736	Cajon	10	2	3,00	3,00	56							
69	C69N185	C69N138	Cajon	299	1	4,00	3,00	1.363							
	C69N144	C69N149	Cajon	191	2	2,30	3,30	984							
	C69N149	C69N33	Trapezial	120					4,00	5,50	1,00	2.347			
	C69N38	C69N61	Cajon	570	1	3,30	3,30	2.024							
	C69N33	C69N35	Cajon	57	2	2,50	3,30	305							
	C69N61	C69N83	Cajon	524	1	2,50	2,50	1.254							
100	C100N52	N407	Trapezial	495					1,50	1,50	1,00	2.843			
	N407	N659	Trapezial	381					2,00	2,69	1,00	3.666			
	C100N102	C100N21	Trapezial	28					2,00	2,50	1,00	254			
	C100N21	N627	Trapezial	129					2,00	3,50	1,00	1.535			
	1	N705	Trapezial	296					1,50	1,30	1,00	1.532			
	N705	N723	Trapezial	155					1,50	2,00	1,00	1.109			
	N723	N696	Cajon	27	1	1,50	1,50	41							
	4 ALCANTARILLAS		Cajon	56	2	2,00	2,00	189							
TOTAL								15.716					109.630		

COSTO (S/IVA)	USD
CONDUCTO CAJON	16.588.829
CONDUCTO CIRCULAR	768.925
REVEST. H° CANAL	14.016.268

15.2.1.7 Cuenca Oeste

Se muestran en las imágenes siguientes los canales a intervenir:

Figura 15.44: CUENCA OESTE – Implantación obras de canalización / entubamiento

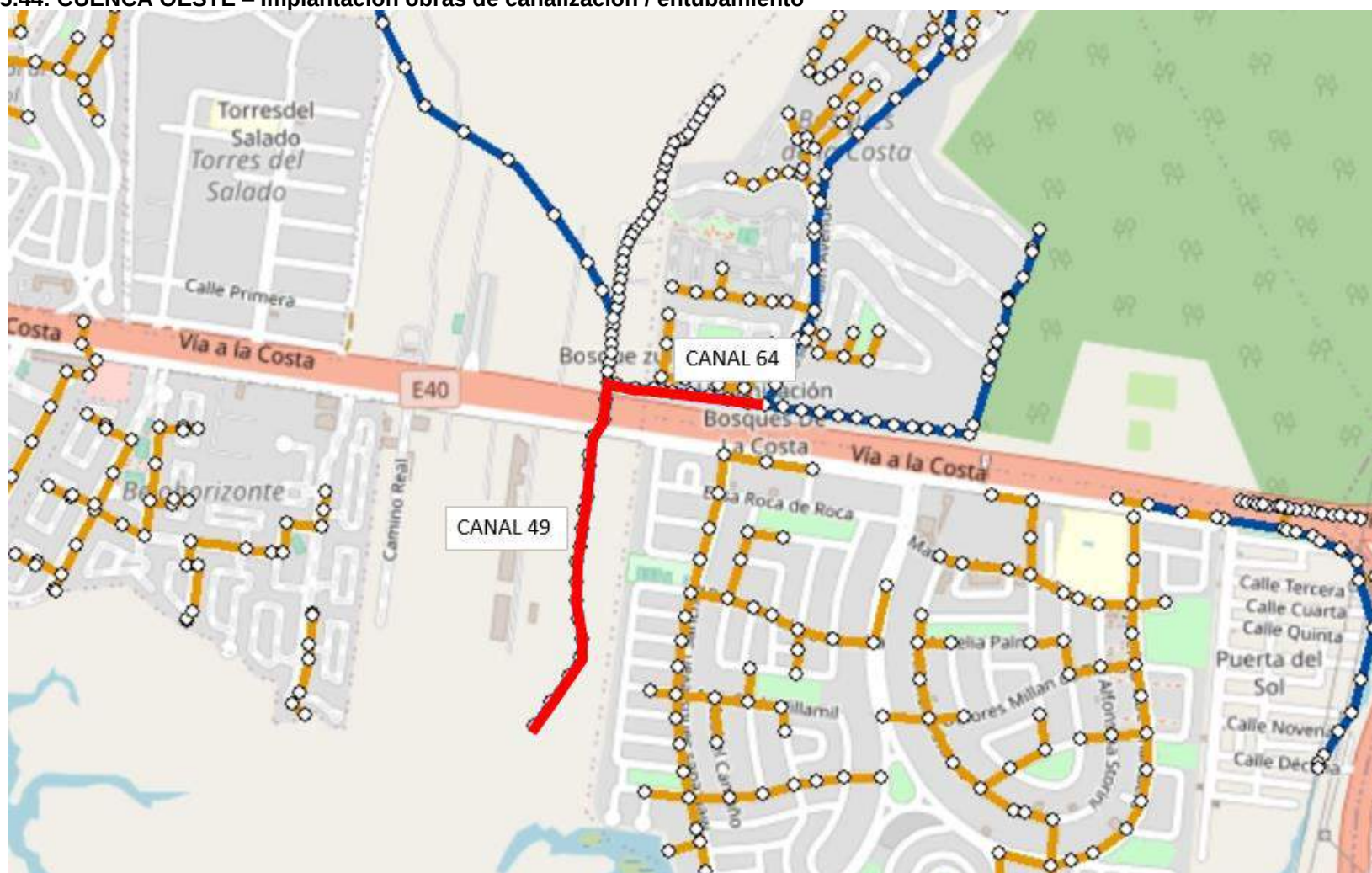


Figura 15.44 (Continuación): CUENCA OESTE – Implantación obras de canalización / entubamiento



En la siguiente tabla se presenta el cómputo y presupuesto de las obras señaladas precedentemente:

Tabla 15.3: CUENCA OESTE - Obras de canalización y entubamiento

CUENCA OESTE

REVESTIMIENTO/ENTUBAMIENTO DE CANALES

CANAL	MIKE URBAN		Tipo	Long.	CAJON				TRAPECIAL				OBSERVACIONES
	N inic.	N final			N° CELDAS	B	H	Vol H°	Bf	H	Talud m	Sup.	
					-	m	m	m³	m	m	1:V; m:H	m²	
64 - 49	Node_516	Node_541	Trapezial	306					5,00	3,00	1,50	4.840	
	Node_541	Node_542	Cajón	36	4	4,00	3,00	446					
	Node_542	Node_558	Trapezial	743					12,00	4,00	1,50	19.632	
72	N615	N626	Trapezial	225					7,00	2,00	1,50	3.197	
	N626	N480	Cajón	356	4	3,20	2,00	3.391					
	N481	N579	Trapezial	1.453					24,00	2,00	1,50	45.350	
	N579	N260	Trapezial	1.024					34,00	2,00	1,50	42.200	
	*N481	*N579	Cajón	26	6	4,00	2,00	426					3 ALCANT.
	*N579	*N260	Cajón	16	8	4,15	2,00	356					2 ALCANT.
TOTAL								4.172				90.747	

COSTO (S/IVA)

USD

CONDUCTO CAJON 4.404.048

ENCHAPADO CANAL 6.064.321

Figura 15.45: CUENCA CENTRO – Implantación obras de canalización / entubamiento

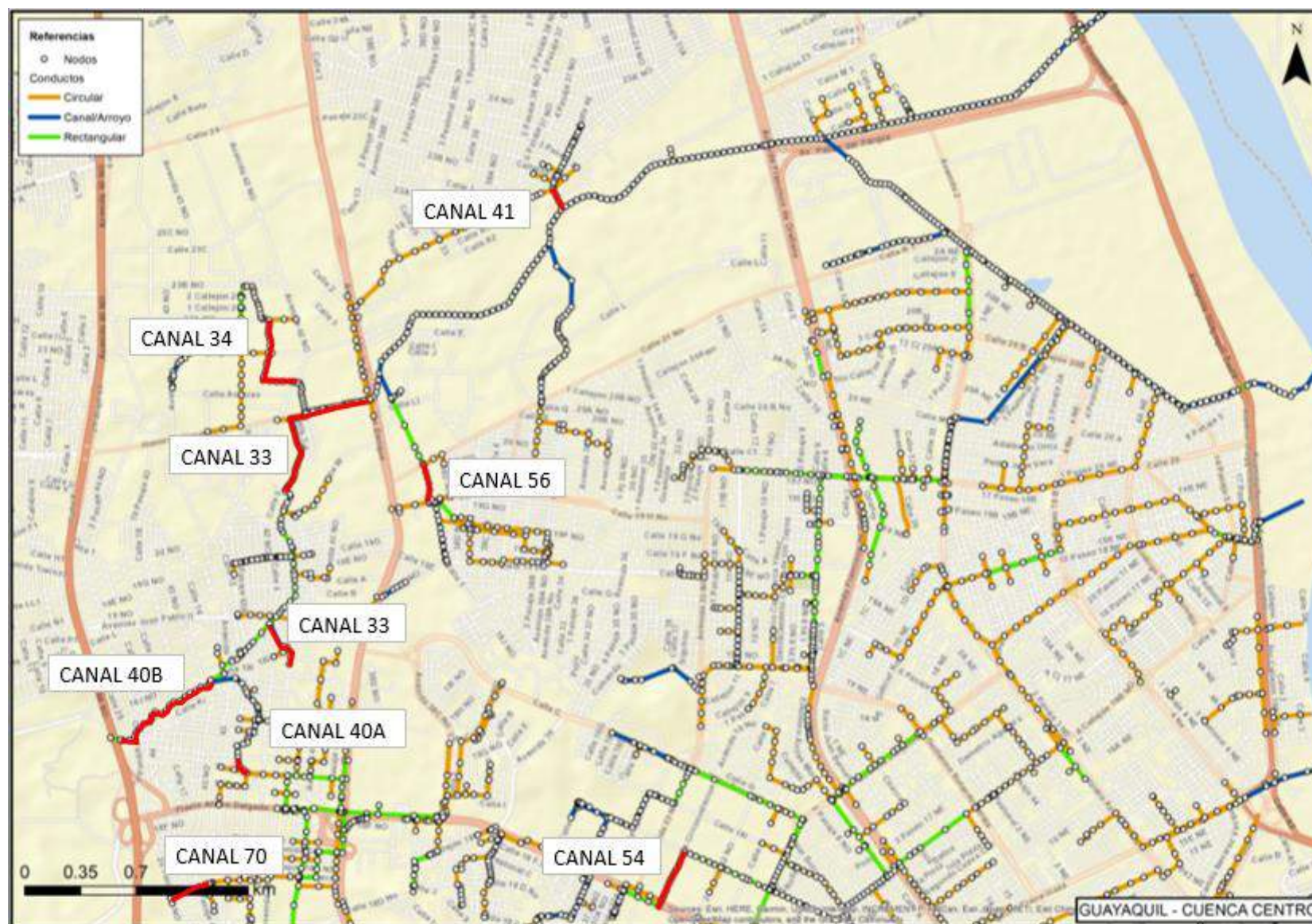
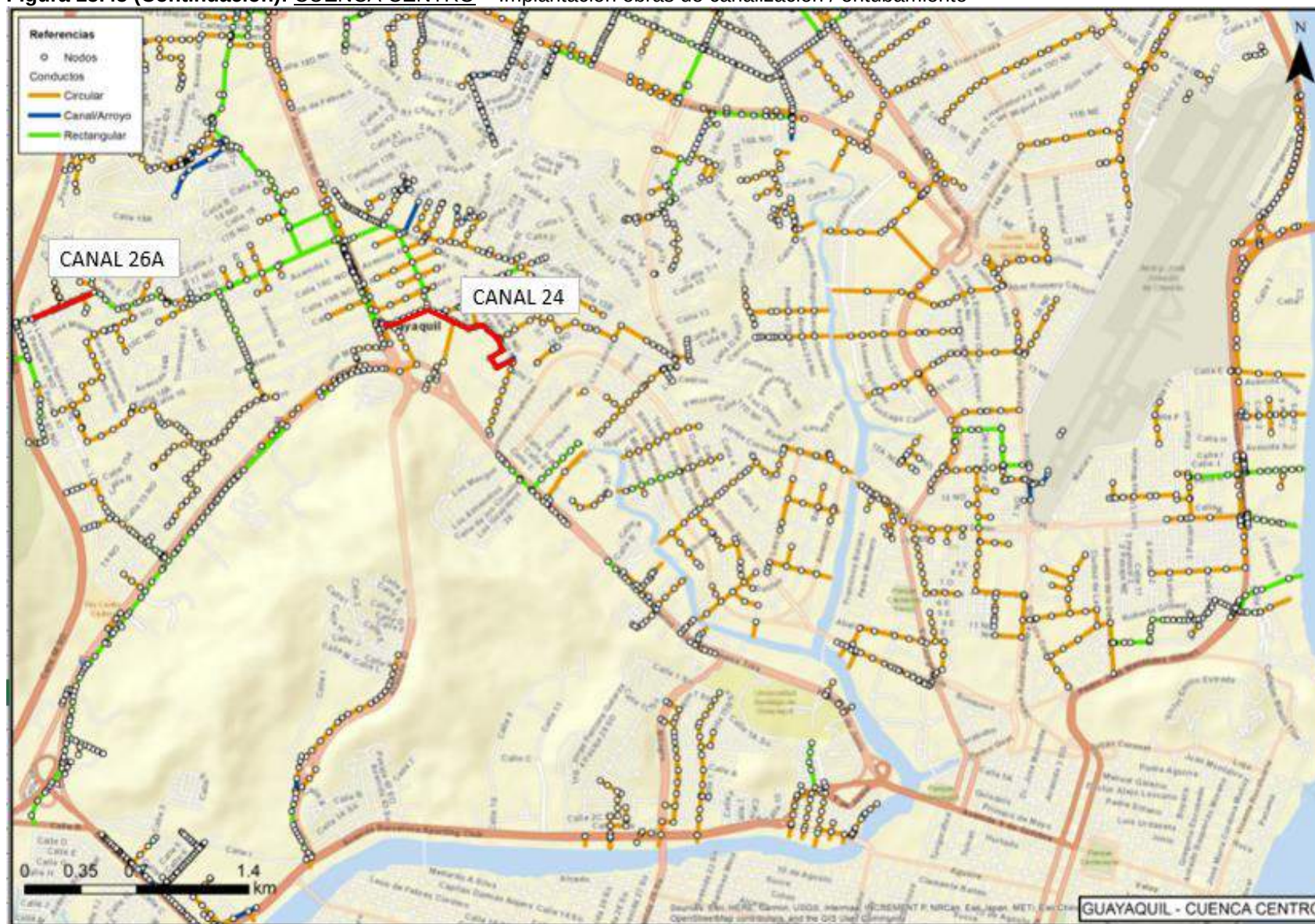


Figura 15.45 (Continuación): CUENCA CENTRO – Implantación obras de canalización / entubamiento



En la siguiente tabla se presenta el cómputo y presupuesto de las obras señaladas precedentemente:

Tabla 15.4: CUENCA CENTRO - Obras de canalización y entubamiento

CUENCA CENTRO

REVESTIMIENTO/ENTUBAMIENTO CANALES

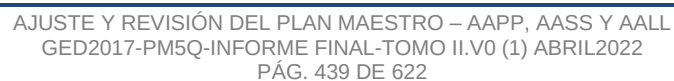
CANAL	MIKE URBAN		Tipo	Long.	CAJON					TRAPEZIAL				CIRCULAR		
	N inic.	N final			N° CELDAS	B	H	e	Vol H°	Bf	H	Talud m	Sup	N° CAÑOS	Ø	
					m	-	m	m	m	m³	m	m	1:V; m:H	m²	-	m
24	N1196	DM46	Trapezial	1.153						10,00	3,00	0,50	19.265			
26A	N3444	N3455	Cajon	362	1	3,00	2,00	0,25	996							
33	N1646	N2982	Cajon	405	1	4,00	3,00	0,30	1.847							
	N1646	N2996	Trapezial	570						4,00	2,50	1,00	6.311			
	N2339	N2327	Circular	42										1	1,20	
	N1986	N2324	Circular	167										1	1,80	
34	N2423	N2962	Trapezial	354						3,00	2,50	1,00	3.565			
	N2962	N2953	Cajon	257	2	2,50	2,50	0,25	1.221							
40A	N2706	N2314	Cajon	231	1	2,00	1,50	0,20	360							
	N2313	N2714	Cajon	65	1	2,00	1,50	0,20	101							
	N2715	N2722	Cajon	262	1	2,00	1,50	0,20	409							
	N2723	N450	Cajon	107	1	2,00	1,50	0,20	167							
40B	N2684	N2690	Cajon	248	1	3,00	2,30	0,25	719							
	N2691	N2704	Cajon	478	1	3,50	2,30	0,30	1.836							
	N2704	N2705	Cajon	478	2	3,00	2,30	0,25	2.438							
41	N2925	N2829	Cajon	139	1	2,00	1,70	0,22	253							
54	N3229	N3213	Circular	327										1	1,50	
56	N2746	N1198	Cajon	231	2	2,50	2,10	0,25	1.028							
70	N2454	N448	Circular	304										1	1,50	
TOTAL									11.374					29.140		

COSTO (\$/IVA)

USD

CONDUCTO CAJON	12.006.035
CONDUCTO CIRCULAR	1.234.745
REVEST. H° CANAL	3.725.585

Figura 15.46: CUENCA NOROESTE – Implantación de las obras (Proyecto Gruconsa 2018)



15.2.1.9 Cuenca Sur

Esta cuenca cuenta con la red de macrodrenaje pluvial completamente desarrollada.

Si bien existen sectores donde se prevé inundación para las tormentas de diseño, como se aprecia en las correspondientes imágenes del diagnóstico, su resolución implicaría la construcción de nuevos conductos y/o modificación de los existentes.

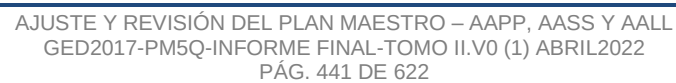
Esto requiere resolver las múltiples interferencias que se producirían con otros servicios bajo tierra, cuyos planos no posee este Consultor.

Por tal motivo, el proyecto de tales obras modificatorias de la red pluvial existente, no está previsto dentro de la presente actualización del Plan Maestro.

15.2.1.10 Posorja

Se ha previsto el revestimiento en hormigón, o entubamiento, de los principales arroyos que atraviesan la ciudad.

En la siguiente figura se visualiza la implantación de las obras proyectadas:



En la siguiente tabla se presenta el cómputo y presupuesto de las obras señaladas precedentemente:

Tabla 15.5: POSORJA - Secciones obras de canalización y entubamiento

CUENCA POSORJA

REVESTIMIENTO/ENTUBAMIENTO CANALES

TRAMO	Tipo	Long.	CAJON				TRAPECIAL			
			N° CELDAS	B	H	Vol H°	Bf	H	Talud m	Sup.
		m	-	m	m	m³	m	m	1:V; m:H	m²
1	Trapezial	360					7,00	1,20	0,60	3.528
2	Trapezial	652					4,00	1,20	1,00	4.821
3	Trapezial	290					3,00	1,20	0,50	1.648
4	Cajón	233	1	1,80	1,50	345				
5	Cajón	161	1	3,00	1,50	403				
6	Cajón	774	2	3,50	1,80	4.044				
7a	Cajón	400	2	2,20	1,80	1.232				
7b	Cajón	444	3	3,00	2,00	3.108				
8	Cajón	191	3	3,00	3,00	1.528				
9	Trapezial	197					9,00	3,00	0,50	3.095
TOTAL						10.659				13.091

COSTO (\$/IVA)

USD

CONDUCTO CAJON 11.251.700

REVEST. H° CANAL 1.673.715

Inversión requerida

Para determinar los costos, se ha tomado valores de contratos recientes de Interagua. De corresponder, se actualizaron en base a los índices elaborados por el INEC.

El monto contractual se ha referido al componente más representativo del costo. Por ejemplo, U\$/m³ de hormigón, en el caso de entubamiento de canales con sección cajón, y U\$/m² para perfilado y revestimiento de canales.

En algunos casos, como en el de revestimiento de canales con hormigón y enchapado con enrocado, se efectuó el correspondiente análisis de precios.

El cuadro siguiente presenta los costos obtenidos, incluyendo los indirectos, sin IVA:

Tabla 15.6: Costos unitarios obras de canalización y entubamiento

CONCEPTO	U	COSTO
REVESTIMIENTO CANALES EN H°	U\$/m²	128
ENCHAPADO DE CANALES CON ENROCADO	U\$/m²	67
ENTUBAMIENTO CANALES SECCIÓN CAJÓN	U\$/m³	1.056
ENTUBAMIENTO Ø 1,20 m	U\$/m	1.236
ENTUBAMIENTO Ø 1,50 m	U\$/m	1.441
ENTUBAMIENTO Ø 1,80 m	U\$/m	1.637

Para el caso particular de la cuenca Noroeste, se mantuvieron los costos obtenidos por Gruconsa en 2017, actualizándolos según el índice del costo de construcción del INEC.

Inversión requerida

Se propone el siguiente esquema de inversiones:

- Ciudad de Guayaquil y Posorja: al fin de la Concesión, año 2031, se alcanza el 100 % de la Inversión Total estimada para la zona.
- Zona de expansión urbana en la cuenca Noroeste: al fin de la Concesión, año 2031, se alcanza el 50 % de la Inversión Total estimada para la zona, con el 20 % en el 5° Q y el 30 % en el 6° Q.

En la tabla siguiente se aprecia la distribución de las inversiones propuesta:

Tabla 15.7: Inversiones en Macro drenaje.

OBRAS DE MACRODRENAJE		
CUENCA	5° Q	6° Q
NORTE	12.552.000	18.828.000
CENTRO	6.788.000	10.182.000
OESTE	4.184.000	6.276.000
NOROESTE	72.820.000	109.230.000
POSORJA	5.168.000	7.752.000
Total Estimado U\$S	101.510.000	152.270.000

15.2.2 Obras en las descargas

Interagua ha identificado obras que tienden a evitar el ingreso de aguas de los cuerpos receptores en correspondencia con las pleamares de mayor magnitud. Para ello se prevén las siguientes intervenciones:

- Instalación de Válvulas en las Descargas
- Estaciones de Bombeo de AALL

15.2.2.1 Instalación de válvulas en las descargas

La problemática asociada al ingreso de agua al sistema pluvial proveniente de los esteros en marea alta, incide en la evacuación de agua de lluvia, influyendo asimismo en los sistemas de alcantarillado cloacal y en la interacción entre ambos.

El principio de funcionamiento de las válvulas es muy simple: se instalan en las descargas del sistema pluvial hacia los ríos o esteros. Si el nivel de agua en la descarga es inferior que el tirante en el conducto la válvula se abre y escurre libremente; si el nivel en la descarga es mayor que el tirante en el conducto de manera tal que exista una diferencia de carga, la válvula se cierra impidiendo el flujo en ambos sentidos.

El proyecto original elaborado por Interagua, contemplaba la instalación de un importante conjunto de válvulas en las descargas hacia los esteros, muchas de las cuales ya han sido instaladas.

Sin embargo, es importante señalar que además se previó la construcción de estaciones de bombeo en un mediano plazo como complemento de las válvulas, pues el escenario más crítico se daría con marea alta sumada a lluvias intensas que no podrían ser evacuadas debido a que aquellas se encuentran cerradas.

La instalación de las válvulas se efectuará en estructuras apropiadas para su protección y mantenimiento, con diseño hidráulico de la cámara de manera de minimizar pérdidas de carga adicionales por formación de vórtices.

De acuerdo con la información disponible, restaría aún por instalar 56 válvulas.

Inversión requerida

Proponemos repartir el trabajo en partes iguales en los dos quinquenios restantes:

5° Quinquenio	U\$S 1.010.000
6° Quinquenio	U\$S 1.010.000

15.2.2.2 Estaciones de bombeo AALL / Descargas y control de descargas

Uno de los problemas recurrentes para el drenaje adecuado de las aguas pluviales es la escasa diferencia de nivel entre las áreas urbanas bajas en el Norte, Centro y Sur de Guayaquil y los niveles del Río Daule y Esteros en oportunidad de ocurrencia de la marea alta.

Para su solución se requiere de independizar el drenaje de las subcuencas de aportes de la descarga a los cuerpos receptores. Para ello se deberán construir estaciones de bombeo.

Se priorizaron para la Actualización del Plan Maestro 11 Estaciones de Bombeo en la Zona Sur, las que requieren complementariamente coleccionar los efluentes de varias descargas pluviales hacia los puntos topográficamente más bajos donde fueron ubicadas dichas estaciones. Algunos de estos colectores se proyectaron como conductos enterrados y otros mediante la construcción de pasarelas sobre las márgenes de los esteros. No se sumaron los costos de estas últimas debido a que se consideran pertenecientes a la planificación urbana de ciudad de Guayaquil.

A modo de ejemplo se muestra a continuación la imagen del lugar de implantación de la EB1 y su correspondiente conducto colector, ubicada en Calle 28 y Medardo Silva.

Figura 15.48: Esquema ubicación EB1.



En la figura anterior, además de la EB se muestra con trazo rojo el Conducto Colector requerido para el transporte de las aguas de lluvia desde las 7 descargas identificadas en triángulos azules sobre fondos cuadrado-blancos.

Dado que las estaciones de bombeo que estaban previstas en el PM 4° Quinquenio no han sido construidas aún, para la presente actualización se han tomado los costos de inversión del anterior, actualizándolos en base al índice del costo de construcción del INEC.

En la Tabla siguiente se presenta la localización de las Estaciones de Bombeo y el quinquenio programado de ejecución.

Tabla 15.8: Estaciones de Bombeo AALL

ESTACIONES DE BOMBEO AALL			
Ubicación	Zona	5°	6°
		Quinquenio	Quinquenio
E.B.1 Veintiocho y Medardo Silva	Sur	3.790.000	
E.B.2 Bolivia y Cuarentainueve	Sur		
E.B.3 Calle L y Cuarentaicinco	Sur		13.000.000
E.B.4 Primer Callejón Q y Cuarentaitres	Sur		
E.B.5 Calle Q y Diecisiete	Sur		
E.B.6 Calle LI y Veintiséis	Sur		
E.B.7 Callejón K y Catorce	Sur		
E.B.P1 Calle K y Veintiuno	Sur		
E.B.P4 Calle El Oro y Enrique Palma	Sur	3.250.000	
E.B.P5 Enrique palma y Cristóbal Colón	Sur	3.250.000	
E.B.P6 Callejón Séptimo y Sedalana	Sur		
Total Estimado U\$S		10.300.000	13.000.000

15.2.3 Expansión de Redes AALL

En el presente punto se presentan las intervenciones e inversiones requeridas para la ampliación del sistema de drenaje de aguas de lluvia en la zona urbana de Guayaquil y en las Parroquias Rurales donde presta servicios Interagua.

Las obras requeridas se deberán ejecutar para complementar el sistema de Canales y Ductos Cajón existentes o a construir.

Las intervenciones consideran la Obras de redes y colectores y sus correspondientes obras conexas para permitir un drenaje pluvial eficiente compatibilizado con las restricciones en las descargas, bajo las siguientes premisas:

- Ciudad de Guayaquil (Área Urbana): Al fin de la Concesión, año 2031, se alcanza el 100 % de la Inversión Total estimada para la zona.
- Zona de Expansión Urbana (Cuenca Noroeste): Al fin de la Concesión, año 2031, se alcanza el 50 % de la Inversión Total estimada para la zona.
- Parroquias Rurales: Al fin de la Concesión, año 2031, se alcanza el 100 % de la Inversión Total estimada para la zona.

Las áreas con urbanización, pero sin red pluvial, fueron determinadas superponiendo las imágenes de Google Earth, con el shape de la red pluvial actual provisto por Interagua.

Los costos de la expansión de la red pluvial, se obtuvieron determinando el costo por hectárea de varios proyectos ejecutados, actualizando sus valores en base al índice del costo de construcción del INEC. Se promediaron los valores así obtenidos, resultando un valor de 97.000 U\$S/ha.

Inversión requerida

Se propone el siguiente esquema de intervenciones:

Tabla 15.9: Expansión de Redes

EXPANSIÓN DE REDES		
CUENCA	5° Q	6° Q
Ciudad de Guayaquil	13.000.000	19.500.000
Noroeste	11.920.000	17.890.000
Parroquias Rurales	2.020.000	3.030.000
Total Estimado U\$S	26.940.000	40.420.000

15.2.4 Renovación y Rehabilitación sistema AALL

Para mantener en óptimas condiciones de operación el sistema de drenaje pluvial, se prevén los siguientes tipos principales de intervención:

- Renovación y Rehabilitación de redes
- Renovación y Rehabilitación de Estaciones de Bombeo de AALL

15.2.4.1 Renovación y Rehabilitación de redes

Se prevé que las redes más antiguas requerirán ser intervenidas para mantener su adecuada prestación.

La metodología propuesta es la rehabilitación mediante la introducción de una membrana interna y su posterior expansión, tal como se ha realizado en diversos conductos de AASS de la ciudad de Guayaquil.

Asumimos que se ha de rehabilitar el 50 % de los conductos de diámetro menor o igual que 400 mm.

Los costos se han determinado a partir de los trabajos de rehabilitación recientes en la cuenca La Chala, asumiendo el tipo de reparación CIPP Estructural 1. Sin embargo, se ha reducido al 70 % el costo de este tipo de reparación, debido a las siguientes razones:

- Las tuberías pluviales, están en general a una profundidad menor que las de AASS, por lo que están sometidas a cargas menores.
- Al no tener conexiones domiciliarias, las membranas no requieren la realización de muchos recortes internos.

Inversión requerida

Resulta una inversión total de U\$S 42.200.000, que proponemos repartir en partes iguales en los dos quinquenios restantes:

5° Quinquenio	U\$S 21.100.000
6° Quinquenio	U\$S 21.100.000

15.2.4.2 Renovación y Rehabilitación de Estaciones de Bombeo

El objeto de esta propuesta es mantener adecuados niveles de servicio en las estaciones bombeo de las aguas excedentes pluviales.

Se considera una vida útil de las bombas y motores de 15 años. Esto implica que debe realizarse una renovación integral del 100% de estos equipos cada tres quinquenios, en las diferentes estaciones de bombeo.

De acuerdo con la información disponible, el mencionado criterio se aplica en la EB Las Orquídeas.

La misma cuenta con tres motobombas de 2.0 m³/s, cuyo remplazo debería producirse durante el 6° Quinquenio.

Los costos de licitación de dicha EB, actualizados al 2020 por el índice IPCO para el rubro bombas de agua, determinan:

Inversión Requerida**6° Quinquenio:**

Renovación y Rehabilitación de Estaciones de Bombeo: U\$S 426.000

15.3. ANEXO MODELACIÓN CON MIKE URBAN**15.3.1 Introducción**

Para la identificación del comportamiento hídrico de las cuencas de interés en el presente proyecto, se utilizó el sistema de modelación MIKE URBAN, desarrollado por el Danish Hydraulic Institute (DHI).

Mike URBAN es un software de cálculo que permite simular el comportamiento de sistemas de redes de distribución de agua potable y sistemas de desagües pluviales para el drenaje urbano. El programa se apoya en una base de datos que almacena la información geométrica e hidráulica de la red a modelar.

Mediante MIKE URBAN es posible simular de manera completa e integrada los aspectos hidrológicos de las cuencas de aporte al sistema de conducción existente o proyectada y los procesos hidráulicos involucrados.

15.3.2 Aspectos Generales del Programa

El análisis del funcionamiento de sistemas colectores de desagües del Mike URBAN CS, permite la simulación del escurrimiento tanto a presión como a superficie libre, bajo distintas condiciones de borde. Para ello, el programa resuelve las ecuaciones de continuidad y dinámica de Saint Venant, permitiendo simular los efectos de remanso, escurrimientos

impermanentes en canales abiertos y en redes de conductos a presión, así como todas las obras secundarias e interconexiones complejas que incluye una red de desagües.

Con relación a los aspectos hidrológicos involucrados en el comportamiento de los sistemas de desagüe, el programa posee un módulo de simulación de los procesos hidrológicos intervinientes en la determinación de la escorrentía originada por las subcuencas componentes del área en estudio.

Con este objetivo, resulta posible la implementación de diferentes métodos de transformación lluvia-caudal con distintos grados de complejidad. Los hidrogramas resultantes de la modelación hidrológica son transportados a través de la red de desagües mediante un modelo hidrodinámico que, como fuera dicho, resuelve las ecuaciones completas de Saint Venant.

Para la elaboración del modelo de simulación, el programa posee una variada gama de herramientas que permite el ingreso de datos en forma georeferenciada, los cuales pueden ser globalmente modificados, borrados o copiados y utilizados para crear nuevas versiones del modelo.

Mike URBAN presenta una interfaz gráfica, que permite mostrar los nodos, ramales, interconexiones, estructuras especiales y subcuencas, permitiendo efectuar las modificaciones necesarias sobre la misma, agregando información en forma simple y rápida.

Además, el programa permite poner mapas de fondo (archivos en formato shapefile de GIS), como referencia geográfica en la pantalla de trabajo. Las herramientas de edición facilitan la modificación de la localización de nodos y la delimitación de subcuencas en forma expeditiva.

15.3.3 Implementación del Modelo Matemático MIKE URBAN

En el marco del presente proyecto se implementaron cinco modelos matemáticos hidrológicos/ hidráulicos de las cuencas Norte, Centro, Sur, Noroeste y Posorja de Guayaquil, para los escenarios de la Situación Actual y Con Obras.

A continuación, se presentan la interfaz de usuario del MU de cada una de las cuencas.

Figura 15.49: Cuenca Norte



Figura 15.50: Cuenca Centro

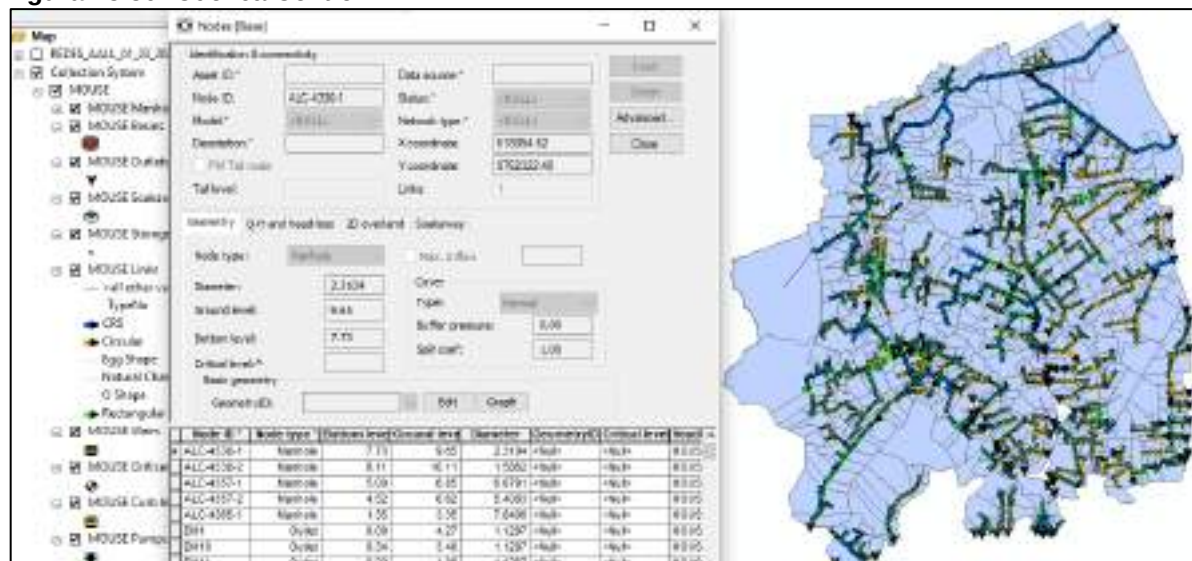


Figura 15.51: Cuenca Sur

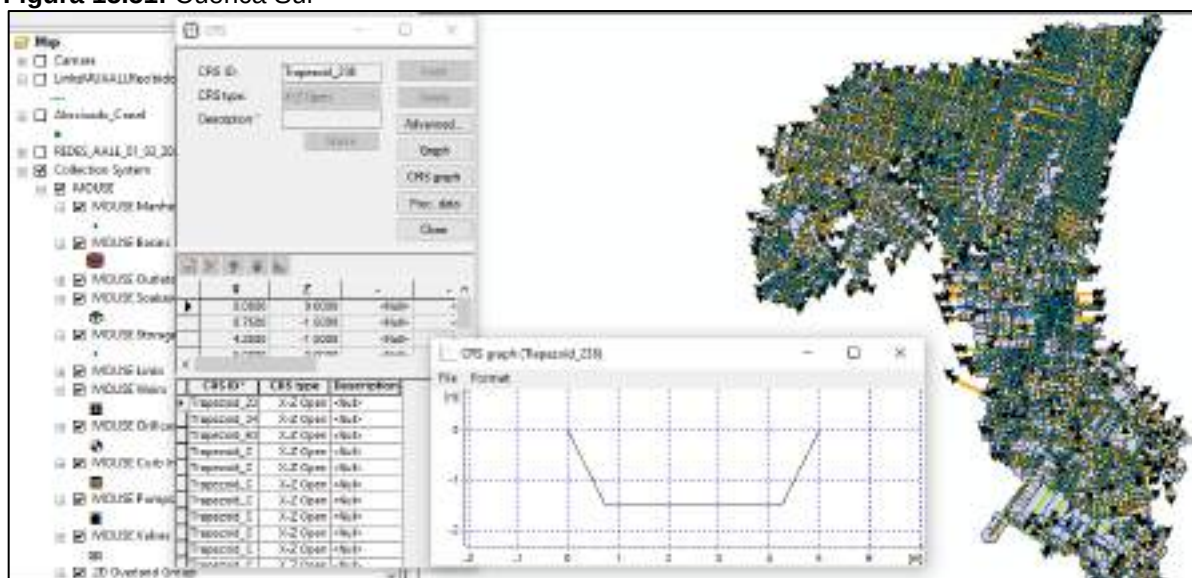
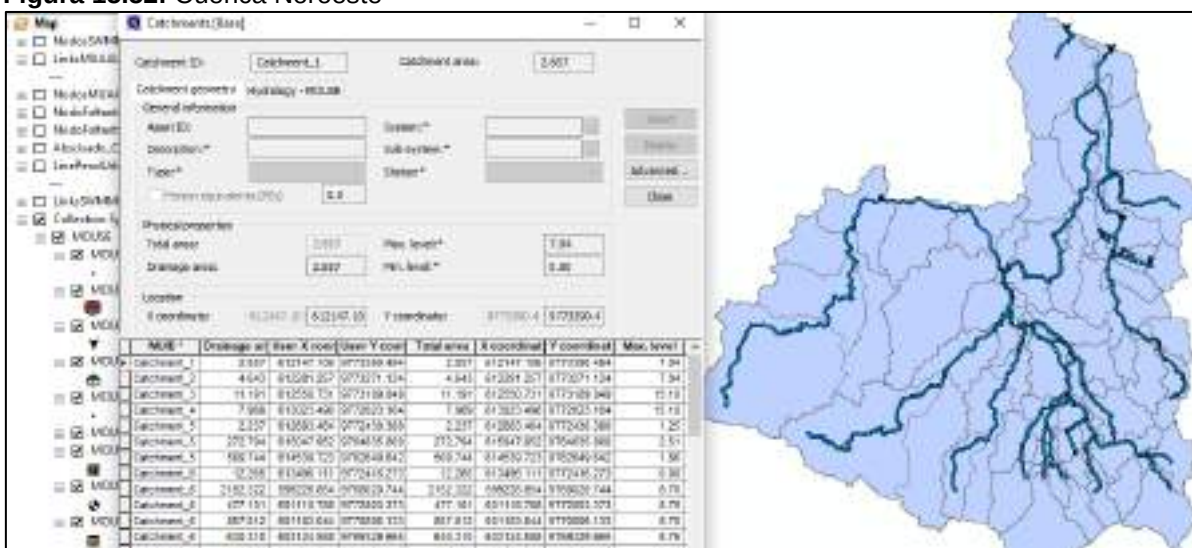


Figura 15.52: Cuenca Noroeste



- Impermeable con pendiente
- Impermeable plano
- Permeable de Infiltración Alta
- Permeable de Infiltración Media
- Permeable de Infiltración Baja

Requiere:

- Porcentaje de área [% of total area]
- Pérdida inicial
 - Wetting loss [m]- pérdida única, explica la humectación de la superficie de captación. El valor predeterminado para todos los tipos de superficie es $5.00E10^{-5}$ m.
 - Storage loss [m]- pérdida única, define la profundidad de precipitación requerida para llenar las depresiones en la superficie de captación antes de que escurra (no hay almacenamiento de la porción de área impermeable con pendiente). El valor predeterminado depende del tipo de superficie.
- Capacidad de infiltración Horton
 - o Start infiltration [m/s] - define la velocidad máxima de infiltración (Horton) para el tipo de superficie específico. El valor predeterminado depende del tipo de superficie.
 - o End infiltration [m/s] - define la tasa mínima de infiltración (Horton) para el tipo de superficie específico. El valor predeterminado depende del tipo de superficie.
- Exponente Horton
 - Horton's Exponent - time factor "parámetro característico del suelo" [s^{-1}]. Determina la dinámica de la reducción de la tasa de capacidad de infiltración a lo largo del tiempo durante la precipitación. El valor predeterminado depende del tipo de superficie.
 - Inverse Horton's Equation [s^{-1}] - factor de tiempo utilizado en el "inverso de Horton ecuación", definiendo la velocidad de recuperación de la capacidad de infiltración del suelo después de precipitaciones, es decir, en un período de secado. El valor predeterminado depende del tipo de superficie.
- Número de Manning (M) [$m^{1/3}s^{-1}$] - describe la rugosidad de la superficie de la cuenca, utilizada en el enrutamiento hidráulico de la escorrentía (fórmula de Manning). Los valores predeterminados dependen de la categoría de superficie de la cuenca.

En la siguiente tabla se presentan valores predeterminados para los parámetros de pérdida inicial, capacidad de infiltración Horton, exponente Horton y Coeficiente de Manning.

Tabla 15.10: Valores predeterminados para parámetros hidrológicos, Modelo B

Default values for hydrological parameters - Runoff Model B					
Parameter	Impervious		Pervious		
	Roof	Flat area	Small Inf.	Medium Inf.	Large Inf.
Wetting (m)	5.00E-5	5.00E-5	5.00E-5	5.00E-5	5.00E-5
Storage (m)	-	6.00E-4	1.00E-3	1.00E-3	2.00E-3
Start.inf.(m/s)	-	-	1.00E-6	1.00E-5	2.00E-5
End.inf. (m/s)	-	-	5.00E-7	1.00E-6	5.00E-6
Exponent (s ⁻¹)	-	-	1.50E-3	1.50E-3	1.50E-3
Inverse Exp. (s ⁻¹)	-	-	5.00E-6	1.00E-5	5.00E-5
Manning (m ^{1/3} s ⁻¹)	80	70	30	30	12

Algunos de los parámetros se asignaron en base a la información en el SWMM. A continuación, se presenta la tabla de correspondencia de parámetros entre el modelo SWMM del Plan Maestro 2015 al importarlo al MIKE URBAN.

Tabla 15.11: Equivalencias SWMM – Mike Urban

SWMM	MIKE URBAN
% Imperv: Percent of the land area which is impervious % Zero-Imperv: Percent of the impervious area with no depression storage. 100-% Impermeabilidad	%Impervious • Flat • Steep %Pervious • Low • Medium • High
Pendiente [%]	Pendiente [‰]
• N-Imperv • N-Perv	Manning number x superficie • Flat/Steep • Low/Medium/High

Los valores predeterminados del resto de los parámetros fueron modificados con el fin de alcanzar una coincidencia en los valores de la escorrentía resultante en comparación con los resultados del SWMM.

Modelo C2

En los casos de las cuencas Oeste y Noroeste, al incluir las cuencas de los modelos MU de Interagua, fue necesario configurar dos modelos hidrológicos distintos que funcionen simultáneamente.

La funcionalidad para implementar la convivencia simultánea de múltiples modelos hidrológicos en MIKE URBAN, se realiza en el campo ms_Catchment.HydrologicalModelNo en la tabla de Catchments, según la codificación:

- 1 = TA curve
- 2 = Kinematic wave
- 3 = C1
- 4 = C2
- 5 = RDI (solo)
- 6 = RDI + A
- 7 = RDI + B

- 8 = UHM
- 9 = RDI + UHM

En las cuencas Oeste y Noroeste el Modelo B se combinó con el Modelo C2 (francés) Método de almacenamiento lineal. Este modelo calcula la escorrentía sobre la base de la circulación de la escorrentía por un embalse lineal.

Esto significa que la escorrentía superficial de una cuenca se hace proporcional al nivel de agua en la cuenca. Hay dos versiones de este modelo, que son equivalentes a los modelos empleados en los Países Bajos (C1) y en Francia (C2).

La cantidad de escorrentía se controla mediante las pérdidas iniciales, el tamaño del área que contribuye realmente y las pérdidas de infiltración.

La forma del hidrograma de escorrentía se controla mediante la constante de tiempo de la cuenca o tiempo de retardo (según la teoría del embalse lineal).

El Modelo C2 requiere los siguientes parámetros:

- Longitud: [m] - longitud de la cuenca, utilizada en el cálculo empírico de la constante de tiempo de retraso de las cuencas. Representa la estimación de la longitud máxima de escorrentía desde la periferia de la cuenca hasta el punto de concentración.
- Porcentaje de impermeabilidad - [%] fracción de la superficie de la cuenca, considerada para contribuir a la escorrentía.
- Pendiente [‰] - pendiente de la cuenca, utilizada en el cálculo empírico de la constante de tiempo de retraso de las cuencas. Representa la estimación de la pendiente media de la cuenca.
- Pérdida inicial - define la profundidad de precipitación, [m], necesaria para iniciar la escorrentía superficial. Esta es una pérdida única, que comprende la humectación y el llenado de las depresiones de la cuenca. El valor predeterminado es 5.00×10^{-4} m.
- Factor de reducción: incluye diversas pérdidas hidrológicas no contabilizadas explícitamente en el cálculo. El valor predeterminado es 0,90.
- Lag time (tiempo de retardo) [min]: es el tiempo que transcurre entre el centroide del hietograma y el momento del pico del hidrograma en la descarga. El valor predeterminado es 5.0 min.

Cálculo de Lag time

El Lag time se calculó como 3/5 del tiempo de concentración (suma del tiempo en manto y el tiempo en cauce).

$$T_{lag} = 3/5 (t_{manto} + t_{cauce})$$

El tiempo en manto y en cauce se calculan por medio de la longitud y la velocidad, respectivas.

Tormentas de diseño

Para las corridas del escenario de la Situación Actual se utilizaron las tormentas de diseño de 2, 5 y 10 años de recurrencia, de dos horas de duración. Para las corridas con Obras, se empleó la tormenta de diseño de 10 años, y la generada a partir del estudio “*Derivación De Las Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (I.D.F.) Para La Ciudad De Guayaquil*” (2013) de Víctor Manuel Acosta Arcos, de seis horas de duración, para $T_r = 10$ años, incrementada en un 5 % por efecto del cambio climático.

15.3.3.2 Delimitación de cuencas

La base de la delimitación de cuencas se tomó de los modelos antecedentes (Plan Maestro 2015 y Mike Urban Interagua), sobre las que se realizaron modificaciones.

Los límites entre las cuencas Noroeste, Norte y Centro se modificaron para conservar la adyacencia. A continuación, se presentan las imágenes de las cuencas originales y las modificadas.

Figura 15.54: Delimitación de cuencas original

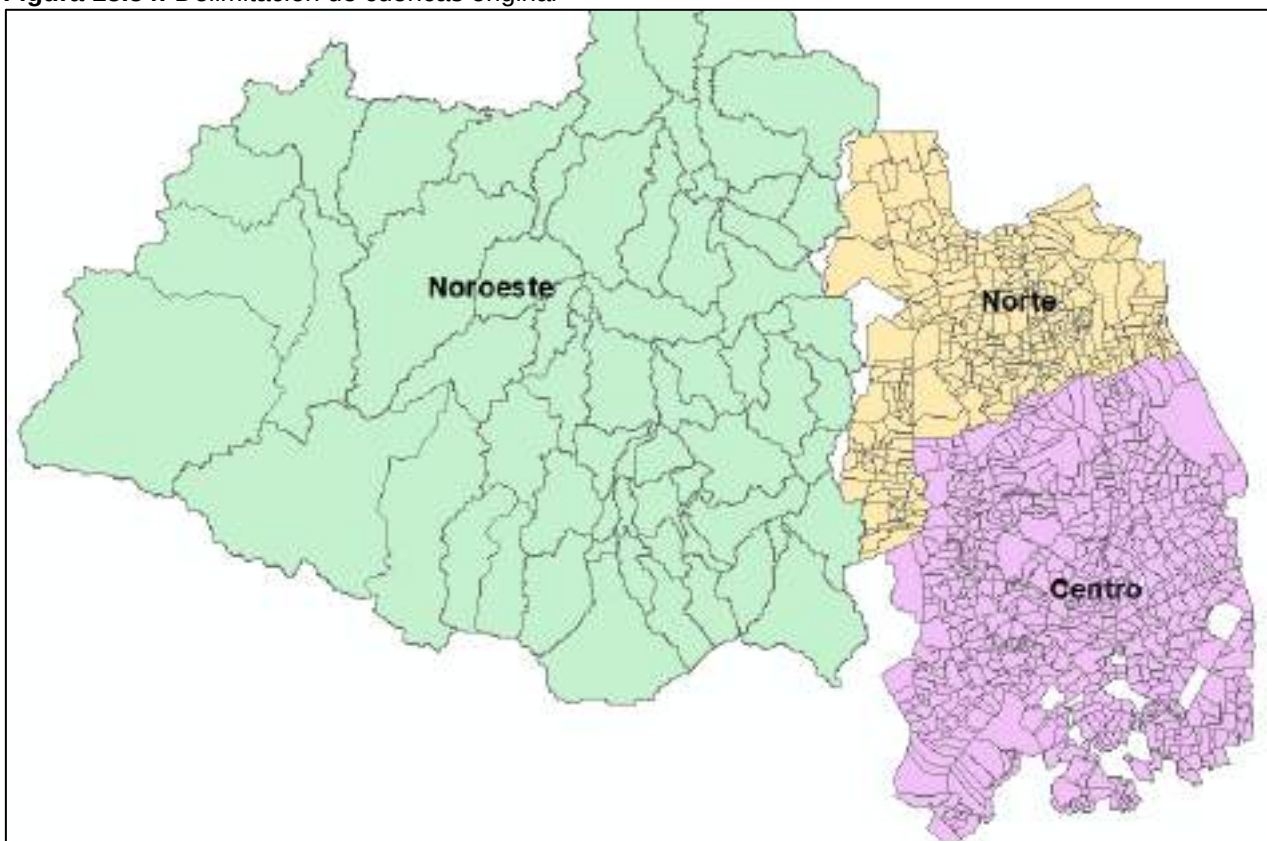
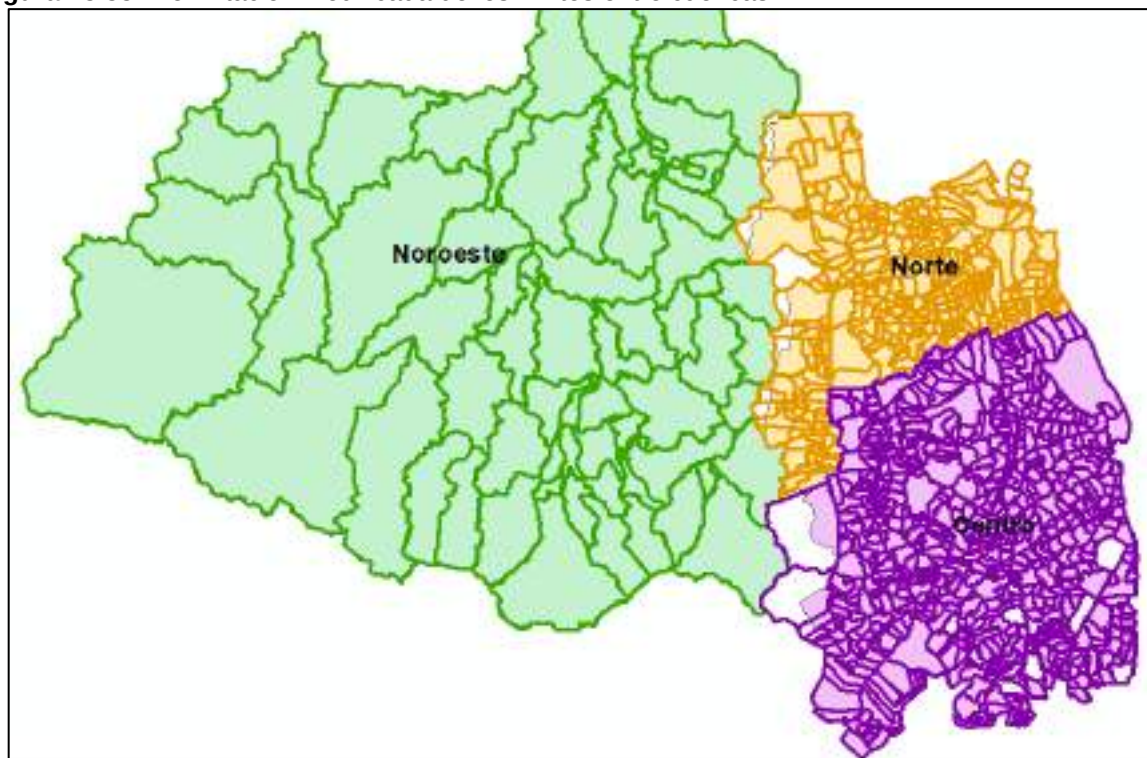
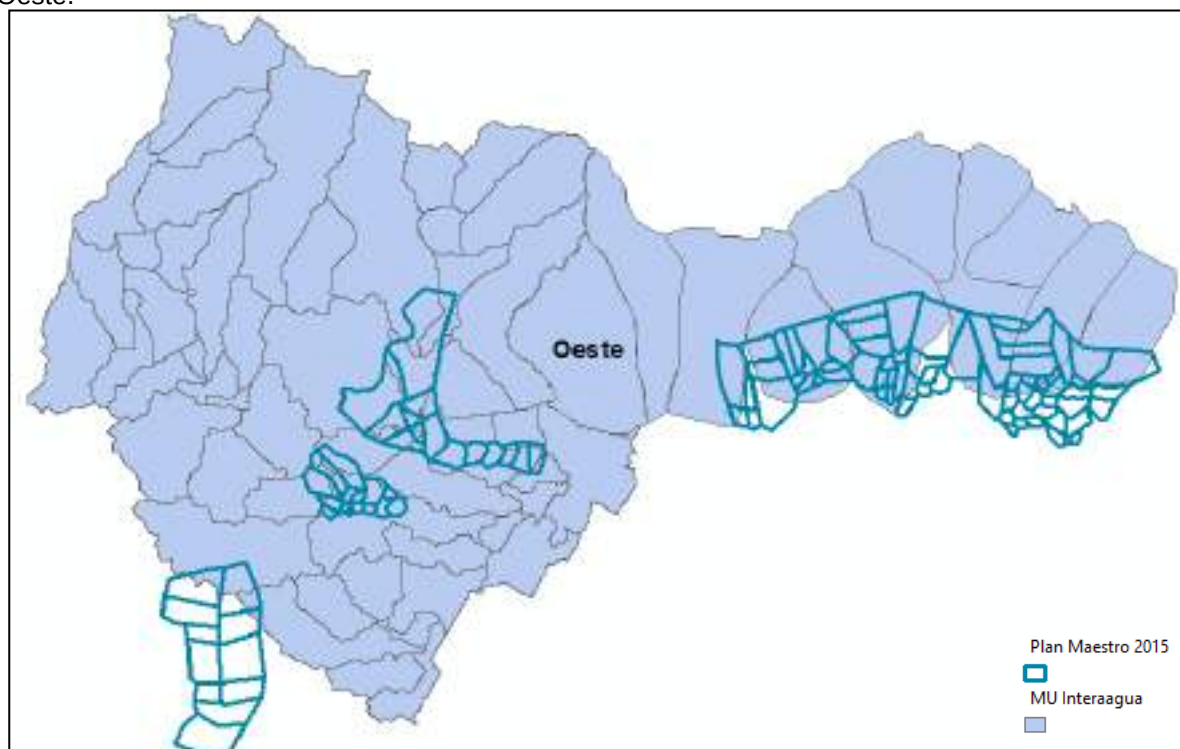


Figura 15.55: Delimitación modificada de los límites entre cuencas.

En el caso de la cuenca Oeste, donde se combinaron subcuencas de distintas fuentes, se modificaron varios límites de subcuencas para un mejor ajuste. En las siguientes imágenes se observa la divergencia de formas entre las distintas fuentes de información.

Figura 15.56: Delimitación de cuencas según Plan Maestro 2015 y Mike Urban Interagua, cuenca Oeste.

También se crearon nuevas cuencas de aporte directo para los tramos de red incorporados a partir de los planos de obra final y del shapefile de redes actualizado a marzo del 2021, para las cuencas Noroeste, Centro, Sur y Oeste. Las siguientes figuras destacan las subcuencas nuevas creadas para cada una de las cuencas.

Figura 15.57: Subcuencas nuevas, cuenca Noroeste.

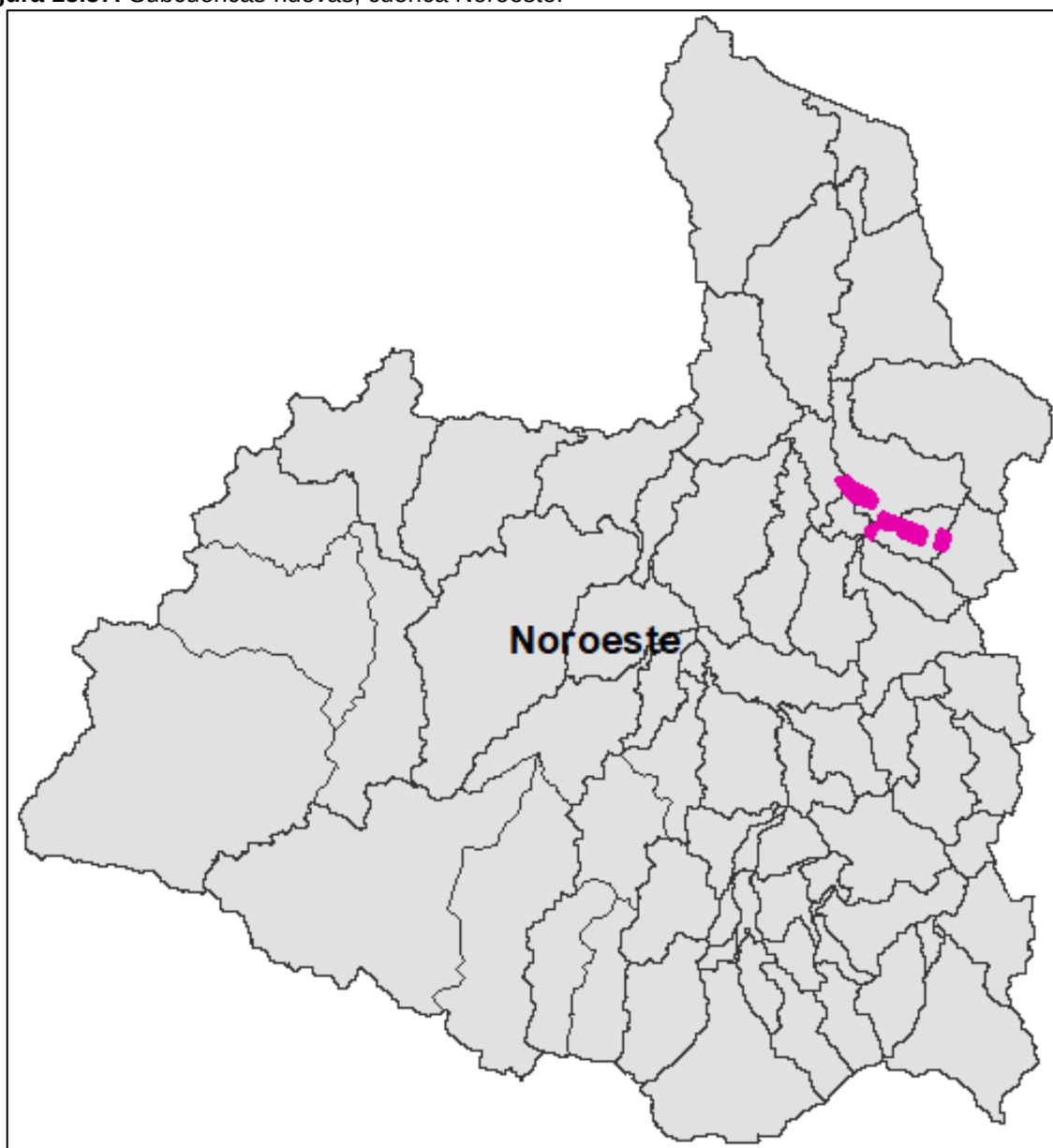


Figura 15.58: Subcuencas nuevas, cuenca Oeste.

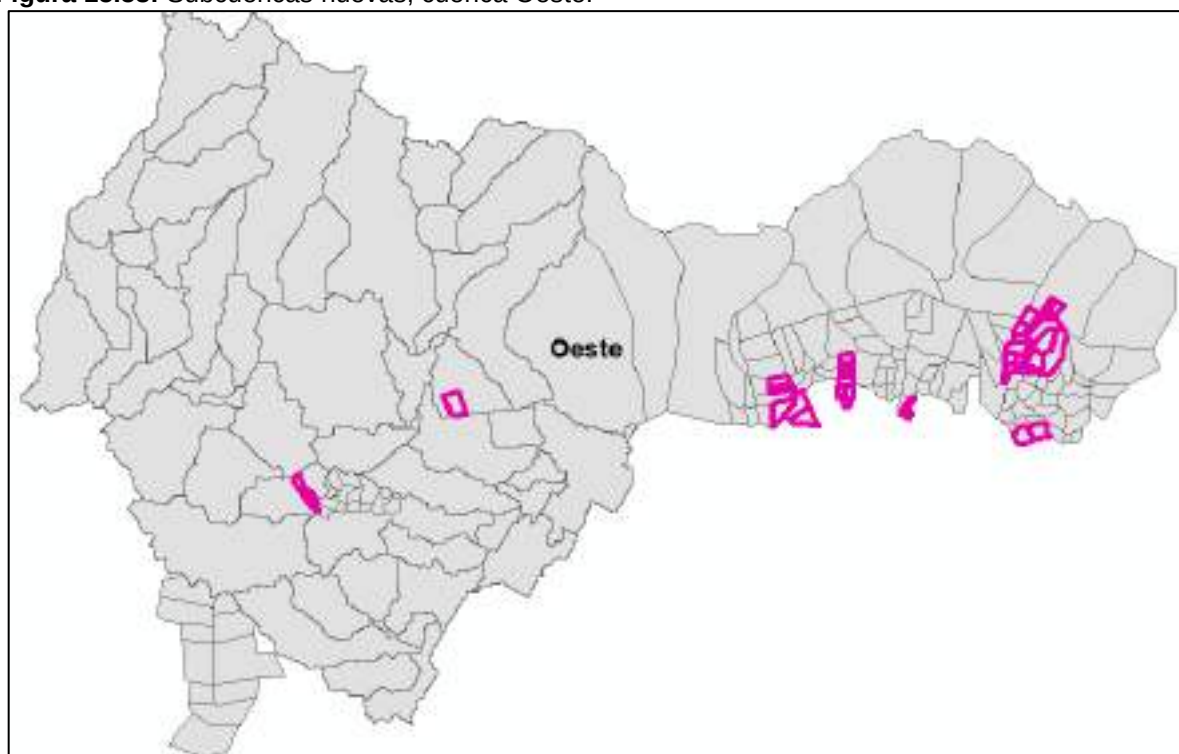
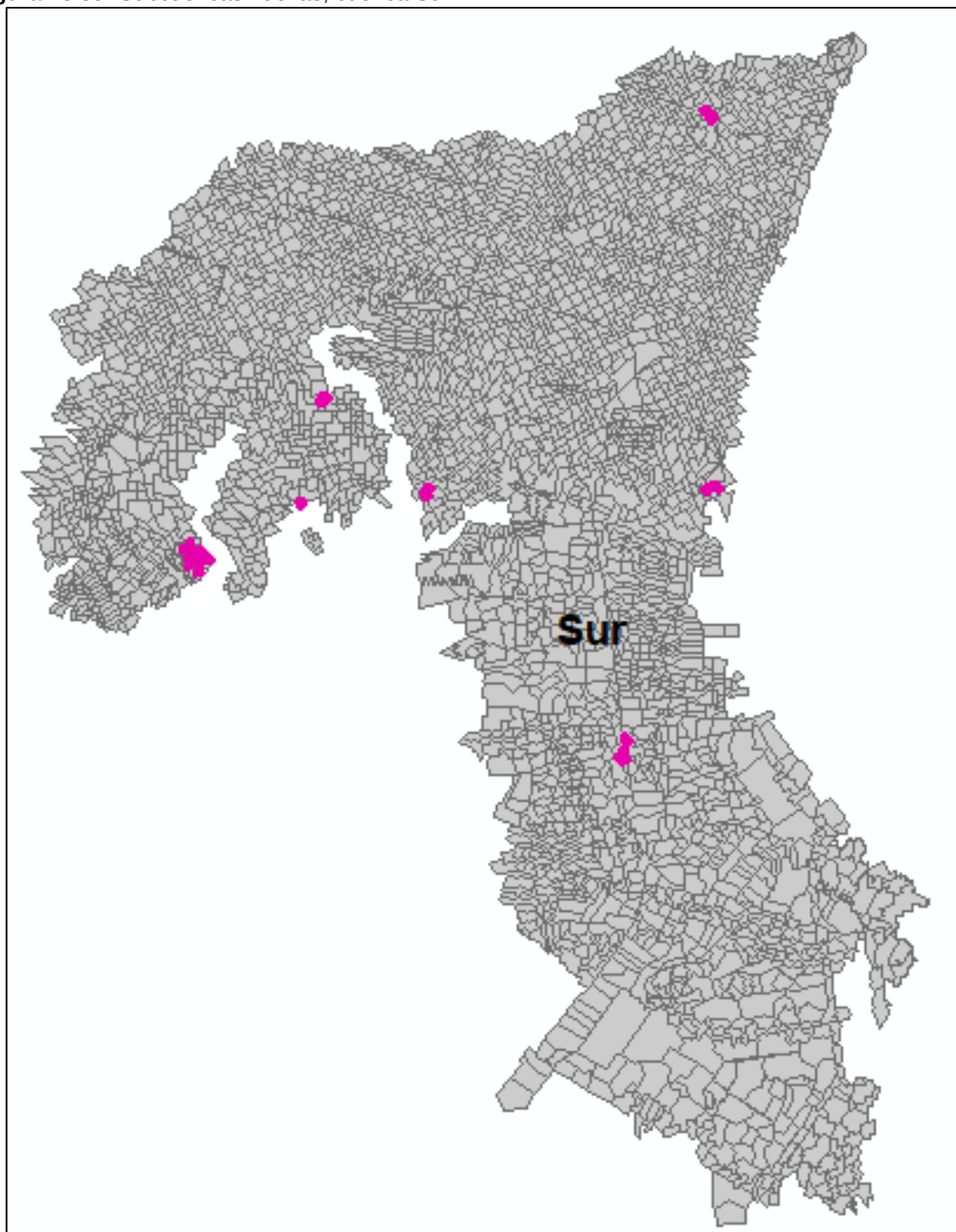


Figura 15.59: Subcuencas nuevas, cuenca Sur.

Tanto para las cuencas modificadas como para las nuevas, se generaron nuevos valores de los parámetros hidrológicos.

15.3.3.3 Modelación Hidrodinámica

La simulación del funcionamiento de la red de conductos del sistema en MIKE URBAN resuelve las ecuaciones completas de Saint Venant (flujo dinámico), lo que permite la modelización de efectos de remansos, inversión del flujo y escurrimiento a superficie libre y a presión, determinando niveles y caudales en distintos puntos de la misma.

Estas ecuaciones principales del sistema a resolver son:

Ecuación de conservación de la masa (ecuación de continuidad)

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

Ecuación de conservación de la energía (ecuación de momento)

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right) + g * A * \frac{\partial y}{\partial x} + g * A * I_f = g * A * I_o$$

donde:

Q es el caudal en m³/seg

A es el área del flujo (m²)

y es el tirante del flujo (m)

g es la aceleración de gravedad (m/seg²)

x es la distancia en la dirección del flujo

t es el tiempo (s)

α es el coeficiente de distribución de la velocidad

I_f es la pendiente por rozamiento

I_o es la pendiente de fondo

El sistema de cálculo utiliza una solución numérica implícita en diferencias finitas de las ecuaciones del flujo presentadas, sobre la base de las siguientes hipótesis:

- el agua es incompresible y homogénea, es decir la variación en la densidad es despreciable
- la pendiente de fondo es pequeña, así el coseno del ángulo que forma con la horizontal puede tomarse como 1.
- las longitudes de onda son grandes comparadas con la profundidad del agua. Así se asegura que el flujo en todas partes pueda tomarse con dirección paralela al fondo; es decir, la aceleración vertical puede despreciarse y se puede adoptar una variación hidrostática de presión a lo largo de la vertical.
- el flujo es subcrítico (el flujo supercrítico también se puede modelizar en Mike URBAN CS Mouse, pero utilizando condiciones más restrictivas).

Las ecuaciones de Saint-Venant se desarrollaron para calcular las condiciones de escurrimiento a superficie libre. Pero las mismas ecuaciones se pueden utilizar para calcular el caudal en un escurrimiento a presión, mediante el empleo del método de la “ranura de Preissmann” en el techo del conducto (Preissmann y Cunge, 1961).

Para obtener una transición suave entre el cálculo del flujo en superficie libre y el cálculo del flujo presurizado es necesario aplicar una transición “suave” entre la geometría real de la tubería y la hendidura ficticia (ranura).

Dicha transición ha sido diseñada basándose en series de ensayos con varias configuraciones de ranuras. La configuración finalmente adoptada ha permitido obtener cálculos estables y precisos.

Condiciones de Borde

Se impusieron niveles constantes en las descargas a los esteros y a ríos, correspondientes al 85 % de permanencia de los máximos diarios registrados.

En los escenarios con Obra se incrementaron estos niveles en 30 cm contemplando el efecto del cambio climático.

Estructuras hidráulicas

Los modelos implementados están conformados por los siguientes elementos de red:

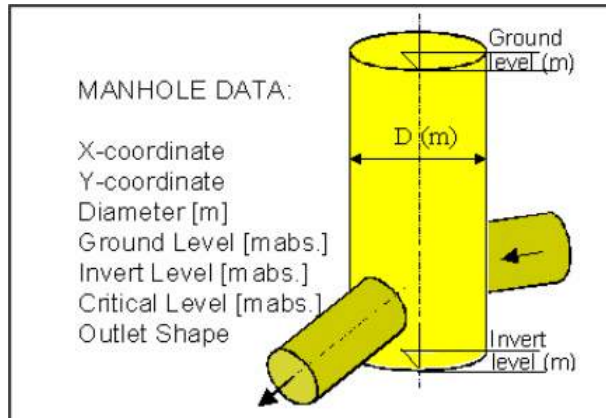
- Nodos
- Conductos / Canales
- Vertederos
- Orificios

➤ Nodos

Los nodos (bocas de registro) son puntos que asocian conductos; es decir, cada tramo de conducto queda definido por dos nodos, en tanto que los nodos quedan definidos por los siguientes parámetros:

- Coordenadas X / Y
- Valor de Nivel de Invertido
- Valor de Nivel de Terreno
- Diámetro

Figura 15.60: Esquema de la estructura definida como nodo.



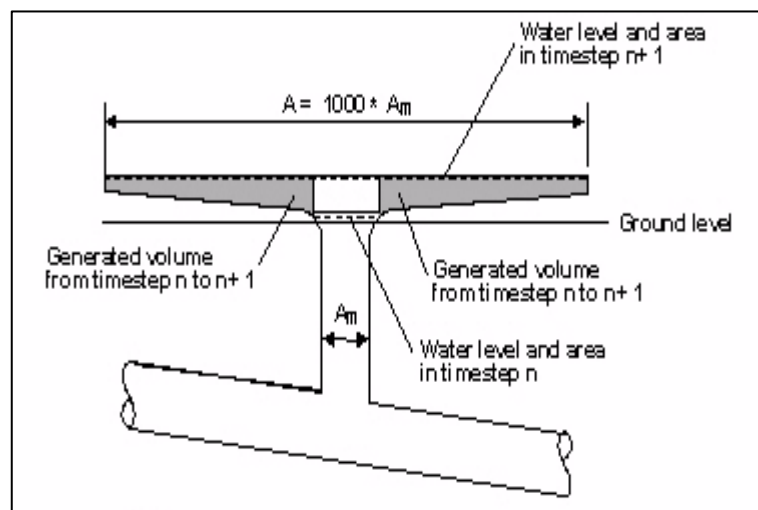
Estructura del nodo.

Cálculo de diámetro de los nodos

En MU, si el nivel del agua en un nodo alcanza el nivel de terreno, se inserta un cuenco de "inundación" artificial sobre el nodo. La superficie de este cuenco se incrementa gradualmente, en base al área del nodo (diámetro), 1000 veces mayor, simulando así la inundación superficial.

Esta expansión gradual evita un cambio brusco del área del cuenco de 1 a 1000, que en caso contrario provocaría una pérdida significativa del equilibrio hídrico.

Figura 15.61:



Es decir, el diámetro del nodo tiene como función principal la de dimensionar el cuenco que representa la inundación superficial una vez que el nivel de agua supera el nivel de terreno. En el SWMM la inundación superficial se introduce mediante el parámetro de Pondered Area.

Conexiones múltiples a nodos

Se modificó el tipo de conexión de la escorrentía resultante del modelo hidrológico a la red. En los modelos anteriores era a un único nodo de la cuenca.

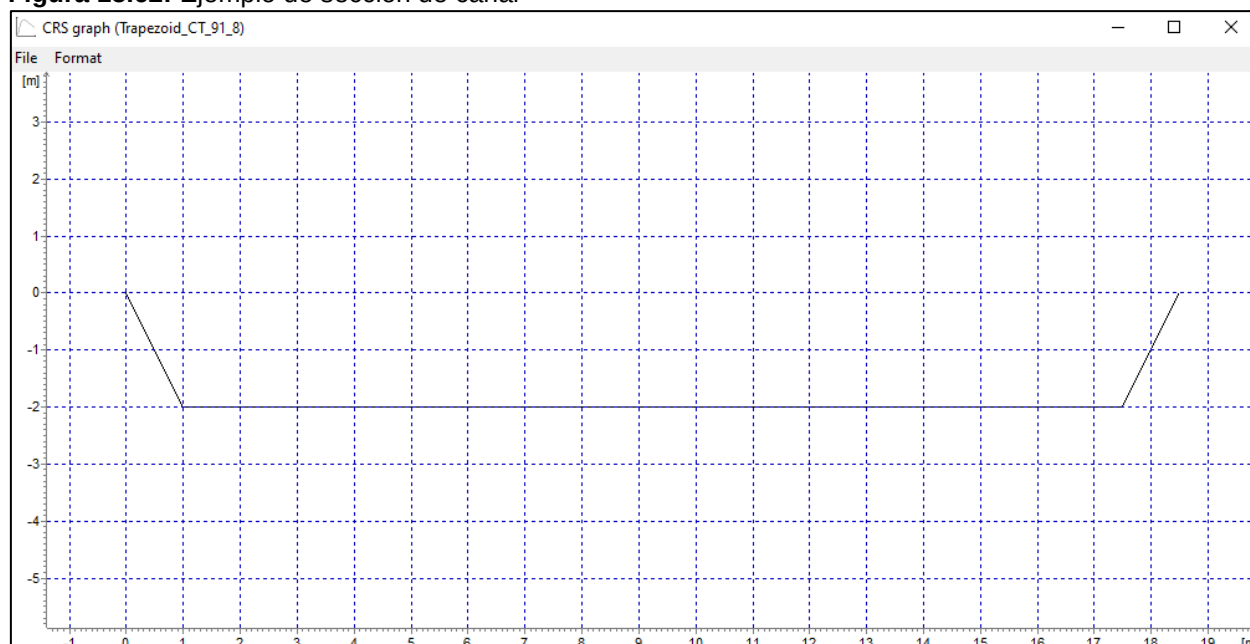
En estos modelos se incluyó a todos los nodos de la cuenca, dividiendo la escorrentía en partes iguales para todos los nodos.

➤ Conductos/Canales

También llamados "Links" en el modelo. Estos elementos, en el caso específico del presente proyecto, representan tramos de conductos y canales de río/arroyo y quedan definidos por los niveles de invertido, entre dos nodos.

La información requerida para la modelación de los conductos está compuesta por los nodos aguas abajo y aguas arriba donde se conecta el conducto, su altura y ancho o bien el diámetro, la forma del conducto, la rugosidad, el material y los detalles de pérdidas localizadas en cada extremo.

Los canales, conducciones a superficie libre, tienen asociadas secciones transversales. En la siguiente figura se aprecia una sección transversal, a modo de ejemplo.

Figura 15.62: Ejemplo de sección de canal

Coeficientes de Manning

En la siguiente tabla se listan los coeficientes de Manning utilizados en los modelos.

Tabla 15.12: Coeficientes de Manning

MATERIAL	COEFICIENE MANNING n	COEFICIENE MANNING M
ACERO	0.012	83.333
GRP	0.01	100.000
HA	0.013	76.923
HD	0.01	100.000
HF	0.01	100.000
HG	0.01	100.000
HS	0.013	76.923
PEAD	0.012	83.333
PRFV	0.012	83.333
PVC	0.012	83.333
PVC_NF	0.012	83.333
PVC_NL	0.012	83.333
TN	0.03	33.333
TN	0.035	28.571

➤ Vertederos

Mike URBAN permite la modelación de un aliviadero que representa una relación funcional que conecta dos nudos de una red. El vertedero está caracterizado por el método de cálculo, cota de cresta, longitud tipo de aliviadero y orientación.

- La orientación (grados) juega un papel muy importante, ya que dependiendo de la orientación especificada, se incluye la energía cinética (90°) o no (0°) en los cálculos de los caudales a través de los aliviaderos.

➤ Orificios

Los orificios constituyen básicamente una restricción de caudal. Se pueden utilizar para, por ejemplo, controlar la descarga de obras de almacenamiento, como es el caso de los reservorios implementados en el escenario de obra de la cuenca Noroeste.

15.3.3.4 Resultados

Mike URBAN provee de distintas variables de resultados; como por ejemplo, niveles de nodos, caudales en conductos, caudales en orificios, etc.

La información puede presentarse en perfiles longitudinales o en planta. A continuación, se presenta un ejemplo de cada tipo de representación.

Figura 15.63: Cuenca Centro, localización del perfil longitudinal.



Figura 15.64: Perfil longitudinal, situación actual, 10 años de recurrencia.

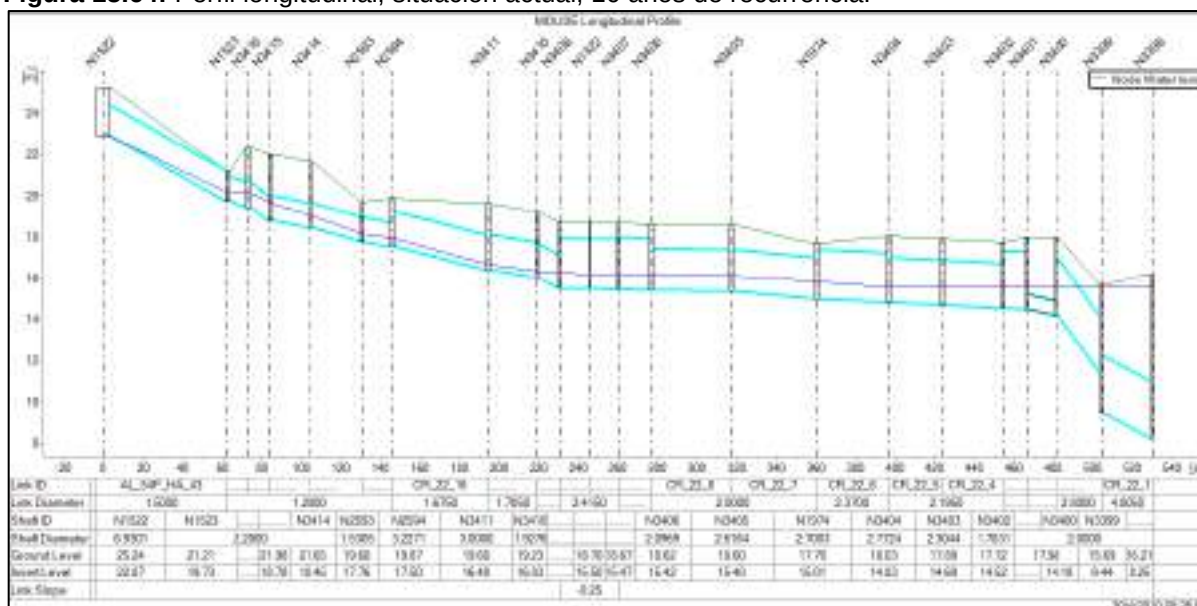
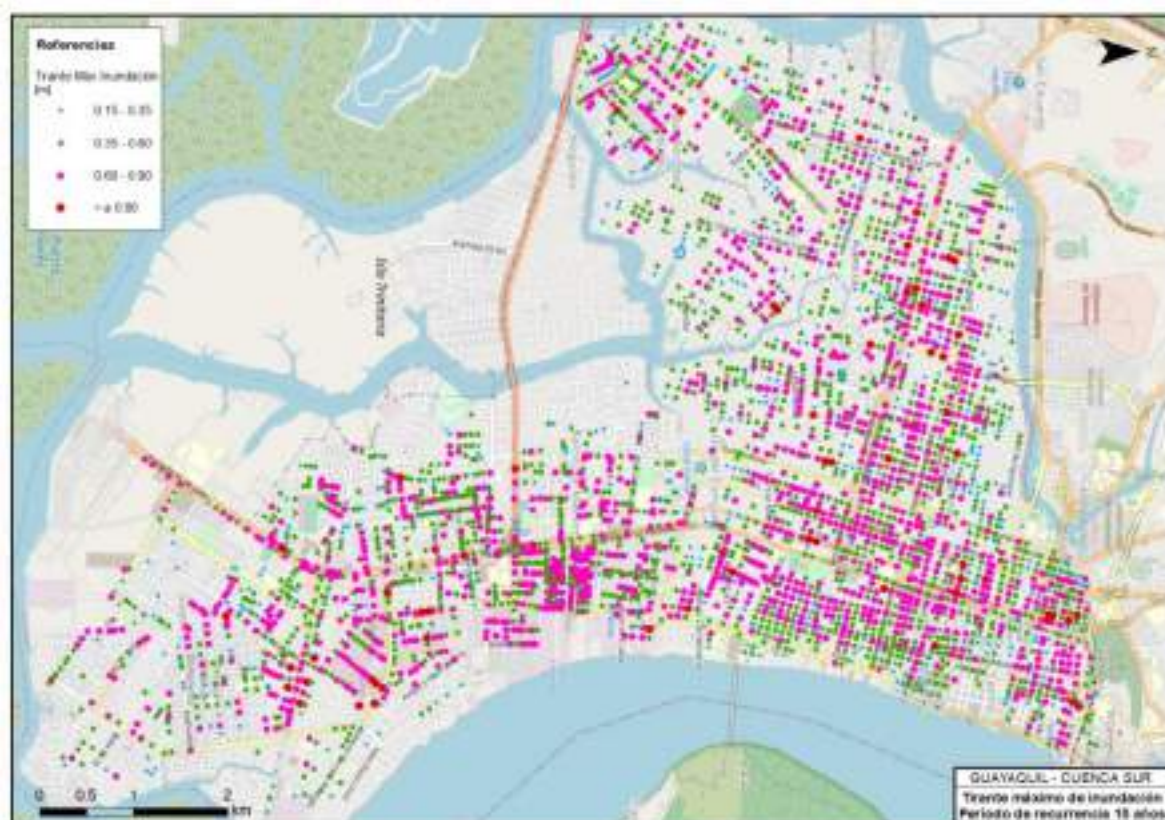


Figura 15.65: Cuenca Sur, tirante máximo de inundación, situación actual, 10 años de recurrencia.



16. CONTROL DE EFLUENTES NO DOMÉSTICOS

16.1. Introducción

El Anexo 2 del Contrato de Concesión de Interagua, establece en su punto 2.5 CONTROL DE LOS EFLUENTES INDUSTRIALES, las características a las que deben adecuarse los efluentes industriales para ser recibidos en la red de alcantarillado sanitario.

También se establece la obligación por parte del Concesionario del control de los tratamientos necesarios para su adecuación como asimismo la verificación de la calidad de los efluentes volcados. *“La Concesionaria controlará la implementación de los sistemas de tratamiento que se requieran y la calidad de los efluentes, de acuerdo con las normas indicadas”*

Asimismo, y más allá de las obligaciones regulatorias los volcamientos industriales a la red de alcantarillado, con parámetros fuera de norma, generan asiduamente problemas en las Plantas Depuradoras, lo que provoca volcamientos fuera de norma del efluente de la Planta al cuerpo receptor con el consiguiente perjuicio para la Concesionaria, y posibles sanciones de la Autoridad de Control.

Teniendo en cuenta ambas premisas, resulta de vital importancia la implementación de un Sistema de Control de Efluentes eficiente, que garantice la calidad de los líquidos que Interagua C. Ltda. recibe en su red de alcantarillado, transporta, trata y dispone en los cuerpos receptores.

16.2. Criterios para un eficiente Control Industrial

Como mencionamos, el Plan de Control a implementar debe por un lado asegurar el cumplimiento de las obligaciones de la Concesionaria en relación con los volcamientos a recibir en su red de alcantarillado, y al mismo tiempo asegurar la calidad del líquido transportado y recibido en sus Plantas Depuradoras, con el objetivo que puedan ser tratados adecuadamente antes de su vuelco al cuerpo receptor.

La problemática del control industrial está asociada a la cultura y grado de maduración de la conciencia ambiental que en los distintos países haya alcanzado la actividad industrial, debiendo ser al principio más estricta en países donde esta conciencia ambiental aún no ha alcanzado un alto grado de maduración.

Esta problemática se complejiza más aun en zonas de alto grado de asentamiento de industrias, lo que se traduce en la imposibilidad de inspeccionar y verificar la calidad de vuelco de todas las industrias con una frecuencia razonable.

Asimismo, muchas industrias trabajan con procesos batch donde el efluente es volcado por ejemplo determinado día de la semana y en horario nocturno, haciendo casi imposible su detección a través de un control directo convencional.

Teniendo en cuenta lo mencionado, es altamente recomendable que el Plan de Control de Calidad de Efluentes, presente un sistema combinado de controles de volcamiento a determinado tipo de industrias, asociado a un control de calidad por cuencas, directamente en la red de alcantarillado sanitario.

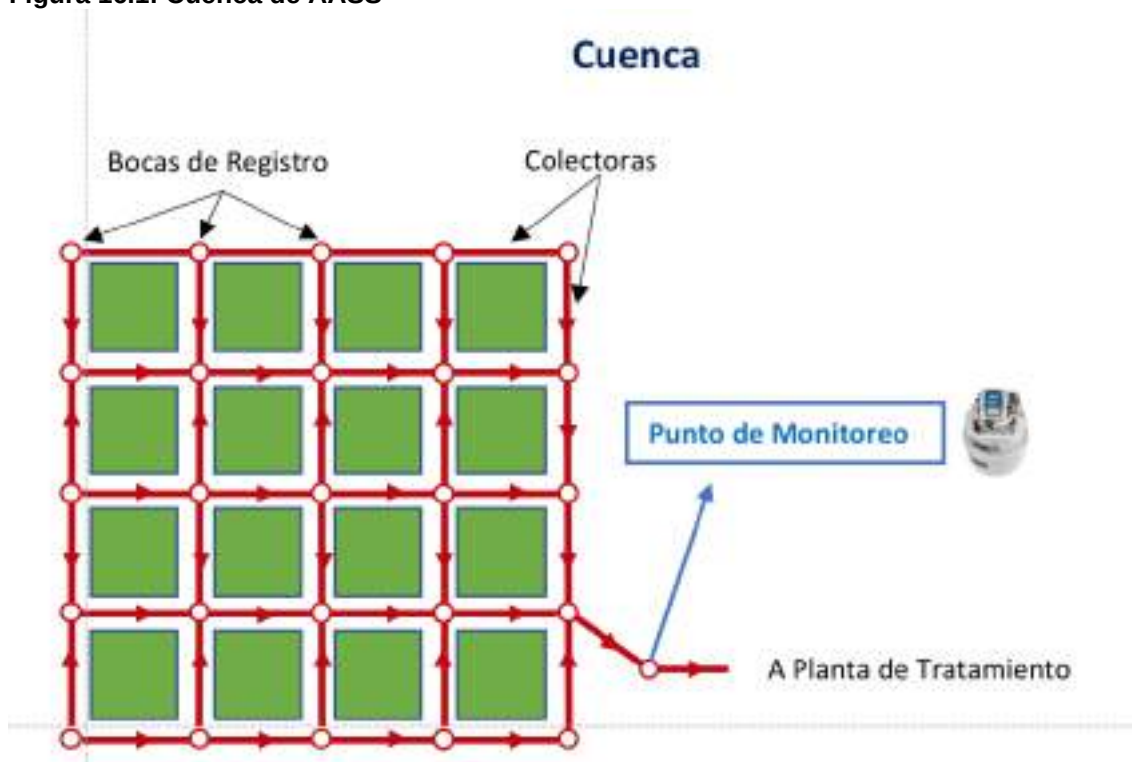
16.3. Programa de Monitoreo Combinado de Líquidos Residuales

El programa propuesto se fundamenta en un control de calidad de los líquidos residuales a nivel de Cuencas y Subcuencas, con una frecuencia variable asociada a una clasificación de cuencas, en función del grado de peligrosidad potencial de las mismas.

El monitoreo de cuencas se complementa con un control selectivo a industrias definidas como de control individual obligatorio.

El concepto de Cuenca cloacal se define como un área, que puede abarcar mayor o menor tamaño, pero que cumple que todos los inmuebles dentro de esta área que vuelcan a la red de alcantarillado convergen a un mismo punto.

Figura 16.1: Cuenca de AASS



Es decir que, controlando la calidad en el punto de descarga de la cuenca, se controla de forma indirecta todo volcamiento de establecimientos que estén incluidos en el área mencionada.

Las cuencas principales, a su vez se dividen en cuencas secundarias, susceptibles de aplicar el control indirecto.

16.3.1 Cuencas Principales de Guayaquil

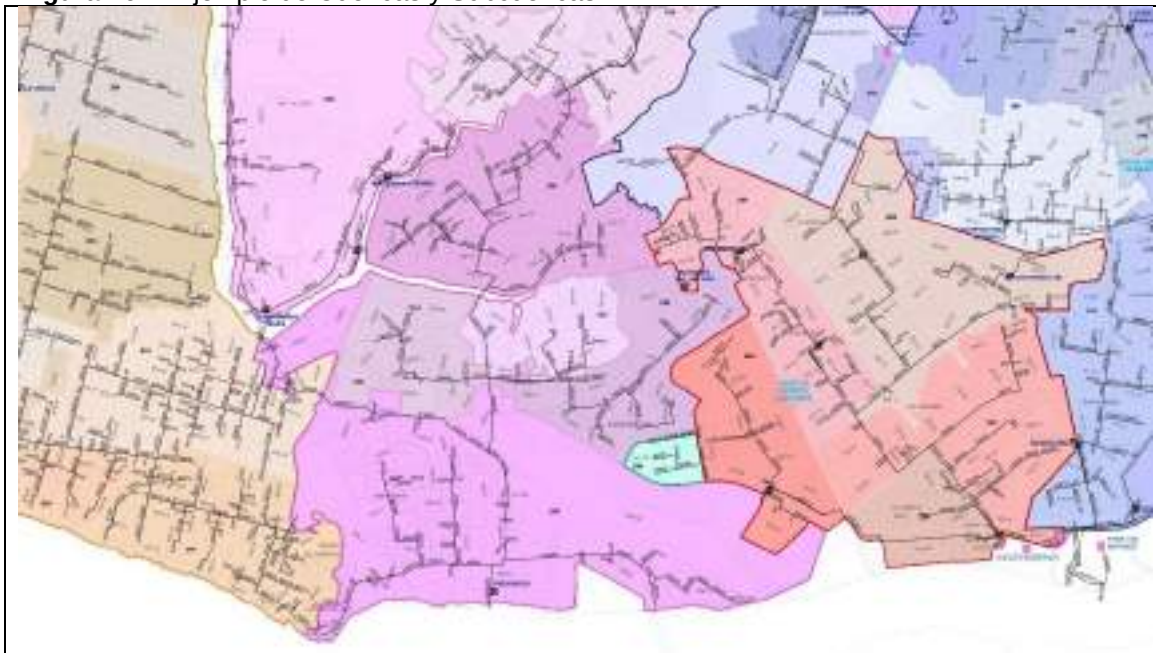
1. Caracol Tottori M. Bello
2. Costa
3. Garzota, Sauces, Alborada
4. Guasmo
5. Guayacanes – Samanes
6. Mucho Lote
7. Orquídeas
8. Pantano Seco
9. Pradera
10. Progreso
11. Simón Bolívar

12. Sistema III

16.3.2 Cuencas Secundarias o Subcuencas

Se definirán dentro de cada una de las cuencas principales, las distintas subcuencas, de acuerdo con la tipología y diseño de la red de alcantarillado.

Figura 16.2: Ejemplo de Cuencas y Subcuencas



En una primera instancia se estima que podrían definirse entre 80 y 100 subcuencas.

16.3.3 Clasificación de las Subcuencas

En función de la tipología de clientes preponderantes en cada subcuenca (viviendas, comercios, industrias), las mismas se clasificarán en Subcuencas domésticas o subcuencas industriales.

Dentro de las subcuencas industriales a su vez, se clasificarán en 3 tipos de acuerdo con el tipo de industrias preponderantes y su eventual criticidad (peligrosidad) de potenciales volcamientos.

- 1) Cuencas Domésticas:
- 2) Cuenca Industrial clase A:
- 3) Cuenca Industrial clase B:
- 4) Cuenca Industrial clase C:

16.3.4 Clasificación de parámetros a controlar

Los parámetros se clasifican en tres categorías dependiendo de su grado de peligrosidad y/o toxicidad.

Parámetros de alto riesgo: pH, Cianuros Totales, Cianuros destructibles por cloro, Sulfuros, Hidrocarburos inflamables y explosivos.

Parámetros ambientales: Plomo, Cadmio, Mercurio, Arsénico, Cromo III, Cromo IV y Sustancias Fenólicas.

Otros parámetros: DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), SSEE (Sustancias Solubles en Éter Etílico), SRAO (Sustancias Reactivas al Azul de O-Toluidina), Oxidabilidad.

En función del tipo de subcuenca, será la frecuencia anual de monitoreo y los parámetros a analizar:

Tabla 16.1: Frecuencia de monitoreo y parámetros a analizar

CATEGORIA	DESCRIPCION CALIDAD EFLUENTES	FRECUENCIA ANUAL	PARAMETROS A MONITOREAR
SUBCDOM	Aquellas cuencas donde no hay establecimientos industriales o, si los hubiera, sus efluentes son de características similares a los efluentes domésticos domiciliarios	1	Otros: DBO, SSEE, SRAO, Oxidabilidad
SUBCIND A	Industriales tipo A: con riesgo de anomalías en los parámetros agrupados como “otros”. Los establecimientos industriales en esta cuenca no podrían ocasionar excesos de concentración en parámetros de alto riesgo y/o ambientales en su punto de descarga	2	Otros: DBO, SSEE, SRAO, Oxidabilidad
SUBCIND B	Industriales tipo B: los establecimientos ubicados en estas cuencas implican riesgo de desvíos de parámetros ambientales	3	Ambientales: Plomo, Cadmio, Mercurio, Arsénico, Cromo III, Cromo IV y Sustancias Fenólicas
SUBCIND C	Industriales Tipo C: los establecimientos ubicados en estas cuencas implican riesgo de anomalías de parámetros de alto riesgo.	4	Alto Riesgo: pH, Cianuros totales, Cianuros destructibles por cloración, Sulfuros, Hidrocarburos inflamables
CUENCAS		2	

El Programa de Monitoreo de Líquidos Residuales propuesto, contempla como se mencionó, el control de la calidad de los efluentes líquidos residuales a través de un control combinado compuesto por:

- ✓ Control por Subcuencas.
- ✓ Control Directo a determinado tipo de industrias.

16.3.5 Control por Cuencas y Subcuencas

Rutina aplicada a Cuencas y Subcuencas, que consiste en muestrear en los puntos de descarga de las mismas, con la utilización de equipos automáticos de muestreo programados para tomar una muestra cada hora, durante 24 horas y luego obtener 2 muestras compensadas por tiempo que representen cada una, períodos sucesivos de 12 horas. Asimismo, al colocar o extraer el equipo automático de muestreo, se realiza una toma de una muestra instantánea para la determinación de DBO, Cianuros Totales y destructibles por cloración, Cromo III y VI y la medición in situ de pH y temperatura.

La frecuencia anual en cada punto representativo de la cuenca o subcuenca dependerá del tipo de esta, siendo una (1) vez al año para el caso de subcuencas domiciliarias, hasta cuatro (4) veces al año para subcuencas clase C, obteniéndose en consecuencia entre 2 y 8 muestras por año en cada subcuenca.

El equipo se cuelga dentro de la boca de registro con un travesaño extensible, fijado a sus paredes, permitiendo que su manguera llegue hasta el nivel del líquido para la toma de muestra, mediante la bomba interna que el equipo posee.

En las zonas donde no se puede definir una subcuenca, ya sea por su diseño original (existe más de un punto de vuelco), o por su funcionamiento (funciona en carga con posible retroceso de líquido), se aplicará el control directo a las industrias emplazadas en estas zonas.

Figura 16.3: Ejemplo de un Muestreador Automático Programable



En el caso de la detección de algún parámetro fuera de norma, y dependiendo del tipo de parámetro, se dispara un operativo de Control Individual a las industrias emplazadas en esa subcuenca, que sean por su actividad susceptibles de haber provocado la anomalía. De esta forma, se focaliza solamente en el tipo de industrias que podría haberlo ocasionado, minimizando el trabajo de inspección y muestreo, eficientizando los recursos destinados a tal fin.

16.3.6 Control Directo a Industrias

Rutina aplicada a determinados tipos de industrias que, por su eventual peligrosidad, se definen para control individual, tomando una muestra puntual en la cámara de toma de muestras de la industria.

El Programa de control contempla tres situaciones que pueden originar el Control Directo a Establecimientos Industriales, dos de rutina y uno no planificado.

Control Directo de Rutina o Planificado:

Este control consiste en:

- ✓ Inspección con toma de muestra cuatro (4) veces por año en establecimientos del tipo seleccionado para tal fin.
- ✓ Inspección con muestra de acuerdo a un plan preestablecido con una frecuencia de control y parámetros a analizar determinados por el tipo de industria, en establecimientos industriales emplazados en zonas sin subcuenca establecida.

Figura 16.4: Esquema de instalación de un muestreador automático



En la siguiente tabla se define la frecuencia de muestreo y el tipo de muestra por cada tipo de industria:

Tabla 16.2: Frecuencia de Muestreo y Tipo de Muestra por Industria

TIPO DE INDUSTRIA	FRECUENCIA MUESTREO ANUAL	PARÁMETROS
Alimenticia	1	pH, DBO, SSEE, sulfuros, fenoles
Fábrica de jabones, detergentes y grasas	2	pH, DBO, SEE, detergentes
Farmacéuticas y cosméticas	1	DBO, SSEE, fenoles, cromo III y VI
Madera, papel y cartón	2	pH, DBO, sulfuros, fenoles, detergentes, mercurio
Textil lavaderos industriales	1	pH, DBO, SSEE, fenoles, detergentes, sólidos
Metales	2	pH, sulfuros, cianuros totales y destructibles, mercurio, cadmio, cromo III y VI, arsénico
Curtiembres	2	pH, sulfuros, cromo III y VI, arsénico, DBO, SSE, fenoles,
Químicas	2	pH, DBO, SSE, sulfuros, cianuros totales y destructibles, fenoles, hidrocarburos, mercurio, cadmio, cromo III y VI, plomo
Estaciones de servicio con lavaderos	2	pH, detergentes, hidrocarburo, plomo, sólidos
Galvanoplastias	4	pH, sulfuros, cianuros totales y destructibles, mercurio, cadmio, cromo III y VI, arsénico
Otros	1	todos los parámetros normalizados, excepto pesticidas y herbicidas si no están presentes en el proceso industrial

Cuando se detecte en alguna cuenca o subcuenca parámetros de alto riesgo o parámetros ambientales fuera de norma, se dispara un operativo de búsqueda de la industria que potencialmente podría haberlo producido.

En el caso de ser una cuenca, se verificará las subcuencas contenidas en la misma, para planificar el operativo en la subcuenca responsable del hallazgo.

Identificada la subcuenca se verificarán las industrias asentadas dentro de la misma, que potencialmente en función de su actividad, podrían haber volcado un efluente con el parámetro fuera de norma identificado.

Detectada la industria responsable se la intimará a adecuar el tratamiento de su efluente, se notificará a las autoridades correspondientes y se realizará un seguimiento de esta. En caso de reincidencia se podrá cortar su conexión a la red de alcantarillado hasta tanto demuestre haber adecuado su tratamiento.

Se realizará un nuevo muestreo en la subcuenca identificada. En el caso de reiterarse el no conforme, se comenzará nuevamente con el operativo. Si no se detectasen parámetros fuera de norma se dará por cerrado el operativo.

Figura 16.5: Diagrama de flujo de Operativo de Cuencas o Subcuencas

16.3.7 Control Directo No Planificado:

Se realiza en establecimientos industriales que potencialmente hayan sido los responsables de haber producido el/los excesos detectados en el punto de descarga de su subcuenca.

Los parámetros a controlar, se pueden limitar únicamente al o los parámetros relacionados con el exceso encontrado. Este control puede complementarse en algunos casos con la realización de un muestreo en las bocas de registro aguas arriba y abajo de algún establecimiento, en caso de dificultad de la toma de muestra en el mismo.

Se debe establecer un plazo máximo para realizar los operativos de control directo no planificado, a partir de la detección de desvíos en los resultados de las muestras realizadas en el marco del Programa de Monitoreo Combinado de Líquidos Residuales.

16.3.8 Implementación del Programa

En primera instancia, se debe volcar en un plano de la red de líquidos residuales la totalidad de las Industrias existentes, georreferenciadas, clasificadas en las distintas categorías definidas.

En segunda instancia, se deben definir la totalidad de subcuencas asociadas a las cuencas existentes.

En función del tipo de cliente predominante en cada subcuenca, se clasificarán las mismas en subcuencas Domésticas y Subcuencas Industriales tipo A, B y C.

Con toda esta información se preparará el Plan Anual de control, donde se establecerá mediante el análisis de las frecuencias definidas para cada tipo de Subcuencas, la cantidad de equipos a instalar para el control indirecto, y la cantidad de visitas y muestreos individuales a realizar en el año.

Se confeccionará así un cronograma tentativo a realizar a lo largo del año, que luego se irá ajustando en función del avance de este.

16.3.9 Reclasificación de Subcuencas

Finalizado el primer año del plan, y luego anualmente, se realizará un análisis de la información y los hallazgos verificados en cada subcuenca.

En función de estos resultados, se reclasificarán las subcuencas que hayan demostrado una performance distinta a la definida originalmente.

De este modo, si una subcuenca que había sido caracterizada como Industrial tipo C, no presenta desvíos en los parámetros asociados a este tipo de subcuenca en las cuatro muestras anuales que se tomaron, se reclasificará a una categoría menos crítica en función de los resultados obtenidos.

Si por el contrario una subcuenca doméstica presenta parámetros fuera de norma, se reclasificará como industrial del tipo asociado al mencionado desvío.

Para reclasificar una subcuenca, se deberán verificar por lo menos dos desvíos.

16.4. Conclusiones

El Programa de Monitoreo Combinado de Líquidos Residuales propuesto representa una metodología de control de volcamiento de efluentes industriales eficiente y sistemática, que permite mantener un adecuado control de la calidad del líquido recolectado en la red de alcantarillado sanitario, que luego es recepcionado en las Plantas Depuradoras.

La combinación de un control directo e individual a determinado tipo de industrias definidas previamente por su criticidad, y un control indirecto a nivel de cuencas y subcuencas con muestreadores automáticos durante un período de 24 horas permite un monitoreo extendido a toda la red de alcantarillado, maximizando el control y minimizando los recursos y la cantidad de análisis a realizar.

Asimismo, permite detectar volcamientos fuera de la jornada laboral, que sería imposible su identificación a través del monitoreo clásico.

17. INTERVENCIONES Y OBRAS REQUERIDAS – SISTEMA SCADA

17.1. ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO

17.1.1 Definiciones

ISA (International Society of Automation o Sociedad Internacional de Automatización): Es una asociación profesional sin fines de lucro de ingenieros, técnicos y gerentes dedicados a la automatización industrial. Como proveedor de confianza mundial de recursos técnicos fundamentales basados en estándares para la profesión, ISA se esfuerza por construir un mundo mejor a través de la automatización. (www.isa.org, s.f.).

La misión como lo profesa su página web, es la de congregar la comunidad dedicada a instrumentación, automatización, robótica, controles industriales, monitoreo de procesos, para organizar, promover y coordinar los servicios de: entrenamiento, certificación, acreditación, normalización, difusión, asesoramiento, auditoría, evaluación, mediación y todo soporte relacionado, que demande la comunidad dedicada a los controles industriales: usuarios, industriales, proveedores de servicios, diseñadores, fabricantes, comercializadores de equipos o sistemas, integradores de soluciones, docentes, Estado, investigadores, estudiosos e interesados en general que operen el área de influencia acordada.

ITU (The International Telecommunication Union o Unión Internacional de Telecomunicaciones): Es el organismo especializado de las Naciones Unidas para las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). El objetivo de la ITU es la de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras. Este organismo fue diseñado para facilitar la conectividad internacional de las redes de comunicaciones, atribuyendo en el plano mundial el espectro de frecuencias radioeléctricas y las órbitas de satélite, elaboración de normas técnicas y recomendaciones que garanticen la interconexión armoniosa de redes y tecnologías, y mejora del acceso a las TIC para las comunidades insuficientemente atendidas del mundo entero. (www.itu.int, s.f.).

Recomendaciones y Buenas prácticas: Son una serie de publicaciones de organismos especializados en áreas de la ciencia y tecnología en las que se encuentran contenidos expertos, únicos y fiables de esas áreas como por ejemplo de la automatización en el caso de las publicaciones de ISA y las telecomunicaciones en el caso de las publicaciones de la ITU, que incluyen publicaciones, manuales, informes, programas informáticos y bases de datos, entre otros documentos.

17.1.2 Soporte para el análisis del funcionamiento

El análisis de funcionamiento del presente informe se basa en las recomendaciones y buenas prácticas basadas en normas y estándares usados por ISA en el campo de la instrumentación y control, como el de la ITU en el campo de las telecomunicaciones.

17.1.3 Instrumentación y Control

Relación del área de Control y SCADA con demás departamentos

El área de Control y SCADA de Interagua, aun cuando existen contrataciones a nivel externo y está distribuida en diferentes departamentos como el de Mantenimiento, debe poseer toda la información y documentación de todo el sistema SCADA, que incluye la documentación de la instrumentación y control de los procesos, arquitectura de la red y funcionamiento y herramientas del software de Supervisión. Se observa que el área principal que está facultada para coordinar todo el sistema no posee por completo toda la información relacionada con los elementos descritos anteriormente y comunicación directa con los otros departamentos que están bajo la coordinación de esta área. Por ende, debería poseer toda

la documentación de los informes hechos por el contratista externo que se encarga del mantenimiento de la infraestructura de monitoreo remoto conectada a GeoScada, tanto Hardware como Software, del desarrollo de soluciones para GeoScada y sus controladores asociados como también del inventario de instrumentos y dispositivos en cada punto de medición y/o control.

Se debe seguir la planificación de Asset Management para mantener un solo registro de activos compartido entre todos los departamentos. Se debe complementar asignando las mismas codificaciones que se han generado en el registro de activo a los objetos dentro de Scada. Esto se debe realizar por mano de obra interna para mantener el estándar. Se debe asignar una única persona para el manejo de los assets del departamento, la documentación en general, y el control de versiones de los programas a manera de validación y auditoría.

Hojas de datos de instrumentos

Todos instrumentos, RTU's, actuadores, conversores y demás dispositivos usados para la instrumentación, control y comunicación, deben disponer de una hoja de datos individual, con el fin de conocer sus especificaciones, fecha de compra, puesta en marcha, las modificaciones, reparaciones o cambio por otros instrumentos, a lo largo de su vida útil. Esto se hace con el fin de hacer una identificación rápida de los dispositivos en caso de que el instrumento o equipo se haya averiado, tenga un antecedente, tiempo para hacer el mantenimiento y de esta forma se haga con celeridad un diagnóstico para reparación o sustituirlo depende de cada caso. Esta información debe estar disponible en el área de Control y Scada de Interagua. Para la hoja de datos, se puede usar la recomendación ISA-TR20.00.03 acerca de Formularios de especificación de instrumentos.

HMI (Human-Machine Interface o Interfaz Humano-Maquina)

Se destaca que hayan HMI's en casi todos los puntos de control, excepto en los pluviómetros y algunos macromedidores, según lo informado por el área de Control y SCADA, ya que los HMI comprende los sinópticos de control y los sistemas de representación gráfica. La función de un panel sinóptico es la de representar, de forma simplificada, el sistema bajo control, en este caso el de los procesos supervisados por Interagua, logrando los objetivos de la monitorización. Otra ventaja de los HMI es que la supervisión y el control se hace de manera distribuida y no de manera centralizada, aportando todas las ventajas del control distribuido en caso de pérdida o caídas de comunicación a los Servidores. Por último, se aconseja adoptar la Recomendación ANSI/ISA-101.01-2015, que abarca la recomendación para las Interfaces Humano-Máquina para Sistemas de Automatización de Procesos.

Toda nueva mímica en GeoScada deberá ser realizada por mano de obra interna, siempre que la carga laboral lo permita, para mantener el estándar. Se deberá utilizar una sola librería gráfica para todos los nuevos desarrollos y para modificar las implementaciones antiguas importantes. Se deberá extender esta definición hacia los HMI locales, sin embargo, el departamento aún no cuenta con todos los softwares de configuración de los HMI locales.

Automatización de los Procesos

Para que pueda existir un sistema SCADA (Sistema de supervisión, control y adquisición de datos) en el sentido estricto de su significado, se debe abordar todos y cada uno de los elementos que lo componen. Además de la adquisición de la información, el control de las variables de los procesos, también se debe abordar rigurosamente la supervisión. Se entiende como Supervisión de un proceso al conjunto de acciones realizadas con el propósito de asegurar el correcto funcionamiento del proceso incluso en situaciones anómalas. Pero para que haya una supervisión, de lo contrario sería solo monitorización, se necesita la automatización de las tareas bajo observación. En este sentido, los procesos como el movimiento de válvulas y procesos internos en plantas de tratamiento de AAPP (Distribución de líneas de tratamiento, Dosificaciones, entre otros) son manuales en su mayoría y no se encuentran en GeoScada; como también procesos como el monitoreo de la red de recolección de AASS, movimiento de válvulas y procesos internos en plantas de tratamiento de AASS (Distribución de aireación, limpieza de rejillas, dosificaciones, entre otros) también son manuales en su mayoría y no se encuentran en GeoScada. Por último, el proceso de monitoreo de la red de recolección de AALL tampoco se encuentra en el sistema de supervisión. Dicho lo anterior se encuentra como falencia, el sistema de control y automatización de los procesos con los que actualmente cuenta Interagua.

La automatización se establece como una forma de ordenación a partir del control secuencial automático de tareas y el ajuste de variables para que sigan instrucciones impuestas. El propósito de la supervisión es garantizar este orden incluso cuando haya desviaciones no previstas en la automatización. Por esta razón, la supervisión se basa en un nivel jerárquico más alto que la automatización y con una tarea clara de vigilancia.

Además, hay que decir que la incorporación de los sistemas SCADA conlleva a que el número de medidas registradas de los procesos aumente considerablemente con el pasar del tiempo y con la expansión de Interagua en sus procesos, el desafío es el dar mayor autonomía a estos sistemas de supervisión. Por lo que, los procesos deben estar totalmente automatizados.

La automatización que existe actualmente debe ser entendida y estandarizada en todos los controladores que se tienen. Para ello se necesita la adquisición de todas las licencias de las marcas existentes en los sistemas de control. Se deberán generar bloques de funciones tipo en forma de diagrama de bloques que sean entendibles tanto para los desarrolladores como para los operadores y que sean replicables en cualquier lenguaje de programación tanto de PLCs como de servidores. A corto plazo se deberá poder realizar programas completos de PLCs y RTUs con mano de obra interna, teniendo ya librerías de códigos propios de la inteligencia de operación. No se incluye ni a mediano plazo el cableado e instalación de equipos e instrumentación pues son destrezas distintas a las que el departamento ha venido realizando. Además, el control de versiones debe ser gestionado y auditado completamente por Interagua.

Es necesario que se busque una estandarización de marca para las infraestructuras futuras y para cuando lleguen al fin de su vida útil las antiguas.

17.1.4 Sistema de telecomunicaciones

Comunicaciones basadas en Ethernet

Los servidores, en los que se encuentra GeoScada, se conectan a las ubicaciones operativas a través de los diferentes métodos de comunicación que son Radio enlace Serial, Radio enlace ethernet, Red móvil GPRS y Red fija ethernet. Se abordará un análisis de cada una de las comunicaciones presentes en el sistema.

Las redes modernas están convergiendo a redes basadas en ethernet, dejando a un lado las comunicaciones seriales, entre otras cosas, por un sinnúmero de ventajas entre las que se destacan: Velocidad, los buses de campo tradicionales alcanzan una velocidad de hasta 12 Mbps (el más rápido), mientras que con ethernet podemos alcanzar hoy en día hasta 10 Gbps, haciendo que se pueda a futuro modificar las aplicaciones de supervisión a unas con mayor rendimiento, que sean más exigentes, y con esto se puede mejorar los tiempos de respuesta. Otro aspecto importante de es la redundancia, una vez más en las comunicaciones seriales, todos los equipos del mismo segmento utilizan los mismos medios. Una anomalía en un equipo, un conector o un cable puede afectar la comunicación de todas las estaciones. Con Ethernet, los medios no son compartidos, una anomalía sólo afectará a la estación afectada por el enlace. También hay cohabitación de protocolos, no es posible cohabitar equipos DNP3 y MODBUS seriales en el mismo cable, aun cuando ambos funcionen con RS485. Gracias a Ethernet, es posible conectar estaciones DNP3-TCP y MODBUS-TCP en la misma red, por ejemplo, mientras se utiliza la misma red para consultar una página web o enviar un correo electrónico. Por último, Ethernet permite que el acceso al dispositivo sea mucho más fácil, incluso remotamente, en comparación como si estuviera en un bus serie. Con esto, podemos destacar las redes que usan Radio enlaces y enlaces fijos ethernet, son adecuados y pertinentes tanto para las actuales comunicaciones como para las futuras, mientras que los Radio enlaces seriales se quedaran rezagados en funcionalidades y velocidades.

Por otro lado, hablando del apartado de la red móvil, la tecnología usada es GPRS, también conocida como Redes Móviles 2G o de segunda generación, o en otras fuentes académicas como tecnología 2.5G. Con esta tecnología se alcanza una velocidad de hasta 40 kbps y un máximo de 115 kbps. Actualmente tenemos redes con tecnologías más eficientes y con mayores velocidades como la tecnología WCDMA o 3G, o la tecnología LTE o 4G, esta última con velocidades entre 100 Mbps hasta 1Gbps, y también está en desarrollo e implementaciones, la tecnología NR o 5G. Cabe destacar, que en países pioneros como Australia ya hubo apagón 2G, por lo que esta tecnología quedará rezagada en el resto del mundo, además de la llegada de redes más eficientes como las de quinta generación (5G). En este orden de ideas, las redes de comunicaciones con redes móviles a GeoSCADA son obsoletas.

Se debe crear una métrica de disponibilidad por controlador conectado a GeoScada y una de disponibilidad total del promedio diario de todos los controladores

Cada nueva estación debe pasar por un estudio de factibilidad para las tres tecnologías de comunicación (Fibra, Celular, Radio Ethernet) en este orden. Para las estaciones con enlaces radiales seriales, se debe también realizar el mismo estudio cuando se decida migrar a enlaces Ethernet.

Al migrar los enlaces seriales se deben realizar tres tipos de test:

- Test unitario: Se prueba el nuevo tipo de comunicación aislado del resto.
- Test de integración: Se prueba el nuevo tipo de comunicación en conjunto con los enlaces existentes.
- Test de regresión: Se prueba que los enlaces existentes no se hayan visto afectados con la nueva implementación.

Protocolos de comunicación industrial basados en TCP/IP

La siguiente observación está muy relacionada con las comunicaciones basadas en Ethernet, ya que, si existen solo comunicaciones basadas en ellas, solo podrá haber protocolos de comunicación que usen el mismo recurso tecnológico. Sin embargo, se podría encontrar protocolos de comunicación seriales usando como medio de comunicación Ethernet, como por ejemplo MODBUS RTU/ASCII sobre TCP, si bien el medio es ethernet,

los protocolos siguen siendo los usados para las comunicaciones seriales. En este sentido, es importante reconocer y optimizar el intercambio de información con protocolos de comunicación que hagan un uso eficiente de los medios de comunicaciones mejorados como los que se describen en el apartado anterior. Y es que, si tomamos como base el modelo TCP/IP, los protocolos de comunicación estarían en la capa de aplicación, es decir la capa de abstracción superior a las capas de red, enlace y transporte, por lo que es importante resaltar que los protocolos como DNP3 y MODBUS en su versión TCP, son más eficientes, incluso tienen la posibilidad de que varios maestros consulten a varios esclavos, por lo que tenemos otras ventajas de la arquitectura de red multipunto a multipunto, lo que hace una red con posibilidades de expansión, calidad de servicio al haber redundancia, entre otros. Dicho lo anterior, se observa como fortaleza la adopción de estos protocolos de comunicación en el sistema SCADA.

Por otro lado, la idea de implementar el protocolo MQTT, por ahora es inviable, ya que este protocolo no es tan maduro como el DNP3 o MODBUS, además del costo financiero de implementarlo en toda la red existente, por lo que se recomendaría su uso solamente cuando alguno de los dos mencionados no esté disponible en la tecnología implementada y la misma no pueda ser cambiada.

A nivel de instrumentación, donde se pueda, es recomendable colocar protocolo HART para el diagnóstico en sitio, dadas las ventajas de enviar múltiple información en el mismo canal, propias de este protocolo.

Velocidades de transmisión

De acuerdo con las métricas de velocidad de transmisión, es importante saber qué tipo de información se está enviando al sistema de supervisión, el tamaño en bits de esas variables, para hacer un consolidado y predecir el ancho de banda necesario, tasar las velocidades de transmisión, y cantidad de información que llega, esto con el fin de tomar decisiones con respecto a la optimización de los recursos, ampliación de la red y demás actores tecnológicos. Se puede identificar que el sistema SCADA actualmente no cuenta con métricas de velocidades de transmisión por cada medio de comunicación, ni el total de información que está llegando a los servidores que se encuentran en los puntos de concentración, indispensables para planear, diagnosticar y proponer acciones para el eficiente uso de toda la red, además de un plan para filtrar la información importante e indispensable que se necesita para la supervisión y el control de los procesos. Se recomienda que, se empiece con un plan para hacer las mediciones correspondientes.

17.1.5 Sistema de Supervisión Geo SCADA

Información indispensable

Para la optimización de la supervisión del sistema, es necesario el aprovechamiento de la información, por lo que se necesita hacer un inventario de todas las variables indispensables en la operación de los procesos, en el control de estos, el análisis de datos, entre otros. Por lo que va de la mano del análisis anterior tanto de la hoja de datos de instrumentos, como de las variables de medición. Es importante que solo la información fundamental sea enviada a GeoScada para optimizar los recursos de los medios de comunicación, análisis de información de herramientas corporativas, almacenamiento de históricos que no sean innecesarios, para un mayor aprovechamiento de todo el sistema SCADA.

Las siguientes listas son una clasificación de una infraestructura compleja como una PTAR o una EBAP. No aplica para puntos de medición.

Variables obligatorias por equipo (varía según tipo):

- DI Operación [Bool]

- DI Falla [Bool]
- DI Disponibilidad [Bool]
- AI Código de Falla [Int]
- DO Habilitar/Deshabilitar [Bool]
- DO Encender/Apagar [Bool]
- DI Válvula Abierta [Bool]
- DI Válvula Cerrada [Bool]
- DO Abrir/Cerrar [Bool]

Variables obligatorias por infraestructura:

- DI Estado Supervisor de Voltaje [Bool]
- AI Potencia total activa [Float]
- Estado de comunicación con Scada (Calculada dentro del servidor Scada)

Variables opcionales (según la madurez de instrumentación de la infraestructura):

- DI Estado de comunicación variador/arrancador [Bool]
- DI Modo de Operación [Bool]
- DI Boyas/Electrodos (LSLL, LSL, LSH, LSHH) [Bool]
- AI Temperatura (Por equipo) [Float]
- AI Corriente (Por equipos y/o totalizada) [Float]
- AI Potencia Activa (Por equipo y/o totalizada) [Float]
- AI Presión Descarga (Por equipo) [Float]
- AI Presión Succión (Por equipo) [Float]
- AI Caudal Entrada [Float]
- AI Caudal Salida (Por equipo y/o totalizada) [Float]
- AI Vibración (Por equipo) [Float]
- AI Frecuencia (Por equipo) [Float]
- AI Nivel (Por tanque) [Float]
- AI ORP (Por tanque) [Float]
- AI Oxígeno (Por tanque) [Float]
- AI Cloro residual (Por tanque) [Float]
- DO Modo de control [Int]
- AO Setpoint Nivel [Float]
- AO Setpoint Caudal [Float]
- AO Setpoint Presión [Float]
- AO Setpoint Frecuencia [Float]
- DI Alarma de proceso [Bool]
- AI Factor de Potencia Total [Float]

Variables a eliminar:

- AI Temporizados (Nivel, Caudal, Presión) [Float]
- DI Falla variador/arrancador [Bool]
- AI Horómetro [Float]
- AI Energía (Por equipo y/o totalizado) [Float]
- AI Potencia Reactiva / Aparente (Por equipo y/o totalizado) [Float]
- Toda variable interna que no sea visualizada o no guarde histórico en Scada

Históricos

La supervisión debe acometer tres etapas básicas: detección de fallos, el diagnóstico y la reconfiguración. Para llevarlas a cabo, es imprescindible disponer de registros de las señales de proceso de forma centralizada, por eso es importante tener históricos de las variables para después hacer la manipulación de esta información, y hacer un análisis adecuado para la toma de decisiones, incluso usando métodos estadísticos y herramientas de Inteligencia Artificial que permitan la utilización de conocimiento y experiencias de forma automática en combinación con los entornos de supervisión. Es importante continuar con los registros históricos de las variables, pero sólo de la información indispensable de los procesos y, por otra parte, que esta información sea integrada a herramientas corporativas y de análisis de datos.

Se debe extraer la información de Scada para que con ella se calcule información adicional para las herramientas de análisis corporativas. Se debe establecer la arquitectura necesaria para implementar en el mediano plazo minería de datos y aprendizaje automático. Primero con el objetivo de predicción y luego para control automático avanzado.

Plan de diagnóstico y predicción

Uno de los objetivos de la supervisión es asegurar el correcto funcionamiento del proceso, incluso cuando existan desviaciones imprevistas en la automatización. Como se mencionó anteriormente, la supervisión se establece en un nivel superior al de la automatización, por lo que se deben poseer las siguientes capacidades:

- Registrar la evolución del proceso y detectar desviaciones no deseadas en variables.
- Analizar estas desviaciones e inferir la causa. Prepararse para el diagnóstico de la situación.
- Si es posible, resolver los conflictos en línea o
- Tomar medidas adecuadas para evitar la recurrencia.

Detectar situaciones anormales rápidamente es tan importante como comprender la causa de la situación y tomar las medidas correspondientes para evitar que vuelva a suceder. En este sentido, el sistema de supervisión es fundamental para la ejecución de la automatización de tareas, implementando en planes de calidad como ISO 9000, para garantizar la calidad de los servicios.

Por esta razón es necesario crear un plan de diagnóstico y predicción, integrado con el área de mantenimiento, haciendo uso de la hoja de datos de los equipos, para que puedan saber, cuando se debe hacer mantenimiento a los equipos, predicción de fallas en dispositivos de acuerdo con las métricas y análisis de datos usadas por herramientas de nivel superior en el sistema de supervisión del sistema SCADA.

Sistemas distribuidos

Debido al auge de la globalización de las redes de alta velocidad y el aumento constante del potencial informático de las aplicaciones y recursos, se ha cambiado la gestión de la información y los servicios de información. Es por esto, que los recursos geográficamente distribuidos o mejor llamados sistemas distribuidos, tales como bancos de datos y servidores, están interconectados y son un recurso unificado y único que se puede utilizar en toda la red de los procesos. En este sentido, se destaca que hayan dos servidores como una forma de distribución de la infraestructura de red, sin embargo, se observa que, en el sistema de Interagua, hay 3 sistemas SCADA independientes, los cuales están ubicados en San Juan, Pradera Nueva y La Toma Tratamiento, como recomendación y buena práctica en el área de los sistemas de supervisión, estos sistemas deberán integrarse al sistema principal que tiene GeoSCADA, por lo que se recomienda hacer un plan para el análisis de la factibilidad y ejecución para la interconexión de estos sistemas.

En apartados anteriores, se expone que un sistema SCADA debe acometer tres etapas básicas: detección de fallos, diagnóstico de fallos y reconfiguración. Para llevarlas a cabo, es imprescindible disponer de registros de las señales de proceso de forma *centralizada*, en este caso en los puntos concentradores que se han escogido para tal fin, como son los servidores Colon y Progreso. Aquí hay que aclarar que la información debe ser centralizada (como recurso unificado) pero la infraestructura es recomendable que sea distribuida, en caso de falta de uno de los servidores principales, o uno de los independientes. Incluso se podría pensar en implementar un clúster en las ubicaciones de los SCADA independientes, para mejorar el rendimiento de todo el sistema, pero siempre interconectado con los servidores principales. La arquitectura debe ser abierta y flexible con capacidad de ampliación y adaptación.

Software y Seguridad de la Información

En relación con el software de supervisión que se usa para el sistema SCADA, Geo SCADA Expert, se destaca como fortaleza la utilización de este recurso, ya que es un software que se destaca: solución de abierta, flexible y escalable para telemetría y aplicaciones SCADA remotas, Gráficos de alto rendimiento, pantallas geográficas (a fin a los procesos con diversa geografía de Interagua), análisis de historiales y alarmas inteligentes; herramientas de Tendencias e Históricas con Analytics, compatibilidad e integración con diferentes PLC y múltiples protocolos, entre los que se encuentran DNP3 y Modbus, entre otras características plasmadas en el Informe del Diagnóstico. Otra particularidad, es que este sistema es actualizable y tiene soporte por parte de Schneider, una empresa reconocida en el sector de la automatización y control, por lo que es una herramienta ideal para procesos como los que tiene Interagua. También se destaca como fortaleza los mecanismos de seguridad para la información y la adopción de las políticas de ciberseguridad para redes industriales y sistemas de control de Veolia.

17.2. OBJETIVOS PROPUESTOS

17.2.1 Instrumentación y control

Identificación e inventario de toda la red de monitoreo remoto.

Es importante que el área de control y SCADA de Interagua, haga una identificación e inventario de toda la red de monitoreo, empezando por los dispositivos e instrumentos que posee, para tener la documentación completa de todos los departamentos, como área central del proceso. Para esto, comprometerá a los demás departamentos involucrados del sistema para poseer la siguiente información:

- Hojas de datos de los instrumentos y dispositivos del sistema de instrumentación y control.
- Variables que se están monitoreando y controlando. Se debe identificar además las variables que son necesarias para hacer métricas, estadísticas o cualquier tipo de dato que se requiera obtener a nivel superior, con herramientas gerenciales y corporativas para tomas de decisiones.
- Diagramas eléctricos simplificados de los sistemas de control que se ejecutan en cada uno de los procesos.
- Informes por parte de áreas tanto internas como externas, de modificaciones o nuevos eventos del sistema de instrumentación y control.
- Adoptar la recomendación ISA-TR20.00.03 acerca de Formularios de especificación de instrumentos.

También es importante, mantener la metodología de control documental que posee asset management para tener a mano todos los activos de las infraestructuras de la empresa. Los códigos y nombres de ubicaciones y activos dentro de la misma deben ser iguales en el software de mantenimiento, en los registros operativos, en la documentación de diseño y en Scada.

El equipo de control y Scada debe encargarse de la actualización de nombres y estructura en los sistemas Scada basándose en la información proveniente del equipo de control de asset management.

Filtración de variables

En relación con las variables que se mencionan en el apartado anterior, se describe las características que debe tener la identificación de las mismas. Para esto, se deberá convocar a una reunión de tipo multidisciplinaria entre el área de Control y SCADA, con las demás áreas que involucren personas que están en la operación, supervisión, las áreas gerenciales, el área de instrumentación, de las herramientas corporativas y todos aquellos que usen información medida desde aquí. El grupo deberán definir:

- Variables controladas: Aquellas variables físicas que son usadas para el control de los procesos de automatización y control.
- Variables de monitoreo: Aquellas variables cuyo objetivo es la de visualizar en HMI y Geo SCADA para intervención, o solo como objeto de monitoreo. Cabe resaltar que una variable puede ser de monitoreo y de control al mismo tiempo, por lo que podría estar en los dos apartados.
- Variables para estadística y toma de decisiones: Este tipo de variables, puede que no se usen para el control ni para el monitoreo en el sistema de Supervisión SCADA, sino que funcionan para hacer procesos estadísticos, tomas de decisiones gerenciales o uso de herramientas corporativas, dependiendo del alcance. Este tipo de variable también puede ser de control y de monitoreo.

La mayoría de los instrumentos y dispositivos como RTU's, hacen mediciones y cálculos de un sinnúmero de variables, muchas de las cuales podrían no ser necesarias de medir ni enviar al sistema de Supervisión. Por tal razón, una vez hecha su identificación, el grupo deberá definir cuáles son las variables necesarias para el control, monitoreo y estadísticas. De esta manera, se hace un filtrado de variables innecesarias que llegan y se muestran en Geo Scada y en los HMI, como también generadoras de históricos que no se usan.

Las variables para estadística deben ser calculadas, siempre que se pueda, fuera del servidor Scada. Y deben ser manejadas preferentemente por mano de obra interna.

Estandarización de visualización entre HMI y Scada de las distintas ubicaciones.

Es conveniente que la supervisión, como proceso importante del sistema, tome un rol de carácter limpio para el aprovechamiento del sistema, por lo que se debe hacer una estandarización de la visualización de los entes que cumplen esta función.

Estos son los HMI (Human Machine Interface) y herramientas SCADA. Por este motivo, se propone adoptar la Recomendación ANSI/ISA-101.01-2015, para la estandarización de las visualizaciones basados en recomendaciones de organismos internacionales. En esta recomendación, se describe los parámetros y configuraciones que deben tener las Interfaces Humano-Máquina para Sistemas de Automatización de Procesos. Esta recomendación también aplica para el sistema de supervisión GeoSCADA en cuanto al diseño y la filosofía de uso con el operador de la supervisión, alarmas y otros elementos que comparten por su estrecha relación de funcionamiento.

Se deben adquirir las licencias de todas las marcas que actualmente utiliza Interagua con el fin de realizar el control de versiones de los HMIs locales. Se debe realizar una consultoría con las marcas más importantes en automatización para que propongan el mejor producto que se acople a nuestras necesidades para validarlo internamente y colocarlo como estándar de una única marca para todos los HMIs locales nuevos y de renovación.

Toda mímica en GeoScada se debe realizar con mano de obra interna para mantener el estándar. A mediano plazo, esta mano de obra interna también debe poder realizar los desarrollos sencillos en HMI locales.

Anexo 1. Resumen de la recomendación ANSI/ISA-101.01-2015.

Automatización de los procesos

En este apartado, se deberán evaluar y ejecutar los procesos de automatización para los procesos que aún siguen siendo manuales. Para eso se deberá:

- Identificar todos los procesos que se hacen actualmente de forma manual.
- Proponer un sistema de automatización que supla las necesidades identificadas.
- Ejecución de la implementación del sistema de automatización.

Los procesos identificados en el análisis del presente informe fueron: movimiento de válvulas y procesos internos en plantas de tratamiento de AAPP (distribución de líneas de tratamiento, dosificaciones, entre otros); monitoreo de la red de recolección de AASS, movimiento de válvulas y procesos internos en plantas de tratamiento de AASS (distribución de aireación, limpieza de rejillas, dosificaciones, entre otros); por último, el proceso de monitoreo de la red de recolección de AALL. Sin embargo, deberán hacer un listado de tareas manuales que no se encuentren en el presente análisis, y sean identificadas con posterioridad.

Se deben adquirir las licencias de todas las marcas que actualmente utiliza Interagua con el fin de realizar el control de versiones de los PLCs. Se debe realizar una consultoría con las marcas más importantes de automatización para que propongan el mejor producto que se acople a nuestras necesidades para validarlo internamente y colocarlo como estándar de una única marca para todos los PLCs nuevos y de renovación.

Control y Scada debe crear los bloques de automatización para los distintos procesos de la empresa, los cuales deben luego ser validados por mantenimiento, operaciones, diseño para que los nuevos proyectos, tanto con mano de obra interna como externa, los utilicen.

17.2.2 Sistema de comunicaciones

Creación de métricas para el desempeño de las herramientas.

En relación con el área del sistema de comunicaciones, se deberá ejecutar un plan para poder realizar métricas de los siguientes elementos:

- Cantidad de información transportada en cada uno de los puntos de recolección, juntamente con la información que llega a los servidores.
- Velocidades de transmisión, en cada uno de los medios de comunicación, radioenlaces, ethernet y comunicación celular.

Estas métricas deberán ejecutarse en los puntos intermedios, tales como radioenlaces, y también en los puntos finales, como los servidores.

Migración de comunicaciones a Ethernet y GPRS a 3G o 4G

Se deberán cambiar los dispositivos que usan como pasarelas para la comunicación 2G, por equipos más modernos que usen las redes 3G o 4G. Estos equipos deben tener las siguientes características:

- Equipos con modem que soporten todas las prestadoras de comunicación celular locales; es decir, que tengan acceso abierto a cualquier chip de telefonía celular.
- Bandas compatibles con banda americana, que es la adoptada en Ecuador:

Bandas 4G B2 (1900), B4 (1700/2100 AWS 1), B28a (700)
Bandas 3G B2 (1900), B5 (850)

- Usar el operador celular con la mejor cobertura en la zona de aplicación. Para eso deberán solicitar a dicha operadora el mapa de cobertura de las zonas en cuestión.

La migración debe ser de forma escalonada y ordenada, con el fin de que no haya pérdidas de información en el proceso.

Se recomienda que el equipo utilizado, pueda leer directamente los protocolos DNP3 Y MODBUS, y que tenga memoria interna capaz de almacenar los datos en caso de pérdidas de señal. De esta forma, se protege la integridad de la información.

Teniendo en cuenta que actualmente usan módems celulares Midge de la marca RACOM, se propone que se use los módems celulares de segunda generación de la misma marca que tiene las siguientes características:

- 4G / 3G / 2G
- 2 × SIM
- 4 × ETH, 1 × COM, 1 × USB
- 1 × DO, 1 × DI
- - 40 hasta +70 ° C
- 12-24 VCC
- IPsec, OpenVPN, radio
- Protocolos industriales
- Scripts programables
- Listo para expansión - mPCIe

Respecto a los enlaces seriales, se podrán cambiar también por módems 3G/4G o por Radio módems TCP/IP. En este momento, hay tanto módems seriales como TCP, por lo que se deberá hacer la migración a TCP. Esto con el fin de usar redes de Internet que son más robustas, y que poseen una arquitectura de red dinámica para transportar señales. Por otro lado, se utilizarán exclusivamente protocolos de comunicación industrial basados en TCP/IP, como los ya usados DNP3 TCP Y MODBUS TCP.

Los enlaces seriales deben ser migrados a Ethernet. Las opciones son:

- Fibra por medio de un MPLS subcontratada (Sin salida a internet)
- Red Celular 3G/4G por medio de un APN subcontratado (Sin salida a internet)
- Radio enlace privado Ethernet

Por velocidad, costo, rendimiento y calidad de servicio, se prefiere la conexión por fibra, seguido de red celular, y al final radio ethernet. Para comunicaciones internas entre

estaciones donde se necesite control, se deberá preferir un enlace directo por radio ethernet.

17.2.3 Sistema de supervisión GeoScada

Planes de diagnóstico y predicción

Para un manejo eficiente de los procesos, optimización de tiempos de ejecución, aumentar la calidad y reducir los tiempos de reparaciones, se implementará un plan de diagnóstico y predicción de problemas basado en herramientas de software. Para esto, se usarán las bases de datos de los elementos históricos de aquellas variables indispensables en los procesos, que se han filtrado con anterioridad. El área encargada deberá consolidar estadísticas de los reportes de fallos, tiempos de reparación, y proponer soluciones y políticas como protocolos para ejecutar modificaciones o reparaciones.

Estudio para unificar los sistemas de información

Se deberá realizar un estudio para la consolidación de todo el sistema de información de las variables objeto de supervisión y control en los procesos de Interagua. El estudio deberá llevarse a cabo para unificar todos los sistemas SCADA independientes y que no comparten ningún tipo de intercambio de información, como lo son los SCADA San Juan, Pradera Nueva y La Toma Tratamiento. El estudio también debe contemplar la opción de tener sistemas distribuidos en caso de daños en los servidores principales.

Se propone que, cada uno de los sistemas SCADA independientes, sea un clúster de toda la red de SCADA de Interagua. De esta manera, se obtendría la unificación de los sistemas de información, y además, que haya una arquitectura de sistemas distribuidos. El estudio deberá contemplar las herramientas y software involucrados, medios de comunicación, protocolos de comunicación, métricas, velocidades, etc.

Se deben unificar también el scada comercial, el CMMS, los sistemas de analítica de datos corporativos. Control y scada debe participar en la elección e implementación de las herramientas tipo ERP operacionales que se requieran y necesiten información de los sistemas de control.

TI y Seguridad de la Información

Se propone como objetivo, continuar con las auditorías internas anuales y con las auditorías externas cada cuatro años según las políticas corporativas, dado la complejidad e importancia de las tres—características importantes de la seguridad de la información: Integridad, Accesibilidad y Confidencialidad.

Todo desarrollo e integración en el sistema de control y Scada ha estado y debe mantenerse acorde a las políticas de ciberseguridad de instrumentación y control establecida por el corporativo. Esta política se puede revisar en el siguiente documento: PO-TSE-008 ICS Cyber Security Policy EN v2.0.

Toda la red (protocolos, medios físicos, máscaras de red, rutas, Ids) no están consolidada en un solo diagrama de fácil acceso. Es necesario que tanto IT como Scada mantengan un solo repositorio con esta información como conocimiento general de la infraestructura. La información que compartan con el registro de activos de asset management no se debe repetir, sino referenciar con un ID único. Actualmente el sistema se presta para la duplicidad de información.

Estándares de automatización para nuevos proyectos externos

Se debe crear el estándar de marcas, modelos, bloques de programación, lógica y medios de comunicación para que el área de proyectos lo revise en cada uno de los nuevos proyectos externos

a realizar por la empresa y a ser recibidos por Interagua con el fin de no incurrir en costos extras cuando se reciban las infraestructuras.

Se debe adicionar un costo de ingeniería y planificación para el desarrollo de este estándar. Inicialmente se debe realizar una consultoría para validar lo propuesto por los proveedores de equipos. Estas validaciones deben ser corroboradas no solamente por un análisis teórico sino también con un análisis experimental controlado donde se midan las prestaciones de los equipos y su compatibilidad con los sistemas que ya existen y se encuentran 100% funcionales.

Cronograma propuesto

A continuación, se propone un cronograma para ejecutar los objetivos planteados.

Inicio			
Registro de Activo	85d	07/05/21	10/29/21
Filtro de Variables	90d	11/01/21	03/04/22
Estándar de Visualización	155d	11/01/21	06/03/22
----Creación de documento estándar	45d	11/01/21	12/31/21
----Adquisición de licencias para HMIs	64d	01/03/22	03/31/22
----Extensión de estándar a HMIs	46d	04/01/22	06/03/22
Automatización de Procesos	205d	10/18/21	07/29/22
----Regular el control de versiones	35d	10/18/21	12/03/21
----Adquisición de licencias para Controladores	60d	12/06/21	02/25/22
----Bloques de control estándar	110d	02/28/22	07/29/22
Métricas de desempeño	65d	09/01/21	11/30/21
Diagnóstico Scada		06/01/21	12/29/23
----Extracción de datos de GeoScada	134d	06/01/21	12/03/21
----Integración moderna con PMAC	105d	12/06/21	04/29/22
----Ingeniería para Estadística y Data Science	280d	12/06/21	12/30/22
----Ingeniería para Machine learning	260d	01/02/23	12/29/23
Unificación Sistemas de Información	440d	12/06/21	08/11/23
----Integración completo de Citec	85d	12/06/21	04/01/22
----Ingeniería para software corporativo de integración	280d	07/18/22	08/11/23
----Integración completo de Aveva Edge	40d	12/06/21	01/28/22
----Reestructuración e implementación de Scada en La Toma	280d	01/31/22	02/24/23
----Integración completo de FTV Esclusas	60d	07/18/22	10/07/22
----Integración con CMMS	60d	01/31/22	04/22/22
----Integración con Scada Comercial	60d	04/25/22	07/15/22
Seguridad Informática (Recurrentes cada año)			
Migraciones Serial - Ethernet (Distribuidas equitativamente desde 2022)			
Nuevas conexiones (Distribuidas equitativamente desde 2022)			

Inversiones

- **Costos Fijos de funcionamiento actual**

Descripción	Valor Anual	Valor Quinquenio
Licencias Equipos Existentes	\$ 50.000	\$ 50.000
Licencia de GeoScada (anual)	\$ 23.000	\$ 115.000
TOTAL		\$ 165.000

- **Nuevos despliegues**

Costos aproximados para nuevos despliegues por comunicación de infraestructuras a GeoScada:

- Fibra Óptica: \$100 instalación/configuración + (\$1900 adicionales opcionales en lugares con poca cobertura por instalación de radios/torre)
- Comunicación Celular: \$1000 + \$300 instalación/configuración
- Radioenlace: \$3500 radio + (\$35000 torre autosoportada o \$3000 torre ventada) + \$1000 instalación/configuración

El costo unitario aproximado de controladores en sitio es de \$3500 incluyendo fuente de poder y módulos de entradas/salidas analógicas/digitales.

Los costos aproximados de programación de controladores son de \$1500

Para el presente análisis de inversión, no se tiene en cuenta el costo de Radioenlace, ya que para este tipo de instalaciones se deben hacer estudios que justifiquen la construcción de la infraestructura para tal fin. Esto quiere decir que se analiza con la opción menos favorable de las faltantes, es decir comunicación por fibra óptica.

Descripción	Valor
Instalación/Configuración	\$ 100,00
Instalación de Radio/Torre	\$ 1.900,00
Controladores	\$ 3.500,00
Programación de controladores	\$ 1.500,00
TOTAL	\$ 7.000,00

Unidades	Unidades	Costo unitario	Costo total
Por año	Quinquenio	Instalación	Instalación
15	75	\$ 7.000,00	\$ 525.000,00

- **Reestructuración**

Unidades	Cantidad	Costo	Costo
Quinquenio	(75%)	Unitario	Total
75	56	\$ 9.000,00	\$ 504.000,00

- **Mantenimiento de estaciones**

Costos aproximados anuales para el mantenimiento de los puntos de comunicación a GeoScada:

- Fibra Óptica: \$336 servicio
- Comunicación Celular: \$95 servicio + \$40 mantenimiento
- Radioenlace: \$30 servicio + \$300 mantenimiento

Año	Nuevas	Estaciones	Costo unitario	Costo total
	Estaciones	Totales	Mantenimiento	Mantenimiento
0	-	365	-	-
1	15	380	\$ 336,00	\$ 127.680,00
2	15	395	\$ 336,00	\$ 132.720,00
3	15	410	\$ 336,00	\$ 137.760,00
4	15	425	\$ 336,00	\$ 142.800,00
5	15	440	\$ 336,00	\$ 147.840,00
TOTAL				\$ 688.800,00

- **Conexión de puntos de medición de AASS/AALL**

Se proyecta conectar 20 puntos de medición de AASS/AALL al año, con un aproximado de 3 variables cada una por medio de modem celular.

Unidades	Unidades	Costo unitario	Costo total
Por año	Quinquenio	Comunicación	Instalación
20	100	\$ 1.300,00	\$ 130.000,00

- **Cambio de Modem Seriales a Ethernet**

Unidades	Unidades	Costo unitario	Costo total
Por año	Quinquenio	Comunicación	Instalación
20	92	\$ 2.000,00	\$ 184.000,00

- **Computadores**

Unidades Quinquenio	Costo unitario	Costo total
5	\$ 850,00	\$ 4.250,00

Inversiones Totales

Descripción	Valor
Costos Fijos Funcionamiento	\$ 165.000,00
Nuevos Despliegues	\$ 525.000,00
Reestructuración	\$ 504.000,00
Mantenimiento Quinquenio	\$ 688.800,00
Conexión puntos AASS/AALL	\$ 130.000,00
Cambio Seriales a Ethernet	\$ 184.000,00
Computadores	\$ 4.250,00
TOTAL	\$ 2.201.050,00

Para otras inversiones tales como la implementación de sistemas de automatización, se debe previamente realizar un estudio, en el que se incluya una identificación de los procesos a automatizar y una propuesta formal del sistema de automatización que se deberá realizar, así como los equipos involucrados en cada uno de los objetivos propuestos; por lo que para este tipo de obras no se contemplan las posibles inversiones ya que no se pueden estimar hasta en tanto no se concluyan los estudios.

17.3. Anexo 1. Resumen de la recomendación ANSI/ISA-101.01-2015.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de control, automatización y SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) aplicados en los diferentes procesos, son fundamentales para las operaciones de los diferentes procesos. En todos estos sistemas digitales, se utilizan las Interfaces Humano-Máquina (HMI). La HMI es la colección de hardware y software que se utiliza para monitorear e interactuar con el sistema de control y, en última instancia, con el proceso.

Las HMI son diseñadas con diferentes desplegados por personal de ingeniería, contratistas o integradores, que muchas veces, no tienen idea de la operación en planta. Esto provoca que los operadores padezcan y luchen contra un número alto de pantallas con cantidades enormes de información (variables analógicas y digitales de E/S, alarmas y cálculos, históricos, gráficos, tendencias, etc.), provocando mala operación, un sistema de control poco confiable y respuesta lenta cuando se presentan condiciones anormales en el proceso.

Desde junio del 2010, el comité HMI ISA-101, trabajó arduamente en el diseño del estándar ISA101, y su publicación se realizó en julio del 2015.

El propósito del estándar ANSI/ISA-101.01-2015, es abordar la filosofía, el diseño, la implementación, la operación y el mantenimiento de las HMI para los sistemas de automatización de procesos, a lo largo de su ciclo de vida. Los objetivos generales del estándar son los siguientes:

- Proporcionar orientación para diseñar, construir, operar y mantener la HMI, para lograr un sistema de control de procesos más seguro y, más eficiente, para cualquier condición operativa.
- Mejorar la capacidad del usuario para detectar, diagnosticar y responder adecuadamente a situaciones anormales.

El estándar está organizado en nueve puntos. Los tres primeros son de carácter introductorio. El punto 4 presenta el modelo de ciclo de vida de la HMI. Los puntos 5 a 9 proporcionan detalles adicionales para respaldar el ciclo de vida. El cuerpo principal del estándar (Puntos 4-9) presenta requisitos obligatorios y recomendaciones no obligatorias.

17.3.1 GESTIÓN DEL SISTEMA HMI

De acuerdo con el estándar, la HMI debe ser desarrollada y gestionada a través de un modelo de ciclo de vida.

Las partes iniciales que se deben establecer son los estándares del sistema que deberán ser creados y utilizados para establecer la base para el ciclo de vida de la HMI. Incluyen: su filosofía, guía de estilo y los kits de herramientas utilizados.

Las etapas principales del ciclo de vida de la HMI son: el diseño, la revisión, la implementación y la operación.

El ciclo de vida contempla dos puntos de entrada: el primero, para un nuevo sistema con cambios mayores en un sistema existente, que puede incluir la migración desde una plataforma HMI heredada y el segundo, la creación o cambios de desplegados.

Se incluye también, dos pasos de mejora continua: el primero, un ciclo entre el diseño y los estándares del sistema, y el segundo, entre la operación y el diseño, reconociendo las mejoras al sistema específico en operación.

El desarrollo de la Filosofía de la HMI, independiente de la plataforma, proporciona principios, guías y fundamentos conceptuales para el diseño de la HMI, e incluye detalles sobre cómo se diseña y usa la HMI. Este punto debe alinearse con factores humanos, requerimientos funcionales de proceso y de usuarios, normas, lineamientos, prácticas de trabajo y modelos de seguridad.

El desarrollo de la Guía de Estilo de la HMI debe aplicar los principios y conceptos rectores de la filosofía de la HMI para proporcionar ejemplos de implementación y orientación. Este documento debe contener una descripción del comportamiento de los objetos principales, presentación (tamaño, color, etc.) e ilustraciones de posibles estados, secuencias de comandos o scripts.

El desarrollo del Kit de Herramientas de la HMI debe generar y documentar los elementos de diseño para usar dentro de la plataforma HMI: símbolos gráficos y elementos de soporte necesarios para implementar la guía de estilo de la HMI.

17.3.2 Etapa de Diseño

La etapa de diseño incluye el diseño de la consola y del sistema HMI, como así también los requerimientos funcionales, de usuarios, tareas y el diseño de pantallas.

El diseño de la consola configura el micro-entorno del operador, de acuerdo al análisis de las cargas de trabajo, número de operadores, jerarquía de visualización. Este diseño incluye el número de monitores, los muebles de la consola, las consideraciones ambientales locales (iluminación, temperatura, sonido, etc.) y los equipos de la consola relacionados (teléfonos, botones de apagado, paneles anunciadores, radio, intercomunicadores, etc.).

El diseño del sistema HMI incluye la selección de la plataforma de control y el sistema operativo relacionado, y la elección de los kits de herramientas HMI que se utilizarán en el sistema. Se considera adicionalmente, los conceptos de diseño de red, roles de usuario y seguridad, y otras interfaces de terceros, ya que afectan el diseño y la funcionalidad de la HMI.

Los requerimientos funcionales de usuarios y tareas documentan los requisitos de la HMI, incluidas las funciones y los usuarios primarios responsables directos de la operación, y los usuarios secundarios de apoyo a la operación o administración. Las tareas deben incluir consideraciones para condiciones de operación normal y anormal, ayuda en línea y fuera de línea, roles de usuarios con privilegios y soporte funcional. Para determinar los requisitos de la tarea, es necesario efectuar un análisis jerárquico, en la línea de tiempo o de enlaces entre tareas, o cualquier otro análisis avanzado, como el análisis del trabajo cognoscitivo y el análisis ecológico.

Una vez que se definen los requisitos, se debe desarrollar un diseño conceptual de la HMI, con información de los usuarios primarios y secundarios. Es relativamente común realizar una primera revisión de “diseño”, donde se muestra el contenido básico, seguido de una revisión final con toda la información y la interacción entre los dispositivos completados. Para sistemas más complejos, una HMI efectiva puede requerir la revisión y refinamiento de los documentos de especificación del usuario en un proceso iterativo, paralelo al diseño. Para industrias altamente reguladas, se pueden requerir pruebas de validación específicas para esta etapa del ciclo de vida. La validación se logra y mantiene mediante la adopción de actividades de ciclo de vida continuo.

17.3.3 Etapa de Implementación

En esta etapa, la HMI se integra en el software y el hardware de la plataforma objetivo, utilizando los resultados de las etapas anteriores (estándares y diseño del sistema). Los

procesos específicos incluyen construir pantallas, consolas, prueba, capacitación, comisionamiento y verificación.

Para sistemas nuevos, es posible que la consola deba construirse antes de la prueba y capacitación final de la pantalla. La construcción de la consola incluye la instalación y configuración del sistema operativo y el software del sistema de control. También puede incluir un sistema de prueba, que utilice el hardware de visualización final y los muebles relacionados.

La prueba debe realizarse al sistema integrado contra los requisitos tanto de operabilidad, como de rendimiento general. Las pruebas funcionales iniciales se realizan comúnmente en un entorno de desarrollo o fuera de línea, antes o simultáneamente con la integración con el sistema en vivo. Es posible que se requieran pruebas reales integradas del sistema, antes de la puesta en marcha, según el nivel de personalización y el nivel de aceptación relativa de los objetos gráficos del kit de herramientas de la HMI. La prueba se debe documentar, y puede incluir: planes de prueba, metodología, requisitos del plan de verificación, seguimiento de deficiencias, criterios de ingeniería de factores humanos y manejo de cambios.

Dependiendo de la complejidad de la aplicación HMI y del conocimiento del operador, la capacitación puede lograrse en el trabajo, o como parte de un proceso más formal. La capacitación puede llevarse a cabo en un aula, en un sistema electrónico autodidacta, en un simulador de capacitación, en un sistema de desarrollo, o en un sistema en vivo. La capacitación también puede ser necesaria para otros miembros del equipo operativo, incluido el mantenimiento y la ingeniería.

La puesta en marcha o comisionamiento, es una prueba final con conexión del HMI al proceso, y verificación y documentación de campo (según sea necesario), para confirmar que se han cumplido todos los requisitos. Para algunas industrias altamente reguladas, se requiere un plan de validación específico, que puede incluir requisitos relacionados con las pruebas. Se debe establecer un plan de comisionamiento.

Las industrias reguladas, pueden requerir planes de verificación específicos, antes de pasar a la etapa de operación. La verificación establece la confirmación, mediante evidencia objetiva, de que se han cumplido los requisitos del diseño. Los planes de validación pueden detallar la verificación de etapas específicas del ciclo de vida. El chequeo de la verificación, antes de la verificación final entre la comisión y la operación, se documenta en un plan de validación.

17.3.4 Etapa de Operación

Las actividades específicas de esta etapa incluyen la puesta en servicio, el mantenimiento y hasta el posible decomisionamiento o desmantelamiento.

Una vez que se finaliza el comisionamiento, se considera que la HMI está en servicio. Los cambios en la HMI se manejarán en el proceso de Manejo de Cambios.

El mantenimiento, se refiere a la etapa donde se realizan cambios en la HMI, como las modificaciones al software del sistema operativo, la seguridad o la plataforma, correcciones a los errores existentes, modificaciones en el proceso, o para admitir nuevas funciones. En esta parte se deben realizar las copias de seguridad, en un intervalo programado regularmente, y deben incluir todos los archivos del sistema de control necesarios para minimizar el tiempo de recuperación y el esfuerzo en caso de una pérdida (programas integrados, configuración del sistema de control y cualquier otro código de sistema de control necesario).

El decomisionamiento es la actividad que elimina la totalidad o parte de la HMI del servicio. Se debe establecer un proceso que incluya actualizaciones de cualquier documentación relacionada, y puede requerir pruebas y capacitación, particularmente si otras partes de la HMI permanecen en servicio.

17.3.5 INGENIERÍA DE FACTORES HUMANOS (HFE) Y ERGONOMÍA

La aplicación correcta de los principios de Ingeniería de Factores Humanos (HFE) relacionados con las capacidades y limitaciones cognitivas y sensoriales de los usuarios de la HMI, apoya un diseño efectivo de la misma. Algunos puntos importantes de la HFE son:

El diseño de la HMI debe ser compatible con las tareas principales de los usuarios de monitoreo y control de procesos, y debe minimizar el impacto de las tareas secundarias.

La HMI debe tener una “apariencia” de diseño coherente para la visualización de la información y la interacción del usuario.

La HMI debe basarse en los requisitos de la tarea y las necesidades del operador.

La forma en que las funciones HMI deben ser intuitivas para el usuario.

La HMI debe estar diseñada para soportar tareas relacionadas con todos los modos de operación comúnmente esperados, incluidas las condiciones anormales (por ejemplo, el manejo de alarmas).

La HMI debe proporcionar información o controles apropiados para la tarea.

La información se debe presentar en formas o formatos que sean apropiados para los objetivos del usuario.

La información de respaldo debe estar fácilmente disponible para el usuario (por ejemplo, los procedimientos utilizados para poner en marcha un equipo o proceso por lotes, los procedimientos de respuesta de alarma, o los manuales de usuario de la HMI, etc.).

La terminología utilizada en las pantallas de la HMI debe ser coherente con las descripciones comunes del usuario.

El operador debe tener conciencia de las situaciones, incluyendo lo que está sucediendo en el proceso, su estado y lo que puede suceder. La conciencia inadecuada de la situación ha sido identificada como uno de los factores principales en los accidentes atribuidos al error humano.

El diseño de la HMI debe incorporar principios de ergonomía que se basan en los límites sensoriales del usuario (por ejemplo, visual, auditivo), y una comprensión de los requisitos funcionales esperados del usuario. Además, debe tener en cuenta las limitaciones visuales de los usuarios para los entornos en los que se deben realizar las tareas relacionadas con el proceso, y debe basarse en los entornos de trabajo esperados de iluminación, evitando la fatiga visual.

Para el color en pantallas, se debe utilizar un contraste diferencial y brillo apropiados. De acuerdo con la filosofía de alarma de la instalación y el estándar ANSI/ISA-18.2-2009, los colores utilizados para la presentación de alarmas deben reservarse, y no deben utilizarse para ningún otro propósito. El color se debe utilizar de forma conservadora y coherente para denotar la información en toda la HMI. El color y/o el destello de los símbolos, debe dirigir la atención del operador a situaciones de reciente desarrollo. El fondo de la pantalla debe ser un color insaturado o neutro (por ejemplo, gris claro) para limitar las distorsiones cromáticas, y garantizar la prominencia de la información mostrada. Las combinaciones de colores de fondo y primer plano deben proporcionar suficiente contraste.

La densidad de la información de una pantalla debe basarse en la función o el propósito de la pantalla, atenuada por los límites de la percepción humana. Debido a los límites de la percepción y la cognición, solo se puede usar un número limitado de colores en las pantallas.

17.3.6 ESTILOS DE PANTALLAS Y ESTRUCTURA GENERAL DEL HMI

Los estilos de pantalla se refieren a cómo se presenta la información en una pantalla o parte de ella. La selección de un estilo de pantalla debe basarse en los requisitos funcionales determinados en el proceso de diseño de la HMI. La selección puede variar, dependiendo de la interacción del usuario con la pantalla, la posición y tamaño del monitor y la cantidad de información a manejar por el usuario.

El estándar presenta algunos estilos de pantalla y sus ejemplos de uso. Dentro de las principales se tienen: Lista, Proceso, Vista General, Vista General Funcional, Topología, Gráfica o Tendencia, Grupo, Monitor Lógico, Procedimientos, Video, Diagnóstico y Lista de Alarmas.

Es recomendable tener una jerarquía de pantallas, para proporcionar al operador una vista estructurada de todo su alcance de responsabilidad, al tiempo que proporciona la capacidad de profundizar en mayores niveles de detalle y funcionalidad de control.

El contenido de la información transmitirá niveles crecientes de detalle y enfoque. Se recomienda un máximo de cuatro niveles; el nivel 1 tiene el alcance más amplio y el nivel 4 tiene el alcance más específico. Aunque de naturaleza jerárquica, los niveles de visualización no están necesariamente alineados con una jerarquía de navegación, que puede tener menos o más niveles.

17.3.7 INTERACCIÓN DEL USUARIO

Este punto se centra en los métodos de software y dispositivos de hardware que permiten a los usuarios interactuar con la HMI. Los requisitos de alto nivel para la interacción del usuario pueden definirse en la filosofía de la HMI y/o en la guía de estilo de la HMI. Los métodos de interacción del usuario incluyen: entrada de datos, navegación, prevención de errores, mensajería fuera del sistema y seguridad de acceso del usuario.

Los principios de diseño clave a considerar incluyen la consistencia en la ejecución de todos los modos de interacción, la retroalimentación oportuna para la entrada de datos y acciones de control, la interacción simplificada del usuario, el uso para la atención adecuada de los mensajes de error, uso limitado de métodos condicionales complejos y los métodos de entrada de datos.

La interacción del usuario debe diseñarse de manera consistente para acelerar la respuesta del operador. La presentación de los números debe seguir la resolución de formato decimal apropiada requerida por los usuarios para realizar sus tareas. El texto debe justificarse con la dirección de lectura normal para los usuarios. Las abreviaturas y acrónimos deben evitarse, a menos que sean parte del lenguaje normal del operador. No debe utilizarse subrayado para el énfasis, sino sólo para hipervínculos.

Todas las entradas y efectos de un comando dado deben ser visibles para el usuario siempre que sea posible. Para los botones, el texto de la etiqueta del botón debe ser claro y asociado con el botón con la confirmación para la ejecución del botón.

Las ventanas emergentes deben diseñarse de modo que no cubran ni oculten partes importantes de la pantalla de la HMI. Si se utilizan múltiples ventanas emergentes, se debe

tener cuidado para asegurarse de que el operador esté al tanto de la placa frontal que tiene el foco y la conexión a la entrada del teclado.

Los conceptos básicos de diseño clave para la navegación, son el rendimiento, la coherencia y la intuición. Dependiendo de los requisitos del usuario, se deben proporcionar múltiples métodos de navegación para mayor robustez, y para facilitar un acceso rápido y consistente a las pantallas. Los métodos de navegación incluyen símbolos gráficos en las pantallas, así como botones del teclado, entradas de menú, botones de la barra de herramientas, árboles de carpetas, pestañas y menús contextuales. Los tipos comunes de diseños de navegación incluyen: jerárquico, relacional y secuencial.

Los métodos de navegación a considerar incluyen: hipervínculos incrustados, menús, árboles, pestañas, barras de herramientas, cuadros de mando, botones, menús contextuales, enlaces, comandos de voz, y acoplamientos.

Se deben considerar las técnicas de prevención de errores, y los pasos de confirmación para los elementos importantes. Los métodos para evitar errores no deben obstaculizar excesivamente la capacidad del operador para realizar cambios rápidamente.

El sistema HMI, puede tener cierto nivel de seguridad específica de la aplicación HMI, incluyendo: inicio de sesión temporal, múltiples roles y privilegios, restricción de acceso y de contenido, uso de firmas electrónicas, notas de autenticación y uso de biometría.

El tamaño del dispositivo HMI, debe tener en cuenta la cantidad de datos mostrados, los métodos de entrada de datos, y la ubicación física en la consola, incluidos los dispositivos portátiles.

Los dispositivos de interacción incluyen, pero no se limitan a: teclados, dispositivos señaladores (ratón, trackball, etc.), teclados personalizados, pantallas táctiles, controles de video, dispositivos de entrada de escritura a mano, entrada de voz, escáneres de códigos de barras, lectores RFID (identificación por radiofrecuencia), cámaras, pulsadores/conmutadores y algunos otros.

17.3.8 RENDIMIENTO

La efectividad de una aplicación HMI depende de la manera en que se estructuran las pantallas. El rendimiento general de la operación se ve afectado por el alcance de la responsabilidad del operador, la complejidad del proceso, la presencia de aplicaciones de control avanzado, el sistema de gestión de alarmas y otros factores.

Las interfaces están diseñadas para proporcionar comportamientos repetibles y tiempos de respuesta predecibles. Se requiere una rápida recuperación del proceso y la información histórica, para minimizar cualquier demora en el suministro de información al operador que pueda ser necesaria para abordar una condición de operación anormal. En la mayoría de los casos, una pantalla debe presentarse y completarse con datos en vivo en un lapso de 3-5 segundos.

En algunos casos, las pantallas pueden requerir tiempos de llamada más largos (por ejemplo, grandes conjuntos de tendencias, acceso remoto). En estos casos, estrategias como mostrar el gráfico y luego actualizarlo con la información a medida que llega, le permitirá al usuario comenzar a procesar los datos antes.

17.3.9 CAPACITACIÓN

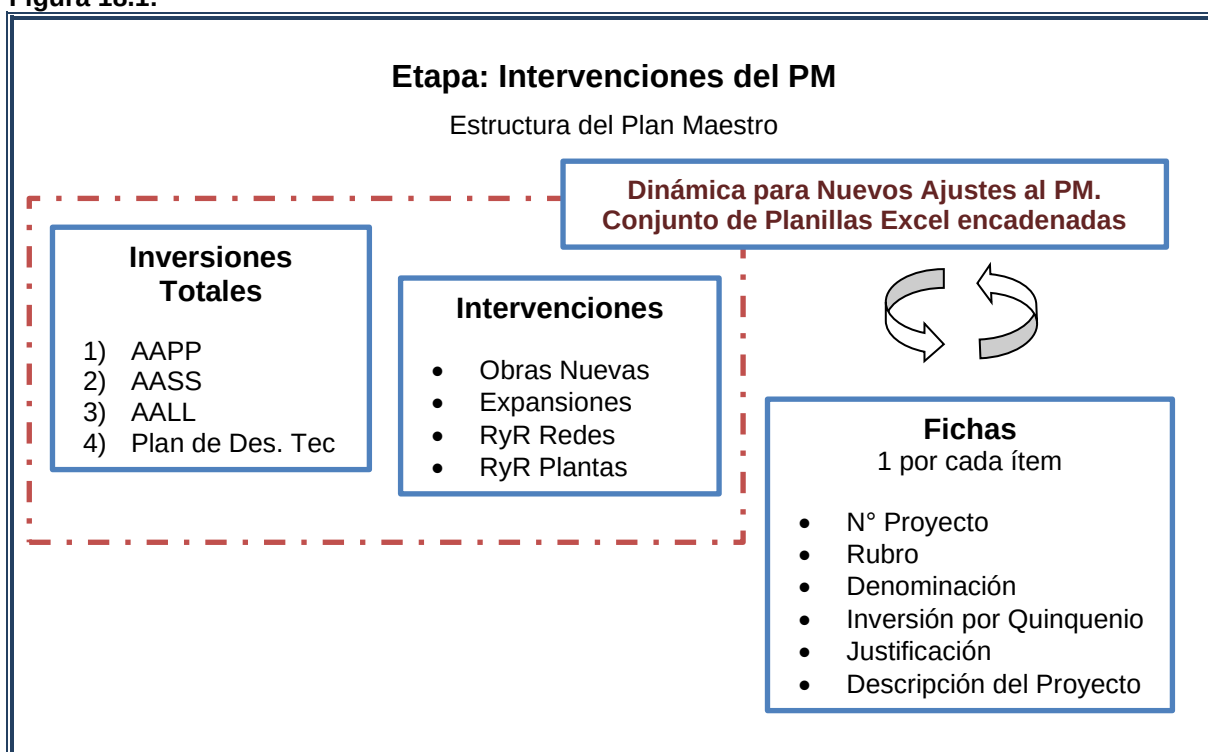
Los múltiples aspectos de una HMI pueden requerir capacitación para permitir un uso efectivo. Estos incluyen los aspectos logísticos de cómo interactuar con los objetos HMI, como interpretar símbolos gráficos, manipular elementos de visualización, identificar e interactuar con alarmas, eventos de proceso y secuenciación y navegar por las pantallas. La capacitación abarca al personal de operación, mantenimiento, ingeniería, administrador y de gestión.

18. INVERSIONES A REALIZAR

Se presenta en este Capítulo una forma compendiada del Plan de Inversiones establecido en base a las Intervenciones definidas en la Actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Drenaje Pluvial.

A los efectos de flexibilizar los análisis realizados durante la etapa de elaboración del Plan y considerando que a futuro podrían ser necesarios nuevos ajustes, el Plan de Intervenciones e Inversiones desarrollado en los Capítulos precedentes: 12) AAPP – Intervenciones y Obras Requeridas; 13) AASS - Intervenciones y Obras Requeridas; y 14) Alcantarillado Pluvial – Intervenciones y Obras Requeridas, se estructura en un sistema de planillas electrónicas que en forma solidaria han permitido visualizar las interacciones entre ellas de manera ordenada, mediante el esquema mostrado en la Figura siguiente

Figura 18.1:



Cada intervención incluida en la actualización del Plan Maestro se corresponde con una Ficha en la cual se identifica claramente el proyecto, sus características, justificación y montos de inversión Total y 5to / 6to Quinquenio.

Estas fichas se encuentran encadenadas a las Planillas Resúmenes del Plan de Inversiones que conforma la Actualización del Plan Maestro, para cada Item y Rubro que lo componen, determinando así una metodología dinámica para los ajustes realizados, y que puedan realizarse.

Se presenta a continuación las Tablas que contienen las Inversiones por Sistema, Rubro e Item, y a continuación el conjunto de Fichas soporte.

Asimismo, se presenta en forma consolidada en la Planilla 18.1 el resumen del Plan de Inversiones con una columna indicativa de los recursos identificados para afrontar las inversiones.

18.1. Plan de Inversiones

Intervención				Total	Fondos Propios 5Q asignados
Ítem	Rubro	5° Q	6° Q		
1.1	Obras Nuevas en Plantas y EB Agua Cruda	\$ 71.798	\$ 11.053	\$ 82.851	\$ 439
1.2	Obras Nuevas en Acueductos y Reservas	\$ 45.601	\$ 38.735	\$ 84.336	\$ 9.250
1.3	Obras Nuevas en Redes	\$ 59.547	\$ 80.827	\$ 140.374	\$ 3.670
1.4	Obras Nuevas en Parroquias Rurales	\$ 18.795	\$ 467	\$ 19.262	\$ 5.345
1.5	RyR en Plantas EB de Agua Cruda	\$ 27.746	\$ 44.368	\$ 72.114	\$ 7.700
1.6	RyR en Acueductos	\$ 7.433	\$ 4.000	\$ 11.433	\$ 1.900
1.7	RyR Bombeos, Tanques y Cisternas	\$ 12.772	\$ 10.271	\$ 23.043	\$ 3.520
1.8	RyR en Redes	\$ 88.314	\$ 84.283	\$ 172.597	\$ 28.600
1	AAPP	\$ 332.006	\$ 274.004	\$ 606.010	\$ 60.424
2.1	Obras Nuevas en Plantas de Tratamiento	\$ 198.985	\$ 9.000	\$ 207.985	\$ 5.500
2.2	Nuevas Plantas de Tratamiento	\$ 21.000	\$ 15.500	\$ 36.500	\$ 3.400
2.3	Intervenciones en instalaciones de depuración	\$ 181.731	\$ 886	\$ 9.202	\$ 9.350
2.4	Expansión de AASS	\$ 4.878	\$ 886	\$ 5.764	\$ 5.780
2.5	RyR AASS	\$ 30.775	\$ 41.211	\$ 71.986	\$ 13.500
2.6	Macromedición Redes AASS	\$ 2.614	-	\$ 2.614	\$ 800
2	AASS	\$ 439.983	\$ 67.483	\$ 334.051	\$ 38.330
3.1	Obras Nuevas en Conductos Principales	\$ 101.512	\$ 152.268	\$ 253.780	\$ -
3.2	Obras Nuevas en Descargas	\$ 11.310	\$ 14.010	\$ 25.320	\$ 1.000
3.3	Expansiones de Redes	\$ 26.944	\$ 40.416	\$ 67.360	\$ 600
3.4	Rehabilitación y Renovación de Redes AALL	\$ 21.100	\$ 21.100	\$ 42.200	\$ 700
3.5	Rehabilitación y Renovación de Estaciones de Bombeo	\$ -	\$ 426	\$ 426	\$ 426
3	AALL	\$ 160.866	\$ 228.220	\$ 389.086	\$ 2.726
4.1	Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica	\$ 5.852	\$ 4.450	\$ 10.302	\$ 2.000
4	Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica	\$ 5.852	\$ 4.450	\$ 10.302	\$ 2.000
5.1.	Scada	\$ 1.512	\$ 1.159	\$ 2.671	\$ 500
5	SCADA	\$ 1.512	\$ 1.159	\$ 2.671	\$ 500
Inversiones Totales		\$ 932.855	\$ 569.707	\$ 1.329.147	\$ 103.980

NOTA: Los montos se encuentran expresados en miles de \$

18.1.1 Expansiones y Obras Nuevas AAPP

Intervención							Total
Ítem	N°	Rubro	Descripción	Fondo	5° Q	6° Q	
1.1		Obras Nuevas en Plantas y EB Agua Cruda			\$ 71.798	\$ 11.053	\$ 82.851
	1.1.1		Ampliación Planta Potabilizadora en La Toma (Q= 2 m ³ /s)		\$ 38.720	\$ -	\$ 38.720
	1.1.2		Nueva Reserva La Toma (V= 10.000 m ³)		\$ 7.500	\$ -	\$ 7.500
	1.1.3		Ampliación Sistema de Bombeo Agua Cruda en La Toma (2 Grupos Verticales)		\$ 3.132	\$ -	\$ 3.132
	1.1.4		Ampliación Impulsión Agua Cruda (56") en La Toma		\$ 3.408	\$ -	\$ 3.408
	1.1.5		Tratamiento de Lodos Plantas Potabilizadoras La Toma	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 1.785	\$ -	\$ 1.785
	1.1.6		Sistemas de Protección Cloro Gaseoso en Planta La Toma		\$ 4.100	\$ -	\$ 4.100
	1.1.7		Nuevo Laboratorio Control de Calidad La Toma		\$ 1.100	\$ -	\$ 1.100
	1.1.8		Ampliación Planta de San Juan		\$ 4.053	\$ 4.053	\$ 8.106
	1.1.9		Nueva Planta Daular		\$ 8.000	\$ 7.000	\$ 15.000
1.2		Obras Nuevas en Acueductos y Reservas			\$ 45.601	\$ 38.735	\$ 84.336
	1.2.1		Subsistema 5º Acueducto (Zona NO)		\$ 32.122	\$ 6.392	\$ 38.514
	1.2.2		Anillo Hidráulico Av. Narcisca de Jesús	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 1.203	\$ -	\$ 1.203
	1.2.3		Subsistema Chongón: Abastecimiento Zona Vía a la Costa (desde KM 24 en adelante) y Zona NAIG		\$ 5.326	\$ -	\$ 5.326
	1.2.4		Construcción Booster San Eduardo	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 3.000		\$ 3.000
	1.2.5		Nuevas Reservas/Cisternas		\$ -	\$ 32.343	\$ 32.343
	1.2.6		Nuevo Booster para Colinas del Hipódromo para Alta - Mapasingue Oeste	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 450	\$ -	\$ 450
	1.2.7		Nuevos Boosters en zonas de baja presión	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 3.500	\$ -	\$ 3.500
1.3		Obras Nuevas en Redes			\$ 59.547	\$ 80.827	\$ 140.374
	1.3.1		Expansión Redes de Distribución Guayaquil y ZEU	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 52.969	\$ 75.190	\$ 128.159
	1.3.2		Expansión Cierres de Malla Guayaquil y ZEU	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 6.270	\$ 5.400	\$ 11.670
	1.3.3		Expansión Redes de Distribución Zona Daular (Km 26 al Km 64)		\$ 308	\$ 237	\$ 545
1.4		Obras Nuevas en Parroquias Rurales			\$ 18.795	\$ 467	\$ 19.262
	1.4.1		Sistema San Juan	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 13.120	\$ 467	\$ 13.587
	1.4.2		Sistema San Lorenzo		\$ 34	\$ -	\$ 34
	1.4.3		Sistema Tenguel Cabecera	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 206	\$ -	\$ 206
	1.4.4		Expansión Cierres de Malla Sistema San Juan (Posorja)	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 1.050	\$ -	\$ 1.050
	1.4.5		Sistema Puná	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 500	\$ -	\$ 500
	1.4.6		Expansión abastecimiento de AAPP en recintos de Puná	Financiado Parcialmente con Fondos Propios y EMAPAG	\$ 3.885	\$ -	\$ 3.885

NOTA: Los montos se encuentran expresados en miles de \$

18.1.2 Rehabilitación y Renovación AAPP

Intervención							Total
Ítem	N°	Rubro	Descripción	Fondo	5° Q	6° Q	
1.5		RyR en Plantas EB de Agua Cruda			\$ 27.746	\$ 44.368	\$ 72.114
	1.5.1		Renovación y Rehabilitación Planta Convencional		\$ 643	\$ -	\$ 643
	1.5.2		Renovación y Rehabilitación Planta Lurgi		\$ 1.480	\$ -	\$ 1.480
	1.5.3		Renovación y Rehabilitación Planta 10 m3/s	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 9.230	\$ 28.618	\$ 37.848
	1.5.4		Renovación y Rehabilitación EB N° 1 y EB N°2	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 12.500	\$ 15.600	\$ 28.100
	1.5.5		Renovación valvulas filtros planta Convencional		\$ 443	\$ -	\$ 443
	1.5.6		Rehabilitacion floculadores Planta Convencional		\$ 450	\$ 150	\$ 600
	1.5.7		Sistema de Alimentacion Eléctrica alterna (Dos Cerritos - La Toma)		\$ 3.000	\$ -	\$ 3.000
1.6		RyR en Acueductos			\$ 7.433	\$ 4.000	\$ 11.433
	1.6.1	Prto Cat	Acueducto DN 2.000 mm - La Toma - Tres Cerritos	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 25	\$ -	\$ 25
	1.6.2	Prto Cat	Acueducto DN 1800 mm - La Toma - Tres Cerritos		\$ 47	\$ -	\$ 47
	1.6.3	Prto Cat	Acueducto DN 1.250 mm - La Toma - Tres Cerritos		\$ 138	\$ -	\$ 138
	1.6.4	Prto Cat	Acueducto DN 1.050 mm La Toma - Tres Cerritos		\$ 125	\$ -	\$ 125
	1.6.5	Prto Cat	Acueducto DN 200 / 700 mm Vía a la Costa		\$ 500	\$ -	\$ 500
	1.6.6	Prto Cat	Acueducto de Distribución S72 - SGU DN 1.500 mm		\$ 21	\$ -	\$ 21
	1.6.7	Prto Cat	Acueducto de Distribución Tres Cerritos - Portete		\$ 21	\$ -	\$ 21
	1.6.8	Prto Cat	Acueducto de Distribución Casco Comercial		\$ 41	\$ -	\$ 41
	1.6.9		Rehabilitación tramos Vía a la Costa DN 700mm	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 650	\$ -	\$ 650
	1.6.10		Renovación de Válvulas en Líneas de Transporte	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 700	\$ 2.000	\$ 2.700
	1.6.11		Flexibilización de la operación de acueductos (interconexiones y valvulas de seccionamiento)		\$ 700	\$ 1.000	\$ 1.700
	1.6.12		Renovación de Caudalímetros en Líneas de Transporte		\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 2.000
	1.6.13		Renovación e Instalación de Refuerzos de Tuberías Maestras (Zona Macrosector CTP)		\$ 1.098	\$ -	\$ 1.098
	1.6.14		Instalación de Tuberías troncales de Refuerzos (Zona Macrosector SGU)		\$ 2.368	\$ -	\$ 2.368
1.7		RyR Bombeos, Tanques y Cisternas			\$ 12.772	\$ 10.271	\$ 23.043
	1.7.1		Rehabilitación de Tanques y Reservorios Existentes	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 570	\$ 1.000	\$ 1.570
	1.7.2		Optimización de Estaciones de Bombeo Secundarias	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 9.455	\$ 7.725	\$ 17.180
	1.7.3		Rehabilitación de Tanques y Reservorios que se construyen por expansiones	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 1.000	\$ 1.500	\$ 2.500
	1.7.4		Renovacion Integral Estación de Bombeo N°1 (Vía a la Costa)	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 1.747	\$ -	\$ 1.747
	1.7.5		Rehabilitación de Estaciones de Bombeo de Agua Tratada Sistema San Juan	-	\$ -	\$ 22	\$ 22
	1.7.6		Rehabilitación de Estaciones de Bombeo de Agua Tratada Sistema San Lorenzo	-	\$ -	\$ 2	\$ 2
	1.7.7		Rehabilitación de Estaciones de Bombeo de Agua Tratada Sistema Puná Cabecera	-	\$ -	\$ 22	\$ 22

NOTA: Los montos se encuentran expresados en miles de \$

Intervención							Total
Ítem	N°	Rubro	Descripción	Fondo	5° Q	6° Q	
1.8			RyR en Redes		\$ 88.314	\$ 84.283	\$ 172.597
			Renovación y Rehabilitación de la Red Distribuidora				
	1.8.1		Renovación Integral de Redes de Distribución	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 43.173	\$ 44.214	\$ 87.387
	1.8.2		Renovación por desarrollo urbano	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 10.000
	1.8.3		Rehabilitación Sistema de AAPP Mapasingue Este	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 1.000	\$ -	\$ 1.000
	1.8.4		Renovación Integral de Redes de Distribución Sistema San Juan		\$ 586	\$ -	\$ 586
	1.8.5		Renovación Integral de Redes de Distribución Sistema Tenguel		\$ 202	\$ -	\$ 202
			Renovación y Rehabilitación de Elementos de Maniobra				
	1.8.6		REHABILITACION DE VALVULAS - AUTOMATIZACIÓN		\$ 2.200	\$ 1.925	\$ 4.125
			Sectorización y Macromedición				
	1.8.7		REGULACION CON VRP EN SECTORES DE MACROMEDICION CON PRESION > 40 mCA	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 11.391	\$ 9.757	\$ 21.148
	1.8.8		RENOVACION DE MACROMEDIDORES E INSTALACION DE LA MACROMEDICION FALTANTE EN LA ZONA NORTE		\$ 4.080	\$ 2.580	\$ 6.660
	1.8.9		REGULACION ACTIVA DE PRESIONES		\$ 250	\$ 250	\$ 500
	1.8.10		ELIMINACIÓN RED ANTIGUA		\$ 915	\$ 915	\$ 1.830
			Estudios - Programa RANC				
	1.8.11		PROGRAMA DE REHABILITACION INTEGRAL (PRI) DE SECTORES-MONITOREO Y CONTROL REDES ZONA PILOTO		\$ 7.517	\$ 5.641	\$ 13.158
	1.8.12		OPTIMIZACION DE LAS PRESIONES		\$ 12.000	\$ 14.000	\$ 26.000

NOTA: Los montos se encuentran expresados en miles de \$

18.1.3 Expansiones y Obras Nuevas AAAS

Ítem	N°	Rubro	Intervención			5° Q	6° Q	Total
			Descripción	Fondo				
2.1		Obras Nuevas en Plantas de Tratamiento				\$ 198.985	\$ 9.000	\$ 207.985
	2.1.1		Planta de Tratamiento "Los Merinos"	Banco Mundial		\$ 182.000	\$ -	\$ 182.000
	2.1.2		Planta de Tratamiento Mi Lote	Fondos EMAPAG		\$ -	\$ 7.000	\$ 7.000
	2.1.2a		Estación de Bombeo y Tubería descarga Planta Mi Lote	Financiado Parcialmente con Fondos Propios		\$ 9.985	\$ 2.000	\$ 11.985
	2.1.3		Planta de Tratamiento Humedal Puerto Azul	Financiado Parcialmente con Fondos Propios		\$ 3.400	\$ -	\$ 3.400
	2.1.4		Planta de Tratamiento Lagunas Guayacanes Samanes	Financiado Parcialmente con Fondos Propios		\$ 3.600	\$ -	\$ 3.600
2.2		Nuevas Plantas de Tratamiento				\$ 21.000	\$ 15.500	\$ 36.500
	2.2.1		PTAR Centralizada Vía la costa	Financiado Parcialmente con Fondos Propios		\$ 7.500	\$ 9.000	\$ 16.500
	2.2.2		PTAR Posorja	Financiado Parcialmente con Fondos Propios		\$ 9.000	\$ 4.000	\$ 13.000
	2.2.3		PTAR Parroquias Rurales			\$ 4.500	\$ 2.500	\$ 7.000
2.3		Intervenciones en instalaciones de depuración				\$ 8.316	\$ 886	\$ 9.202
	2.3.1		Ejecucion plan de abandono en Lagunas y Tanques septicos	Financiado Parcialmente con Fondos Propios		\$ 4.878	\$ 886	\$ 5.764
	2.3.2		Ejecucion e intervenciones para mejoras PTAR	Financiado Parcialmente con Fondos Propios		\$ 3.438	\$ -	\$ 3.438
2.4		Expansión de AASS				\$ 181.731	\$ 248.706	\$ 430.437
	2.4.1		Expansion Redes ciudad de Guayaquil	Financiado Parcialmente con Fondos Propios		\$ 150.992	\$ 202.295	\$ 353.287
	2.4.2		Expansion de colectores Zona norte Ciudad de Guayaquil			\$ 5.500	\$ 3.300	\$ 8.800
	2.4.3		Expansion de colectores Nueva Zona Urbana	Financiado Parcialmente con Fondos Propios		\$ 5.500	\$ 3.300	\$ 8.800
	2.4.4		Expansion Redes en Posorja	Financiado Parcialmente con Fondos Propios		\$ 4.277	\$ 16.379	\$ 20.656
	2.4.5		Expansion Redes en Tenguel	Financiado Parcialmente con Fondos Propios		\$ 2.125	\$ 3.493	\$ 5.618
	2.4.6		Expansion Redes el Morro			\$ 245	\$ 848	\$ 1.093
	2.4.7		Expansion Redes Puná			\$ 1.092	\$ 1.091	\$ 2.183
	2.4.8		Expansion sistema Vía la Costa - Daular			\$ 12.000	\$ 18.000	\$ 30.000

NOTA: Los montos se encuentran expresados en miles de \$

18.1.4 Rehabilitación y Renovación AASS

Intervención							Total
Ítem	N°	Rubro	Descripción	Fondo	5° Q	6° Q	
2.5		RyR AASS			\$ 30.775	\$ 41.211	\$ 71.986
	2.5.1		Programa de RyR	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 30.775	\$ 41.211	\$ 71.986
2.6		Macromedición Redes AASS			\$ 2.614	\$ -	\$ 2.614
	2.6.1		Macromedición de caudal en EB secundario		\$ 2.036	\$ -	\$ 2.036
	2.6.2		Macromedición Calidad en EB principales		\$ 86	\$ -	\$ 86
	2.6.3		Macromedición de caudal y calidad en cuenca Praderas	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 492	\$ -	\$ 492

NOTA: Los montos se encuentran expresados en miles de \$

18.1.5 Expansiones y Obras Nuevas – Rehabilitación y Renovación AALL

Intervención							Total
Ítem	N°	Rubro	Descripción	Fondo	5° Q	6° Q	
3.1		Obras Nuevas en Conductos Principales			\$ 101.512	\$ 152.268	\$ 253.780
	3.1.1		Revestimiento de Canales en la Ciudad de Guayaquil		\$ 9.524	\$ 14.286	\$ 23.810
	3.1.2		Entubamiento de Canales con Conductos Cajón y Circulares en la Ciudad de Guayaquil		\$ 14.000	\$ 21.000	\$ 35.000
	3.1.3		Reservorios y Canalizaciones Rurales - Cuenca Noroeste		\$ 35.800	\$ 53.700	\$ 89.500
	3.1.4		Canalizaciones Urbanas - Cuenca Noroeste		\$ 37.020	\$ 55.530	\$ 92.550
	3.1.5		Revestimiento y Entubamiento de Canales en la Ciudad de Posorja		\$ 5.168	\$ 7.752	\$ 12.920
3.2		Obras Nuevas en Descargas			\$ 11.310	\$ 14.010	\$ 25.320
	3.2.1		Instalación de Válvulas en Descargas	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 1.010	\$ 1.010	\$ 2.020
	3.2.2		Estaciones de Bombeo AALL / Descargas y Control de Descargas		\$ 10.300	\$ 13.000	\$ 23.300
3.3		Expansiones de Redes			\$ 26.944	\$ 40.416	\$ 67.360
	3.3.1		Expansión de Redes y Conductos Secundarios en Ciudad de Guayaquil y Zona de Expansión Urbana	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 24.924	\$ 37.386	\$ 62.310
	3.3.2		Expansión de Redes y Conductos en Parroquias Rurales		\$ 2.020	\$ 3.030	\$ 5.050
3.4		Rehabilitación y Renovación de Redes AALL			\$ 21.100	\$ 21.100	\$ 42.200
	3.4.1		Rehabilitación y Renovación de Redes	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 21.100	\$ 21.100	\$ 42.200
3.5		Rehabilitación y Renovación de Estaciones de Bombeo			\$ -	\$ 426	\$ 426
	3.5.1		Rehabilitación y Renovación de Estaciones de Bombeo		\$ -	\$ 426	\$ 426

NOTA: Los montos se encuentran expresados en miles de \$

18.1.6 Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica

Intervención							Total
Ítem	N°	Rubro	Descripción	Fondo	5° Q	6° Q	
4.1			Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica		\$ 5.852	\$ 4.450	\$ 10.302
	4.1.1		Estudios Redes AAPP para Control de ANC		\$ 300	\$ 300	\$ 600
	4.1.2		Programa de Renovación Integral (PRI) en Sectores-Piloto		\$ 600	\$ -	\$ 600
	4.1.3		Estudios Redes AASS y AALL. Elaboración de Programas de RyR		\$ 1.000	\$ 500	\$ 1.500
	4.1.4		GIS Técnico-Comercial Sistemas AAPP - AASS - AALL		\$ 750	\$ 750	\$ 1.500
	4.1.5		SCADA AAPP-AASS-AALL		\$ 1.500	\$ 700	\$ 2.200
	4.1.6		Sistema Computarizado de Mantenimiento de Equipos y Redes		\$ 250	\$ 250	\$ 500
	4.1.7		Implementación software gestion programa ANC	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 702	\$ 950	\$ 1.652
	4.1.8		Programa de Eliminación de Conexiones Cruzadas con descarga a Esteros		\$ 750	\$ 1.000	\$ 1.750

NOTA: Los montos se encuentran expresados en miles de \$

18.1.7 Plan SCADA

Intervención							Total
Ítem	N°	Rubro	Descripción	Fondo	5° Q	6° Q	
5.1		Scada			\$ 1.512	\$ 1.159	\$ 2.671
	5.1.1		GeoScada - Nuevos Despliegues por comunicación de infraestructuras a GeoScada	Financiado Parcialmente con Fondos Propios	\$ 525	\$ 525	\$ 1.050
	5.1.2		Reestructuración - Conexión equipamiento a Scada		\$ 504	\$ 504	\$ 1.008
	5.1.3		Licencias - Renovación licencias Scada		\$ 165	\$ -	\$ 165
	5.1.4		Conexión de puntos de SCADA - de AAPP/AASS/AAPP		\$ 130	\$ 130	\$ 260
	5.1.5		Modem - Cambio de Modem Seriales a Ethernet		\$ 184	\$ -	\$ 184
	5.1.6		Computadoras - Equipamiento PC para desarrollo SCADA		\$ 4	\$ -	\$ 4

NOTA: Los montos se encuentran expresados en miles de \$

19. CRONOGRAMA FISICO FINANCIERO DEL PLAN

19.1. Fichas descriptivas de las intervenciones

Cada intervención incluida en la actualización del Plan Maestro y presentada en las Tablas del Capítulo 17, se corresponde con una Ficha en la cual se identifica claramente el proyecto, sus características, justificación y montos de inversión total y quinquenales.

Estas Fichas se presentan a continuación, conservando la estructura general del Plan:

❖ Fichas Actualización del Plan Maestro de AAPP

- Obras Nuevas en Plantas Potabilizadoras
- Expansiones Acueductos, Reservas y Estaciones de Bombeo
- Expansiones en Redes de Distribución
- Obras Nuevas, Expansiones y RyR en Parroquias Rurales
- Renovación y Rehabilitación en Plantas Potabilizadoras y EB de Agua Cruda.
- Renovación y Rehabilitación en Acueductos Principales
- Renovación y Rehabilitación en Bombeos y Reservas
- Renovación y Rehabilitación en Redes de Distribución

❖ Fichas Actualización del Plan Maestro de AASS

- Obras Nuevas en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
- Expansiones de Redes Colectoras
- Expansiones Colectoras Principales, Estaciones de Bombeo e Impulsiones
- Nuevas Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales
- Obras Nuevas, Expansiones y RyR en Parroquias Rurales
- Renovación y Rehabilitación en Redes y Colectores
- Renovación y Rehabilitación en Estaciones de Bombeo e Impulsiones
- Renovación y Rehabilitación en Plantas de Tratamiento de Efluentes y Descargas.

❖ Fichas Actualización del Plan Maestro de AALL

- Obras Nuevas en Conductos Principales
- Obras Nuevas en Descargas y Control de Descargas
- Expansión de Redes de Aguas de Lluvia
- Ordenamiento Territorial y Control de Cuencas
- Renovación y Rehabilitación en Redes y Sumideros
- Renovación y Rehabilitación en Conductos Principales
- Renovación y rehabilitación en Descargas y Estaciones de Bombeo

❖ Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica

- Programa Sistema Agua Potable
- Programa Sistemas Aguas Servidas y Aguas de Lluvia
- Programas Generales

❖ Plan SCADA

19.1.1 Fichas Actualización del Plan Maestro de AAPP

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE				
Obras Nuevas en Plantas y EB Agua Cruda				
Ficha Descriptiva de Intervencion				
N° PROYECTO	1.1.1	RUBRO	Obras Nuevas en Plantas	
DENOMINACION	Ampliación Planta Potabilizadora en La Toma (Q= 2 m ³ /s)			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)	38.720	-	38.720
FONDOS				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS				
Debido al crecimiento de la demanda de agua potable se debe ampliar la capacidad de producción en 2 m ³ /s				
DESCRIPCION DEL PROYECTO				
Planta Potabilizadora 2 m³/s: en función de la calidad de agua cruda y la capacidad tecnológica del personal operativos se ha planteado la ejecución de una planta potabilizadora con tecnología Degremont la cual consta de: - Cámara de Carga y Aireación - 2 Clarificadores Pulsatube - 4 Filtros Acquazur V (manto de arena) - Sistema de Lavado de Filtros (aire + agua) - Casa Química (sistema de dosificación de sulfato de aluminio, cal) - Sistema de Fuerza Motriz y Comando				
DETALLE	Equipamiento-Insumos	Obra Civil	Total	Incidencia
Cámara de Carga	\$ 320.050,00	\$ 121.500,00	\$ 441.550,00	1,15%
Sedimentadores "Pulsatube"	\$ 6.733.125,00	\$ 4.671.000,00	\$ 11.404.125,00	29,72%
Filtros rápidos "Aquazur V"	\$ 4.961.250,00	\$ 3.633.000,00	\$ 8.594.250,00	22,40%
Sistema lavado Filtros	\$ 2.646.000,00	\$ 1.816.500,00	\$ 4.462.500,00	11,63%
Casa Química y Talleres	\$ 2.622.375,00	\$ 1.868.400,00	\$ 4.490.775,00	11,70%
Sistema de FM y Comando	\$ 4.536.000,00	\$ 3.114.000,00	\$ 7.650.000,00	19,94%
Varios	\$ 810.000,00	\$ 519.000,00	\$ 1.329.000,00	3,46%
	\$ 22.628.800,00	\$ 15.743.400,00	\$ 38.372.200,00	100,00%

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Obras Nuevas en Plantas y EB Agua Cruda					
Ficha Descriptiva de Intervencion					
N° PROYECTO	1.1.2		RUBRO	Obras Nuevas en Plantas	
DENOMINACION	Nueva Reserva La Toma (V= 10.000 m ³)				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)		7.500	-	7.500
	FONDOS				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
La capacidad de reserva en plantas potabilizadoras no es suficiente para garantizar el tiempo de contacto de la solución clorada, por ello se plantea la necesidad de ampliar la capacidad de las reservas en 10.000 m ³ para el 5° y 6° Quinquenio					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Proyecto y construcción de dos (2) reservas en HºAº de 10.000 m ³ c/u					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Obras Nuevas en Plantas y EB Agua Cruda****Ficha Descriptiva de Intervencion**

N° PROYECTO	1.1.3	RUBRO	Obras Nuevas en EB Agua Cruda		
DENOMINACION	Ampliación Sistema de Bombeo Agua Cruda en La Toma (2 Grupos Verticales)				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (1.000 US\$)	3.132	-	3.132	
FONDOS					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Al ampliar el sistema de potabilización, se debe ampliar el sistema de captación y bombeo de agua cruda. Para ello se tuvo en cuenta las características de los actuales grupos de bombeo (verticales)					

DESCRIPCION DEL PROYECTO				
Proyecto y construcción Estación de Bombeo Nueva, sistema de aducción, provisión y montaje de dos (2) cribas y dos (2) grupos verticales				
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Total
OBRA DE TOMA				
Equipos e Instalación				
Compuertas de pared	N°	2	\$ 24.000,00	\$ 48.000,00
Cribas	N°	2	\$ 120.000,00	\$ 240.000,00
Bombas verticales	N°	2	\$ 230.000,00	\$ 460.000,00
Tableros de comando y control	N°	1	\$ 128.000,00	\$ 128.000,00
Manifold-Piping	Gl	1	\$ 310.000,00	\$ 310.000,00
Ampliación Estación Energía	Gl	1	\$ 980.000,00	\$ 980.000,00
Obras Civiles				
Escavaciones con tablestacado y cierres	m3	300	\$ 510,00	\$ 153.000,00
Obra de Toma	m3	140	\$ 2.560,00	\$ 358.400,00
Edificio	m3	500	\$ 910,00	\$ 455.000,00
				\$ 3.132.400,00

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Obras Nuevas en Plantas y EB Agua Cruda					
Ficha Descriptiva de Intervencion					
N° PROYECTO	1.1.4		RUBRO	Obras Nuevas en EB Agua Cruda	
DENOMINACION	Ampliación Impulsión Agua Cruda (56") en La Toma				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (1.000 US\$)	3.408	-	3.408	
FONDOS					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Junto con la ampliación de la Planta Potabilizadora y nueva Estación de Bombeo se debe instalar una nueva Tubería de Impulsión DN 56" para elevar el agua cruda desde el Rio Daule a la Planta Potabilizadora					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Impulsión DN 56" en Acero, elementos de maniobra, control y golpe de ariete					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Obras Nuevas en Plantas y EB Agua Cruda					
Ficha Descriptiva de Intervencion					
N° PROYECTO	1.1.5		RUBRO	Obras Nuevas en Plantas	
DENOMINACION	Tratamiento de Lodos Plantas Potabilizadoras La Toma				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (1.000 US\$)	1.785	-	1.785	
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Los lodos generados en el proceso de potabilización: purga y limpieza de decantadores , lavado de filtros y purga de saturadores de cal, son volcados el RIO DAULE sin tratamiento alguno, en altas concentraciones de parámetros que superan a lo establecido en la Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes vigente. En una primera etapa se plantea la ejecución de un emisario submarino en el Río Daule el cual debido a las corrientes submarinas y caudal se restablezca el equilibrio de las aguas en función de la dilución de las concentraciones contaminantes. En una segunda etapa, la cual incluye el estudio de la calidad del agua del Rio Daule aguas abajo y arriba del punto de descarga, la formulación del proyecto y construcción de la planta de tratamiento de efluentes.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Las Obras correspondientes al Tratamiento de Lodos de las Plantas de La Toma se preven de realizar en dos etapas, y se compone de basicamente de: - Construcción del emisario submarino. Primera etapa en el 5Q - Construcción Planta de Tratamiento de Lodos. Segunda etapa (luego del 2031)					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Obras Nuevas en Plantas y EB Agua Cruda****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	1.1.6	RUBRO	Obras Nuevas en Plantas
DENOMINACION	Sistemas de Protección Cloro Gaseoso en Planta La Toma		
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q
	MONTO (1.000 US\$)	4.100	-
	FONDOS		

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

Contar con un sistema de protección y tratamiento de fugas de gas cloro, actualmente se cuenta con válvulas "suhtt off" instaladas en los cilindros de gas cloro como sistema de protección ante fugas de gas cloro.

Optimizar el sistema de dosificación en plantas nueva y convencional con la instalación de evaporadores.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Interagua ha optado por un Sistema de Protección de Fugas de Gas Cloro a implementar por planta.

El proyecto incluye el Diseño y Construcción del sistema de protección y tratamiento de fugas de gas cloro para las plantas potabilizadoras: Lurgi, Convencional y 10 MCS

Contempla el cerramiento de las instalaciones actuales, suministro e instalación de sistema de absorción y neutralización de fugas de gas cloro para cada una de las plantas que conforman el complejo La Toma

Ítem	Descripción	Costo
Fase I - Planta de 10 MCS		
1.1	Equipos para Sistema de Cloración con extracción de cloro líquido y evaporadores Planta de 10 MCS	\$ 680,000.00
1.2	Costo de instalación Incluye tuberías, accesorios y mano de obra.	\$ 490,000.00
1.3	Control de fugas, diseñado para cubrir hasta 5 toneladas de escape de gas cloro (cinco cilindros de 1000 Kg), mediante neutralización con Soda Caustica (Na OH) al 32%. Para Planta de 10 MCS.	\$ 650,000.00
1.4	Obra Civil para confinamiento de Sala Cloración.	\$ 130,000.00
	Subtotal Fase I	\$ 1,950,000.00
Fase II - Planta Convencional y Lurgi		
2.1	Equipos para Sistema de Cloración con extracción de cloro líquido y evaporadores Planta Convencional	\$ 480,000.00
2.2	Control de fugas, diseñado para cubrir hasta 3 toneladas de escape de gas cloro (Tres cilindros de 1000 Kg), mediante neutralización con Soda Caustica (Na OH) al 32%. Para Planta Convencional	\$ 540,000.00
2.3	Equipos para Sistema de Cloración por medio de extracción de cloro gas Planta Lurgi	\$ 260,000.00
2.4	Control de fugas, diseñado para cubrir hasta 2 toneladas de escape de gas cloro (dos cilindros de 1000 Kg), mediante neutralización con Soda Caustica (Na OH) al 32%. Para Planta Lurgi.	\$ 470,000.00
2.5	Costo aproximado de instalación Incluye tuberías, accesorios y mano de obra.	\$ 300,000.00
2.6	Obra Civil para confinamiento de Salas Cloración.	\$ 100,000.00
	Subtotal Fase II	\$ 2,150,000.00
	Total	\$ 4,100,000.00

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Obras Nuevas en Plantas y EB Agua Cruda					
Ficha Descriptiva de Intervencion					
N° PROYECTO	1.1.7	RUBRO	Obras Nuevas en Plantas		
DENOMINACION	Nuevo Laboratorio Control de Calidad La Toma				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (1.000 US\$)	1.100	-	1.100	
FONDOS					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Las instalaciones actuales del laboratorio de calidad no son suficientes, con el objetivo de contar con una estructura funcional y servicios modernos se plantea la construcción de una Laboratorio de Calidad del Agua de Abastecimiento y Efluentes.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Estructura funcional concebida en una planta pero diferenciada en dos áreas. Área de Servicios y Gestión de Análisis y Área de Laboratorio, con una metodología de trabajo interrelacionada y coordinada, dirigida a los objetivos del Departamento que son todos los aspectos vinculados a la calidad del abastecimiento y efluentes, con acciones directas que le son propias y acciones de apoyo a las demás Áreas operativas de la Empresa - Superficie de 1200 m² - Área de Jefatura - Área de Servicios y Gestión de Análisis, la cual cuenta con: laboratorio de química de aguas y efluentes, sector de bacteriología y microbiología y laboratorio de absorción atómica y cromatografía - Equipamiento: cromatógrafo de gas/masas, absorción atómica con horno de grafito y generador de hidruros, espectrofotómetro UV-Vis					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE																																							
Obras Nuevas en Plantas y EB Agua Cruda																																							
Ficha Descriptiva de Intervencion																																							
N° PROYECTO	1.1.8	RUBRO	Obras Nuevas en Plantas																																				
DENOMINACION	Ampliación Planta de San Juan																																						
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL																																			
	MONTO (1.000 US\$)	4.053	4.053	8.106																																			
	FONDOS																																						
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																																							
La capacidad de producción requiere ser ampliada para satisfacer la demanda.Un modulo adicional en el 5to Q y el tercer módulo en el 6t Q																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">m³/día</th> <th colspan="4">AÑOS</th> </tr> <tr> <th>2020 ⁽¹⁾</th> <th>2026 ⁽²⁾</th> <th>2031 ⁽³⁾</th> <th>2041 ⁽⁴⁾</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consumo</td> <td>6.910</td> <td>11.502</td> <td>15.013</td> <td>20.578</td> </tr> <tr> <td>Demanda (*)</td> <td>15.704</td> <td>25.560</td> <td>30.026</td> <td>37.414</td> </tr> <tr> <td>Capacidad Producción</td> <td>15.725</td> <td>31.450</td> <td>31.450</td> <td>47.175</td> </tr> <tr> <td>Capacidad Remanente</td> <td>21</td> <td>5.890</td> <td>1.424</td> <td>9.761</td> </tr> <tr> <td>Capacidad Remanente (%)</td> <td>0,13%</td> <td>18,73%</td> <td>4,53%</td> <td>20,69%</td> </tr> </tbody> </table>						m³/día	AÑOS				2020 ⁽¹⁾	2026 ⁽²⁾	2031 ⁽³⁾	2041 ⁽⁴⁾	Consumo	6.910	11.502	15.013	20.578	Demanda (*)	15.704	25.560	30.026	37.414	Capacidad Producción	15.725	31.450	31.450	47.175	Capacidad Remanente	21	5.890	1.424	9.761	Capacidad Remanente (%)	0,13%	18,73%	4,53%	20,69%
m³/día	AÑOS																																						
	2020 ⁽¹⁾	2026 ⁽²⁾	2031 ⁽³⁾	2041 ⁽⁴⁾																																			
Consumo	6.910	11.502	15.013	20.578																																			
Demanda (*)	15.704	25.560	30.026	37.414																																			
Capacidad Producción	15.725	31.450	31.450	47.175																																			
Capacidad Remanente	21	5.890	1.424	9.761																																			
Capacidad Remanente (%)	0,13%	18,73%	4,53%	20,69%																																			
DESCRIPCION DEL PROYECTO																																							
La capacidad final de la Planta Potabilizadora será de 0,56 m³/s a alcanzar mediante la construcción de 2 módulos adicionales de 0,182 m³/s cada uno. En cada modulo adicional se preve ampliar la capacidad de bombeo de agua cruda incorporando una bomba adicional , una bateria de flitros , una bateria de ozonizacion y un modulo de tratamiento de barros,en cada modulo adicional.La inversion prevista en cada módulo es :																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Modulo de 182 l/seg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Estación bombeo captación</td> </tr> <tr> <td>Bomba Carcasa partida Q=200 l/s, H=29.4 m P=97 HP</td> <td>31.623,00</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Planta de Tratamiento:</td> </tr> <tr> <td>Suministro batería de Filtros</td> <td>3.252.145,00</td> </tr> <tr> <td>Galpón para Filtros</td> <td>194.039,00</td> </tr> <tr> <td>Desinfección: Tanque de Ozono</td> <td>160.394,00</td> </tr> <tr> <td>Tanque de Rechazo filtros</td> <td>306.452,00</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Estación de Bombeo Agua Tratada:</td> </tr> <tr> <td>2 Bombas de cámara partida caudal 100 l/s H: 102 m</td> <td>108.290,00</td> </tr> <tr> <td>Total sin iva</td> <td>4.052.943,00</td> </tr> </tbody> </table>						Modulo de 182 l/seg		Estación bombeo captación		Bomba Carcasa partida Q=200 l/s, H=29.4 m P=97 HP	31.623,00	Planta de Tratamiento:		Suministro batería de Filtros	3.252.145,00	Galpón para Filtros	194.039,00	Desinfección: Tanque de Ozono	160.394,00	Tanque de Rechazo filtros	306.452,00	Estación de Bombeo Agua Tratada:		2 Bombas de cámara partida caudal 100 l/s H: 102 m	108.290,00	Total sin iva	4.052.943,00												
Modulo de 182 l/seg																																							
Estación bombeo captación																																							
Bomba Carcasa partida Q=200 l/s, H=29.4 m P=97 HP	31.623,00																																						
Planta de Tratamiento:																																							
Suministro batería de Filtros	3.252.145,00																																						
Galpón para Filtros	194.039,00																																						
Desinfección: Tanque de Ozono	160.394,00																																						
Tanque de Rechazo filtros	306.452,00																																						
Estación de Bombeo Agua Tratada:																																							
2 Bombas de cámara partida caudal 100 l/s H: 102 m	108.290,00																																						
Total sin iva	4.052.943,00																																						

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Obras Nuevas en Plantas y EB Agua Cruda					
Ficha Descriptiva de Intervencion					
N° PROYECTO	1.1.9		RUBRO	Obras Nuevas en Plantas	
DENOMINACION	Nueva Planta Daular				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)		8.000	7.000	15.000
	FONDOS				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
La capacidad de producción requiere ser ampliada para el abastecimiento de agua la la zona de influencia del Nuevo Aeropuerto de Guayaquil en la zona de Daular					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Se ha previsto la construcción de una nueva Planta Potabilizadora localizada en las proximidades del embalse Chongón, con toma de agua cruda desde su espejo de agua. La capacidad final de la Planta Potabilizadora se ha estimado en 1,50 m³/s, a alcanzar mediante la construcción de 2 módulos de 0,75 m³/s cada uno. Se propone un tratamiento convencional con las siguientes etapas de proceso: Captación y Transporte del Agua Cruda desde el embalse Chongón; Floculación, Sedimentación, Filtración y Desinfección. Se ha previsto también una Cisterna de 2250 m³ de capacidad. Las obras se complementan con los Edificios de Dosificación de Cloro y de Insumos Químicos; Administración y Laboratorio; y Taller y Vestuarios. La ejecución del Primer Módulo de capacidad 0,75 m³/s se ha previsto de tal manera que las Obras Civiles de Captación y Conducción de Agua Cruda; Cámaras de Entrada y de Carga; y Edificios dispongan la capacidad final. El tratamiento de lodos se realizará en oportunidad de ejecución del Segundo Módulo					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE																																																							
Obras Nuevas en Acueductos y Reservas																																																							
Ficha Descriptiva de Intervención																																																							
N° PROYECTO	1.2.1	RUBRO	Obras Nuevas en Acueductos y Reservas																																																				
DENOMINACION	Subsistema 5º Acueducto (Zona NO)																																																						
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL																																																			
	MONTO (1.000 US\$)	32.122	6.392	38.513																																																			
FONDO																																																							
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																																																							
La futura demanda de Agua Potable de la zona Noroeste de Guayaquil requiere de la construcción del Tramo 1 del Subsistema del 5º Acueducto, desde la Planta La Toma hasta las proximidades de Ciudad Victoria, de tal manera de contar con la totalidad de los tramos previstos en el proyecto, independizando el abastecimiento de este área del Subsistema de los 4 Acueductos (configuración actual de alimentación). También se incluyen otras obras complementarias.																																																							
DESCRIPCION DEL PROYECTO																																																							
5º Quinquenio: a) Construcción del Tramo 1 (DN1800 y 1500 mm); b) Construcción Booster zona Sergio Toral (2 bombas de 125 Kw c/u) + Acueducto de transporte de vinculación Booster zona Sergio Toral con red existente (DN250 mm); c) Construcción de Cisternas Bonavilla (2 de 174 m3 c/u) + EB (2 bombas de 5,5 Kw c/u); d) Construcción Booster Tk San Ignacio de Loyola para alimentación a Tks Socio Vivienda (2 bombas de 100 Kw c/u) + Acueducto de transporte de vinculación Booster Tk S.I. de Loyola con Tks Socio Vivienda (DN250mm). 6º Quinquenio: Construcción Anillos Hidráulicos (Zona NZU) (DN700, 600 y 500 mm).																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Diámetro</th> <th>Longitud (Km)</th> <th>Costo Unit.</th> <th>Costo (\$)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.800</td> <td>8,10</td> <td>\$ 3.036.761</td> <td>\$ 24.597.766</td> <td>Tramo 1a (La Toma a zona Mi Lote)</td> </tr> <tr> <td>1.500</td> <td>2,75</td> <td>\$ 2.258.144</td> <td>\$ 6.209.897</td> <td>Tramo 1b (zona Mi Lote a zona Ciudad Victoria)</td> </tr> <tr> <td>700</td> <td>5,70</td> <td>\$ 619.810</td> <td>\$ 3.532.916</td> <td>Tramo 1 Anillo Hidráulico (Zona NZU)</td> </tr> <tr> <td>600</td> <td>3,10</td> <td>\$ 391.981</td> <td>\$ 1.215.141</td> <td>Tramo 2 Anillo Hidráulico (Zona NZU)</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>4,10</td> <td>\$ 400.912</td> <td>\$ 1.643.737</td> <td>Tramo 3 Anillo Hidráulico (Zona NZU)</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>1,15</td> <td>\$ 90.998</td> <td>\$ 104.648</td> <td>Acueducto vinculación Booster Zona Sergio Toral</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>2,30</td> <td>\$ 90.998</td> <td>\$ 209.295</td> <td>Acueducto vinculación Booster Tk San Ignacio de Loyola con Tks Socio Vivienda</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sub Total</td> <td>\$ 37.513.401</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Diámetro	Longitud (Km)	Costo Unit.	Costo (\$)		1.800	8,10	\$ 3.036.761	\$ 24.597.766	Tramo 1a (La Toma a zona Mi Lote)	1.500	2,75	\$ 2.258.144	\$ 6.209.897	Tramo 1b (zona Mi Lote a zona Ciudad Victoria)	700	5,70	\$ 619.810	\$ 3.532.916	Tramo 1 Anillo Hidráulico (Zona NZU)	600	3,10	\$ 391.981	\$ 1.215.141	Tramo 2 Anillo Hidráulico (Zona NZU)	500	4,10	\$ 400.912	\$ 1.643.737	Tramo 3 Anillo Hidráulico (Zona NZU)	250	1,15	\$ 90.998	\$ 104.648	Acueducto vinculación Booster Zona Sergio Toral	250	2,30	\$ 90.998	\$ 209.295	Acueducto vinculación Booster Tk San Ignacio de Loyola con Tks Socio Vivienda	Sub Total			\$ 37.513.401						
Diámetro	Longitud (Km)	Costo Unit.	Costo (\$)																																																				
1.800	8,10	\$ 3.036.761	\$ 24.597.766	Tramo 1a (La Toma a zona Mi Lote)																																																			
1.500	2,75	\$ 2.258.144	\$ 6.209.897	Tramo 1b (zona Mi Lote a zona Ciudad Victoria)																																																			
700	5,70	\$ 619.810	\$ 3.532.916	Tramo 1 Anillo Hidráulico (Zona NZU)																																																			
600	3,10	\$ 391.981	\$ 1.215.141	Tramo 2 Anillo Hidráulico (Zona NZU)																																																			
500	4,10	\$ 400.912	\$ 1.643.737	Tramo 3 Anillo Hidráulico (Zona NZU)																																																			
250	1,15	\$ 90.998	\$ 104.648	Acueducto vinculación Booster Zona Sergio Toral																																																			
250	2,30	\$ 90.998	\$ 209.295	Acueducto vinculación Booster Tk San Ignacio de Loyola con Tks Socio Vivienda																																																			
Sub Total			\$ 37.513.401																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Costo Unit.</th> <th>Costo (\$)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cisternas + EB Bonavilla</td> <td>1</td> <td>\$ 332.009</td> <td>\$ 332.009</td> <td>Reservas a nivel terreno (2 de 174 m3 c/u) + EB (2 bombas de 5,5 Kw c/u)</td> </tr> <tr> <td>Booster Zona Sergio Toral</td> <td>1</td> <td>\$ 344.884</td> <td>\$ 344.884</td> <td>Booster Zona Sergio Toral (2 bombas de 125 Kw c/u)</td> </tr> <tr> <td>Booster S.I. Loyola</td> <td>1</td> <td>\$ 323.002</td> <td>\$ 323.002</td> <td>Booster Tk San Ignacio de Loyola a Tks Socio Vivienda (2 bombas de 100 Kw c/u)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>\$ -</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>\$ -</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>\$ -</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>\$ -</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sub Total</td> <td>\$ 999.895</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">TOTAL</td> <td>\$ 38.513.296</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Descripción	Cantidad	Costo Unit.	Costo (\$)		Cisternas + EB Bonavilla	1	\$ 332.009	\$ 332.009	Reservas a nivel terreno (2 de 174 m3 c/u) + EB (2 bombas de 5,5 Kw c/u)	Booster Zona Sergio Toral	1	\$ 344.884	\$ 344.884	Booster Zona Sergio Toral (2 bombas de 125 Kw c/u)	Booster S.I. Loyola	1	\$ 323.002	\$ 323.002	Booster Tk San Ignacio de Loyola a Tks Socio Vivienda (2 bombas de 100 Kw c/u)				\$ -					\$ -					\$ -					\$ -		Sub Total			\$ 999.895		TOTAL			\$ 38.513.296	
Descripción	Cantidad	Costo Unit.	Costo (\$)																																																				
Cisternas + EB Bonavilla	1	\$ 332.009	\$ 332.009	Reservas a nivel terreno (2 de 174 m3 c/u) + EB (2 bombas de 5,5 Kw c/u)																																																			
Booster Zona Sergio Toral	1	\$ 344.884	\$ 344.884	Booster Zona Sergio Toral (2 bombas de 125 Kw c/u)																																																			
Booster S.I. Loyola	1	\$ 323.002	\$ 323.002	Booster Tk San Ignacio de Loyola a Tks Socio Vivienda (2 bombas de 100 Kw c/u)																																																			
			\$ -																																																				
			\$ -																																																				
			\$ -																																																				
			\$ -																																																				
Sub Total			\$ 999.895																																																				
TOTAL			\$ 38.513.296																																																				
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Total 5º Quinquenio</td> <td>\$ 32.121.502</td> </tr> <tr> <td>Total 6º Quinquenio</td> <td>\$ 6.391.794</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>\$ 38.513.296</td> </tr> </tbody> </table>						Total 5º Quinquenio	\$ 32.121.502	Total 6º Quinquenio	\$ 6.391.794	Total	\$ 38.513.296																																												
Total 5º Quinquenio	\$ 32.121.502																																																						
Total 6º Quinquenio	\$ 6.391.794																																																						
Total	\$ 38.513.296																																																						

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Obras Nuevas en Acueductos y Reservas					
Ficha Descriptiva de Intervención					
N° PROYECTO	1.2.2		RUBRO	Obras Nuevas en Acueductos y Reservas	
DENOMINACION	Anillo Hidráulico Av. Narcisa de Jesús				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)		1.203		1.203
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
La demanda de Agua Potable requiere de la construcción del Anillo Hidráulico mencionado.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Construcción de Anillo Hidráulico Av. Narcisa de Jesús.					
	Diámetro	Longitud (Km)	Costo Unit.	Costo (\$)	
	500	3,00	\$ 400.912	\$ 1.202.735	
	Sub Total			\$ 1.202.735	

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE																																																								
Obras Nuevas en Acueductos y Reservas																																																								
Ficha Descriptiva de Intervención																																																								
N° PROYECTO	1.2.3	RUBRO	Obras Nuevas en Acueductos y Reservas																																																					
DENOMINACION	Subsistema Chongón: Abastecimiento Zona Vía a la Costa (desde KM 24 en adelante) y Zona NAIG																																																							
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL																																																				
	MONTO (1.000 US\$)	5.326	-	5.326																																																				
FONDOS																																																								
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																																																								
La futura demanda de Agua Potable de la zona de desarrollo urbano por el Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de Guayaquil (NAIG) requerirá de la construcción de un Acueducto desde la Nueva Planta en las proximidades del embalse Chongón hasta la conexión con el Acueducto Vía a la Costa actual. Se Incluyen también Obras complementarias para adecuar el abastecimiento del nuevo Subsistema al existente (Vía a la Costa: desde KM24 hasta el final). Asimismo, se ha previsto la construcción de un nuevo Acueducto desde la nueva Planta potabilizadora hasta la zona del NAIG, con el propósito de abastecimiento al mismo y a nuevas urbanizaciones.																																																								
DESCRIPCION DEL PROYECTO																																																								
Los Acueductos y Boosters para abastecimiento de las áreas urbanas servidas por el Acueducto actual Vía a la Costa y la zona del NAIG comenzarán a construirse en el 5º Quinquenio y su evolución y traza se ajustará al desarrollo urbano, todavía no planificado por el Municipio de Guayaquil.																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Diámetro</th> <th>Longitud (Km)</th> <th>Costo Unit.</th> <th>Costo (\$)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.000</td> <td>1,5</td> <td>\$ 1.022.287</td> <td>\$ 1.533.430</td> <td>Tramo 1 Acueducto desde Planta Chongón - conexión con Acued Vía a la Costa</td> </tr> <tr> <td>700</td> <td>4,1</td> <td>\$ 619.810</td> <td>\$ 2.541.220</td> <td>Tramo 2 Acueducto desde Planta Chongón - conexión con Acued Vía a la Costa</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>3,0</td> <td>\$ 161.512</td> <td>\$ 484.537</td> <td>Acueducto desde Planta Chongón a Zona NAIG</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sub Total</td> <td>\$ 4.559.187</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Costo Unit.</th> <th>Costo (\$)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Booster Km 36,5 Vía a la Costa</td> <td>1</td> <td>\$ 422.063</td> <td>\$ 422.063</td> <td>Booster 1 Vía a la Costa (Km 36,5) (2 bombas de 200 Kw c/u)</td> </tr> <tr> <td>Booster Km 55,5 Vía a la Costa</td> <td>1</td> <td>\$ 344.884</td> <td>\$ 344.884</td> <td>Booster 2 Vía a la Costa (Km 55,5) (2 bombas de 125 Kw c/u)</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sub Total</td> <td>\$ 766.947</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Total 5º Quinquenio</td> <td>\$ 5.326.134</td> </tr> <tr> <td>Total 6º Quinquenio</td> <td>\$ 0</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>\$ 5.326.134</td> </tr> </tbody> </table>						Diámetro	Longitud (Km)	Costo Unit.	Costo (\$)		1.000	1,5	\$ 1.022.287	\$ 1.533.430	Tramo 1 Acueducto desde Planta Chongón - conexión con Acued Vía a la Costa	700	4,1	\$ 619.810	\$ 2.541.220	Tramo 2 Acueducto desde Planta Chongón - conexión con Acued Vía a la Costa	300	3,0	\$ 161.512	\$ 484.537	Acueducto desde Planta Chongón a Zona NAIG	Sub Total			\$ 4.559.187		Descripción	Cantidad	Costo Unit.	Costo (\$)		Booster Km 36,5 Vía a la Costa	1	\$ 422.063	\$ 422.063	Booster 1 Vía a la Costa (Km 36,5) (2 bombas de 200 Kw c/u)	Booster Km 55,5 Vía a la Costa	1	\$ 344.884	\$ 344.884	Booster 2 Vía a la Costa (Km 55,5) (2 bombas de 125 Kw c/u)	Sub Total			\$ 766.947		Total 5º Quinquenio	\$ 5.326.134	Total 6º Quinquenio	\$ 0	Total	\$ 5.326.134
Diámetro	Longitud (Km)	Costo Unit.	Costo (\$)																																																					
1.000	1,5	\$ 1.022.287	\$ 1.533.430	Tramo 1 Acueducto desde Planta Chongón - conexión con Acued Vía a la Costa																																																				
700	4,1	\$ 619.810	\$ 2.541.220	Tramo 2 Acueducto desde Planta Chongón - conexión con Acued Vía a la Costa																																																				
300	3,0	\$ 161.512	\$ 484.537	Acueducto desde Planta Chongón a Zona NAIG																																																				
Sub Total			\$ 4.559.187																																																					
Descripción	Cantidad	Costo Unit.	Costo (\$)																																																					
Booster Km 36,5 Vía a la Costa	1	\$ 422.063	\$ 422.063	Booster 1 Vía a la Costa (Km 36,5) (2 bombas de 200 Kw c/u)																																																				
Booster Km 55,5 Vía a la Costa	1	\$ 344.884	\$ 344.884	Booster 2 Vía a la Costa (Km 55,5) (2 bombas de 125 Kw c/u)																																																				
Sub Total			\$ 766.947																																																					
Total 5º Quinquenio	\$ 5.326.134																																																							
Total 6º Quinquenio	\$ 0																																																							
Total	\$ 5.326.134																																																							

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Obras Nuevas en Acueductos y Reservas					
Ficha Descriptiva de Intervención					
N° PROYECTO	1.2.4		RUBRO	Obras Nuevas en Acueductos y Reservas	
DENOMINACION	Construcción Booster San Eduardo				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)		3.000		3.000
	FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
La futura configuración de Producción y Transporte de Agua Potable (construcción del Subsistema Chongón) requerirá de la construcción de una Booster (San Eduardo) para abastecimiento a la Estación de Bombeo N° 1 existente al Acueducto Vía a la Costa.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
* Construcción de Booster San Eduardo. * Instalación de Válvulas Reguladoras de Presión (VRP) necesarias en tramo Booster San Eduardo y EB N°1 por entrada en operación de la booster.					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE																																			
Obras Nuevas en Acueductos y Reservas																																			
Ficha Descriptiva de Intervención																																			
N° PROYECTO	1.2.5		RUBRO	Obras Nuevas en Acueductos y Reservas																															
DENOMINACION	Nuevas Reservas/Cisternas																																		
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL																															
	MONTO (1.000 US\$)	-	32.343	32.343																															
	FONDOS																																		
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																																			
Construcción de nuevas Reservas de AT para ampliar la capacidad con el objetivo de cumplir con el % de Volumen de Reservas requerido para el nivel de Demanda futuro definido (según lo definido en Manual de Diseños de Acueductos MA-OED-001, de IA).																																			
DESCRIPCION DEL PROYECTO																																			
Se plantea la necesidad de construir Reservas en las Zonas Centro, Pascuales y Chongón, en lugares a definir (según disponibilidad de terreno y de configuración de la red de distribución):																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Costo Unit.</th> <th>Costo (\$)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zona Centro</td> <td>1</td> <td>\$ 560.861</td> <td>\$ 560.861</td> <td>Reserva a nivel de terreno (1.500 m3)</td> </tr> <tr> <td>Zona Pascuales</td> <td>8</td> <td>\$ 3.739.075</td> <td>\$ 29.912.597</td> <td>Reserva a nivel de terreno (10.000 m3 c/u)</td> </tr> <tr> <td>Zona Chongón</td> <td>1</td> <td>\$ 1.869.537</td> <td>\$ 1.869.537</td> <td>Reserva a nivel de terreno (5.000 m3)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sub Total</td> <td>\$ 32.342.995</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Descripción	Cantidad	Costo Unit.	Costo (\$)		Zona Centro	1	\$ 560.861	\$ 560.861	Reserva a nivel de terreno (1.500 m3)	Zona Pascuales	8	\$ 3.739.075	\$ 29.912.597	Reserva a nivel de terreno (10.000 m3 c/u)	Zona Chongón	1	\$ 1.869.537	\$ 1.869.537	Reserva a nivel de terreno (5.000 m3)						Sub Total			\$ 32.342.995	
Descripción	Cantidad	Costo Unit.	Costo (\$)																																
Zona Centro	1	\$ 560.861	\$ 560.861	Reserva a nivel de terreno (1.500 m3)																															
Zona Pascuales	8	\$ 3.739.075	\$ 29.912.597	Reserva a nivel de terreno (10.000 m3 c/u)																															
Zona Chongón	1	\$ 1.869.537	\$ 1.869.537	Reserva a nivel de terreno (5.000 m3)																															
Sub Total			\$ 32.342.995																																
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Total 5º Quinquenio</td> <td>\$ 0</td> </tr> <tr> <td>Total 6º Quinquenio</td> <td>\$ 32.342.995</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>\$ 32.342.995</td> </tr> </tbody> </table>						Total 5º Quinquenio	\$ 0	Total 6º Quinquenio	\$ 32.342.995	Total	\$ 32.342.995																								
Total 5º Quinquenio	\$ 0																																		
Total 6º Quinquenio	\$ 32.342.995																																		
Total	\$ 32.342.995																																		

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Obras Nuevas en Acueductos y Reservas					
Ficha Descriptiva de Intervención					
N° PROYECTO	1.2.6		RUBRO	Obras Nuevas en Acueductos y Reservas	
DENOMINACION	Nueva Booster para Colinas del Hipódromo para Alta - Mapasingue Oeste				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (1.000 US\$)	450		450	
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
El sector de Colinas del Hipódromo, ubicado al oeste de la ciudad de Guayaquil, en una primera fase se realizó la instalación de redes formales para 14 hectáreas los cuales se podían abastecer mediante redes formales directamente de la red; en esta segunda fase se va a abastecer unas 11 hectáreas restante las cuales deben de abastecerse mediante un sistema booster debido a que se encuentran a una cota mayor a la que llega la presión de la red, para proporcionar la presión que garantice el abastecimiento de agua en las condiciones determinadas en las normas de IA.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Construcción sistema de bombeo para el sector Colinas del Hipódromo parte Alta -Mapasingue Oeste (4+1 bombas. Caudal y Potencia unitaria: 10 L/s; 1,5 Kw) + Instalación de una VRP.					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Obras Nuevas en Acueductos y Reservas					
Ficha Descriptiva de Intervención					
N° PROYECTO	1.2.7		RUBRO	Obras Nuevas en Acueductos y Reservas	
DENOMINACION	Nuevas Boosters en zonas de baja presión				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)		3.500		3.500
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Sectores afectados por estar localizados en cotas altas y requieren la instalación de sistemas booster.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Mejora de nivel del servicio de los sectores Balerio Estacio (132 conexiones); Pancho Jácome (3000 conexiones); María Eugenia Cordovez (641 conexiones); 9 de Enero (744 conexiones); Colinas de los Ceibos (654 conexiones); Juan Montalvo (2102 conexiones); Pastor Vera (2062 conexiones).					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE																				
Expansiones de Redes de AAPP																				
Ficha Descriptiva de Intervencion																				
N° PROYECTO	1.3.1		RUBRO	Obras Nuevas en Redes																
DENOMINACION	Expansión Redes de Distribución Guayaquil y ZEU																			
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL															
	MONTO (Miles US\$)		52.969	75.190	128.159															
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios																			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																				
Lograr la Universalización del Servicio de Provisión de Agua Potable a la población de Guayaquil mediante la expansión del área servida.																				
DESCRIPCION DEL PROYECTO																				
Expansión del Sistema de Provisión de Agua Potable Se presenta en la siguiente Tabla el detalle del Número de Conexiones por Expansiones a realizar por la Concesión (sin incluir expansiones por urbanizaciones a desarrollar por terceros), la población beneficiada y los correspondientes Montos de Inversión a afrontar por la Concesión para los quinquenios 5º y 6º. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Quinq.</th> <th>Nº de Cx Expansión</th> <th>Población Beneficiada (Sin Terceros)</th> <th>Costo medio por Cx</th> <th>Inversión (miles u\$s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5º Q</td> <td>56.765</td> <td>272.471</td> <td>\$ 933</td> <td>\$ 52.969</td> </tr> <tr> <td>6º Q</td> <td>80.578</td> <td>386.773</td> <td>\$ 933</td> <td>\$ 75.190</td> </tr> </tbody> </table> Base de información: Planillas de Proyección de Conexiones.						Quinq.	Nº de Cx Expansión	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (miles u\$s)	5º Q	56.765	272.471	\$ 933	\$ 52.969	6º Q	80.578	386.773	\$ 933	\$ 75.190
Quinq.	Nº de Cx Expansión	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (miles u\$s)																
5º Q	56.765	272.471	\$ 933	\$ 52.969																
6º Q	80.578	386.773	\$ 933	\$ 75.190																

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE																				
Expansiones de Redes de AAPP																				
Ficha Descriptiva de Intervencion																				
N° PROYECTO	1.3.2			RUBRO	Obras Nuevas en Redes															
DENOMINACION	Expansión Cierres de Malla Guayaquil y ZEU																			
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL															
	MONTO (Miles US\$)		6.270	5.400	11.670															
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios																			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																				
Lograr la Universalización del Servicio de Provisión de Agua Potable a la población de Guayaquil mediante la expansión del Area Servida dentro del área de cobertura actual.																				
DESCRIPCION DEL PROYECTO																				
Expansión del Sistema de Provisión de Agua Potable Se consideran "Cierres de Malla" aquellas intervenciones de expansión que requieren de la construcción de las Redes de Distribución y Conexiones, pero que disponen de redes troncales próximas para su abastecimiento. Se presenta en la siguiente Tabla el detalle del Número de Conexiones por Cierres de Mallas a realizar por la Concesión (sin incluir expansiones por urbanizaciones a desarrollar por terceros), la población beneficiada y los correspondientes Montos de Inversión a afrontar por la Concesión para los quinquenios 5º y 6º. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Quinq.</th> <th>Nº de Cx por Cierres de Malla</th> <th>Población Beneficiada (Sin Terceros)</th> <th>Costo medio por Cx</th> <th>Inversión (miles u\$s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5º Q</td> <td>10.520</td> <td>50.498</td> <td>\$ 596</td> <td>\$ 6.270</td> </tr> <tr> <td>6º Q</td> <td>9.061</td> <td>43.492</td> <td>\$ 596</td> <td>\$ 5.400</td> </tr> </tbody> </table> Base de información: Planillas de Proyección de Conexiones.						Quinq.	Nº de Cx por Cierres de Malla	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (miles u\$s)	5º Q	10.520	50.498	\$ 596	\$ 6.270	6º Q	9.061	43.492	\$ 596	\$ 5.400
Quinq.	Nº de Cx por Cierres de Malla	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (miles u\$s)																
5º Q	10.520	50.498	\$ 596	\$ 6.270																
6º Q	9.061	43.492	\$ 596	\$ 5.400																

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE																					
Expansiones de Redes de AAPP																					
Ficha Descriptiva de Intervencion																					
N° PROYECTO	1.3.3			RUBRO	Obras Nuevas en Redes																
DENOMINACION	Expansión Redes de Distribución Zona Daular (Km 26 al Km 64)																				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL																
	MONTO (Miles US\$)		308	237	545																
FONDOS																					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																					
Lograr la Universalización del Servicio de Provisión de Agua Potable a la población de Guayaquil mediante la expansión del área servida																					
DESCRIPCION DEL PROYECTO																					
Expansión del Sistema de Provisión de Agua Potable Se presenta en la siguiente Tabla el detalle del Número de Conexiones por Expansiones a realizar por la Concesión (sin incluir expansiones por urbanizaciones a desarrollar por terceros), la población beneficiada y los correspondientes Montos de Inversión a afrontar por la Concesión para los quinquenios 5º y 6º, localizados en las zonas de influencia por el desarrollo del nuevo Aeropuerto de Guayaquil en El Daular. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Quinq.</th> <th>Nº de Cx Expansión</th> <th>Población Beneficiada (Sin Terceros)</th> <th>Costo medio por Cx</th> <th>Inversión (miles u\$s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5º Q</td> <td>330</td> <td>1.585</td> <td>\$ 933</td> <td>\$ 308</td> </tr> <tr> <td>6º Q</td> <td>254</td> <td>1.217</td> <td>\$ 933</td> <td>\$ 237</td> </tr> </tbody> </table> Base de información: Planillas de Proyección de Conexiones							Quinq.	Nº de Cx Expansión	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (miles u\$s)	5º Q	330	1.585	\$ 933	\$ 308	6º Q	254	1.217	\$ 933	\$ 237
Quinq.	Nº de Cx Expansión	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (miles u\$s)																	
5º Q	330	1.585	\$ 933	\$ 308																	
6º Q	254	1.217	\$ 933	\$ 237																	

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE																																																																																														
Obras Nuevas en Acueductos y Reservas																																																																																														
Ficha Descriptiva de Intervención																																																																																														
N° PROYECTO	1.4.1	RUBRO	Obras Nuevas en Acueductos y Reservas																																																																																											
DENOMINACION	Sistema San Juan																																																																																													
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL																																																																																										
	MONTO (1.000 US\$)	13.120	467	13.587																																																																																										
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios																																																																																													
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																																																																																														
Construcción de nuevas Reservas de AT para ampliar la capacidad con el objetivo de cumplir con el % de Volumen de Reservas requerido para el nivel de Demanda futuro definido. Construcción de un Sistema de bombeo y una Reserva elevada de AT para asegurar el nivel de presiones mínimo exigido en la red de distribución (Posorja). Ampliación de la Capacidad de bombeo en la EBAT Planta San Juan, para satisfacer la Demanda a futuro definida.																																																																																														
DESCRIPCION DEL PROYECTO																																																																																														
<u>Reservas de AT:</u> Posorja: Construcción de Nuevas Reservas a nivel de terreno (3 de 1.250 m3)+ Sistema de bombeo a Nueva Reserva Elevada (2 equipos de 60 HP c/u) + Nueva Reserva Elevada (200 m3). Puerto El Morro: Construcción de Nuevas Reservas Elevadas (850 m3). El Morro: Construcción de Nuevas Reservas Elevadas (750 m3). Data de Posorja: Construcción de Nuevas Reservas Elevadas (500 m3). <u>Estaciones de Bombeo de Agua Tratada:</u> EBAT Planta San Juan: Instalación de nuevo equipo de bombeo (184 Kw). <u>Acueductos de Transporte de Agua Tratada:</u> Posorja: Construcción de Refuerzo del Acueducto de Transporte a Posorja (DN600 mm y 23,6 Km).																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th>Diámetro</th> <th>Longitud (Km)</th> <th>Costo Unit.</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>600</td> <td>23,60</td> <td>\$ 393.313,154</td> <td>\$ 9.282.190</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: right;">Sub Total</td> <td>\$ 9.282.190</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Costo Unit.</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reserva a nivel de terreno (1.250 m3)</td> <td>2</td> <td>\$ 467.384</td> <td>\$ 934.769</td> </tr> <tr> <td>Sistema de bombeo a Reserva elevada (2 equipos de 60 HP c/u)</td> <td>1</td> <td>\$ 244.713</td> <td>\$ 244.713</td> </tr> <tr> <td>Reserva elevada (200 m3; altura base cuba = 13 mts.)</td> <td>1</td> <td>\$ 261.585</td> <td>\$ 261.585</td> </tr> <tr> <td>Reserva a nivel de terreno (1.250 m3)</td> <td>1</td> <td>\$ 467.384</td> <td>\$ 467.384</td> </tr> <tr> <td>Reserva elevada (400 m3; altura base cuba = 5 mts.)</td> <td>2</td> <td>\$ 359.245</td> <td>\$ 718.490</td> </tr> <tr> <td>Reserva elevada (400 m3; altura base cuba = 13 mts.)</td> <td>2</td> <td>\$ 523.171</td> <td>\$ 1.046.342</td> </tr> <tr> <td>Reserva elevada (400 m3; altura base cuba = 14 mts.)</td> <td>1</td> <td>\$ 543.661</td> <td>\$ 543.661</td> </tr> <tr> <td>Instalación de equipo de bombeo en EBAT Planta San Juan (184 Kw)</td> <td>1</td> <td>\$ 87.958</td> <td>\$ 87.958</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: right;">Sub Total</td> <td>\$ 4.304.903</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: right;">TOTAL</td> <td>\$ 13.587.093</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 20px;"> <tbody> <tr> <td>Total 5º Quinquenio</td> <td>\$ 13.119.709</td> </tr> <tr> <td>Total 6º Quinquenio</td> <td>\$ 467.384</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>\$ 13.587.093</td> </tr> </tbody> </table>					Diámetro	Longitud (Km)	Costo Unit.	Costo (\$)	600	23,60	\$ 393.313,154	\$ 9.282.190			\$	-			\$	-			\$	-			\$	-			\$	-			\$	-	Sub Total			\$ 9.282.190	Descripción	Cantidad	Costo Unit.	Costo (\$)	Reserva a nivel de terreno (1.250 m3)	2	\$ 467.384	\$ 934.769	Sistema de bombeo a Reserva elevada (2 equipos de 60 HP c/u)	1	\$ 244.713	\$ 244.713	Reserva elevada (200 m3; altura base cuba = 13 mts.)	1	\$ 261.585	\$ 261.585	Reserva a nivel de terreno (1.250 m3)	1	\$ 467.384	\$ 467.384	Reserva elevada (400 m3; altura base cuba = 5 mts.)	2	\$ 359.245	\$ 718.490	Reserva elevada (400 m3; altura base cuba = 13 mts.)	2	\$ 523.171	\$ 1.046.342	Reserva elevada (400 m3; altura base cuba = 14 mts.)	1	\$ 543.661	\$ 543.661	Instalación de equipo de bombeo en EBAT Planta San Juan (184 Kw)	1	\$ 87.958	\$ 87.958			\$	-	Sub Total			\$ 4.304.903	TOTAL			\$ 13.587.093	Total 5º Quinquenio	\$ 13.119.709	Total 6º Quinquenio	\$ 467.384	Total	\$ 13.587.093
Diámetro	Longitud (Km)	Costo Unit.	Costo (\$)																																																																																											
600	23,60	\$ 393.313,154	\$ 9.282.190																																																																																											
		\$	-																																																																																											
		\$	-																																																																																											
		\$	-																																																																																											
		\$	-																																																																																											
		\$	-																																																																																											
		\$	-																																																																																											
Sub Total			\$ 9.282.190																																																																																											
Descripción	Cantidad	Costo Unit.	Costo (\$)																																																																																											
Reserva a nivel de terreno (1.250 m3)	2	\$ 467.384	\$ 934.769																																																																																											
Sistema de bombeo a Reserva elevada (2 equipos de 60 HP c/u)	1	\$ 244.713	\$ 244.713																																																																																											
Reserva elevada (200 m3; altura base cuba = 13 mts.)	1	\$ 261.585	\$ 261.585																																																																																											
Reserva a nivel de terreno (1.250 m3)	1	\$ 467.384	\$ 467.384																																																																																											
Reserva elevada (400 m3; altura base cuba = 5 mts.)	2	\$ 359.245	\$ 718.490																																																																																											
Reserva elevada (400 m3; altura base cuba = 13 mts.)	2	\$ 523.171	\$ 1.046.342																																																																																											
Reserva elevada (400 m3; altura base cuba = 14 mts.)	1	\$ 543.661	\$ 543.661																																																																																											
Instalación de equipo de bombeo en EBAT Planta San Juan (184 Kw)	1	\$ 87.958	\$ 87.958																																																																																											
		\$	-																																																																																											
Sub Total			\$ 4.304.903																																																																																											
TOTAL			\$ 13.587.093																																																																																											
Total 5º Quinquenio	\$ 13.119.709																																																																																													
Total 6º Quinquenio	\$ 467.384																																																																																													
Total	\$ 13.587.093																																																																																													

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Obras Nuevas en Acueductos y Reservas					
Ficha Descriptiva de Intervención					
N° PROYECTO	1.4.2			RUBRO	Obras Nuevas en Acueductos y Reservas
DENOMINACION	Sistema San Lorenzo				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (1.000 US\$)	34	-	34	
	FONDOS				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Instalación de Válvula Reguladora de Presión para evitar presiones por encima de 40 mca.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Puerto Sabana Grande: instalación de una Válvula Reguladora de Presión (VRP) DN90 mm.					
Descripción		Cantidad	Costo Unit.	Costo (\$)	
Instalación de VRP DN90 mm		1	\$ 33.793	\$ 33.793	
Sub Total				\$ 33.793	
TOTAL				\$ 33.793	
Total 5º Quinquenio				\$ 33.793	
Total 6º Quinquenio				\$ 33.793	
Total				\$ 33.793	

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Obras Nuevas en Acueductos y Reservas					
Ficha Descriptiva de Intervención					
N° PROYECTO	1.4.3		RUBRO	Obras Nuevas en Acueductos y Reservas	
DENOMINACION	Sistema Tenguel Cabecera				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (1.000 US\$)	206	-	206	
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Construcción de nuevas Reservas de AT para ampliar la capacidad con el objetivo de cumplir con el % de Volumen de Reservas requerido para el nivel de Demanda futuro definido.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Construcción de Nueva Reserva de AT a nivel de terreno (550 m3).					
Descripción		Cantidad	Costo Unit.	Costo (\$)	
Reserva a nivel de terreno (550 m3)		1	\$ 205.649	\$ 205.649	
				\$ -	
				\$ -	
Sub Total				\$ 205.649	
TOTAL				\$ 205.649	
Total 5º Quinquenio				\$ 205.649	
Total 6º Quinquenio					
Total				\$ 205.649	

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE																			
Expansiones de Redes de AAPP																			
Ficha Descriptiva de Intervencion																			
N° PROYECTO	1.4.4		RUBRO	Obras Nuevas en Redes															
DENOMINACION	Expansión Cierres de Malla Sistema San Juan (Posorja)																		
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL															
	MONTO (Miles US\$)	1.050	-	1.050															
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios																		
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																			
Se observan en la actualidad varios sectores dentro del área servida en donde es necesario realizar Cierres de Mallas.																			
DESCRIPCION DEL PROYECTO																			
Expansión del Sistema de Provisión de Agua Potable Se consideran "Cierres de Malla" aquellas intervenciones de expansión que requieren de la construcción de las Redes de Distribución y Conexiones, pero que disponen de redes troncales próximas para su abastecimiento. Se presenta en la siguiente Tabla el detalle del Número de Conexiones por Cierres de Mallas a realizar por la Concesión (sin incluir expansiones por urbanizaciones a desarrollar por terceros), la población beneficiada y los correspondientes Montos de Inversión a afrontar por la Concesión para los Quinquenios 5º y 6º. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Quinq.</th> <th>Nº de Cx por Cierres de Malla</th> <th>Población Beneficiada (Sin Terceros)</th> <th>Costo medio por Cx</th> <th>Inversión (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5º Q</td> <td>1762</td> <td>8460</td> <td>\$ 596</td> <td>\$ 1.049.559</td> </tr> <tr> <td>6º Q</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>\$ -</td> </tr> </tbody> </table> Base de información: Planillas de Proyección de Conexiones					Quinq.	Nº de Cx por Cierres de Malla	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (\$)	5º Q	1762	8460	\$ 596	\$ 1.049.559	6º Q				\$ -
Quinq.	Nº de Cx por Cierres de Malla	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (\$)															
5º Q	1762	8460	\$ 596	\$ 1.049.559															
6º Q				\$ -															

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE																												
Obras Nuevas en Acueductos y Reservas																												
Ficha Descriptiva de Intervención																												
N° PROYECTO	1.4.5	RUBRO	Obras Nuevas en Acueductos y Reservas																									
DENOMINACION	Sistema Puná																											
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL																								
	MONTO (1.000 US\$)	500	-	500																								
FONDOS																												
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																												
Construcción de nuevas Reservas de AT para ampliar la capacidad.																												
DESCRIPCION DEL PROYECTO																												
Instalación de nuevo tanque de almacenamiento. Incluye rebombeo a tanque elevado.																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Descripción</th> <th style="width: 10%;">Cantidad</th> <th style="width: 15%;">Costo Unit.</th> <th style="width: 25%;">Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reserva a nivel de terreno (300 m3) y rebombeo a tanque elevado</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: right;">\$ 500.000</td> <td style="text-align: right;">\$ 500.000</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">\$ -</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">\$ -</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Sub Total</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">\$ 500.000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">TOTAL</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">\$ 500.000</td> </tr> </tbody> </table>					Descripción	Cantidad	Costo Unit.	Costo (\$)	Reserva a nivel de terreno (300 m3) y rebombeo a tanque elevado	1	\$ 500.000	\$ 500.000				\$ -				\$ -	Sub Total			\$ 500.000	TOTAL			\$ 500.000
Descripción	Cantidad	Costo Unit.	Costo (\$)																									
Reserva a nivel de terreno (300 m3) y rebombeo a tanque elevado	1	\$ 500.000	\$ 500.000																									
			\$ -																									
			\$ -																									
Sub Total			\$ 500.000																									
TOTAL			\$ 500.000																									
			Total 5º Quinquenio	\$ 500.000																								
			Total 6º Quinquenio																									
			Total	\$ 500.000																								

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Expansiones de Redes de AAPP					
Ficha Descriptiva de Intervencion					
N° PROYECTO	1.4.6			RUBRO	Obras Nuevas en Redes
DENOMINACION	Expansión abastecimiento de AAPP en recintos de Puná				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (Miles US\$)		3.885		3.885
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Lograr la Universalización del Servicio de Provisión de Agua Potable a la población de recintos de la isla de Puá actual.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Expansión del Sistema de Provisión de Agua Potable en Recintos de Puná Construcción del sistema de agua potable para abastecer a los recintos de Rio Hondo, Campo Alegre, Estero de Boca, Cauchiche, Bellavista, Subida Alta y Puná vieja de la isla Puná Previamente EMAPAG EP contrató la consultoría para la elaboración de los estudios para abastecimiento de AAP a las citadas comunidades. El proyecto tiene un area aproximada de 150 Ha donde actualmente residen un población estimada de 3205 habitantes. 2,- CONSTRUCCION DE PLANTA DE TRATAMIENTO Y RESERVORIOS 2.1 TANQUE DE ACERO VITRIFICADO 800M3 2.2 EDIFICIO DE QUIMICOS 3, TUBERIA DE CONDUCCION TRAMO 1 PTAP - BELLAVISTA 4,- TUBERIA DE CONDUCCION TRAMO 2 ESTERO DE BOCA - CAUCHICHE - SUBIDA ALTA 5,- TUBERIA DE CONDUCCION TRAMO 3 YEE - CAMPO ALEGRE - RIO HONDO 6,- TUBERIA DE CONDUCCION TRAMO 4 PTAP - PUNA VIEJA 7,- RED DE DISTRIBUCION COMUNA RIO HONDO 8. CONSTRUCCION TANQUE ELEVADO DE 5,00 M3 9,- RED DE DISTRIBUCION COMUNA BELLAVISTA 10,- RED DE DISTRIBUCION COMUNA ESTERO DE BOCA 11,- RED DE DISTRIBUCION COMUNA CAUCHICHE 12,- RED DE DISTRIBUCION COMUNA SUBIDA ALTA					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE
Renovación y Rehabilitación de Plantas y EB Agua Cruda
 Ficha Descriptiva de Intervención

N° PROYECTO	1.5.1	RUBRO	RyR Plantas		
DENOMINACION	Renovación y Rehabilitación Planta Convencional				
INVERSION	PERIODO	4Q	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)		643		643
FONDOS					

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

La capacidad real de la planta, una vez terminadas las inversiones de RyR, podría alcanzar a los 310.000 m³/día, pero debido a los problemas operativos que presenta actualmente, esta capacidad no supera a los 260.000 m³/día.

Pos	Art. N°	Especificación	Cant/Sed	Total	Precio Unitario	Precio Total SEK
1	Z10002	Scraper Z2002HD	2	8	\$ 485.000,00	\$ 3.880.000,00
2		Panel de control	1	4	\$ 83.000,00	\$ 332.000,00
Subtotal en Coronas Suecas						\$ 4.212.000
Subtotal en u\$Dolar (1 SEK = 0,12 U\$D)						\$ 485.275
Transporte y montaje						
3		Traslado en container	2	2	\$ 9.000,00	\$ 18.000,00
4		Relleno fondo & Montaje	4	4	\$ 35.000,00	\$ 140.000,00
Total						\$ 643.275,00

DESCRIPCION DEL PROYECTO**Sistema de extracción de lodos en clarificadores con seditubos**

Se propone un sistema de evacuación continua para evitar la acumulación actual por la ineficacia del sistema actual de evacuación y evitar la salida de servicio de cada módulo por limpieza hidráulica manual de los sólidos sedimentados. El sistema que mejor se adopta a este tipo de instalaciones es el barredor oscilante ZICKERT Shark. El Zickert Shark se ha aplicado a numerosos procesos de tratamiento de agua.



INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE						
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos						
Ficha Descriptiva de Intervención						
N° PROYECTO	1.5.2			RUBRO	RyR Plantas	
DENOMINACION	Renovación y Rehabilitación Planta Lurgi					
INVERSION	PERIODO	4Q	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (1.000 US\$)		1.480		1.480	
	FONDOS					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS						
La capacidad real de la planta, una vez terminadas las inversiones de RyR, podría alcanzar a los 130.000 m³/día, pero debido a los problemas operativos que presenta actualmente, esta capacidad no supera a los 110.000 m³/día. La inversión a realizar permite recuperar capacidad de tratamiento en el orden de 20.000 m³/día y alcanzar condiciones operativas adecuadas						
DESCRIPCION DEL PROYECTO						
Mejora en el sistema de sedimentación por intalaccion de seditubos y baffles para evitar arrastre de floc. Se requiere colocar 1952 m ² de seditubos de geometría exagonales, Dequiv 75 mm, 60° de inclinacion de PVC con la inclusión de la estructura soporte.						
	Pos	Especificación	Cant/sed	m2	Precio Unitario	Precio total u\$u
	1	PVC, exagonales, Dequiv. 60 mm , dimensiones 1000x1000 mm	2,00	1.952,00	750,00	1.464.000,00
	2	Clocación	2,00	1.952,00	8,00	15.616,00
	Total					1.479.616,00

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	1.5.3	RUBRO	RyR Plantas
DENOMINACION	Renovación y Rehabilitación Planta 10 m³/s		
INVERSION	PERIODO	4Q	5Q
	MONTO (1.000 US\$)		
		9.230	28.618
	FONDOS		

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

La capacidad de producción nominal de 864.000 m³/día, está dividida en dos sectores de 432.000 m³/día cada uno. La Planta presenta defectos y daños en los hormigones estructurales, para lo cual se ha propuesto un programa de reparación del hormigón de recubrimiento en Filtros, Clarificadores, Canales de Agua Sedimentada y Coagulada, Canaleta Parshall y Cisternas Centrales y Laterales; y Refuerzos Estructurales en cámara de carga y algunos elementos de los clarificadores y canaletas. Durante el Quinto Quinquenio se propone reparar 6 clarificadores y los cuatro restantes, junto con las demás estructuras, en el sexto quinquenio.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

REPARACIÓN COMPLETA 1 CLARIFICADOR			
A- REPARACIÓN HORMIGÓN + REFUERZO COLUMNAS			
1- REPARACIÓN HORMIGÓN Y REFUERZO COLUMNAS	COSTO U.	CANT.	TOTAL
CLARIFICADORES			
REPARACION SUPERFICIES H"	\$545.833	1	\$545.833
REFORZAMIENTO COLUMNAS	\$51.627	1	\$51.627
		TOTAL	\$597.460
2- TRABAJOS COMPLEMENTARIOS P/ REPARACIÓN H"A"	COSTO U.	CANT.	TOTAL
PROYECTO EJECUTIVO INGENIERIA DE DETALLE	\$6.680	1	\$6.680
ENSAYOS HORMIGÓN EXISTENTE CLARIFICADOR PILOTO	\$3.730	1	\$3.730
NUEVA ABERTURA INGRESO EN CLARIFICADORES	\$3.104	1	\$3.104
COMPUERTAS CANALES AGUA SEDIMENTADA	\$8.186	1	\$8.186
		TOTAL	\$21.700
COSTO DIRECTO TOTAL RUBROS 1 Y 2			\$619.159
COSTOS INDIRECTOS			19,0% \$117.640
GESTIÓN			9,0% \$66.312
COSTO (SIN IVA)			\$803.111
IVA			12,0% \$96.373
COSTO (CON IVA)			\$899.485
B- TRABAJOS COMPLEMENTARIOS DE MANTENIMIENTO			
DESCRIPCIÓN	COSTO U.	CANT.	TOTAL
CLARIFICADORES	\$479.348	1	\$479.348
COSTO DIRECTO			\$479.348
COSTOS INDIRECTOS		19,0%	\$91.076
IVA		12,0%	\$68.451
COSTO (CON IVA)			\$638.875
COSTO TOTAL (A + B) (CON IVA)			\$1.538.360

C.- FILTROS RÁPIDOS, CISTERNA Y CANALES SECUNDARIOS

DESCRIPCIÓN	COSTO U.	CANT.	TOTAL
REHABILITACIÓN DE FILTROS BAJO LA METODOLOGÍA LEOPOLDS (FONDOS FALSOS)	\$392.154	29	\$11.372.466
GALERIAS BAJO LOS CLARIFICADORES	\$1.440.000	4	\$5.760.000
CISTERNAS LATERALES	\$360.000	4	\$1.440.000
CISTERNA CENTRAL	\$180.000	2	\$360.000
REHABILITACION DE MUROS EXTERIORES CARBONATADOS	\$562.500	2	\$1.125.000
COSTO TOTAL			\$20.057.466
IVA		12,0%	\$2.406.896
COSTO (CON IVA)			\$22.464.362

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos					
Ficha Descriptiva de Intervención					
N° PROYECTO	1.5.4	RUBRO	RyR Plantas y EB de Agua Cruda		
DENOMINACION	Renovación y Rehabilitación EB N° 1 y EB N°2				
INVERSION	PERIODO	4Q	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)		12.500	15.600	28.100
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Las intervenciones en la Estacion de Bombeo N°1 ; N°2 y N° 3 se realizan con el propósito de en aumentar y garantizar la capacidad de bombeo y mejorar el alto consumo especifico actual.Cambiar dos equipos de bombeo completos en EB1 y dos en EB2 en el quinto quinquenio.En el sexto quinquenio cambiar uno en EB1, dos en EB2 y 2 en EB3. Se planifica asi renovar 9 equipos de bombeo horizontal de las dos estaciones de bombeo.,con el objetivo de mantener el 50% del equipamiento dentro de la vida útil de los mismos y la actualización tecnológica de los distintos componentes electricos . El cuadro inferior indica el plan completo de revamping para ambas estaciones.El con sumo promedio especifico bajaria de 4, 28 a 3,5 . Habria una economia de 0,75 kw*m3/mca Beneficio esperado: aumento de la confiabilidad y seguridad de los grupos de bombeo e instalaciones eléctricas, reduccion de gastos de reparacion, reduccion del consumo de energia por menor consumo especifico y menor horas de parada de grupos					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
RENOVACION EQUIPOS DE BOMBEO					
E.BOMBEO	TOTAL GRUPOS	5Q	6Q	TOTAL RENOV.	
EB1	4	2	1	3	
EB2	5	2	2	4	
EB3	3	-	2	2	

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE

Rehabilitacion y Renovacion de Plantas y Acueductos

Ficha Descriptiva de Intervencion

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

Se requiere renovar las válvulas de accionamiento de las barerías de filtros rápidos de la planta por funcionamiento defectuoso , pérdidas de agua y requerimiento de mantenimiento. Dichos equipos han cumplido su vida útil .En la Tabla siguiente se indican las valvulas a renovar.La inversion prevé cambio de valvulas y actuadores , asi como la provision y montaje

DESCRIPCION DEL PROYECTO

ITEM	TAG	CANT	MATERIAL	MODELO	TIPO DE ACTUADOR	RATING / BRIDAS	DIÁMETRO	PRECIO	TOTAL
1	FILTROS DEL 1 AL 12	12	MARIPOSA BRAY + ACT ELÉCT	S33 - TRIM CI/NDI/416SS EPDM	ELECTRICO ON/OFF GREATORK MODELO AVA06 + ZI7 3x380Vca 50Hz	ANSI 150	30"/DN750	\$ 11.788	\$ 141.456
2	FILTROS DEL 1 AL 12	12	MARIPOSA BRAY + ACT ELÉCT	S30 - TRIM CI/NDI/416SS EPDM	ELECTRICO ON/OFF GREATORK MODELO AVAT04 3x380Vca 50Hz	ANSI 150	14"/DN350	\$ 5.618	\$ 67.416
3	FILTROS DEL 13 AL 22	10	MARIPOSA BRAY + ACT ELÉCT	S33 - TRIM CI/NDI/416SS EPDM	ELECTRICO ON/OFF GREATORK MODELO AVA06 + ZI7 3x380Vca 50Hz	ANSI 150	28"/DN700	\$ 11.281	\$ 112.810
4	FILTROS DEL 13 AL 22	10	MARIPOSA BRAY + ACT ELÉCT	S33 - TRIM CI/NDI/416SS EPDM	ELECTRICO ON/OFF GREATORK MODELO AVA04 + ZI6 3x380Vca 50Hz	ANSI 150	24"/DN600	\$ 6.554	\$ 65.540
5	FILTROS DEL 13 AL 22	10	MARIPOSA BRAY + ACT ELÉCT	S30 - TRIM CI/NDI/416SS EPDM	ELECTRICO ON/OFF GREATORK MODELO AVAT04 3x380Vca 50Hz	ANSI 150	14"/DN350	\$ 5.618	\$ 56.180
TOTAL									\$ 443.402
Válvula mariposa con asiento resiliente BRAY Serie 30/3					https://www.bray.com/es/valves-actuators-controls/butterfly-valves/resilient-seated/series-30-31-resilient-seated-butterfly-valve				
Válvula mariposa con asiento resiliente BRAY Serie 32/3					https://www.bray.com/es/valves-actuators-controls/butterfly-valves/resilient-seated/series-32-33-resilient-seated-butterfly-valve				
Actuador eléctrico:					http://valvtronic.com/wp-content/uploads/Cata%CC%81logo-general-Greatork.pdf				

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos

Ficha Descriptiva de Intervención

N° PROYECTO	1.5.6	RUBRO	RyR Plantas y EB de Agua Cruda			
DENOMINACION	Rehabilitacion floculadores Planta Convencional					
INVERSION	PERIODO	4Q	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (1.000 US\$)		450	150	600	
FONDOS						
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS						
Se requiere renovar componentes de los floculadores mecánicos horizontales .Los compomnentes identificados son : Palas de madera de los agitadores por palas de PRFV ; Bafles de división compartimentos de cada floculador de madera por fajas de PRFV ;Ejes de agitadores y Retenes de apoyo ejes de mezcladores.						
DESCRIPCION DEL PROYECTO						



INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos					
Ficha Descriptiva de Intervencion					
N° PROYECTO	1.5.7		RUBRO	RyR Plantas y EB de Agua Cruda	
DENOMINACION	Sistema de Alimentacion Eléctrica alterna (Dos Cerritos - La Toma)				
INVERSION	PERIODO	4Q	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)	-	3.000		3.000
	FONDOS				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
En caso de puesta fuera de servicio de la Estacion Transformadora de Pascuales, la alimentacion alternativa actual tiene una capacidad de alimentacion correspondiente al 50% de las necesidades nominales de la Planta La Toma, provocando una reduccion sensible de la produccion de agua potable. Con el objetivo de garantizar la continuidad en la producción de agua potable se debe realizar la construccion de una nueva Línea de Transmisión en 69 KV y Subestación Eléctrica desde la Estación Transformadora Dos Cerritos: con esta línea eléctrica se podrá contar con el 100% de la capacidad de carga del sistema La Toma para cuando sale de servicio la línea Pascuales-La Toma.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Nueva Línea de Transmisión en 69 KV y Subestación Transformadora de 24 MVA 138 KV-69KV en Dos Cerritos					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE

Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos

Ficha Descriptiva de Intervención

N° PROYECTO	1.6.1	RUBRO	RyR Acueductos
DENOMINACION	Acueducto DN 2.000 mm - La Toma - Tres Cerritos		
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q
	MONTO (1.000 US\$)	25,3	-
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios		

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

Esta línea de conducción de acero está protegida con corriente impresa a través de 4 transformadores. Entre las progresivas km 4 y km 6 tiene baja la protección y con falta de puntos de medición y antecedentes de falta de protección a lo largo de la traza del acueducto, con numerosos cruces de tuberías con grandes probabilidades de interferencias de campo eléctrico. Los cruces de tuberías necesitan tener en la misma caja de medición de potencial un conductor que indique a cual acueducto pertenece y en distintos bornes que no estén vinculados eléctricamente. Se considera necesario realizar una inversión de colocación de cajas de medición de potenciales, un TR y un dispensor como soporte para la rehabilitación completa de dicho acueducto de acero.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Materiales	Precio unit.	Cantidad por tramo	Precio por tramo	Cantidad total	Precio total
Electrodos	215,0	20	4.300	1	4.300
Rectificadores	7.000,0	1	7.000	1	7.000
Soldaduras	2,7	58	157	1	157
Cajas de medición	230,0	27	6.210	1	6.210
Coque	1,1	4.300	4.730	1	4.730
Parches	3,0	58	174	1	174
Conductores 1x25	5,3	100	530	1	530
Conductores 1x10	2,5	480	1.200	1	1.200
Conductores 1x6	1,4	228	320	1	320
TOTAL					24.621
Preinversión					689

No incluye mano de obra

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE						
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos						
Ficha Descriptiva de Intervención						
N° PROYECTO	1.6.2	RUBRO		RyR Acueductos		
DENOMINACION	Acueducto DN 1800 mm - La Toma - Tres Cerritos					
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL		
	MONTO (1.000 US\$)	46,5	-	46,5		
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS						
Este acueducto está formado por un conjunto de diámetros y materiales de acero, HPT y GRP, de una longitud total de 26.070 metros, cuya longitud principal es de acero y HPT. Tiene un sistema de protección catódica impresa (SPCI) con antecedentes de corrosión desde las progresivas, Km 4,a Km 9 y luego, de progresiva Km 19, a progresiva Km 22, disponiendo de 6 TR de los cuales funcionan solo 3 TR y un conjunto de causas que se detallan a continuación: -Revestimiento empobrecido por el ataque continuo del terreno, con una resistividad severamente agresiva con valores menores a 300 Ohms.cm, provocando una agresión primeramente al revestimiento y como consecuencia de ello, al acero de la tubería. -Al estar el revestimiento dañado, a pesar de estar protegido catódicamente, el estado de la tubería exige un aumento de densidad de corriente, lo que implica un aumento de potencia de los rectificadores, como así también un aumento de capacidad de los dispersores. La solución inmediata es un aumento del número de rectificadores. Este problema aumenta a lo largo de los años						
DESCRIPCION DEL PROYECTO						
	Materiales	Precio unit.	Cantidad por tramo	Precio por tramo	Cantidad total	Precio total
	Electrodos	215	20	4.300	2	8.600
	Rectificadores	7.000	1	7.000	2	14.000
	Soldaduras	3	51	138	2	275
	Cajas de medición	230	21	4.830	2	9.660
	Coque	1	4.300	4.730	2	9.460
	Parches	3	84	252	2	504
	Conductores 1x25	5	110	583	2	1.166
	Conductores 1x10	3	80	200	2	400
	Conductores 1x6	1	420	588	2	1.176
	TOTAL					45.241
	Preinversión					1.267
No incluye mano de obra						

N° PROYECTO	1.6.3	RUBRO	RyR Acueductos			
DENOMINACION	Acueducto DN 1.250 mm - La Toma - Tres Cerritos					
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL		
	MONTO (1.000 US\$)	137,5	-	137,5		
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS						
Esta tubería de conducción de acero con más de 50 años de vida y un revestimiento debilitado por el tiempo, empobrecido por los cambios del medio ambiente y las distintas roturas por corrosión, es necesario un ataque profundo a la corrosión para mejorar su estado de protección, aumentando la densidad de corriente por medio de rectificadores y dispersores, mediante un proyecto de optimización de un sistema de protección catódica nuevo, con estudios previos de posibles pérdidas por derivación de corriente de la tubería de conducción de Dº 1800 mm que recorre kilómetros paralelo a este, interferencias de distintas tuberías probables de otras reparticiones sin pantallas de protección, como ser gasoductos, oleoductos, etc. Beneficio esperado: reducción de pérdidas físicas sobre las conducciones y de la frecuencia de intervención para reparaciones (impacto económico y en continuidad de servicio).						
DESCRIPCION DEL PROYECTO						
	Materiales	Precio unit.	Cantidad por tramo	Precio por tramo	Cantidad total	Precio total
	Electrodos	215	20	4.300	6	25.800
	Rectificadores	7.000	1	7.000	6	42.000
	Soldaduras	2,7	220	594	6	3.564
	Cajas de medición	230	20	4.600	6	27.600
	Coque	1,1	4.300	4.730	6	28.380
	Parches	3	120	360	6	2.160
	Conductores 1x25	5,3	80	424	6	2.544
	Conductores 1x10	2,5	80	200	6	1.200
	Conductores 1x6	1,4	80	112	6	672
	Total					133.920
	Preinversión					3.616
No incluye mano de obra						

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE						
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos						
Ficha Descriptiva de Intervención						
N° PROYECTO	1.6.4		RUBRO	RyR Acueductos		
DENOMINACION	Acueducto DN 1.050 mm La Toma - Tres Cerritos					
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL		
	MONTO (1.000 US\$)	125,3	-	125,3		
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS						
Esta tubería de conducción de acero con más de 50 años de vida y un revestimiento debilitado por el tiempo, empobrecido por los cambios del medio ambiente y las distintas roturas por corrosión, merece un ataque profundo a la corrosión para mejorar su estado de protección, aumentando la densidad de corriente por medio de rectificadores y dispersores, mediante un proyecto de optimización de un sistema de protección catódica nuevo, con estudios previos de posibles pérdidas por derivación de corriente de la tubería de conducción de Dº 1800 mm que recorre kilómetros paralelo a éste, interferencias de distintas tuberías probables de otras reparticiones sin pantallas de protección, como ser gasoductos, oleoductos, etc. Beneficio esperado: reducción de pérdidas físicas sobre las conducciones y de la frecuencia de intervención para reparaciones (impacto económico y en continuidad de servicio)						
DESCRIPCION DEL PROYECTO						
	Materiales	Precio unit.	Cantidad por tramo	Precio por tramo	Cantidad total	Precio total
	Electrodos	215,0	20,0	4.300,0	6,0	25.800,0
	Rectificadores	7.000,0	1,0	7.000,0	6,0	42.000,0
	Soldaduras	2,7	120,0	324,0	6,0	1.944,0
	Cajas de medición	230,0	10,0	2.300,0	6,0	13.800,0
	Coque	1,1	4.300,0	4.730,0	6,0	28.380,0
	Parches	3,0	120,0	360,0	6,0	2.160,0
	Conductores 1x25	5,3	120,0	636,0	6,0	3.816,0
	Conductores 1x10	2,5	40,0	100,0	6,0	600,0
	Conductores 1x6	1,4	100,0	140,0	6,0	840,0
	Total					119.340,0
	Preinversión					5.967
No incluye mano de obra						

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE						
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos						
Ficha Descriptiva de Intervención						
N° PROYECTO	1.6.5		RUBRO	RyR Acueductos		
DENOMINACION	Acueducto DN 200 / 700 mm Vía a la Costa					
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL		
	MONTO (1.000 US\$)	500,4	-	500,4		
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS						
A través del tiempo, la cañería fue perdiendo la protección natural que provee el cemento apropiado para tal fin y la corrosión comenzó a actuar provocando roturas en distintos tubos, que fueron reemplazados por tubos de acero galvanizados en caliente, con el agregado de una protección catódica por medio de ánodos de magnesio. Para lograr la rehabilitación del acueducto debe ejecutarse un sistema de protección catódica tipo impresa. Este procedimiento consiste en unir eléctricamente la estructura que se trata de proteger con el polo negativo de una fuente de alimentación de corriente continua (pura o rectificada) y el positivo con un electrodo auxiliar que cierra el circuito.						
DESCRIPCION DEL PROYECTO						
	Materiales	Precio unit.	Cantidad por tramo	Precio por tramo	Cantidad total	Precio total
	Electrodos	215,0	20,0	4.300,0	15,0	64.500,0
	Rectificadores	7.000,0	1,0	7.000,0	15,0	105.000,0
	Soldaduras	2,7	741,0	2.000,7	15,0	30.010,5
	Cajas de medición	230,0	28,0	6.440,0	15,0	96.600,0
	Coque	1,1	4.300,0	4.730,0	15,0	70.950,0
	Parches	3,0	741,0	2.223,0	15,0	33.345,0
	Conductores 1x25	5,3	120,0	636,0	15,0	9.540,0
	Conductores 1x10	2,5	1.608,0	4.020,0	15,0	60.300,0
	Conductores 1x6	1,4	300,0	420,0	15,0	6.300,0
	Total					476.545,5
	Preinversión					23.827
No incluye mano de obra						

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE						
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos						
Ficha Descriptiva de Intervención						
N° PROYECTO	1.6.6	RUBRO		RyR Acueductos		
DENOMINACION	Acueducto de Distribución S72 - SGU DN 1.500 mm					
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL		
	MONTO (1.000 US\$)	20,5	-	20,5		
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS						
La instalación - conexión para las cajas medición de potencial cada 500 metros aproximadamente, se hará conectando el extremo de un conductor eléctrico a la parte superior metálica de los caños por medio de soldadura cupro - aluminotérmica, y el otro extremo irá a la caja de medición de potencial. Es necesario su intervención en la incorporación de un nuevo y moderno TR automáticos con su dispensor debido a un gran tiempo inactivo para evitar males mayores.						
DESCRIPCION DEL PROYECTO						
	Materiales	Precio unit.	Cantidad por tramo	Precio por tramo	Cantidad total	Precio total
	Electrodos	215,0	20,0	4.300,0	1,0	4.300,0
	Rectificadores	7.000,0	1,0	7.000,0	1,0	7.000,0
	Soldaduras	2,7	50,0	135,0	1,0	135,0
	Cajas de medición	230,0	10,0	2.300,0	1,0	2.300,0
	Coque	1,1	4.300,0	4.730,0	1,0	4.730,0
	Parches	3,0	50,0	150,0	1,0	150,0
	Conductores 1x25	5,3	100,0	530,0	1,0	530,0
	Conductores 1x10	2,5	40,0	100,0	1,0	100,0
	Conductores 1x6	1,4	200,0	280,0	1,0	280,0
	Total					19.525,0
	Preinversión					976
No incluye mano de obra						

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos Ficha Descriptiva de Intervención						
N° PROYECTO	1.6.7	RUBRO	RyR Acueductos			
DENOMINACION	Acueducto de Distribución Tres Cerritos - Portete					
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL		
	MONTO (1.000 US\$)	20,5	-	20,5		
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS En el tramo, entre las progresivas km 8 y km 6 existe un potencial menor al de protección, es necesario reponer los componentes tales como el TR y el Dispensor para brindar la protección mínima requerida. Para lograr la rehabilitación del acueducto debe realizarse un nuevo sistema de protección catódica tipo impresa, instalando el Transformador y la renovación del Dispensor.						
DESCRIPCION DEL PROYECTO						
	Materiales	Precio unit.	Cantidad por tramo	Precio por tramo	Cantidad total	Precio total
	Electrodos	215,0	20,0	4.300,0	1,0	4.300,0
	Rectificadores	7.000,0	1,0	7.000,0	1,0	7.000,0
	Soldaduras	2,7	50,0	135,0	1,0	135,0
	Cajas de medición	230,0	10,0	2.300,0	1,0	2.300,0
	Coque	1,1	4.300,0	4.730,0	1,0	4.730,0
	Parches	3,0	50,0	150,0	1,0	150,0
	Conductores 1x25	5,3	100,0	530,0	1,0	530,0
	Conductores 1x10	2,5	40,0	100,0	1,0	100,0
	Conductores 1x6	1,4	200,0	280,0	1,0	280,0
	Total					19.525,0
	Preinversión					976
No incluye mano de obra						

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE						
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos						
Ficha Descriptiva de Intervención						
N° PROYECTO	1.6.8	RUBRO		RyR Acueductos		
DENOMINACION	Acueducto de Distribución Casco Comercial					
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL		
	MONTO (1.000 US\$)	41,0	-	41,0		
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS						
El tramo de este acueducto de distribución tiene una potencia instalada de rectificación y dispersión elevada, esto requiere una investigación de pérdidas de corriente y contactos de los conductores con la tubería a los puntos de medición y sus respectivas derivaciones a otras cañerías sin juntas aislantes, para ello será necesario realizar inspecciones con instrumentos especiales tales como radiodetectores electromagnéticos. El estado de protección catódica es deficiente en los extremos de este acueducto de distribución, considerando las irregularidades del sistema convendría cambiar los dos TR fuera de servicio por otros más modernos y eficientes con características superiores.						
DESCRIPCION DEL PROYECTO						
	Materiales	Precio unit.	Cantidad por tramo	Precio por tramo	Cantidad total	Precio total
	Electrodos	215,0	20,0	4.300,0	2,0	8.600,0
	Rectificadores	7.000,0	1,0	7.000,0	2,0	14.000,0
	Soldaduras	2,7	50,0	135,0	2,0	270,0
	Cajas de medición	230,0	10,0	2.300,0	2,0	4.600,0
	Coque	1,1	4.300,0	4.730,0	2,0	9.460,0
	Parches	3,0	50,0	150,0	2,0	300,0
	Conductores 1x25	5,3	100,0	530,0	2,0	1.060,0
	Conductores 1x10	2,5	40,0	100,0	2,0	200,0
	Conductores 1x6	1,4	200,0	280,0	2,0	560,0
	Total					39.050,0
	Preinversión					1.953
No incluye mano de obra						

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Rehabilitacion y Renovacion de Plantas y Acueductos					
Ficha Descriptiva de Intervencion					
N° PROYECTO	1.6.9			RUBRO	RyR Bombeos, Tanques y Cisternas
DENOMINACION	Rehabilitación tramos Vía a la Costa DN 700mm				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)		650	-	650
	FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Se ha previsto que esta cañería, que presenta múltiples problemas en su funcionamiento, deberá permanecer en servicio					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Rehabilitación de tramos de Acueductos DN700 mm identificados con posibilidad de fallo según estudio preliminar Pipe Diver (11 tramos), Vía a la Costa.					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos					
Ficha Descriptiva de Intervencion					
N° PROYECTO	1.6.10		RUBRO	RyR Acueductos	
DENOMINACION	Renovación de Válvulas en Líneas de Transporte				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)		700	2.000	2.700
	FONDOS	Financiado con Fondos Propios			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Conservación y mejora de las condiciones operacionales del sistema de transporte y reduccion de los impactos de corte de servicio por reparación.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Se trata de renovación y rehabilitación de válvulas y elementos de maniobras en los acueductos principales del sistema de abastecimiento de agua potable.					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE																																	
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos																																	
Ficha Descriptiva de Intervención																																	
N° PROYECTO	1.6.11	RUBRO	RyR Acueductos																														
DENOMINACION	Flexibilización de la operación de acueductos (interconexiones y válvulas de seccionamiento)																																
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL																													
	MONTO (1.000 US\$)	700	1.000	1.700																													
FONDOS																																	
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																																	
Las líneas de transporte y acueductos que salen de La Toma tienen derivaciones en ruta, con el objetivo de disponer de flexibilización en la operación de los mismos se ha planteado la realización de intervenciones en ellos e instalación de válvulas de seccionamiento en función de los sectores de macrodistribución.																																	
DESCRIPCION DEL PROYECTO																																	
Esquema de Ubicación y Listado de Válvulas e Interconexiones a ejecutar:																																	
<thead> <tr> <th>Número</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Cambio de válvulas T1, T4 y T6</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Cambio de válvula 1250mm</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Interconexión acueductos 2000mm-1800mm-1250mm</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Cambio de válvula 1250mm</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Cambio de válvula 1050mm</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Interconexión acueductos 1250mm-1800mm</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Instalación de válvula 1250mm</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Cambio de válvula 2050mm</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Interconexión acueductos 2000mm-1800mm</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Cambio de válvula 1800mm</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Cambio de válvulas 512, 501, 505, 506, 507</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Instalación de válvula 1850mm</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Cambio de válvula 1800mm P.A. 07432</td> </tr> </tbody>						Número	Descripción	1	Cambio de válvulas T1, T4 y T6	2	Cambio de válvula 1250mm	3	Interconexión acueductos 2000mm-1800mm-1250mm	4	Cambio de válvula 1250mm	5	Cambio de válvula 1050mm	6	Interconexión acueductos 1250mm-1800mm	7	Instalación de válvula 1250mm	8	Cambio de válvula 2050mm	9	Interconexión acueductos 2000mm-1800mm	10	Cambio de válvula 1800mm	11	Cambio de válvulas 512, 501, 505, 506, 507	12	Instalación de válvula 1850mm	13	Cambio de válvula 1800mm P.A. 07432
Número	Descripción																																
1	Cambio de válvulas T1, T4 y T6																																
2	Cambio de válvula 1250mm																																
3	Interconexión acueductos 2000mm-1800mm-1250mm																																
4	Cambio de válvula 1250mm																																
5	Cambio de válvula 1050mm																																
6	Interconexión acueductos 1250mm-1800mm																																
7	Instalación de válvula 1250mm																																
8	Cambio de válvula 2050mm																																
9	Interconexión acueductos 2000mm-1800mm																																
10	Cambio de válvula 1800mm																																
11	Cambio de válvulas 512, 501, 505, 506, 507																																
12	Instalación de válvula 1850mm																																
13	Cambio de válvula 1800mm P.A. 07432																																

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos					
Ficha Descriptiva de Intervención					
N° PROYECTO	1.6.12		RUBRO	RyR Acueductos	
DENOMINACION	Renovación de Caudalímetros en Líneas de Transporte				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (1.000 US\$)	1.000	1.000	2.000	
	FONDOS				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Algunos caudalímetros instalados en líneas de transporte no ofrecen la precisión y confiabilidad requerida para una gestión eficiente del sistema, y especialmente para la evaluación y el control de agua no contabilizada. Esta intervención debe corregir esa situación y completar la red de medición de forma que el control de caudales por macrosector sea generalizado y confiable.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
- Modificación de puntos de macromedición (equipamientos y/o obras civiles) - uniformización de la tecnología de medición adoptada - instalación de algunos puntos complementarios - los caudalímetros a renovar son: M23 - M35 - M37 - M55 - M100 - M110 - M112 en las salidas hacia los macrosectores - los caudalímetros M49 - M50 y M94 en las impulsiones de agua cruda La Toma					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE																															
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos																															
Ficha Descriptiva de Intervención																															
N° PROYECTO	1.6.13		RUBRO	RyR Acueductos																											
DENOMINACION	Renovación e Instalación de Refuerzos de Tuberías Maestras (Zona Macrosector CTP)																														
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL																										
	MONTO (1.000 US\$)		1.098	-	1.098																										
	FONDOS																														
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																															
Para lograr el cumplimiento contractual de nivel de Presión mínima es necesario realizar obras de Renovación e Instalación de tuberías de Refuerzos sobre la red Maestra o de conducción de la zona del Macrosector CTP.																															
DESCRIPCION DEL PROYECTO																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Diámetro</th> <th>Longitud (Km)</th> <th>Costo Unit.</th> <th>Costo (\$)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>355</td> <td>2,90</td> <td>\$ 185.756</td> <td>\$ 538.694</td> <td>Renovación de tubería Maestra</td> </tr> <tr> <td>355</td> <td>1,70</td> <td>\$ 185.756</td> <td>\$ 315.786</td> <td>Refuerzo de tubería Maestra</td> </tr> <tr> <td>110</td> <td>2,90</td> <td>\$ 83.843</td> <td>\$ 243.145</td> <td>Tubería secundaria nueva (paralela a la Maestra renovada)</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sub Total</td> <td>\$ 1.097.624</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							Diámetro	Longitud (Km)	Costo Unit.	Costo (\$)		355	2,90	\$ 185.756	\$ 538.694	Renovación de tubería Maestra	355	1,70	\$ 185.756	\$ 315.786	Refuerzo de tubería Maestra	110	2,90	\$ 83.843	\$ 243.145	Tubería secundaria nueva (paralela a la Maestra renovada)	Sub Total			\$ 1.097.624	
Diámetro	Longitud (Km)	Costo Unit.	Costo (\$)																												
355	2,90	\$ 185.756	\$ 538.694	Renovación de tubería Maestra																											
355	1,70	\$ 185.756	\$ 315.786	Refuerzo de tubería Maestra																											
110	2,90	\$ 83.843	\$ 243.145	Tubería secundaria nueva (paralela a la Maestra renovada)																											
Sub Total			\$ 1.097.624																												

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE																					
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos																					
Ficha Descriptiva de Intervención																					
N° PROYECTO	1.6.14		RUBRO	RyR Acueductos																	
DENOMINACION	Instalación de Tuberías troncales de Refuerzos (Zona Macrosector SGU)																				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL																	
	MONTO (1.000 US\$)	2.368	-	2.368																	
	FONDOS																				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																					
Para lograr el cumplimiento contractual de nivel de Presión mínima es necesario realizar obras de Instalación de tuberías de Refuerzos sobre la red troncal de la zona del Macrosector SGU.																					
DESCRIPCION DEL PROYECTO																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Diámetro</th> <th>Longitud (Km)</th> <th>Costo Unit.</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>450</td> <td>5,00</td> <td>\$ 370.219</td> <td>\$ 1.851.094</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>3,20</td> <td>\$ 161.512</td> <td>\$ 516.839</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sub Total</td> <td>\$ 2.367.933</td> </tr> </tbody> </table>						Diámetro	Longitud (Km)	Costo Unit.	Costo (\$)	450	5,00	\$ 370.219	\$ 1.851.094	300	3,20	\$ 161.512	\$ 516.839	Sub Total			\$ 2.367.933
Diámetro	Longitud (Km)	Costo Unit.	Costo (\$)																		
450	5,00	\$ 370.219	\$ 1.851.094																		
300	3,20	\$ 161.512	\$ 516.839																		
Sub Total			\$ 2.367.933																		

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos					
Ficha Descriptiva de Intervención					
N° PROYECTO	1.7.1		RUBRO	RyR Bombeos, Tanques y Cisternas	
DENOMINACION	Rehabilitación de Tanques y Reservorios Existentes				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)		570	1.000	1.570
	FONDOS	Financiado con Fondos Propios			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Realización de obras civiles para que los edificios y cisternas existentes alcancen un funcionamiento adecuado.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
En general: * Renovación y optimización de válvulas y compuertas en los ingresos y salidas de las cisternas. * Rehabilitación de impermeabilizaciones. * Reparaciones menores en entradas, áreas de servicios, etc. En particular: * Reforzamiento estructural de Tanque Las Cumbres (2 Módulos). * Rehabilitación de Tanque Paraíso (2 Módulos).					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos					
Ficha Descriptiva de Intervención					
N° PROYECTO	1.7.2		RUBRO	RyR Bombes, Tanques y Cisternas	
DENOMINACION	Optimización de Estaciones de Bombeo Secundarias				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)		9.455	7.725	17.180
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Con la finalidad de mejorar el plano de presiones en las partes altas de los sectores que se abastecen a través de bombeo, se plantea la optimización de los sistemas con el fin de obtener una presión mínima de servicio de 15 mca.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Repotenciación de Estaciones de Bombeo.					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos					
Ficha Descriptiva de Intervención					
N° PROYECTO	1.7.3		RUBRO	RyR Bombeos, Tanques y Cisternas	
DENOMINACION	Rehabilitación de Tanques y Reservorios que se construyen por expansiones				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)		1.000	1.500	2.500
	FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Realización de obras civiles para que los edificios y cisternas que fueron y serán construidas durante las expansiones del sistema de AAPP mantengan un funcionamiento adecuado.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
* Renovación y optimización de válvulas y compuertas en los ingresos y salidas de las cisternas * Rehabilitación de impermeabilizaciones * Reparaciones menores en entradas, áreas de servicios, etc. * Fase II de obras para habilitación de tanque Mi Lote (acometida eléctrica, tableros de fuerza y control, válvulas de control, vía de acceso).					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos					
Ficha Descriptiva de Intervención					
N° PROYECTO	1.7.4		RUBRO	RyR Bombeos, Tanques y Cisternas	
DENOMINACION	Renovación Estación de Bombeo N°1 (Vía a la Costa)				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (1.000 US\$)	1.747		1.747	
	FONDOS				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Se ha previsto que esta Estación de Bombeo deberá permanecer en servicio hasta el fin de la Concesión. Asimismo, a partir del 5º Quinquenio, en consideración del Escenario de desarrollo del NAIG en Daular, se ha previsto una Nueva Planta Potabilizadora en las proximidades del Embalse Chongón, por lo que el actual Acueducto Vía a la Costa se utilizará para abastecer hasta el KM 24 de Vía a la Costa (a partir de los Reservorios Oeste), utilizando el rebombeo de la Nueva Booster San Eduardo y la actual EB N°1.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
* Renovación de los 3 equipos de bombeo. * Renovación de instalaciones eléctricas, transformadores y tableros. Mejoras del sistema de fuerza. * Adquisición e instalación de Variadores de velocidad para los equipos de bombeo.					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE				
Rehabilitacion y Renovacion de Plantas y Acueductos				
Ficha Descriptiva de Intervencion				
N° PROYECTO	1.7.5	RUBRO	RyR Bombeos, Tanques y Cisternas	
DENOMINACION	Rehabilitación de Estaciones de Bombeo de Agua Tratada Sistema San Juan			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)	-	22	22
	FONDOS			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS				
Renovación del equipamiento electromecánico e instalaciones eléctricas.				
DESCRIPCION DEL PROYECTO				
Rehabilitación de 2 equipos electromecánicos en Estación de Bombeo de AT Planta San Juan (184 Kw c/u) (6° Q).				

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE				
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos				
Ficha Descriptiva de Intervención				
N° PROYECTO	1.7.6	RUBRO	RyR Bombeos, Tanques y Cisternas	
DENOMINACION	Rehabilitación de Estaciones de Bombeo de Agua Tratada Sistema San Lorenzo			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)	-	2	2
	FONDOS			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS				
Renovación del equipamiento electromecánico e instalaciones eléctricas.				
DESCRIPCION DEL PROYECTO				
Rehabilitación de 2 equipos electromecánicos en Estación de Bombeo de AT Planta San Lorenzo (10 HP c/u) (6° Q).				

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE				
Rehabilitación y Renovación de Plantas y Acueductos				
Ficha Descriptiva de Intervención				
N° PROYECTO	1.7.7	RUBRO	RyR Bombeos, Tanques y Cisternas	
DENOMINACION	Rehabilitación de Estaciones de Bombeo de Agua Tratada Sistema Puná Cabecera			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)	-	22	22
	FONDOS			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS				
Renovación del equipamiento electromecánico e instalaciones eléctricas.				
DESCRIPCION DEL PROYECTO				
Renovación bombas de 4 equipos electromecánicos en Estación de Bombeo de AT Planta Puná Cabecera (5,5 Kw c/u) (6° Q).				

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Rehabilitación y Renovación de Redes****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	1.8.1	RUBRO	RENOVACION DE LA RED DISTRIB.	
DENOMINACION	RENOVACION INTEGRAL DE REDES DE DISTRIBUCION			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (Miles US\$)	43.173	44.214	87.387
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios			

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

La estrategia adoptada desde el 4to quinquenio y que se mantiene para los quinquenios siguientes se basa en intervenir sectores hidráulicos con elevados valores de índice de pérdida física, estableciéndose como valor límite inferior 2 l/s/km. De acuerdo con este criterio se prevé intervenir en la red de la ciudad de Guayaquil de forma que se logre alcanzar al año 2031 una longitud total de red renovada entre el 5to y 6to quinquenio del orden de 597 km apuntando un nivel de ANC del orden de 45,4% y recuperando de esta forma un promedio de 2,88 l/s x km de red rehabilitada.

Los sectores priorizados de rehabilitar son los de mayor valor de pérdidas (IPF). Las intervenciones propuestas para el 5to quinquenio permitirán recuperar, en promedio, 3,52 l/s por cada kilómetro intervenido. En total se espera recuperar en abastecimiento, un caudal de 1.039,75 l/s.

En el período 2021-2026 la rehabilitación se ha distribuido en las 3 zonas, pero se destaca la zona sur donde se encuentra la mejor relación beneficio/costo ya que se corresponde con los sectores con índice de pérdidas más elevados. En esta zona se espera recuperar 4,24 litros por cada kilómetro rehabilitado. En segundo nivel se encuentran los sectores de la Zona Norte y por último de Zona Centro.

Las redes objeto de estas intervenciones serán preferencialmente las redes mayoritariamente constituidas de Asbesto Cemento (AC) y PVC (redes más antiguas) cuya vida útil, estimada en 50 años, estará superada en 2031 o antes. Considerando además que el asbesto cemento es un material que ha caído en desuso debido a los problemas que su manejo presenta, es importante darle prioridad a la renovación de las redes distribuidoras principalmente constituidas por ese material.

Los reemplazos de tuberías deben realizarse por sectores completos, se ha adoptado el criterio de encarar la renovación por sector hidráulico de manera integral.

La tabla adjunta precisa los sectores a renovar con este criterio:

Durante el quinto quinquenio se trabajara en la renovación / rehabilitación de 30 sectores homogéneos identificados de forma que, a partir de esas operaciones piloto, se defina una estrategia de priorización de las zonas a rehabilitar / renovar en el marco de los quinquenios siguientes.

PROYECTOS RELACIONADOS: 1.8.3, 1.8.8

DESCRIPCION DEL PROYECTO

En los sectores hidráulicos considerados, el proyecto incluirá la renovación integral de la red distribuidora y conexiones individuales por redes de PEAD.



A título de evaluación del monto de obras, se consideró un precio unitario final de 117.000 US\$/km de red renovada, incluyendo red secundaria y conexiones, materiales, excavaciones y mano de obra, ingeniería y fiscalización.

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Rehabilitación y Renovación de Redes****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	1.8.2	RUBRO	RENOVACION DE LA RED DISTRIB.		
DENOMINACION	RENOVACION POR DESARROLLO URBANO				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)	5.000	5.000	10.000	
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios				

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

Esta intervención (continúa hasta el fin de la Concesión) corresponde al acompañamiento por Interagua de los proyectos de Desarrollo Urbano Integral promovidos por el Municipio asociado al programa Regeneración Urbana Guayaquil Siglo XXI donde se intervienen tuberías en zonas de regeneración y que además son sectores hidráulicos con elevados indicadores de pérdidas (cambio integral de redes de servicios). Aunque la cantidad final de obras está directamente relacionada con el programa de renovación implementado por la Administración Municipal, se ha estimado que el volumen de obra correspondiente estará alrededor de los 50 km por quinquenio.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

El contenido del programa de obra es función de la programación realizada por el Municipio.

A priori la distribución del costo de obra entre Interagua y el Municipio es el siguiente:

- Interagua : a cargo de la excavación, suministro y colocación de la red nueva, relleno de zanja
- Municipio : a cargo de la refacción de pavimentos

Con esta base se evaluó el costo medio de obra en 70.000 US\$/km de red.

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE									
Rehabilitación y Renovación de Redes									
Ficha Descriptiva de Intervención									
N° PROYECTO	1.8.3					RUBRO	Sectorización y Macromedición		
DENOMINACION	Rehabilitación Sistema de AAPP Mapasingue Este								
INVERSION	PERIODO		5Q		6Q		TOTAL		
	MONTO (Miles US\$)		1.000				1.000		
FONDOS	Financiado con Fondos Propios								
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS									
Mejoras operativas en sectores de la red.									
DESCRIPCION DEL PROYECTO									
Optimización del sistema mediante la instalación de VRP y Ventosas debido a la topografía del sector.									

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE																																
Renovación y Rehabilitación de Redes																																
Ficha Descriptiva de Intervencion																																
N° PROYECTO	1.8.4	RUBRO	Renovación de la Red Distribuidora																													
DENOMINACION	Renovación Integral de Redes de Distribución Sistema San Juan																															
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL																												
	MONTO (Miles US\$)	586	-	586																												
	FONDOS																															
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																																
De acuerdo al análisis del Modelo de la red realizado, surge la necesidad de realizar Renovaciones de algunos tramos porque presentan para los Escenarios a futuro velocidades por encima de las admisibles ó zonas con presiones mínimas por debajo de la admisible.																																
DESCRIPCION DEL PROYECTO																																
Renovación de tuberías y conexiones de diferentes diámetros, según el detalle de la siguiente Tabla:																																
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Diámetro</th> <th>Longitud (mts)</th> <th>Costo Unit.</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90</td> <td>820</td> <td>\$ 90</td> <td>\$ 73.591</td> </tr> <tr> <td>110</td> <td>270</td> <td>\$ 101</td> <td>\$ 27.245</td> </tr> <tr> <td>160</td> <td>400</td> <td>\$ 111</td> <td>\$ 44.358</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>3.400</td> <td>\$ 127</td> <td>\$ 430.112</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>60</td> <td>\$ 181</td> <td>\$ 10.878</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: right;">Sub Total</td> <td>\$ 586.183</td> </tr> </tbody> </table>					Diámetro	Longitud (mts)	Costo Unit.	Costo (\$)	90	820	\$ 90	\$ 73.591	110	270	\$ 101	\$ 27.245	160	400	\$ 111	\$ 44.358	200	3.400	\$ 127	\$ 430.112	250	60	\$ 181	\$ 10.878	Sub Total			\$ 586.183
Diámetro	Longitud (mts)	Costo Unit.	Costo (\$)																													
90	820	\$ 90	\$ 73.591																													
110	270	\$ 101	\$ 27.245																													
160	400	\$ 111	\$ 44.358																													
200	3.400	\$ 127	\$ 430.112																													
250	60	\$ 181	\$ 10.878																													
Sub Total			\$ 586.183																													

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Renovación y Rehabilitación de Redes****Ficha Descriptiva de Intervencion**

N° PROYECTO	1.8.5	RUBRO	Renovación de la Red Distribuidora																																		
DENOMINACION	Renovación Integral de Redes de Distribución Sistema Tenguel																																				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL																																	
	MONTO (Miles US\$)	202	-	202																																	
FONDOS																																					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																																					
De acuerdo al análisis del Modelo de la red realizado, surge la necesidad de realizar Renovaciones de algunos tramos porque presentan para los Escenarios a futuro velocidades por encima de las admisibles ó zonas con presiones mínimas por debajo de la admisible.																																					
DESCRIPCION DEL PROYECTO																																					
Renovación de tuberías y conexiones de diferentes diámetros, según el detalle de la siguiente Tabla:																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Diámetro</th> <th>Longitud (mts)</th> <th>Costo Unit.</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>110</td> <td>380</td> <td>\$ 101</td> <td>\$ 38.345</td> </tr> <tr> <td>160</td> <td>175</td> <td>\$ 111</td> <td>\$ 19.407</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>850</td> <td>\$ 127</td> <td>\$ 107.528</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>200</td> <td>\$ 181</td> <td>\$ 36.259</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>\$ -</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>\$ -</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sub Total</td> <td>\$ 201.538</td> </tr> </tbody> </table>						Diámetro	Longitud (mts)	Costo Unit.	Costo (\$)	110	380	\$ 101	\$ 38.345	160	175	\$ 111	\$ 19.407	200	850	\$ 127	\$ 107.528	250	200	\$ 181	\$ 36.259				\$ -				\$ -	Sub Total			\$ 201.538
Diámetro	Longitud (mts)	Costo Unit.	Costo (\$)																																		
110	380	\$ 101	\$ 38.345																																		
160	175	\$ 111	\$ 19.407																																		
200	850	\$ 127	\$ 107.528																																		
250	200	\$ 181	\$ 36.259																																		
			\$ -																																		
			\$ -																																		
Sub Total			\$ 201.538																																		

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Rehabilitación y Renovación de Redes****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	1.8.6	RUBRO	RENOV. ELEM. MANIOBRA	
DENOMINACION	REHABILITACION DE VALVULAS - AUTOMATIZACIÓN			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (Miles US\$)	2.200	1.925	4.125
FONDOS				

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

A los efectos de lograr mejoras en la gestión del servicio, y gobernanza sobre la red, se ha previsto la automatización de las válvulas de seccionamiento y salidas radiales en diferentes sectores de la red. En el 5to quinquenio se ha previsto automatizar 36 válvulas y en el 6to quinquenio 34 válvulas más. Cabe destacar que se han priorizado las intervenciones fundamentalmente en zona Norte.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

En total se ha previsto automatizar 70 válvulas cuya ubicación se detalla en el siguiente plano.



En término de evaluación de las inversiones necesarias, se fijó un costo promedio de automatización de válvulas variables entre 57.000 y 61.000 U\$S por válvula en función del diámetro de las mismas.

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Rehabilitación y Renovación de Redes****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	1.8.7	RUBRO	SECTORIZACION Y MACROMEDICION		
DENOMINACION	REGULACION CON VRP EN SECTORES DE MACROMEDICION CON PRESION > 40 mCA				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)	11.391	9.757	21.148	
FONDOS	Financiado parcialmente con Fondos Propios				

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

El objetivo de estas intervenciones se enfocan en reducir la presión en zonas donde la Presión mínima 95% se encuentra en valores superiores a 30 mca implementando en estos lugares regulación adicional para controlar la presión.



La solución adoptada es la instalación de VRP en todas las salidas de acueductos de gran diámetro de la ciudad de Guayaquil. El objetivo de este tipo de intervención es evitar la migración de fugas y garantizar que el caudal recuperado por las diferentes estrategias impacte efectivamente en el caudal recuperado en el abastecimiento La Toma.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Se han identificado 180 sectores hidráulicos que cumplen con la consigna de priorización para los que se prevé instalar un total de 63 válvulas entre el 5to y 6to quinquenio. El estudio detallado determinará en función de la configuración de red y condiciones actuales locales de presión cómo optimizar la gestión de la presión instalando en puntos correctamente seleccionados cámaras de regulación con VRP.

El proyecto incluirá la selección de puntos de control en la red para seguimiento de la evolución horaria de la presión en los puntos más críticos de cada sector.

Para cada estacion de regulacion, se consideró un costo unitario variable entre 200.000 US\$ y 610.000 US\$ en función del diámetro de la válvula a instalar.

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Rehabilitación y Renovación de Redes****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	1.8.8	RUBRO	SECTORIZACION Y MACROMEDICION		
DENOMINACION	RENOVACION DE MACROMEDIDORES E INSTALACION DE LA MACROMEDICION FALTANTE EN LA ZONA NORTE				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)	4.080	2.580	6.660	
FONDOS					

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

Resta instalar macromedición permanente en 6 Macrosectores ubicados en la Zona Norte donde no existe macromedición permanente. Esto tiene como efecto que los balances de esos sectores se efectúan sobre la base de mediciones puntuales realizadas con equipos portátiles. De esta manera, la calidad de la información es inferior a la correspondiente a sectores con macromedición permanente. El propósito de esta intervención es completar la red de macromedición existente de forma que se pueda contar con 100% de los macrosectores medidos y una mayor confiabilidad de información sectorial. Se ha previsto la conformación de distritos DMAs de territorios con áreas extensas que requieren sectorización (zona Norte) para sectorizar en longitudes de redes que no superen los 10 km y abastezcan entre 800 y 1000 clientes. En total se ha previsto la instalación de 161 macromedidores en el 5to quinquenio y 110 macromedidores en el 6to quinquenio.

Los sectores donde se requiere la instalación de macromedidores son los siguientes:

N50, N42, Vía a la Costa, N72, N80, S72.

Asimismo se requiere de la renovación de los equipos ya instalados, los que tienen una vida útil promedio de 10 años.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Cada punto de control implica la construcción de cámara, adquisición de equipo de medición, la instalación y puesta en servicio. La tecnología de medición son caudalímetro de tipo electromagnético de carretel o equivalente. La información registrada estará transmitida hacia el SCADA general para archivo y procesamiento.

El costo unitario considerado es de 20.000 US\$ por punto de control (cámara y equipamientos).

En lo que refiere a la renovación de macromedidores de Inserción por Macromedidores de carretel a partir del 5to Q a un costo unitario de US\$ 10.000, y luego la renovación de los equipos cada 10 años a un costo unitario de US\$ 5.000

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Rehabilitación y Renovación de Redes****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	1.8.9	RUBRO	SECTORIZACION Y MACROMEDICION		
DENOMINACION	REGULACION ACTIVA DE PRESIONES				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Mile\$ US\$)	250	250	500	
FONDOS					

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

Se continúa avanzando en varios sectores de distribución con la instalación de controladores inteligentes en VRPs que actualmente se encuentran funcionando con consignas de presión fijas y/o variables ajustadas según el periodo horario.

En estos casos se ha previsto la instalación de sistemas de regulación de tipo regulación activa cuyo principio es de modular la consigna de regulación en función de la piezométrica real e instantánea en la red distribuidora controlada: este proceso permite ajustar aún más la presión a lo efectivamente requerido y por lo tanto disponer de una distribución de presión homogénea con carga remanente disponible aguas arriba del sector. Esta regulación activa se logra mediante pilotos de presión instalados en las VRPs y manejados en función del registro de presión en tiempo real en varios puntos representativos de la red distribuidora controlada.

El proyecto contempla la instalación de regulación activa en 7 estaciones de regulación:
CTC, CRO, N72, N72, CRO, N50, NRO

DESCRIPCION DEL PROYECTO

A la fecha se ha efectuado el análisis hidráulico con mediciones de campo de los sectores actualmente regulados lo que ha permitido seleccionar los sectores más propicios para la regulación activa. Las obras consistirán en 2 partes principales: 1) la adecuación de las válvulas reguladoras actuales para incorporarles la regulación activa, 2) la instalación en la red de los monitoreos de presión en puntos correctamente seleccionados y transmisión de los valores registrados a los PLCs definiendo las consignas a aplicar a nivel de las VRPs.

La adquisición e instalación de los controladores en 6 válvulas SINGER existentes. Se ha estimado un costo unitario de 30.835 US\$ por controlador.

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Rehabilitación y Renovación de Redes****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	1.8.10	RUBRO			SECTORIZACION Y MACROMEDICION
DENOMINACION	ELIMINACIÓN RED ANTIGUA				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)	915	915	1.830	
FONDOS					

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

Este componente de la estrategia de Gestión de Activos está enfocado en reducir pérdidas en aquellos sectores en los que no se realizó una rehabilitación de redes integral, lo que impidió realizar la desvinculación total de la red antigua o en instalación de redes en las zonas denominadas lunares comerciales que son aquellas donde se han conformado asentamientos populares informales posteriores a la instalación de redes. Los principales sectores de la ciudad donde se ha identificado lunares comerciales son Trinitaria, Colinas de Hipódromo, Santa Adriana, Inmaconsa, entre otros.

**DESCRIPCION DEL PROYECTO**

Algunos de estos sectores han sido intervenidos durante el 4to quinquenio, no obstante, se ha previsto para el 5to quinquenio una inversión de \$ 915.000 que permitirá continuar con la reducción de daños ocasionados a la red por conexiones irregulares realizadas de manera anti-técnica por los usuarios; ocasionando tanto pérdidas reales (fugas) como pérdidas comerciales.

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Rehabilitación y Renovación de Redes****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	1.8.11	RUBRO		ESTUDIOS - PROGRAMA RANC
DENOMINACION	PROGRAMA DE REHABILITACION INTEGRAL (PRI) DE SECTORES-MONITOREO Y CONTROL REDES ZONA PILOTO			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (Miles US\$)	7.517	5.641	13.158
FONDOS				

En el "Plan de Agua No Contabilizada – Enfoque en pérdidas técnicas Actualización 2" se incorporaron nuevas tecnologías de monitoreo y prelocalización de fugas en redes en un sector piloto de la red denominado "Smart Guasmo" en la zona sur de Guayaquil.

Durante el 4to quinquenio, se ha avanzado en las obras necesarias para conformación de distritos de medición, instalación de sensores para la detección temprana de fugas e implementación de herramientas tecnológicas para el monitoreo on-line del servicio.

En este último aspecto se destaca la implementación de la plataforma Waternamics Módulo Waterlosses del grupo Veolia la cual ya ha sido implementada en el Piloto Smart Guasmo permitiendo mediante una interfaz gráfica de diferentes tableros de control hacer el seguimiento en tiempo real del funcionamiento del sistema.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Para el 5to quinquenio, se han previsto inversiones para complementar lo realizado durante el 4to quinquenio que aseguren la posibilidad de realizar la gestión "Smart" de la zona piloto, a saber:

- Implementación de Waternamics

Además del mantenimiento de la plataforma y las licencias necesarias para involucrar a una mayor proporción de técnicos en el uso de la herramienta, se ha previsto para el 5to quinquenio enlazar la red de mediciones de Interagua con la plataforma Smart City integrando el proyecto Smart Guasmo con la totalidad de las redes de distribución del sistema de agua potable, permitiendo una gestión integrada y eficiente del sistema de AAPP de la ciudad de Guayaquil.

- Prelocalización de fugas

Se ha contemplado la instalación de prelocalizadores acústicos o logger de ruido que permitirán actuar en el tiempo "A" (tiempo transcurrido entre que se produce la fuga y se manifiesta). Ello permitirá reducir el tiempo de vida de la fuga y en consecuencia el volumen de pérdidas.

Nº DMAs propuestos a implementar prelocalizadores : 1 Smart Guasmo CTP-8; CTP-5; CTP-2 439 5Q \$ 7.517.313,90

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Rehabilitación y Renovación de Redes****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	1.8.12	RUBRO			ESTUDIOS - PROGRAMA RANC
DENOMINACION	OPTIMIZACION DE LAS PRESIONES				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)	12.000	14.000	26.000	
FONDOS					

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

Esta estrategia está relacionada con asegurar las presiones mínimas de 1,5 bar en las partes topográficamente altas de los sectores que se abastecen a través del bombeo. En general, todas las intervenciones previstas en este eje se localizan en la zona norte de la ciudad de Guayaquil.

En el 5to quinquenio se intervienen 6 estaciones (7 sectores hidráulicos):
N72-384-382, NRO/San Eduardo, N72-488, N72-482, N72-383, CSA-343

En el 6to quinquenio, se preve intervenir 7 estaciones (8 sectores hidráulicos):
N80-729, N72-469, N80-730, N42-456-430, N42-435, N42-426, N72-1005

**DESCRIPCION DEL PROYECTO**

El proyecto incluye la elaboración de los estudios y diseños para la optimización del sistema de abastecimiento de un sector hidráulico, repotenciación del sistema de bombeo de agua potable, suministro de bomba y booster - repotenciación del sistema de bombeo, sistema de fuerza control y comunicación de las estación de bombeo, sociabilización de la repotenciación.

El costo estimado promedio de la optimización alcanza un valor de 2.400.000 US\$.

19.1.2 Fichas Actualización del Plan Maestro de AASS

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO				
EXPANSIONES Y OBRAS NUEVAS				
Ficha Descriptiva de Intervención				
N° PROYECTO	2.1.1.		RUBRO	Obras Nuevas en Plantas de Tratamiento
DENOMINACION	Planta de Tratamiento "Los Merinos"			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)	182.000		182.000
	FONDOS			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS				
Realizar el tratamiento de efluentes Sanitarios de acuerdo a normativa legal vigente previo de su descarga a cuerpo receptor				
DESCRIPCION DEL PROYECTO				
o Construcción de Planta de Tratamiento Primario "Los Merinos"				
o Incluye nueva impulsión desde la actual Planta Progreso y tratamieto secundario en lagunas existentes				

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO				
EXPANSIONES Y OBRAS NUEVAS				
Ficha Descriptiva de Intervencion				
N° PROYECTO	2.1.2.		RUBRO	Obras Nuevas en Plantas de Tratamiento
DENOMINACION	Planta de Tratamiento Mi Lote			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)	-	7.000	7.000
	FONDOS			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS				
Realizar el tratamiento de efluentes Sanitarios de acuerdo a normativa legal vigente previo de su descarga a cuerpo receptor				
DESCRIPCION DEL PROYECTO				
o Construcción de 2° modulo de Planta de Tratamiento en Mi Lote en el 6° Quinquenio o El horizonte de proyecto brindará servicio a más de 700.000 personas, con un caudal de diseño de 1,18 m3/seg o El sistema de tratamiento de cada módulo constará de 4 etapas: · Pretratamiento (tamizado fino, lavado y prensado de residuos, separación y clasificación de arenas) · Tratamiento Principal (Reactor de Flujo Orbital y Clarificadores) · Digestión y Deshidratación de Lodos · Tratamiento Terciario mediante desinfección ultravioleta				

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

EXPANSIONES Y OBRAS NUEVAS

Ficha Descriptiva de Intervención

N° PROYECTO	2.1.2a		RUBRO	Obras Nuevas en Plantas de Tratamiento
DENOMINACION	Estación de Bombeo y Tubería descarga Planta Mi Lote			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)	9.985	2.000	11.985
	FONDOS	Financiacion Parcial: 300 (Miles US\$) de Fondos Propios		
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS				
Descargar la Nueva Planta de Tratamientos Mi Lote en el cuerpo receptor adecuado según la normativa vigente				

DESCRIPCION DEL PROYECTO

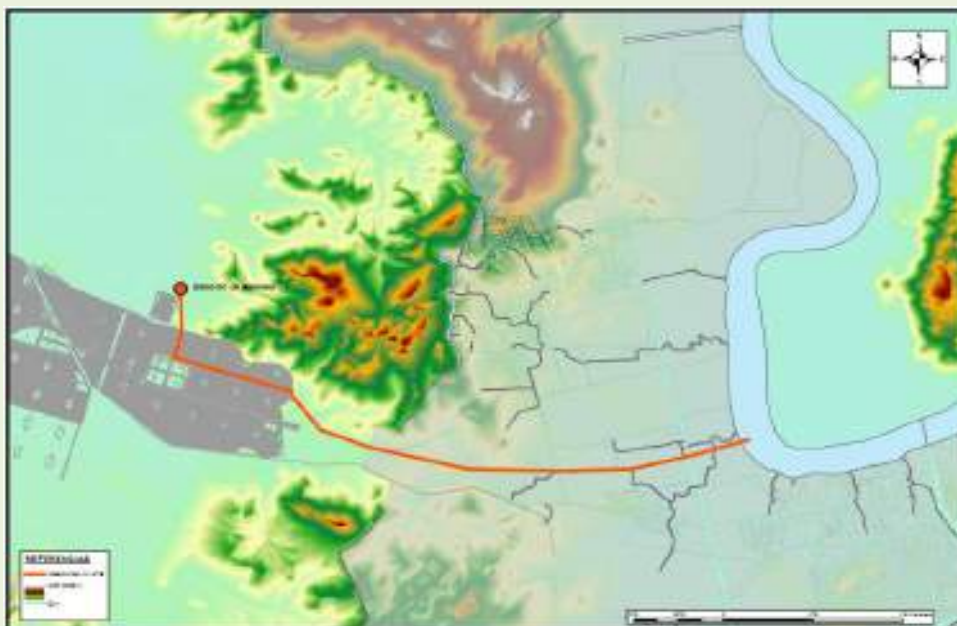
o Construcción de una Estación de Bombeo de Líquido Cloacal tratado en la Planta Mi Lote. Caudal Pico Tiempo

o Construcción de una Tubería de impulsión Dº 8000 mm; y tramo a gravedad Dº 1000mm para el caudal de salida de la Planta de Tratamiento

o Se prevé una cañería de 5.55 km aproximadamente

o Se adjunta plano de traza factible

	Dº	Longitud	C. Unitario	EB	Costo
5º Q	800	3800	\$ 1.200		\$ 4.560.000
	1000	1750	\$ 1.500		\$ 2.625.000
				590 l/seg	\$ 2.800.000
	SubTotal				\$ 9.985.000
2031				590 l/seg	\$ 2.000.000
	SubTotal				\$ 2.000.000
	Total			\$ -	\$ 11.985.000



INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO				
EXPANSIONES Y OBRAS NUEVAS				
Ficha Descriptiva de Intervención				
N° PROYECTO	2.1.3		RUBRO	Obras Nuevas en Plantas de Tratamiento
DENOMINACION	Planta de Tratamiento Humedal Puerto Azul			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)	3.400	-	3.400
FONDOS	Financiacion Total: de Fondos Propios			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS				
Realizar el tratamiento de efluentes Sanitarios de acuerdo a normativa legal vigente previo de su descarga a cuerpo receptor				
DESCRIPCION DEL PROYECTO				
o Finalizar la construcción de Planta de Tratamiento secundaria mediante pantanos artificiales o La Fase II ha sido diseñada para tratar el 75% del caudal total de diseño, correspondiente a 24,280 m3/d y su construcción estaba planificada para el 5º Quinquenio, no obstante, debido a una disminución de la superficie del terreno disponible se deberá reconsiderar el diseño original de manera que se garantice la capacidad de diseño requerida. El detalle de la inversión necesaria se detalla a continuación: Estudios ampliación Fase 2 US\$ 400.000.- Ejecución Obras Fase 2 US\$ 3.000.000.-				

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO				
EXPANSIONES Y OBRAS NUEVAS				
Ficha Descriptiva de Intervención				
N° PROYECTO	2.1.4	RUBRO	Obras Nuevas en Plantas de Tratamiento	
DENOMINACION	Planta de Tratamiento Lagunas Guayacanes Samanes			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)	3.600	-	3.600
FONDOS	Financiacion Parcial: 1.800 (Miles US\$) de Fondos Propios			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS				
Realizar el tratamiento de efluentes Sanitarios de acuerdo a normativa legal vigente previo de su descarga a cuerpo receptor				
DESCRIPCION DEL PROYECTO				
o Rehabilitación de la Serie 1 para incrementar la capacidad de tratamiento o Construcción de cámara de contacto de desinfección para mejorar la calidad bacteriológica o Suministro e instalación de equipos para producir hipoclorito de sodio in situ. El detalle de la inversión necesaria se detalla a continuación: Rehabilitación Serie 1 y Cámara de Contacto US\$ 2.100.000.- Producción hipoclorito de sodio in situ US\$ 1.500.000.-				

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO				
EXPANSIONES Y OBRAS NUEVAS				
Ficha Descriptiva de Intervención				
N° PROYECTO	2.2.1		RUBRO	Nuevas Plantas de Tratamiento
DENOMINACION	Planta de Tratamiento Centralizada "Vía a La Costa"			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)	7.500	9.000	16.500
FONDOS	Financiacion Parcial: 900 (Miles US\$) de Fondos Propios			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS				
Realizar el tratamiento de efluentes Sanitarios de acuerdo a normativa legal vigente previo de su descarga a cuerpo receptor				
DESCRIPCION DEL PROYECTO				
o Construcción de Planta de Tratamiento secundario "Vía a La Costa" con horizonte de diseño al año 2050 o Tratamiento Secundario consta de dos reactores biológicos de lodos activados de media carga y dos clarificadores por módulo o Se planificaron cuatro módulos iguales de 50.000 hab eq cada uno Diseño: Se prevén 4 módulos de 50.000 habitantes cada uno. Cada módulo está constituido por: Elevación Estación Elevadora Pretratamiento: Rejas de retención de sólidos (2 paños por módulo) Desarenador / Desengrasador (2 unidades) Cámara de repartición entre módulos Cámara de repartición entre los 4 decantadores primarios Trat. Primario: 1 Decantador por módulo Trat. Secundario: 2 reactores biológicos de lodos activados de media carga por módulo 2 clarificadores por módulo Desinfección: Equipamiento de dosificación de desinfectante Cámara de contacto Trat. de Lodos Espesador de lodos primarios y lodos biológicos en exceso Digestor, sistema de deshidratación de lodos mediante centrifugadoras (1+1, 3+1)				

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO					
EXPANSIONES Y OBRAS NUEVAS					
Ficha Descriptiva de Intervención					
N° PROYECTO	2.2.2			RUBRO	Nuevas Plantas de Tratamiento
DENOMINACION	Planta de Tratamiento Posorja				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (1.000 US\$)	9.000	4.000	13.000	
FONDOS	Financiacion Parcial: 2500 (Miles US\$) de Fondos Propios				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Realizar el tratamiento de efluentes Sanitarios de acuerdo a normativa legal vigente previo de su descarga a cuerpo receptor					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
o Construcción de Planta de Tratamiento secundario "Posorja" o Tratamiento Secundario consta de cuatro reactores biológicos de lodos activados de media carga y dos clarificadores por módulo o Se planificaron dos módulos iguales de 36.000 hab eq cada uno Diseño: Se prevén 2 módulos de 36.000 habitantes cada uno. Cada módulo está constituido por: Elevación Estación Elevadora Pretratamiento: Rejas de retención de sólidos Desarenador / Desengrasador Cámara de repartición entre módulos Cámara de repartición entre los 2 decantadores primarios Trat. Primario: 1 Decantador por módulo Trat. Secundario: 4 reactores biológicos de lodos activados de media carga por módulo 2 clarificadores por módulo Desinfección: Equipamiento de dosificación de desinfectante Cámara de contacto Trat. de Lodos Espesador de lodos primarios y lodos biológicos en exceso Digestor, sistema de deshidratación de lodos mediante centrifugadoras (1+1, 3+1)					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO				
EXPANSIONES Y OBRAS NUEVAS				
Ficha Descriptiva de Intervención				
N° PROYECTO	2.2.3		RUBRO	Nuevas Plantas de Tratamiento
DENOMINACION	Plantas de Tratamiento para Parroquias Rurales			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (1.000 US\$)	4.500	2.500	7.000
	FONDOS			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS				
Realizar el tratamiento de efluentes Sanitarios de acuerdo a normativa legal vigente previo de su descarga a cuerpo receptor				
DESCRIPCION DEL PROYECTO				
o Construcción de Planta Compacta para Puerto El Morro o Construcción de Planta Compacta para Data de Posorja o Construcción de Lagunas para cabecera Puná o Plantas compactas por sistema de aireación extendida o Se va planificando la construcción a medida que crecen en población las cabeceras o Se ha previsto: Diseño: Se prevén módulos de 5.000 habitantes cada uno. Cada módulo está constituido por: Elevación Estación Elevadora Pretratamiento: Rejas de retención de sólidos. Desarenador / Desengrasador Trat. Terciario: 1 Reactor biológico de lodos activados de aireación extendida 1 Clarificador Desinfección: Equipamiento de dosificación de desinfectante Cámara de contacto Trat. de Lodos 1 Centrifugadora				

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN AASS

Ficha Descriptiva de Intervención

N° PROYECTO	2.3.1			RUBRO	Intervención en PTARs para adecuación		
DENOMINACION	Ejecución Plan de Abandono en Plantas de Tratamiento en operación						
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL		
	MONTO (Miles US\$)		4.878	886	5.764		
	FONDOS	Financiacion Parcial: 3600 (Miles US\$) de Fondos Propios					

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

La evolución de la expansión y la incorporación de nuevas PTARs mas eficientes plantea la necesidad de abandono de los siguientes sistemas de tratamiento

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Se tienen en cuenta en las intervenciones necesarias para todas las estaciones de tratamiento que deben ser desactivadas, requieren intervenciones para evitar daños sobre terceros, contratistas, personal propio y daños a la propiedad. En el cuadro siguiente se indica las intervenciones que requieren para su adecuación las PTARs en operación

PTAR	PLAN DE ACCION	OBJETIVO	INVERSION PREVISTA (incluye IVA)		
			DISEÑO	CONSTRUCCION	COSTO TOTAL
Lagunas Sauces Alborada	Plan de abandono	Actividad previa al inicio de las obras PTAR Merinos	0	\$ 1.528.042	\$ 1.528.042
Lagunas Orquídeas y Mucho Lote	Plan de abandono	Actividad previa al inicio de las obras PTAR Merinos	0	\$ 2.150.000	\$ 2.150.000
Tanques sépticos: Caracol, Tottori, Cumbres del Sol	Conexión a la cuenca de la PTAR provisional Krofta en Terminal de transferencia de víveres	Deshabilitar tanques sépticos mediante la conexión a redes que descarguen en PTAR	Obra que será ejecutada por Emapag EP		
Tanques sépticos: Beata Mercedes Molina 1, Beata Mercedes Molina 2, Portón de la Beata	Se deshabilitarán con la expansión de redes del subsistema 3 de la cuenca norte que irá a la EB2	Deshabilitar tanques sépticos mediante la conexión a redes de AASS que descarguen en PTAR	Obra pendiente de definir ejecución		
Portovita, Casa Club 1 y Casa Club 2	Deshabilitar tanques sépticos mediante la conexión a PTAR Portal del sol	Deshabilitar tanques sépticos	0	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Laguna Mi Lote	Deshabilitar Mi Lote	Cuando se construya la segunda fase de la PTAR regional Mi Lote	0	\$ 850.000	\$ 850.000
	Integración de la EB SV1 a las redes del sistema 3	Deshabilitar planta cuando redes del sistema 3 estén instaladas.	Obra redes pendiente de definir ejecución		
	Construcción cerramiento	Impedir terceros ingresen a laguna	0	\$ 36.000	\$ 36.000
TOTAL				\$ 5.764.042	

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO						
RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN AASS						
Ficha Descriptiva de Intervención						
N° PROYECTO	2.3.2		RUBRO	Intervención en PTARs para adecuación		
DENOMINACION	Ejecución de intervenciones para garantizar los parámetros de vuelco en PTARs					
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL		
	MONTO (Miles US\$)	3.438	-	3.438		
FONDOS	Financiación Total: de Fondos Propios					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS						
Ante la problemática de lograr corregir todos los parámetros regulados de la calidad de vuelco de las PTARs se ha identificado las soluciones técnicas y su inversión.						
DESCRIPCION DEL PROYECTO						
De los datos analizados, los parámetros DBO, DQO y SST se encuentran bastante acotados en cuanto al grado de cumplimiento. Existen otros parámetros que deben ser considerados como ser NTK, sulfuros y Coliformes fecales y que se tendrán en cuenta en las intervenciones necesarias. En el cuadro siguiente se indica las intervenciones que requieren para su adecuación las PTARs en operación						
	PTAR	PLAN DE ACCION	OBJETIVO	INVERSION PREVISTA (incluye IVA)		
				DISEÑO	CONSTRUCCION	
				COSTO TOTAL		
	PTAR Tornillo (30% Q total)	Instalaciones de desinfección	Garantizar desinfección	\$ 0	\$ 250.000	\$ 250.000
	Metrópolis 1 Guayaquil 2 Metrópolis 2, Metrópolis 3 y Metrópolis 4	Tanques de contacto Metrópolis 2	Garantizar proceso de desinfección en efluente	\$ 1.500	\$ 37.261	\$ 38.761
		Tanques de contacto Metrópolis 3	Garantizar proceso de desinfección en efluente	\$ 1.500	\$ 52.340	\$ 53.840
		Tanques de contacto Metrópolis 4	Garantizar proceso de desinfección en efluente	\$ 1.500	\$ 27.324	\$ 28.824
		Repotenciación sistema de aireación Metrópolis 3	Cambio de equipos de aireación	\$ 0	\$ 25.600	\$ 25.600
	Laboratorio de Procesos	Completar equipamiento para control operativo de PTARs	Mejorar el control del procesos biológicos	\$ 0	\$ 101.086	\$ 101.086
	Terranostra 1 y 2, Belohorizonte 3, Ciudad Olimpo, Valle Alto	Construcción tanques de Contacto	Garantizar la eficiencia del proceso de desinfección	\$ 1.500	\$ 23.000	\$ 24.500
				\$ 1.500	\$ 55.000	\$ 56.500
				\$ 1.500	\$ 55.000	\$ 56.500
				\$ 1.500	\$ 23.000	\$ 24.500
				\$ 1.500	\$ 23.000	\$ 24.500
	Belohorizonte 1, Belohorizonte 2, Belohorizonte 3, Terranostra 1, Terranostra 2,	Repotenciación de plantas de tratamiento de lodos activados (11 plantas)	Aumentar capacidad de aireación para mejorar el proceso biológico Conexión a SCADA, instrumentación, PSS	\$ 0	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
	Portovita, Casa Club 1 y Casa Club 2	Repotenciación PTAR Portal del Sol	Mejorar el control del proceso biológico en sistemas de lodos activados	\$ 2.500	\$ 115.000	\$ 117.500
	Portofino	Construcción de nueva planta de tratamiento Urbanización Portofino (ver detalle en Ficha 2.3.2a)	Cambio de tecnología para lograr cumplimiento en la descarga. Imhoff +Biodiscos	\$ 15.000	\$ 120.000	\$ 135.000
	Laguna Club, Vía al Sol	Construcción de nueva PTAR en Urbanización Laguna Club (ver detalle en Ficha 2.3.2b)	Cambio de tecnología para lograr cumplimiento en la descarga Imhoff +Biodiscos	\$ 15.000	\$ 125.000	\$ 140.000
		Construcción de nueva planta de tratamiento Urbanización Vía al Sol	Cambio de tecnología para lograr cumplimiento en la descarga Imhoff +Biodiscos	\$ 10.000	\$ 98.000	\$ 108.000
		Implementar sistema de desinfección para el efluente	Mejorar calidad bacteriológica	\$ 0	\$ 150.000	\$ 150.000
	Laguna Mi Lote	Construcción cerramiento	Impedir terceros ingresen a laguna	\$ 0	\$ 36.000	\$ 36.000
		Implementar sistema de desinfección	Mejorar calidad bacteriológica	\$ 0	\$ 400.000	\$ 400.000
	Lagunas Posorja y el Morro	Obras para repotenciar lagunas	Garantizar capacidad requerida y mejorar calidad de descarga	\$ 0	\$ 350.000	\$ 350.000
		Construcción tanque de contacto	Garantizar la eficiencia de calidad bacteriológica	\$ 0	\$ 67.000	\$ 67.000
	Ciudad Santiago	Repotenciación tableros eléctricos y sistema de aireación	Garantizar la funcionalidad del proceso	\$ 0	\$ 36.182	\$ 36.182
		Conexión a SCADA	Monitoreo remoto con atención oportuna	\$ 0	\$ 13.843	\$ 13.843
	Total			\$ 54.500	\$ 3.383.636	\$ 3.438.136

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO																			
EXPANSIONES Y OBRAS NUEVAS EN AASS																			
Ficha Descriptiva de Intervencion																			
N° PROYECTO	2.4.1	RUBRO	Expansión del Alcantarillado Sanitario																
DENOMINACION	Expansión Redes AASS Ciudad de Guayaquil																		
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL															
	MONTO (Miles US\$)	150.992	202.295	353.287															
FONDOS	Financiación Parcial: 1380 (Miles US\$) de Fondos Propios																		
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																			
Lograr la Universalización del Servicio de Alcantarillado Sanitario a la población de Guayaquil mediante la expansión del área servida																			
DESCRIPCION DEL PROYECTO																			
Areas de Expansión del Sistema de Alcantarillado Sanitario Construcción de redes de AASS, incluyendo Conexiones Domiciliarias, Ramales, colectores secundarios y Estaciones de Bombeo secundarias. Se presenta en la siguiente Tabla el detalle del Número de Conexiones por Expansiones a realizar por la Concesión (sin incluir expansiones por urbanizaciones a desarrollar por terceros), la población beneficiada y los correspondientes Montos de Inversión a afrontar por la Concesión para los quinquenios 5º y 6º. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Quinq.</th> <th>Nº de Cx Expansión</th> <th>Población Beneficiada (Sin Terceros)</th> <th>Costo medio por Cx</th> <th>Inversión (miles u\$s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5º Q</td> <td>88.819</td> <td>496.582</td> <td>\$ 1.700</td> <td>\$ 150.992</td> </tr> <tr> <td>6º Q</td> <td>118.997</td> <td>511.497</td> <td>\$ 1.700</td> <td>\$ 202.295</td> </tr> </tbody> </table>					Quinq.	Nº de Cx Expansión	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (miles u\$s)	5º Q	88.819	496.582	\$ 1.700	\$ 150.992	6º Q	118.997	511.497	\$ 1.700	\$ 202.295
Quinq.	Nº de Cx Expansión	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (miles u\$s)															
5º Q	88.819	496.582	\$ 1.700	\$ 150.992															
6º Q	118.997	511.497	\$ 1.700	\$ 202.295															

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO**EXPANSIONES Y OBRAS NUEVAS EN AASS****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	2.4.2	RUBRO	Expansión del Alcantarillado Sanitario		
DENOMINACION	Expansiones de Colectoras, Est. de Bombeo e Impulsiones en Zona Norte de la Ciudad de Guayaquil				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)	5.500	3.300	8.800	
FONDOS					

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

Lograr la Universalización del Servicio de Alcantarillado Sanitario a la población de Guayaquil mediante la expansión del área servida.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Colectores Principales, Estaciones de Bombeo Cloacal e Impulsiones correspondientes a las Areas de Expansión de la Zona Norte de la Ciudad de Guayaquil



En el siguiente cuadro se presenta el computo de la expansión en Colectoras, Impulsiones y Estaciones de Bombeo

Ítem	Unidad	Cantidad
Colector AASS D=160mm	m	1.100
Colector AASS D=250mm	m	7.400
Colector AASS D=315mm	m	1.350
Colector AASS D=400mm	m	3.000
Impulsión AASS D=160mm	m	2.600
Estación bombeo AASS Q=450l/s h=25mca	Unidad	1
Estación bombeo AASS Q=680l/s h=25mca	Unidad	1
Conexiones AASS	Unidad	81.930

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO**EXPANSIONES Y OBRAS NUEVAS EN AASS****Ficha Descriptiva de Intervencion**

N° PROYECTO	2.4.3	RUBRO	Expansión del Alcantarillado Sanitario		
DENOMINACION	Expansiones de Colectoras, Est. de Bombeo e Impulsiones en Nueva Zona Urbana de Guayaquil				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)	5.500	3.300	8.800	
FONDOS	Financiacion Parcial: 750 (Miles US\$) de Fondos Propios				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Lograr la Universalización del Servicio de Alcantarillado Sanitario a la población de Guayaquil mediante la expansión del					

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Colectores Principales, Estaciones de Bombeo Cloacal e Impulsiones correspondientes a las Areas de Expansión de la Nueva Zona Urbana (noroeste) de la Ciudad de Guayaquil



En el siguiente cuadro se presenta el computo de la expansión en Colectoras, Impulsiones y Estaciones de Bombeo

Ítem	Unidad	Cantidad
Colector AASS D=400mm	m	1.000
Colector AASS D=600mm	m	12.400
Colector AASS D=805mm	m	6.400
Impulsión AASS D=315mm	m	1.350
Impulsión AASS D=400mm	m	1.400
Impulsión AASS D=600mm	m	1.700
Estación bombeo AASS Q=122l/s h=15mca	Unidad	1
Estación bombeo AASS Q=1152l/s h=25mca	Unidad	1
Estación bombeo AASS Q=564l/s h=15mca	Unidad	1

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO**EXPANSIONES Y OBRAS NUEVAS EN AASS**

Ficha Descriptiva de Intervención

N° PROYECTO	2.4.4	RUBRO	Expansión de Redes AASS		
DENOMINACION	Expansión Redes AASS en Posorja				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)	4.277	16.379	20.656	
FONDOS	Financiacion Parcial: 1.900 (Miles US\$) de Fondos Propios				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Lograr la Universalización del Servicio de Alcantarillado Sanitario a la población de Guayaquil mediante la expansión del área servida					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					

Expansión del Sistema de Alcantarillado Sanitario Posorja

Construcción de redes de AASS, incluyendo Conexiones Domiciliarias, Ramales, Colectores y Estaciones de Bombeo.

Se presenta, junto con su computo, un esquema de expansión de colectores, impulsiones y estaciones de bombeo



Ítem	Unidad	Cantidad
Colector AASS D=250mm	m	2.520
Impulsión AASS D=160mm	m	1.150
Estación bombeo AASS Q=6l/s h=20mca	Unidad	1
Estación bombeo AASS Q=21,5l/s h=15mca	Unidad	1

También se presenta en la siguiente Tabla el detalle del Número de Conexiones por Expansiones a realizar por la Concesión (sin incluir expansiones por urbanizaciones a desarrollar por terceros), la población beneficiada y los correspondientes Montos de Inversión a afrontar por la Concesión para los quinquenios 5º y 6º.

Quinq.	Nº de Cx Expansión	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (miles u\$s)
5º Q	2.516	9.182	\$ 1.700	\$ 4.277.200
6º Q	9.635	41.430	\$ 1.700	\$ 16.379.500

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO**EXPANSIONES Y OBRAS NUEVAS EN AASS****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	2.4.5			RUBRO	Expansión de Redes AASS		
DENOMINACION	Expansión Redes AASS en Tenguel						
INVERSION	PERIODO		5Q		6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)			2.125	3.493	5.618	
	FONDOS	Financiacion Parcial: 750 (Miles US\$) de Fondos Propios					

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

Lograr la Universalización del Servicio de Alcantarillado Sanitario a la población de Guayaquil mediante la expansión del área servida

DESCRIPCION DEL PROYECTO**Expansión del Sistema de Alcantarillado Sanitario Tenguel**

Construcción de redes de AASS, incluyendo Conexiones Domiciliarias, Ramales, Colectores y Estaciones de Bombeo.

Se presenta, junto con su computo, un esquema de expansión de colectores, impulsiones y estaciones de bombeo



Ítem	Unidad	Cantidad
Colector AASS D=160mm	m	2.300
Impulsión AASS D=160mm	m	850
Estación bombeo AASS Q=3l/s h=15mca	Unidad	1

También se presenta en la siguiente Tabla el detalle del Número de Conexiones por Expansiones a realizar por la Concesión (sin incluir expansiones por urbanizaciones a desarrollar por terceros), la población beneficiada y los correspondientes Montos de Inversión a afrontar por la Concesión para los quinquenios 5º y 6º.

Quinq.	Nº de Cx Expansión	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (miles u\$s)
5º Q	1.250	3.012	\$ 1.700	\$ 2.125.000
6º Q	2.055	7.194	\$ 1.700	\$ 3.493.500

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO																			
EXPANSIONES Y OBRAS NUEVAS EN AASS																			
Ficha Descriptiva de Intervencion																			
N° PROYECTO	2.4.6		RUBRO	Expansión de Redes AASS															
DENOMINACION	Expansión Redes AASS en El Morro																		
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL															
	MONTO (Miles US\$)	245	848	1.093															
FONDOS																			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																			
Lograr la Universalización del Servicio de Alcantarillado Sanitario a la población de Guayaquil mediante la expansión del área servida																			
DESCRIPCION DEL PROYECTO																			
Expansión del Sistema de Alcantarillado Sanitario El Morro Construcción de redes de AASS, incluyendo Conexiones Domiciliarias, Ramales, Colectores y Estaciones de Bombeo. Se presenta en la siguiente Tabla el detalle del Número de Conexiones por Expansiones a realizar por la Concesión (sin incluir expansiones por urbanizaciones a desarrollar por terceros), la población beneficiada y los correspondientes Montos de Inversión a afrontar por la Concesión para los quinquenios 5º y 6º. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Quinq.</th> <th>Nº de Cx Expansión</th> <th>Población Beneficiada (Sin Terceros)</th> <th>Costo medio por Cx</th> <th>Inversión (miles u\$s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5º Q</td> <td>144</td> <td>385</td> <td>\$ 1.700</td> <td>\$ 244.800</td> </tr> <tr> <td>6º Q</td> <td>499</td> <td>1.595</td> <td>\$ 1.700</td> <td>\$ 848.300</td> </tr> </tbody> </table>					Quinq.	Nº de Cx Expansión	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (miles u\$s)	5º Q	144	385	\$ 1.700	\$ 244.800	6º Q	499	1.595	\$ 1.700	\$ 848.300
Quinq.	Nº de Cx Expansión	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (miles u\$s)															
5º Q	144	385	\$ 1.700	\$ 244.800															
6º Q	499	1.595	\$ 1.700	\$ 848.300															

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO**EXPANSIONES Y OBRAS NUEVAS EN AASS****Ficha Descriptiva de Intervencion**

N° PROYECTO	2.4.7	RUBRO	Expansión de Redes AASS		
DENOMINACION	Expansión Redes AASS en Puná				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)	1.092	1.091	2.183	
FONDOS					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Lograr la Universalización del Servicio de Alcantarillado Sanitario a la población de Guayaquil mediante la expansión del área servida					

DESCRIPCION DEL PROYECTO**Expansión del Sistema de Alcantarillado Sanitario Puná**

Construcción de redes de AASS, incluyendo Conexiones Domiciliarias, Ramales, Colectores y Estaciones de Bombeo.

Se presenta, junto con su computo, un esquema de expansión de colectores, impulsiones y estaciones de bombeo

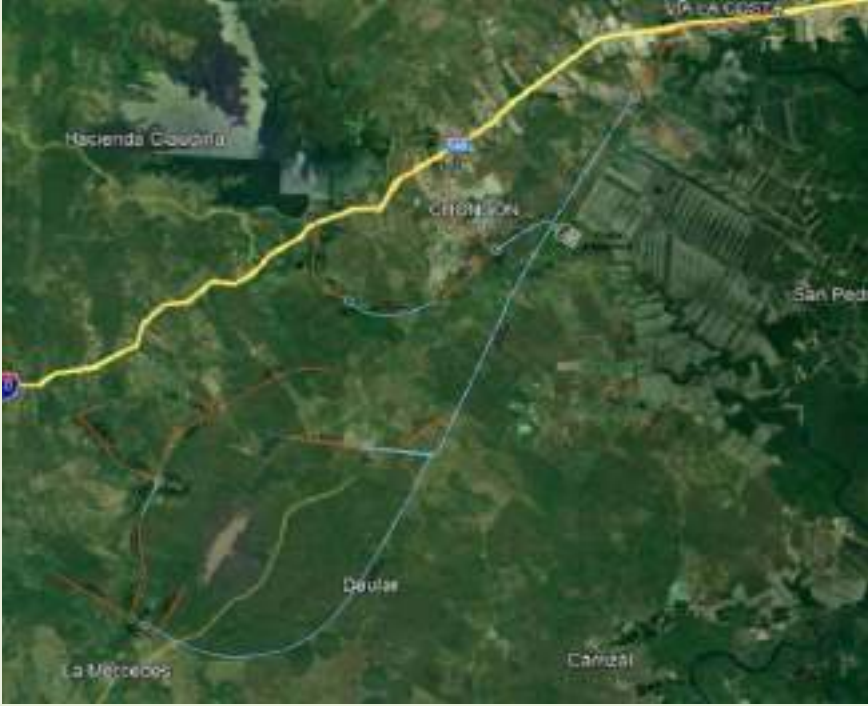


Ítem	Unidad	Cantidad
Colector AASS D=160mm	m	1.500
Colector AASS D=250mm	m	800
Impulsión AASS D=160mm	m	1.050
Estación bombeo AASS Q=1,25l/s h=10mca	Unidad	1
Estación bombeo AASS Q=7,8l/s h=15mca	Unidad	1

También se presenta en la siguiente Tabla el detalle del Número de Conexiones por Expansiones a realizar por la Concesión (sin incluir expansiones por urbanizaciones a desarrollar por terceros), la población beneficiada y los correspondientes Montos de Inversión a afrontar por la Concesión para los quinquenios 5º y 6º.

Quinq.	Nº de Cx Expansión	Población Beneficiada (Sin Terceros)	Costo medio por Cx	Inversión (miles u\$s)
5º Q	575	2.413	\$ 1.900	\$ 1.092.500
6º Q	574	4.825	\$ 1.900	\$ 1.090.600

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO**EXPANSIONES Y OBRAS NUEVAS EN AASS****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	2.4.8	RUBRO	Expansión de Redes AASS																																																		
DENOMINACION	Expansión Redes AASS en Vía a la Costa - Daular																																																				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL																																																	
	MONTO (Miles US\$)	12.000	18.000	30.000																																																	
FONDOS																																																					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																																																					
Lograr la Universalización del Servicio de Alcantarillado Sanitario a la población de Guayaquil mediante la expansión del área servida																																																					
DESCRIPCION DEL PROYECTO																																																					
Expansión del Sistema de Alcantarillado Sanitario Vía a la Costa - Daular Construcción de redes de AASS, incluyendo Conexiones Domiciliarias, Ramales, Colectores y Estaciones de Bombeo. Se presenta, junto con su computo, un esquema de expansión de colectores, impulsiones y estaciones de bombeo																																																					
																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ítem</th> <th>Unidad</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Colector AASS D=315mm</td> <td>m</td> <td>7.400</td> </tr> <tr> <td>Colector AASS D=355mm</td> <td>m</td> <td>6.300</td> </tr> <tr> <td>Colector AASS D=400mm</td> <td>m</td> <td>9.400</td> </tr> <tr> <td>Colector AASS D=500mm</td> <td>m</td> <td>9.300</td> </tr> <tr> <td>Colector AASS D=600mm</td> <td>m</td> <td>2.750</td> </tr> <tr> <td>Colector AASS D=700mm</td> <td>m</td> <td>2.200</td> </tr> <tr> <td>Impulsión AASS D=500mm</td> <td>m</td> <td>8.100</td> </tr> <tr> <td>Impulsión AASS D=600mm</td> <td>m</td> <td>1.800</td> </tr> <tr> <td>Impulsión AASS D=700mm</td> <td>m</td> <td>19.900</td> </tr> <tr> <td>Estación bombeo AASS Q=50l/s h=24mca</td> <td>Unidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Estación bombeo AASS Q=140l/s h=16mca</td> <td>Unidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Estación bombeo AASS Q=65l/s h=28mca</td> <td>Unidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Estación bombeo AASS Q=150l/s h=34mca</td> <td>Unidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Estación bombeo AASS Q=75l/s h=19mca</td> <td>Unidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Estación bombeo AASS Q=120l/s h=20mca</td> <td>Unidad</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>						Ítem	Unidad	Cantidad	Colector AASS D=315mm	m	7.400	Colector AASS D=355mm	m	6.300	Colector AASS D=400mm	m	9.400	Colector AASS D=500mm	m	9.300	Colector AASS D=600mm	m	2.750	Colector AASS D=700mm	m	2.200	Impulsión AASS D=500mm	m	8.100	Impulsión AASS D=600mm	m	1.800	Impulsión AASS D=700mm	m	19.900	Estación bombeo AASS Q=50l/s h=24mca	Unidad	1	Estación bombeo AASS Q=140l/s h=16mca	Unidad	1	Estación bombeo AASS Q=65l/s h=28mca	Unidad	1	Estación bombeo AASS Q=150l/s h=34mca	Unidad	1	Estación bombeo AASS Q=75l/s h=19mca	Unidad	1	Estación bombeo AASS Q=120l/s h=20mca	Unidad	1
Ítem	Unidad	Cantidad																																																			
Colector AASS D=315mm	m	7.400																																																			
Colector AASS D=355mm	m	6.300																																																			
Colector AASS D=400mm	m	9.400																																																			
Colector AASS D=500mm	m	9.300																																																			
Colector AASS D=600mm	m	2.750																																																			
Colector AASS D=700mm	m	2.200																																																			
Impulsión AASS D=500mm	m	8.100																																																			
Impulsión AASS D=600mm	m	1.800																																																			
Impulsión AASS D=700mm	m	19.900																																																			
Estación bombeo AASS Q=50l/s h=24mca	Unidad	1																																																			
Estación bombeo AASS Q=140l/s h=16mca	Unidad	1																																																			
Estación bombeo AASS Q=65l/s h=28mca	Unidad	1																																																			
Estación bombeo AASS Q=150l/s h=34mca	Unidad	1																																																			
Estación bombeo AASS Q=75l/s h=19mca	Unidad	1																																																			
Estación bombeo AASS Q=120l/s h=20mca	Unidad	1																																																			

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO**RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN AASS****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	2.5.1	RUBRO	Renovación y Rehabilitación de AASS		
DENOMINACION	Programa de Renovación y Rehabilitación de AASS				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)	30.775	41.211	71.986	
FONDOS	Financiación Parcial: 13.500 (Miles US\$) de Fondos Propios				

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

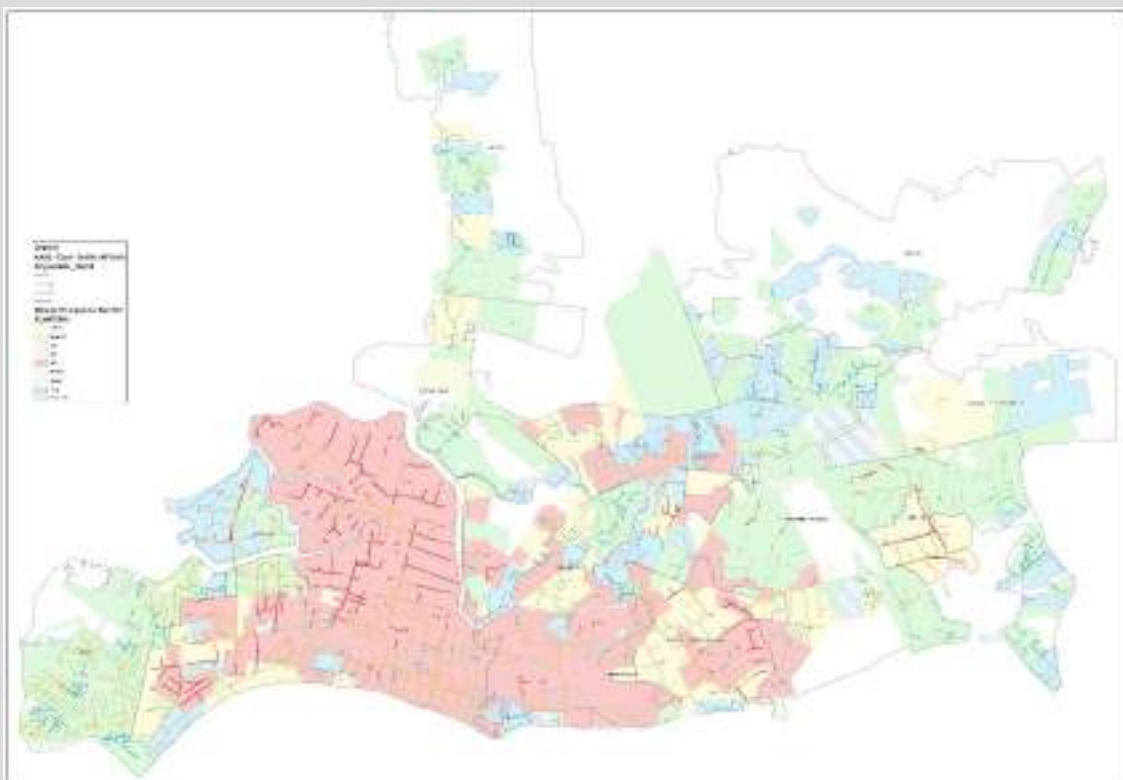
La Renovación y Rehabilitación de las tuberías de Alcantarillado sanitario se efectúa con el propósito de mantener y mejorar las condiciones operativas de funcionamiento del sistema para cumplir con las metas de Calidad y Niveles de Servicio determinadas en el Contrato de Concesión

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Ante esta problemática y a efectos de realizar un análisis del estado de las condiciones del sistema de Alcantarillado Sanitario se elaboró un índice donde se valoriza las siguientes características de las tuberías:

- Material
- Diámetro
- Longitud del tramo
- Reclamos ponderados

Cada una de estas características se valorizaron y procesaron tramo por tramo y se elaboró un índice KPI para poder diseñar y priorizar el Programa de Rehabilitación de la Red de AASS.



INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN AASS

Ficha Descriptiva de Intervención

N° PROYECTO	2.5.1a			RUBRO	Renovación y Rehabilitación de Colectoras
DENOMINACION	Programa de Renovación y Rehabilitación de AASS				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)	21.402	26.820	48.222	
FONDOS	Financiación Parcial: 13.500 (Miles US\$) de Fondos Propios				

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

La Renovación y Rehabilitación de los Colectores de Alcantarillado sanitario se efectúa con el propósito de mantener y mejorar las condiciones operativas de funcionamiento del sistema para cumplir con las metas de Calidad y Niveles de Servicio determinadas en el Contrato de Concesión

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Se presenta un Programa de Renovación y Rehabilitación de Colectoras de AASS en donde se indican los metros a renovar y rehabilitar en función de los diámetros

Cantidades Renovación y Rehabilitación de Colectoras para tuberías con KPI 4 – Años 21 a 25

Diámetro[mm]	Cantidad Total [m]	Incidencia	Año 21 [m]	Año 22 [m]	Año 23 [m]	Año 24 [m]	Año 25 [m]
DN >250 < 500	50.325,08	67,60%	10.065,02	12.581,27	7.548,76	7.548,76	12.581,27
DN 500 < 800	17.179,59	23,10%		4.294,90	4.294,9	4.294,90	4.294,90
DN 1300 < 1650	3.306,14	4,40%				3.306,14	
DN 800 < 1000	2.299,55	3,10%			2.299,55		
DN 1000 < 1300	1.288,94	1,70%			1.288,94		
Total	74.399,31	100,00%	10.065,02	16.876,17	15.432,15	15.149,80	16.876,17

Cantidades Renovación y Rehabilitación de Colectoras para tuberías con KPI 3 – Años 25 a 29

Diámetro (mm)	Cantidad Total [m]	Incidencia	Año 26 [m]	Año 27 [m]	Año 28 [m]	Año 29 [m]	Año 30 [m]
DN >250 < 500	83.358,00	66,46%	4.167,90	5.835,06	12.503,70	12.503,70	16.671,60
DN 500 < 800	26.100,00	20,81%	2.610,00	5.220,00	3.915,00	3.915,00	-
DN 800 < 1000	6.282,00	5,01%	-	6.282,00	-	-	-
DN 1000 < 1300	6.054,00	4,83%	6.054,00	-	-	-	-
DN 1300 < 2000Q	3.631,00	2,89%	3.631,00	-	-	-	-
Total	125.425,00	100,00%	16.462,90	17.337,06	16.418,70	16.418,70	16.671,60

Precios Renovación y Rehabilitación de Colectoras para tuberías con KPI 4 – Años 21 a 25

Diámetro [mm]	Cantidad Total [m]	Costo unitario [\$]	Año 21 [\$]	Año 22 [\$]	Año 23 [\$]	Año 24 [\$]	Año 25 [\$]
DN >250 < 500	50.325,08	221,4	2.228.428	2.785.535	1.671.321	1.671.321	2.785.535
DN 500 < 800	17.179,59	305,35	-	1.311.464	1.311.464	1.311.464	1.311.464
DN 1300 < 1650	3.306,14	951,58	-	-	-	3.146.057	-
DN 800 < 1000	2.299,55	438,21	-	-	1.007.692	-	-
DN 1000 < 1300	1.288,94	667,63			860.532		
Total	74.399,31		2.228.428	4.096.999	4.851.009	6.128.842	4.096.999

Precios Renovación y Rehabilitación de Colectoras para tuberías con KPI 3 – Años 25 a 29

Diámetro (mm)	Cantidad Total [m]	Costo unitario [\$]	Año 26 [\$]	Año 27 [\$]	Año 28 [\$]	Año 29 [\$]	Año 30 [\$]
DN >250 < 500	83.358,00	221,4	922.787	1.291.902	2.768.361	2.768.361	3.691.148
DN 500 < 800	26.100,00	305,35	796.974	1.593.948	1.195.461	1.195.461	-
DN 800 < 1000	6.282,00	438,21	-	2.752.851	-	-	-
DN 1000 < 1300	6.054,00	667,63	4.041.817	-	-	-	-
DN 1300 < 2000	3.631,00	1046,74	3.800.706	-	-	-	-
Total	125.425,00		9.562.283	5.638.701	3.963.822	3.963.822	3.691.148

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN AASS

Ficha Descriptiva de Intervención

N° PROYECTO	2.5.1b	RUBRO	Renovación y Rehabilitación de Ramales y Tirante				
DENOMINACION	Programa de Renovación y Rehabilitación de AASS						
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL			
	MONTO (Miles US\$)	7.247	12.004	19.250			
FONDOS	Financiación Parcial: 13.500 (Miles US\$) de Fondos Propios						
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS							
La Renovación y Rehabilitación de los Ramales y Tirantes de Alcantarillado sanitario se efectúa con el propósito de mantener y mejorar las condiciones operativas de funcionamiento del sistema para cumplir con las metas de Calidad y Niveles de Servicio determinadas en el Contrato de Concesión							
DESCRIPCION DEL PROYECTO							
Se presenta un Programa de Renovación y Rehabilitación de Ramales y Tirantes de AASS en donde se indican los metros a renovar y rehabilitar en función de los diámetros							
Cantidades Renovación y Rehabilitación de Ramales y Tirantes para tuberías con KPI 4 – Años 21 a 25							
Diámetro[mm]	Cantidad Total [m]	Incendencia	Año 21 [m]	Año 22 [m]	Año 23 [m]	Año 24 [m]	Año 25 [m]
DN >50 < 250	80.520,00	100,00%	16.104,00	16.104,00	16.104,00	16.104,00	16.104,00
Total	80.520,00	100,00%	16.104,00	16.104,00	16.104,00	16.104,00	16.104,00
Cantidades Renovación y Rehabilitación de Ramales y Tirantes para tuberías con KPI 3 – Años 25 a 29							
Diámetro (mm)	Cantidad Total [m]	Incendencia	Año 26 [m]	Año 27 [m]	Año 28 [m]	Año 29 [m]	Año 30 [m]
DN >50 < 250	133.372,80	100,00%	26.674,56	26.674,56	26.674,56	26.674,56	26.674,56
Total	133.372,80	100,00%	26.674,56	26.674,56	26.674,56	26.674,56	26.674,56
Precios Renovación y Rehabilitación de Ramales y Tirantes para tuberías con KPI 4 – Años 21 a 25							
Diámetro [mm]	Cantidad Total [m]	Costo unitario [\$]	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25
			[\$]	[\$]	[\$]	[\$]	[\$]
DN >50 < 250	80.520,00	90,00	1.449.360	1.449.360	1.449.360	1.449.360	1.449.360
Total	80.520,00		1.449.360	1.449.360	1.449.360	1.449.360	1.449.360
Precios Renovación y Rehabilitación de Ramales y Tirantes para tuberías con KPI 3 – Años 25 a 29							
Diámetro (mm)	Cantidad Total [m]	Costo unitario [\$]	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
			[\$]	[\$]	[\$]	[\$]	[\$]
DN >50 < 250	133.372,80	90,00	2.400.710,40	2.400.710,40	2.400.710,40	2.400.710,40	2.400.710,40
Total	133.372,80		2.400.710	2.400.710	2.400.710	2.400.710	2.400.710

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN AASS

Ficha Descriptiva de Intervención

N° PROYECTO	2.5.1c	RUBRO	Renovación y Rehabilitación de Impulsiones		
DENOMINACION	Programa de Renovación y Rehabilitación de AASS				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)	2.126	2.387	4.514	
FONDOS	Financiación Parcial: 13.500 (Miles US\$) de Fondos Propios				

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

La Renovación y Rehabilitación de las Líneas de Impulsión de AASS se efectúa con el propósito de mantener y mejorar las condiciones operativas de funcionamiento del sistema para cumplir con las metas de Calidad y Niveles de Servicio determinadas en el Contrato de Concesión

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Se presenta un mapa con la ubicación de las Impulsiones a Rehabilitar en el 5Q. Teniendo en cuenta que las tuberías recubiertas con PEAD presentan problemas de corrosión se plantea rehabilitar el 80% de las que presentan inconvenientes actualmente. Para el sexto Quinquenio se considera la rehabilitación del 10 % del total de las impulsiones, estimando un diámetro medio de 600 mm.

Ubicaciones Tuberías de Impulsiones a rehabilitar en el 5Q.



Convenciones:

- Tubería a rehabilitar completamente
- Tubería de acero recubierta con PEAD a rehabilitar en un 80%

Diámetro	Longitud (m)	Costo Unit.	Costo (\$)
160-200	9,87	\$ 91	\$ 898
400	966,20	\$ 247	\$ 238.671
450	121,97	\$ 322	\$ 39.279
600	258,34	\$ 398	\$ 102.794
600	1430,45	\$ 398	\$ 569.169
750 - 800	192,77	\$ 709	\$ 136.586
825	44,16	\$ 709	\$ 31.290
900	1229,46	\$ 818	\$ 1.006.161
900	1,83	\$ 818	\$ 1.498
Sub Total			\$ 2.126.344

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO				
RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN AASS				
Ficha Descriptiva de Intervención				
N° PROYECTO	2.6.1		RUBRO	Macromedición Redes AASS
DENOMINACION	Macromedición de caudal en estaciones de bombeo secundarias			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (Miles US\$)	2.036		2.036
FONDOS				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS				
Ante la problemática de posibles anomalías en los vuelcos cloacales es de vital importancia identificar esas anomalías antes de que ingresen a las plantas de tratamiento o en las redes de AASS. Por tal motivo se plantea la colocación de medidores de caudal a los ingresos de las Estaciones de Bombeo Secundarias que no tienen medición				
DESCRIPCION DEL PROYECTO				
Para las estaciones que no cuentan con medición de caudal se plantea la utilización de caudalímetros electromagnéticos de carretel ya que presentan grandes ventajas para la medición de los líquidos cloacales. Los mismos se instalarán en las impulsiones ya que este tipo de tecnología funciona solamente cuando la cañería está a sección llena Esta tecnología tiene las siguientes ventajas: • El principio de medición es prácticamente independiente de la presión, densidad, temperatura y viscosidad del líquido • Se pueden medir incluso fluidos con sólidos en suspensión • Amplio rango de diámetros nominales • Sección transversal de la tubería libre • Ausencia de piezas móviles, sin mantenimiento Se requieren 63 equipos de medición de caudal por efecto Doppler, cada equipamiento cuesta \$ 32.312				

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO**RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN AASS****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	2.6.2	RUBRO	Macromedición Redes AASS	
DENOMINACION	Macromedición calidad en estaciones de bombeo principales			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (Miles US\$)	86		86
FONDOS				

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

Ante la problemática de posibles anomalías en los vuelcos cloacales es de vital importancia identificar esas anomalías antes de que ingresen a las plantas de tratamiento o en las redes de AASS. Por tal motivo se plantea la colocación de sensores de calidad a los ingresos de las Estaciones de Bombeo Principales

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Se descartan los sistemas con medición por inserción ya que presentan grandes inconvenientes en el mantenimiento y en la operación porque son susceptibles a que se obstruyan con los residuos presentes en el líquido cloacal. Para la medición de los parámetros de calidad en los colectores se recomiendan los equipos y parámetros de la siguiente lista:

Estación de bombeo	Parámetro a Medir	Equipo	Equipo	Precio
Progreso	Temperatura	Multiparamétrico 1	Aquatroll	\$ 8.800
	pH			
	Conductividad			
	Potencial Redox			
	H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 1	Sulfilogger	\$ 8.400
Pradera	Temperatura	Multiparamétrico 2	Aquatroll	\$ 8.800
	pH			
	Conductividad			
	Potencial Redox			
	H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 2	Sulfilogger	\$ 8.400
El tornillo	Temperatura	Multiparamétrico 3	Aquatroll	\$ 8.800
	pH			
	Conductividad			
	Potencial Redox			
	H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 3	Sulfilogger	\$ 8.400
La Chala	Temperatura	Multiparamétrico 4	Aquatroll	\$ 8.800
	pH			
	Conductividad			
	Potencial Redox			
	H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 4	Sulfilogger	\$ 8.400
Vergeles BXII	Temperatura	Multiparamétrico 5	Aquatroll	\$ 8.800
	pH			
	Conductividad			
	Potencial Redox			
	H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 5	Sulfilogger	\$ 8.400
				\$ 86.000

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE ALACANTARILLADO SANITARIO**RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN AASS****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	2.6.3	RUBRO	Macromedición Redes AASS		
DENOMINACION	Macromedición de caudal y calidad en cuenca Praderas				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)	491,7		491,7	
FONDOS					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
La medición de caudal en colectores complementa a las mediciones de las Estaciones de Bombeo y permite un conocimiento más exhaustivo de la cuenca permitiendo realizar un análisis más detallado del funcionamiento de la misma, ya que permitirá evaluar infiltraciones, interferencias con el sistema de AALL, etc.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Se plantean las dos tecnologías que se pueden utilizar para la medición de caudal en los colectores de la Cuenca Pradera. Se descartan los sistemas con medición por inserción ya que presentan grandes inconvenientes en el mantenimiento y en la operación porque son susceptibles a que se obstruyan con los residuos presentes en el líquido cloacal. Para la medición de los parámetros de calidad en los colectores se recomiendan los equipos y parámetros de la siguiente lista:					
Denominación	Subcuenca	Parámetro a medir	Equipo	Marca	Precio
1B09	B09	Caudal	Efecto Doppler 1	Flo-dar	\$ 27.500
		Calidad	Multiparamétrico	Aquatroll	\$ 8.800
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 1	Sulfilogger	\$ 8.400
1B10	B10	Caudal	Efecto Doppler 2	Flo-dar	\$ 27.500
		Calidad	Multiparamétrico 2	Aquatroll	\$ 8.800
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 2	Sulfilogger	\$ 8.400
1B11	B11	Caudal	Efecto Doppler 3	Flo-dar	\$ 27.500
		Calidad	Multiparamétrico 3	Aquatroll	\$ 8.800
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 3	Sulfilogger	\$ 8.400
1B13	B13	Caudal	Efecto Doppler 4	Flo-dar	\$ 27.500
		Calidad	Multiparamétrico 4	Aquatroll	\$ 8.800
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 4	Sulfilogger	\$ 8.400
2B13	B13	Caudal	Efecto Doppler 5	Flo-dar	\$ 27.500
		Calidad	Multiparamétrico 5	Aquatroll	\$ 8.800
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 5	Sulfilogger	\$ 8.400
1B14	B14	Caudal	Efecto Doppler 6	Flo-dar	\$ 27.500
		Calidad	Multiparamétrico 6	Aquatroll	\$ 8.800
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 6	Sulfilogger	\$ 8.400
1B17	B17	Caudal	Efecto Doppler 7	Flo-dar	\$ 27.500
		Calidad	Multiparamétrico 7	Aquatroll	\$ 8.800
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 7	Sulfilogger	\$ 8.400
1B18	B18	Caudal	Efecto Doppler 8	Flo-dar	\$ 27.500
		Calidad	Multiparamétrico 8	Aquatroll	\$ 8.800
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 8	Sulfilogger	\$ 8.400
1B21	B21	Caudal	Efecto Doppler 9	Flo-dar	\$ 27.500
		Calidad	Multiparamétrico 9	Aquatroll	\$ 8.800
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 9	Sulfilogger	\$ 8.400
1B23	B23	Caudal	Efecto Doppler 10	Flo-dar	\$ 27.500
		Calidad	10	Aquatroll	\$ 8.800
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 10	Sulfilogger	\$ 8.400
1B24	B24	Caudal	Efecto Doppler 11	Flo-dar	\$ 27.500
		Calidad	11	Aquatroll	\$ 8.800
		H2S (fase líquida)	Dedicado H2S 11	Sulfilogger	\$ 8.400

19.1.3 Fichas Actualización del Plan Maestro de AALL

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUAS DE LLUVIAS						
Obras Nuevas en Conducciones Principales						
Ficha Descriptiva de Intervención						
N° PROYECTO	3.1.1			RUBRO	Obras Nuevas en Conducciones Principales	
DENOMINACION	Revestimiento de Canales en la Ciudad de Guayaquil					
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL		
	MONTO (Miles US\$)	9.524	14.286	23.810		
FONDOS	Financiación Parcial xxx de Fondos propios					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS						
Revestir los canales de Aguas Lluvias para evitar erosión y socavación de los mismos, aumentando su capacidad hidráulica.						
DESCRIPCION DEL PROYECTO						
	Descripción	Longitud m	Material	Monto u\$s	5º Quinquenio u\$s	6º Quinquenio u\$s
	Subtotal Zona Norte	8.942	Hormigón	\$ 14.020.000	\$ 5.608.000	\$ 8.412.000
	Subtotal Zona Centro	2.077	Hormigón	\$ 3.730.000	\$ 1.492.000	\$ 2.238.000
	Subtotal Zona Oeste	2.702	Enrocado	\$ 6.060.000	\$ 2.424.000	\$ 3.636.000
	Total Revestimiento	13.721		\$ 23.810.000	\$ 9.524.000	\$ 14.286.000

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUAS DE LLUVIAS					
Obras Nuevas en Conducciones Principales					
Ficha Descriptiva de Intervención					
N° PROYECTO	3.1.2			RUBRO	Obras Nuevas en Conducciones
DENOMINACION	Entubamiento de Canales con Conductos Cajón y Circulares en la Ciudad de Guayaquil				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)	14.000	21.000	35.000	
	FONDOS				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Entubamiento de canales de Aguas Lluvias para evitar desbordes, aumentando su capacidad hidráulica.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
	Descripción	Longitud m	Monto u\$s	5º Quinquenio u\$s	6º Quinquenio u\$s
	Subtotal Zona Norte	4.314	\$ 17.360.000	\$ 6.944.000	\$ 10.416.000
	Subtotal Zona Centro	4.103	\$ 13.240.000	\$ 5.296.000	\$ 7.944.000
	Subtotal Zona Oeste	398	\$ 4.400.000	\$ 1.760.000	\$ 2.640.000
	Total Conductos Cajón y Circulares	8.815	\$ 35.000.000	\$ 14.000.000	\$ 21.000.000

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUAS DE LLUVIAS				
Reservorios y Canalizaciones Rurales - Cuenca Noroeste				
Ficha Descriptiva de Intervención				
N° PROYECTO	3.1.3		RUBRO	Reservorios y Canalizaciones Rurales Cuenca Noroeste
DENOMINACION	Reservorios y Canalizaciones Rurales - Cuenca Noroeste			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (Miles US\$)	35.800	53.700	89.500
FONDOS				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS				
Retener las aguas de lluvia en la cuenca alta; perfilar y revestir canales para evitar desbordes.				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS				
- Construcción de obras de retardo del escurrimiento mediante almacenamientos, para atenuar los picos de las crecidas y los aportes torrenciales de sedimentos. - Construcción de terraplenes paralelos a los cauces para protección de zonas urbanas. - Reacondicionamiento de los cauces en zonas rurales. - Reemplazo de puentes y alcantarillas. El horizonte de diseño de las intervenciones corresponde al año 2041 Se asume la siguiente programación de inversiones: * 5º Quinquenio: 20% de Avance * 6º Quinquenio: 30 % de Avance				
	Descripción	Monto u\$s	5º Quinquenio u\$s	6º Quinquenio u\$s
	Total Reservorios y Canalizaciones Rurales Cuenca Noroeste	\$ 179.000.000	\$ 35.800.000	\$ 53.700.000

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUAS DE LLUVIAS				
Canalizaciones Urbanas - Cuenca Noroeste				
Ficha Descriptiva de Intervención				
N° PROYECTO	3.1.4	RUBRO	Canalizaciones Urbanas - Cuenca Noroeste	
DENOMINACION	Canalizaciones Urbanas - Cuenca Noroeste			
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (Miles US\$)	37.020	55.530	92.550
FONDOS				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS				
Perfilar y revestir canales para evitar desbordes en áreas urbanas.				
DESCRIPCION DEL PROYECTO				
- Reacondicionamiento de los cauces en zonas urbanas. - Construcción de alcantarillas. El horizonte de diseño de las intervenciones corresponde al año 2041 Se asume la siguiente programación de inversiones: * 5º Quinquenio: 20% de Avance * 6º Quinquenio: 30 % de Avance				
	Descripción	Monto u\$s	5º Quinquenio u\$s	6º Quinquenio u\$s
	Total Canalizaciones Urbanas Cuenca Noroeste	\$ 185.100.000	\$ 37.020.000	\$ 55.530.000

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUAS DE LLUVIAS					
Obras Nuevas en Conducciones Principales					
Ficha Descriptiva de Intervención					
N° PROYECTO	3.1.5			RUBRO	Obras Nuevas en Conducciones Principales
DENOMINACION	Revestimiento y Entubamiento de Canales en la Ciudad de Posorja				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)	5.168	7.752	12.920	
	FONDOS				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Revestir y entubar los arroyos que atraviesan la ciudad para evitar desbordes, erosión y socavación de los mismos, aumentando su capacidad hidráulica.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
	Descripción	Longitud m	Monto u\$s	5º Quinquenio u\$s	6º Quinquenio u\$s
	Perfilado canales y revestimiento en hormigón	1.499	\$ 1.670.000	\$ 668.000	\$ 1.002.000
	Entubamiento canales con sección cajón	2.203	\$ 11.250.000	\$ 4.500.000	\$ 6.750.000
	Total Revestimiento y Entubamiento Canales	3.702	\$ 12.920.000	\$ 5.168.000	\$ 7.752.000

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUAS DE LLUVIAS									
Obras Nuevas en Conductos Principales									
N° PROYECTO	3.2.1				RUBRO	Obras Nuevas en Descargas			
DENOMINACION	Instalación de Válvulas en Descargas								
INVERSION	PERIODO		5Q		6Q		TOTAL		
	MONTO (Miles US\$)		1.010		1.010		2.020		
FONDOS	Financiacion Parcial de Fondos propios								
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS									
Efectuar un control hidráulico parcial en las descargas de los conductos de drenaje a esteros y cauces principales, evitando la entrada de sedimentos y la interconexión no deseada entre redes de alcantarillado pluvial y cloacal.									
DESCRIPCION DEL PROYECTO									
Las válvulas son necesarias para operar en los conductos de descarga a esteros y cauces, efectuando el control de los ingresos de agua y sedimentos por mayores niveles aguas abajo.									
Se instalarán en general en estructuras apropiadas para su protección, con diseño hidráulico de la cámara de manera de minimizar las pérdidas de carga por desprendimiento de los filetes líquidos y formación de vórtices.									
	Descripción				Monto u\$s	5º Quinquenio u\$s	6º Quinquenio u\$s		
	Total Instalación de Válvulas de control en las descargas a los ríos y esteros				\$ 2.020.000	\$ 1.010.000	\$ 1.010.000		

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUAS DE LLUVIAS									
Obras Nuevas en Conductos Principales									
N° PROYECTO	3.2.2				RUBRO	Obras Nuevas en Descargas			
DENOMINACION	Estaciones de Bombeo AALL / Descargas y Control de Descargas								
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL				
	MONTO (Miles US\$)		10.300	13.000	23.300				
	FONDOS								
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS									
Efectuar un control hidráulico en las descargas de los conductos de drenaje a esteros y cauces principales, evitando el ingreso de aguas altas producidas por la marea astronómica y posibilitar la evacuación de agua de lluvia simultáneamente.									
DESCRIPCION DEL PROYECTO									
Construcción de Estaciones de Bombeo en descargas importantes, optimizando el control hidráulico en dichas descargas, conjuntamente con la instalación de válvulas y/o compuertas de cierre automático.									
			Descripción	Monto u\$s	5º Quinquenio u\$s	6º Quinquenio u\$s			
			Total Construcción de Estaciones de Bombeo en descargas importantes	\$ 23.300.000	\$ 10.300.000	\$ 13.000.000			

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUAS DE LLUVIAS						
Obras Nuevas en Conductos Principales						
N° PROYECTO	3.3.1			RUBRO	Expansiones de Redes	
DENOMINACION	Expansión de Redes y Conductos Secundarios en Ciudad de Guayaquil y Zona de Expansión Urbana					
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL		
	MONTO (Miles US\$)	24.924	37.386	62.310		
FONDOS	Financiación Parcial de Fondos propios					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS						
Expandir el servicio de drenaje de aguas de lluvia mediante las obras de alcantarillado pluvial adecuadas a cada zona						
DESCRIPCION DEL PROYECTO						
Obras de redes y colectores y sus correspondientes obras conexas para permitir un drenaje pluvial eficiente.						
- Ciudad de Guayaquil (Area Urbana): 100 % de la Inversión Total estimada para la zona.						
- Zona de Expansión Urbana (Cuenca NorOeste): 50 % de la Inverción Total estimada para la zona.						
Descripción		TOTAL u\$s	5º Quinquenio u\$s	6º Quinquenio u\$s		
Ciudad de Guayaquil		32.500.000	\$ 13.000.000	\$ 19.500.000		
Zona de Expansión Urbana (Cuenca Noroeste)		29.810.000	\$ 11.924.000	\$ 17.886.000		
TOTAL		\$ 62.310.000	\$ 24.924.000	\$ 37.386.000		

	Obras Nuevas en Conductos Principales				
N° PROYECTO	3.3.2			RUBRO	Expansiones de Redes
DENOMINACION	Expansión de Redes y Conductos en Parroquias Rurales				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles U\$S)	2.020	3.030	5.050	
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Expandir el servicio de drenaje de aguas de lluvia en localidades de Parroquias Rurales mediante las obras de alcantarillado pluvial adecuadas					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Obras de redes y colectores y sus correspondientes obras conexas para permitir un drenaje pluvial eficiente.					
	Descripción	TOTAL u\$S	5º Quinquenio u\$S	6º Quinquenio u\$S	
	Total Parroquias Rurales	\$ 5.050.000	\$ 2.020.000	\$ 3.030.000	

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUAS LLUVIAS									
Ficha Descriptiva de Intervención									
N° PROYECTO	3.4.1	RUBRO	Rehabilitación y Renovación de Redes						
DENOMINACION	Rehabilitación y Renovación de Redes								
PERIODO	5º y 6º	QUINQUENIO	MONTO	\$ 42.200.000					
			FONDOS	Financiación Parcial de Fondos propios					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS									
Rehabilitar con membrana interna la mitad de las cañerías con antigüedad actual mayor a 30 años, de diámetro hasta 400 mm.									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>5º QUINQUENIO \$</th> <th>6º QUINQUENIO \$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>21.100.000</td> <td>21.100.000</td> </tr> </tbody> </table>		5º QUINQUENIO \$	6º QUINQUENIO \$	21.100.000	21.100.000		
5º QUINQUENIO \$	6º QUINQUENIO \$								
21.100.000	21.100.000								

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUAS LLUVIAS								
Ficha Descriptiva de Intervención								
N° PROYECTO	3.5.1	RUBRO	Rehabilitación y Renovación de Estaciones de Bombeo					
DENOMINACION	Rehabilitación y Renovación de Estaciones de Bombeo							
PERIODO	6º	QUINQUENIO	MONTO	\$ 426.000				
			FONDOS					
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS								
Renovación de las tres bombas y sus motores en la EB Las Orquídeas, cuando se cumplan 15 años desde su puesta en servicio.								
<table border="1"> <tr> <td>6º QUINQUENIO</td> </tr> <tr> <td>\$</td> </tr> <tr> <td>426.000</td> </tr> </table>						6º QUINQUENIO	\$	426.000
6º QUINQUENIO								
\$								
426.000								

19.1.4 Fichas Actualización del Plan Maestro – Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica Ficha Descriptiva de Intervención

N° PROYECTO	4.1.1	RUBRO	Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica		
DENOMINACION	Estudios Redes AAPP para Control de ANC				
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL	
	MONTO (Miles US\$)	300	300	600	
FONDOS					

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS
Optimización de las inversiones destinadas a las obras de renovación y rehabilitación de redes y un mejor control del agua no contabilizada.

DESCRIPCION DEL PROYECTO
Conformación de la estructura que llevará adelante el proyecto integral, y la contratación de estudios específicos, teniendo como finalidad: o Organizar los programas detallados, procedimientos, soportes y reportes para el desarrollo de los trabajos en zonas-piloto o Analizar los resultados obtenidos de las acciones específicas (técnicas y comerciales) sobre la base de indicadores de eficiencia y costos o Concluir sobre la rentabilidad de cada acción y extrapolar sobre la zona homogénea o Elaborar los elementos de presupuesto anual correspondientes :

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE					
Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica					
Ficha Descriptiva de Intervención					
N° PROYECTO	4.1.2			RUBRO	Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica
DENOMINACION	Programa de Renovación Integral (PRI) en Sectores-Piloto				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (Miles US\$)		600		600
	FONDOS				
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS					
Este estudio tiene como finalidad recuperar información que permita extrapolar los resultados de los trabajos de intervención integral en zonas piloto (descrito más arriba en las inversiones previstas para renovación y rehabilitación de redes) a la totalidad del sector homogéneo, aportando de esta manera para un mejor conocimiento de la totalidad de la red distribuidora de agua. Este mejor conocimiento permitirá dirigir con mayor eficiencia las acciones de renovación y rehabilitación en los quinquenios siguientes y proyectar con mejor precisión y fundamento la evolución del agua no contabilizada. Las principales actividades a realizar en este estudio son las siguientes: • Organizar los programas detallados, procedimientos, soportes y reportes para el desarrollo de los trabajos en zonas-piloto • Analizar los resultados obtenidos de las acciones específicas (técnicas y comerciales) sobre la base de indicadores de eficiencia y costos • Concluir sobre la rentabilidad de cada acción y extrapolar sobre la zona homogénea • Elaborar los elementos de presupuesto anual correspondientes : -> trabajos de investigación (mediciones, detección de fugas, control/inspección de conexiones y medidores): recursos humanos internos y subcontratación -> acciones correctivas (cambio de medidores, reparación de fugas, empadronamiento de usuarios): recursos humanos internos y subcontratación, equipos y materiales -> obras de adecuación (rehabilitación / renovación de redes, regulación de presión) : ingeniería de detalle, ejecución y fiscalización de obras La finalidad fundamental de esta organización es lograr que los criterios y metodología que se apliquen en todas las zonas y etapas del trabajo sean uniformes y consistentes de manera que sea posible extraer conclusiones fundamentadas e implementar a nivel de la empresa una estrategia sustentable apuntando la reducción y el control del agua no facturada.					
DESCRIPCION DEL PROYECTO					
Durante el tercer quinquenio, el proyecto incluirá entre otras actividades lo siguiente: - implementación de indicadores y reportings de seguimiento de los resultados obtenidos por los diferentes planes de acción implementados en los sectores piloto - el desarrollo del programa detallado de acciones técnicas (búsqueda y reparación de fugas, step-tests, regulación de presión, rehabilitación y renovación de redes, optimización de la gestión comercial, etc ...) - la revisión e implementación de las normas y procedimientos de ejecución de obras y de su fiscalización - la definición de la organización y comunicación transversal requerida para el programa así como la inducción al personal, parte integral de la gestión del cambio a implementarse para asegurar su sustentabilidad - los procedimientos necesarios de elaboración y justificación del presupuesto del programa y de sus ajustes anuales Adicionalmente, se prevé mantener un presupuesto quinquenal suficiente para el mantenimiento y sustentabilidad del programa hasta el final de la concesión.					

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica**

Ficha Descriptiva de Intervención

N° PROYECTO	4.1.3	RUBRO		Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica	
DENOMINACION	Estudios Redes AASS y AALL. Elaboración de Programas de RyR				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (Miles US\$)		1.000	500	1.500
FONDOS					

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

La magnitud y frecuencia de daños observados mediante relevamientos de VCC en colectores y las conexiones cruzadas observadas entre los sistemas de AASS y AALL señalan la necesidad de implementar un Plan de Renovación y Rehabilitación que garantice eficiencia técnica y de costos de las intervenciones a realizar

DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto consiste en efectuar estudios de diagnóstico detallado de las redes de AASS y AALL y elaborar y poner en práctica la Planificación de las intervenciones de Renovación y Rehabilitación que garantice la eficiencia y eficacia de resultados técnicos e inversiones a realizar.

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	4.1.4	RUBRO	Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica		
DENOMINACION	GIS Técnico-Comercial Sistemas AAPP - AASS - AALL				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (Miles US\$)		750	750	1.500
FONDOS					

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

Durante los primeros quinquenios se han implementado bases de datos y sistemas de información parcial en las áreas campo técnica y comercial de la empresa correspondiente a los sistemas de AAPP, AASS y AALL.

La inversión aquí propuesta está orientada a potenciar los sistemas existentes hacia un SIG técnico-comercial mediante su vinculación de manera de disponer de una herramienta cartográfica actualizada que permita:

- Relacionar el estado de la base de datos técnica
- Optimizar los operativos de control de conexiones
- Disponer de herramientas de información para la gestión de Renovaciones y Rehabilitaciones.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Las tareas a realizar para obtener estos objetivos son los siguientes:

- Reporte de la infraestructura de AAPP, AASS y AALL sobre un fondo de plano actualizado
- Censo de usuarios (estado de los usuarios registrados, análisis de anomalías, identificación de conexiones no registradas)
- Atributos de conexiones vinculados con la base de datos comerciales y con la red de distribución (modelo hidráulico e inventario)
- Ingreso al SIG toda la documentación ya existente en Interagua y programación de los operativos necesarios para completarla (estado de tramos, relevamientos mediante VCC por ejemplo)

Adicionalmente, el proyecto definirá los procedimientos necesarios para la actualización periódica de las bases de datos implementadas con el objetivo de garantizar la sustentabilidad y eficiencia operacional de la herramienta implementada con el objetivo de mantener la eficiencia y funcionalidad operativa del SIG implementado durante el tercer quinquenio. Esto se logrará gracias a un mantenimiento y actualización de las herramientas informáticas (software y base de datos) así como con un proceso periódico de complementación del SIG en las nuevas zonas de expansión e incorporación de ajustes resultantes de las obras de renovación y rehabilitación de redes y colectores. La definición de los procedimientos de actualización y mantenimiento serán definidos durante el tercer quinquenio, incluyendo procesos periódicos de control de validez del censo comercial.

Se reserva el presupuesto necesario para la actualización periódica de las herramientas y renovación de licencias informáticas.

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	4.1.5	RUBRO	Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica		
DENOMINACION	SCADA AAPP-AASS-AALL				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (Miles US\$)		1.500	700	2.200
FONDOS					

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

Actualmente la teletransmisión del estado de los principales componentes de los sistemas de producción de agua potable, transporte y distribución, colecta y tratamiento de aguas residuales cubre solamente parcialmente las necesidades del operador a partir de sistemas tecnológicos generalmente superados. La implementación de sistemas SCADA específicos para cada sistema permitirá un control operatorio eficaz y reducir los riesgos y plazos de intervención en caso de falla de un elemento operativo. Se pretende desarrollar con mayor énfasis los sistemas de medición de caudal y calidad en los sistemas de AASS

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Los sistemas SCADA serán previstos organizándose por sistema operacional:

- Las Plantas Potabilizadoras (incluyendo las instalaciones de captación y bombeo de agua cruda)
- La Red de Acueductos (red matriz) y Reservorios,
- La red de Macromedidores y puntos de control de presión en el sistema de distribución
- La red de sensores y medidores correspondiente al sistema de alcantarillado sanitario y pluvial
- Las Estaciones de Bombeo de AASS y AALL
- Las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

Se considera que gran parte del equipamiento necesario será provisto en la ejecución de cada proyecto en particular.

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica**

Ficha Descriptiva de Intervención

N° PROYECTO	4.1.6	RUBRO		Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica	
DENOMINACION	Sistema Computarizado de Mantenimiento de Equipos y Redes				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (Miles US\$)		250	250	500
FONDOS					

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

Desarrollo del sistema de gestión del mantenimiento de los equipos.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Se propone el desarrollo del Sistema de Gestión de Mantenimiento de Equipos con el propósito de optimizar la programación y ejecución de las actividades de mantenimiento predictivo y preventivo, y su seguimiento.

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	4.1.7	RUBRO	Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica		
DENOMINACION	Implementación software gestion programa ANC				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (Miles US\$)		702	950	1.652
FONDOS	Financiacion parcial con Fondos Propios				

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

Tener una herramienta informática de gestión eficiente del programa de ANC

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Implementar un software que de soluciones de gestión central de eventos basado en la nube que permita a Interagua DETECTAR, ANALIZAR y ADMINISTRAR eventos e incidentes de red como fugas, roturas, activos defectuosos, fallas operativas y más. El software debe convertir los datos sin procesar en conocimiento que proporcione visibilidad e información procesable para una mayor eficiencia operativa y una reducción de la pérdida de agua. En todos los casos se priorizan inversiones y/o acciones a partir de los KPI en relación a la fuga de agua o a la reducción de energía. Brindará panorama general con Información sobre cada DMA o zona de abastecimiento (KPI, flujo nocturno, estadísticas, eventos abiertos actuales, riesgos potenciales, etc.). El primer año se configurará un piloto con alcance a 2000 km de red AAPP y los 9 años siguientes el servicio incluirá 5 (cinco) módulos hasta 6500 km de red de AAPP

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE**Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica****Ficha Descriptiva de Intervención**

N° PROYECTO	4.1.8	RUBRO		Plan de Desarrollo e Innovación Tecnológica	
DENOMINACION	Programa de Eliminación de Conexiones Cruzadas con descarga a Esteros				
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL
	MONTO (Miles US\$)		750	1.000	1.750
FONDOS					

JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS

Se evidencia en días secos que aportes del sistema de AASS son descargados a los Esteros.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Se propone la realización de un programa que permita la identificación y eliminación de conexiones cruzadas del sistema de AASS al sistema de AALL y vuelcos clandestinos con descargas a los Esteros.

Para el Cuarto Quinquenio se propone una inversión que permita a la empresa realizar el diagnóstico detallado y formular el programa, cuya ejecución es prevista para los quinquenios siguientes.

Es esperable que con ésta intervención la empresa pueda participar en un plan más amplio que debería desarrollar el Municipio de Guayaquil consistente en la descontaminación de los esterios urbanos.

19.1.5 Fichas Actualización del Plan Maestro – SCADA

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE												
Sistema SCADA												
Ficha Descriptiva de Intervención												
N° PROYECTO	5.1.1	RUBRO	GeoScada									
DENOMINACION	Nuevos Despliegues por comunicación de infraestructuras a GeoScada											
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL								
	MONTO (Miles US\$)	525	525	1.050								
FONDOS												
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS												
Incorporar áreas operativas al area SCADA												
DESCRIPCION DEL PROYECTO												
Costos aproximados para nuevos despliegues por comunicación de infraestructuras a GeoScada: -Fibra Óptica: \$100 instalación/configuración + (\$1900 adicionales opcionales en lugares con poca cobertura por instalación de radios/torre) -Comunicación Celular: \$1000 + \$300 instalación/configuración -Radioenlace: \$3500 radio + (\$35000 torre autosoportada o \$3000 torre ventada) + \$1000 instalación/configuración El costo unitario aproximado de controladores en sitio es de \$3500 incluyendo fuente de poder y módulos de entradas/salidas analógicas/digitales. Los costos aproximados de programación de controladores son de \$1500. Para el presente análisis de inversión, no se tiene en cuenta el costo de Radioenlace, ya que para este tipo de instalaciones se deben hacer estudios que justifiquen la construcción de la infraestructura para tal fin. Esto quiere decir que se analiza con la opción menos favorable de las faltantes, es decir comunicación por fibra óptica.												
DESCRIPCIÓN				VALOR								
Instalación/Configuración				\$100								
Instalación de Radio/Torre				\$1.900								
Controladores				\$3.500								
Programación de controladores				\$1.500								
TOTAL				\$7.000								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>UNIDADES POR AÑO</th> <th>UNIDADES POR QUINQUENIO</th> <th>COSTO UNITARIO INSTALACIÓN</th> <th>COSTO TOTAL INSTALACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15</td> <td>75</td> <td>\$ 7.000,00</td> <td>\$ 525.000,00</td> </tr> </tbody> </table>					UNIDADES POR AÑO	UNIDADES POR QUINQUENIO	COSTO UNITARIO INSTALACIÓN	COSTO TOTAL INSTALACIÓN	15	75	\$ 7.000,00	\$ 525.000,00
UNIDADES POR AÑO	UNIDADES POR QUINQUENIO	COSTO UNITARIO INSTALACIÓN	COSTO TOTAL INSTALACIÓN									
15	75	\$ 7.000,00	\$ 525.000,00									
Base de información: Información entregada por Interagua												

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE																	
Sistema SCADA																	
Ficha Descriptiva de Intervencion																	
N° PROYECTO	5.1.2					RUBRO	Reestructuración										
DENOMINACION	Conexión equipamiento a Scada																
INVERSION	PERIODO		5Q	6Q	TOTAL												
	MONTO (Miles US\$)		504	504	1.008												
FONDOS																	
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																	
Reestructurar las infraestructuras actualmente sin conexión al sistema SCADA																	
DESCRIPCION DEL PROYECTO																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>UNIDADES POR QUINQUENIO</th> <th>CANTIDAD (75%)</th> <th>COSTO UNITARIO</th> <th>COSTO TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>75</td> <td>56</td> <td>\$ 9.000,00</td> <td>\$ 504.000,00</td> </tr> </tbody> </table>										UNIDADES POR QUINQUENIO	CANTIDAD (75%)	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	75	56	\$ 9.000,00	\$ 504.000,00
UNIDADES POR QUINQUENIO	CANTIDAD (75%)	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL														
75	56	\$ 9.000,00	\$ 504.000,00														
Base de información: Información entregada por Interagua																	

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE																	
Sistema SCADA																	
Ficha Descriptiva de Intervencion																	
N° PROYECTO	5.1.3			RUBRO	Licencias												
DENOMINACION	Renovación licencias Scada																
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL													
	MONTO (Miles US\$)	165,00	-	165,00													
FONDOS																	
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS																	
Renovar las licencias para los equipos existentes para continuar el funcionamiento del sistema SCADA.																	
DESCRIPCION DEL PROYECTO																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>COSTO UNITARIO</th> <th>COSTO TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Licencias Equipos Existentes</td> <td>\$ 50.000</td> <td>\$ 50.000</td> </tr> <tr> <td>Licencia de GeoScada (anual)</td> <td>\$ 23.000</td> <td>\$ 115.000</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td> <td>\$ 165.000,00</td> </tr> </tbody> </table>						DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	Licencias Equipos Existentes	\$ 50.000	\$ 50.000	Licencia de GeoScada (anual)	\$ 23.000	\$ 115.000	TOTAL		\$ 165.000,00
DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL															
Licencias Equipos Existentes	\$ 50.000	\$ 50.000															
Licencia de GeoScada (anual)	\$ 23.000	\$ 115.000															
TOTAL		\$ 165.000,00															
Base de información: Información entregada por Interagua																	

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE													
Sistema SCADA													
Ficha Descriptiva de Intervencion													
N° PROYECTO	5.1.4			RUBRO	Conexión de puntos de Scada								
DENOMINACION	Conexión puntos de AAPP/AASS/AAPP a Scada												
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL									
	MONTO (Miles US\$)	130	130	260									
FONDOS													
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS													
Conectar Puntos de medición de AASS/AALL actualmente sin conectar													
DESCRIPCION DEL PROYECTO													
Se proyecta conectar 20 puntos de medición de AASS/AALL al año, con un aproximado de 3 variables cada una por medio de modem celular.													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>UNIDADES POR AÑO</th> <th>UNIDADES POR QUINQUENIO</th> <th>COSTO UNITARIO COMUNICACIÓN</th> <th>COSTO TOTAL INSTALACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>100</td> <td>\$ 1.300,00</td> <td>\$ 130.000,00</td> </tr> </tbody> </table>						UNIDADES POR AÑO	UNIDADES POR QUINQUENIO	COSTO UNITARIO COMUNICACIÓN	COSTO TOTAL INSTALACIÓN	20	100	\$ 1.300,00	\$ 130.000,00
UNIDADES POR AÑO	UNIDADES POR QUINQUENIO	COSTO UNITARIO COMUNICACIÓN	COSTO TOTAL INSTALACIÓN										
20	100	\$ 1.300,00	\$ 130.000,00										
Base de información: Información entregada por Interagua													

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE												
Sistema SCADA												
Ficha Descriptiva de Intervencion												
N° PROYECTO	5.1.5	RUBRO	Cambio de Modem Seriales a Ethernet									
DENOMINACION	Modem Scada											
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL								
	MONTO (Miles US\$)	184	-	184								
FONDOS												
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS												
Reemplazar los modems de tecnología serial a Ethernet												
DESCRIPCION DEL PROYECTO												
Actualmente existen 92 enlaces seriales. Se proyecta cambiar 20 métodos de comunicación anual a métodos ethernet.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>UNIDADES POR AÑO 5Q</th> <th>UNIDADES QUINQUENIO</th> <th>COSTO UNITARIO COMUNICACIÓN</th> <th>COSTO TOTAL INSTALACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>92</td> <td>\$ 2.000,00</td> <td>\$ 184.000,00</td> </tr> </tbody> </table>					UNIDADES POR AÑO 5Q	UNIDADES QUINQUENIO	COSTO UNITARIO COMUNICACIÓN	COSTO TOTAL INSTALACIÓN	20	92	\$ 2.000,00	\$ 184.000,00
UNIDADES POR AÑO 5Q	UNIDADES QUINQUENIO	COSTO UNITARIO COMUNICACIÓN	COSTO TOTAL INSTALACIÓN									
20	92	\$ 2.000,00	\$ 184.000,00									
Base de información: Información entregada por Interagua												

INTERAGUA - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE											
Sistema SCADA											
Ficha Descriptiva de Intervencion											
N° PROYECTO	5.1.6			RUBRO	Computadoras						
DENOMINACION	Equipamiento PC para desarrollo SCADA										
INVERSION	PERIODO	5Q	6Q	TOTAL							
	MONTO (Miles US\$)	4,25	-	4,25							
	FONDOS										
JUSTIFICACION DEL PROYECTO - OBJETIVOS											
Renovar los equipos de computo para mantener las tareas de desarrollo											
DESCRIPCION DEL PROYECTO											
Para mantener las tareas de desarrollo con mano de obra interna se requiere la renovación de dos computadores con costo aproximado de \$1700 para el primer año del quinquenio. Para el quinto año se deben renovar los 5 computadores. <table border="1"> <thead> <tr> <th>UNIDADES 5Q QUINQUENIO</th> <th>COSTO UNITARIO</th> <th>COSTO TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>\$ 850,00</td> <td>\$ 4.250,00</td> </tr> </tbody> </table> Base de información: Información entregada por Interagua						UNIDADES 5Q QUINQUENIO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	5	\$ 850,00	\$ 4.250,00
UNIDADES 5Q QUINQUENIO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL									
5	\$ 850,00	\$ 4.250,00									