



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

**TOMO III**

**DOCUMENTO COMPLEMENTARIO**

**PLAN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y APOYO TÉCNICO A LA OPERACIÓN**

**CONTENIDO**

<b>19. PLAN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y APOYO TÉCNICO A LA OPERACIÓN</b>	<b>2</b>
<b>19.1. Desarrollo tecnológico .....</b>	<b>2</b>
<b>19.2. APOYO TÉCNICO A LA OPERACIÓN .....</b>	<b>8</b>

## 19. PLAN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y APOYO TÉCNICO A LA OPERACIÓN

El presente documento describe el Plan de Desarrollo Tecnológico y Apoyo Técnico (DTyAT) a la Operación, el cual se encuentra integrado por dos ejes de acción:

- El Desarrollo Tecnológico
- El Apoyo Técnico a la Operación

El Desarrollo Tecnológico es un proceso transversal a la Dirección de Operaciones y puede desarrollarse dentro de las líneas de trabajo que forman parte de la Operación Técnica de los servicios de AAPP, AASS y AALL.

Dentro del Apoyo Técnico, las principales líneas de trabajo son:

- Seguimiento de la Calidad.
- Diagnóstico, Mejora y Mantenimiento de Instalaciones.
- Tecnología aplicada.
- Gestión de Riesgos Operativos a través de la actualización, verificación y difusión del Plan de Prevención de Emergencias (PPE).

### 19.1. Desarrollo tecnológico

El proceso de “Desarrollo Tecnológico”, es un proceso transversal a toda la Dirección de Operaciones. Tiene la finalidad de realizar acciones que deriven en el desarrollo o en la aplicación de tecnologías con el objetivo de mejorar los procesos técnicos, operativos y/o de soporte que den solución a las necesidades actuales y futuras.

#### APOYO TÉCNICO A LA OPERACIÓN

Dentro de este proceso de Calidad se realiza el seguimiento de los procesos de Interagua como de los productos de todas las etapas de la prestación del servicio de AAPP; AASS.

Se llevará a cabo el monitoreo y diagnóstico de la calidad del agua y de los efluentes en todas las etapas del proceso de prestación del servicio.

El seguimiento de la calidad se realizará mediante la gestión de sistemas certificados y acreditados.

#### DIAGNÓSTICO, MEJORA Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES

Los procesos asociados a este eje son los siguientes:

- Diagnóstico e Inspección con Video y Sonar de conducciones
- Modelos y Estudios Hidráulicos
- Gestión de la Rehabilitación del Servicios de AAPP / AASS y Control del Agua No Contabilizada.

#### GESTIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS

Este proceso consiste en la actualización, desarrollo y puesta en marcha de los mecanismos y herramientas para la gestión de eventos técnico-operativos de IA.

El resultado del mismo se plasma a través del Plan de Prevención y Atención de Emergencias (PPAE) y Procesos de Guardias mediante:

- Manual de Prevención y Atención de Emergencias.
- Proceso de guardias técnicas operativas.

### OBJETIVOS

El Plan de DTyAT, tiene como objetivo plasmar de manera sintética los aspectos relevantes vinculados con el desarrollo de cada uno de los ejes que lo componen y que se llevan adelante en la Dirección de Operaciones para cumplir con los lineamientos estratégicos de Interagua.

En especial, lo vinculado al Desarrollo Tecnológico, al seguimiento de la calidad, a la elaboración y aplicación de los modelos y realización de estudios hidráulicos, a la inspección y mantenimiento de los grandes conductos, al diagnóstico y la inspección de las redes de abastecimiento y recolección a través del video sonar, a la gestión del agua no contabilizada, a los sistemas de gestión, al plan de prevención y atención de emergencias y a la gestión del conocimiento técnico de la compañía.

El presente Plan contempla las acciones necesarias que permitan garantizar el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Promover e investigar en forma proactiva el Desarrollo Tecnológico de todas las actividades técnicas; identificar, desarrollar y adaptar soluciones para las necesidades actuales y futuras posicionando a la empresa como referente tecnológico a nivel nacional y regional.
- Desarrollar acciones de asistencia técnica, acompañando el crecimiento de la Empresa y fomentar la mejora continua a través del desarrollo de innovaciones tecnológicas.
- Reducir las pérdidas físicas mediante la implementación y ejecución del Plan de Agua No Contabilizada.
- Establecer las pautas y administrar las acciones necesarias para gestionar los riesgos operativos de la Empresa, con el fin de garantizar la calidad y continuidad del servicio.
- Actuar como referente técnico y de tecnología, interno y externo para la prestación de los servicios públicos de provisión de agua potable y saneamiento.
- Desarrollar acciones que contribuyan a asegurar la Calidad del Servicio, confiabilizando y optimizando los procesos operativos.
- Garantizar el control de la calidad de agua y efluentes cloacales establecido en el Contrato de Concesión.
- Diagnosticar y mantener en forma integral el sistema de transporte y distribución de agua potable y alcantarillado sanitario.
- Asegurar la gestión de calidad de acuerdo con requisitos internacionales, mediante la instrumentación de las normas ISO aplicables a la prestación del servicio de agua y saneamiento como probada herramienta de mejora y aumento de la productividad de las organizaciones, que contribuye a que cada sector se centre en el cumplimiento de los objetivos, tanto estratégicos como operativos.

### METAS Y PLAZOS PARA EL DESARROLLO

En relación con los objetivos planteados, se han definido metas quinquenales específicas que se encuentran plasmadas en función de las características de cada uno de los ejes de acción y cuya proyección se podrá visualizar en conjunto con el plan de inversiones.

Las inversiones necesarias para el desarrollo de este plan surgirán en función del alcance y necesidades emergentes del conjunto de los planes vinculados a los ejes de acción definidos.

El eje de acción comprenderá los siguientes ejes temáticos:

- Calidad del Servicio
- Procesos
- Operaciones
- Medio Ambiente

La necesidad de optimizar la gestión de los recursos, asegurar el cumplimiento de los cronogramas y metas establecidos, y la necesidad de contar con disponibilidad de productos, bienes y servicios, requiere incorporar nuevas tecnologías y equipamientos que permitan maximizar las acciones y mejorar la capacidad.

De tal manera el Plan de Desarrollo Tecnológico, sustentado en el marco metodológico, focalizará su desarrollo en los siguientes aspectos:

- Fuentes Superficiales: Sistemas de monitoreo de fuentes, modelización, simulaciones y estudios especiales.
- Fuentes Subterráneas: Gestión sustentable.
- Cambio Climático: Estudios, modelizaciones, análisis de impacto y dinámicas en los recursos hídricos, en especial los del Río DAULE.
- Optimización de procesos operativos.
- Materiales y mejoras en técnicas de rehabilitación/renovación.
- Equipamiento del Laboratorio de Calidad.
- Automatización de operaciones en PTARs y en PTAPs.

El Plan de Desarrollo Tecnológico cuenta con una metodología de diseño e implementación que contempla, entre otras, las siguientes pautas:

- Evaluar el estado actual de la tecnología en la Empresa (estudio de la obsolescencia, mantenimiento, análisis de riesgo y cobertura de los servicios prestados).
- Identificar las oportunidades de mejora de los procesos.
- Analizar los requerimientos en cuanto a necesidades insatisfechas actuales o futuras.

### **19.1.1 ALCANCES EJES TEMÁTICOS**

Los cuatro ejes temáticos identificados que abarcan las necesidades de desarrollo tecnológico tienen los siguientes alcances:

- (CA) Calidad: Engloba la demanda de requerimientos tecnológicos requeridos por los diferentes públicos de interés, originados por diversos factores que impactan directamente en la calidad del producto/servicio.
- (PR) Procesos: Corresponde al conjunto de necesidades, requerimientos y mejoras a ser aplicados a los procesos productivos y de soporte. El desarrollo tecnológico permitirá alcanzar operaciones más eficientes y sustentables.
- (OP) Operación: Comprende la demanda de necesidades de recursos y equipamiento tecnológico que facilite mantener los aspectos operativos, asegurando la continuidad y regularidad del servicio.

- (MA) Medio Ambiente: Abarca la demanda de necesidades de todos los actores involucrados que requieran de algún desarrollo tecnológico para lograr una gestión ambiental sustentable.

### CALIDAD

Este eje engloba la demanda de requerimientos tecnológicos por los diferentes públicos de interés, originados por diversos factores que impactan directamente en la calidad del producto/servicio.

Tiene como objetivo promover y realizar los estudios, análisis y procesos necesarios para el desarrollo tecnológico y operativo de la Empresa y en especial, frente al fenómeno del cambio climático y sus efectos.

Como objetivo específico, desarrollar metodologías analíticas para determinar nuevos contaminantes en los entornos acuáticos, como política del cuidado del agua y sus fuentes, resguardando la disponibilidad del recurso.

En las últimas décadas numerosos compuestos presentes en el medio, en concentraciones muy bajas, se encuentran bajo observación debido a los potenciales efectos en el ambiente o en la salud humana. El desarrollo de las capacidades para su detección, a nivel de trazas en el entorno acuático, es importante para su estudio. La demanda de datos ambientales conduce a mayores exigencias de medición y a rangos de concentraciones más amplias, desde niveles de trazas para los estudios de fuentes y ecosistemas adyacentes (ppm o ppb), hasta las ultratrazas en el orden de las ppt para estudios de trazadores de contaminación y nuevos ecosistemas.

Para el quinto quinquenio se buscará desarrollar métodos de detección y cuantificación de compuestos pertenecientes a los siguientes grupos:

- Subproductos de la desinfección.
- Disruptores endocrinos potenciales.
- Nuevos pesticidas y biocidas.
- Algas
- Contaminantes emergentes

Disponer de estos análisis en los estudios, posibilitará la investigación y evaluación del comportamiento de los mismos, tanto en las fuentes de agua, como en las diferentes etapas de los procesos de potabilización y depuración. Se pretende el siguiente plan de acción:

- Selección de los compuestos de interés para cada grupo de contaminantes, priorizando aquellos de importancia ambiental o la salud humana.
- Desarrollar los métodos analíticos con la capacidad de proporcionar datos de alta calidad en concentraciones ecológicamente relevantes sobre los contaminantes de preocupación.
- Evaluar el desempeño de los métodos desarrollados mediante los criterios de control de calidad analítica establecidos en el Laboratorio de Control de Calidad
- Incluir en el Catálogo de Ensayos del Laboratorio los métodos analíticos desarrollados para que se encuentren disponibles para clientes internos.
- Publicar los métodos analíticos ensayados en foros de la comunidad científica en general.
- Desarrollar e implementar una Red de Monitoreo de Calidad de Agua de la Cuenca del Daule, que permita obtener información hidrometeorológica y de calidad, en tiempo real y reportado vía Scada, cuya finalidad es la comunicación de alertas a los procesos de las

Plantas Potabilizadoras para la toma de acciones preventivas ante la presencia de eventos que afecten la calidad.

- Analizar factibilidad de implementación de la gestión de riesgos sanitarios en agua potable mediante el desarrollo del *Water Safety Plan* según las Normas ISO 22000.

## PROCESOS

Este eje corresponde al conjunto de necesidades, requerimientos y mejoras a ser aplicados a los procesos productivos y de soporte. El desarrollo tecnológico permitirá alcanzar operaciones más eficientes y sustentables. Se pretende detectar oportunidades de mejora en los distintos procesos e implementar soluciones centradas principalmente en la aplicación de tecnología existente o el desarrollo de nuevas tecnologías, que den soporte a las diversas etapas de los procesos mencionados. Tiene como objetivo:

- Lograr una eficiente administración funcional de los sistemas técnicos y geográficos de Interagua, interpretando las necesidades de los usuarios y transformándolas en soluciones ágiles y de fácil implementación.
- Proponer soluciones tecnológicas que den respuesta a las oportunidades de mejora detectadas en los diferentes procesos analizados, centradas principalmente en la mejora de sistemas informáticos existentes o la implementación de nuevos sistemas acordes a cada necesidad.
- El proceso de “Desarrollo Tecnológico” tiene la finalidad de realizar acciones que deriven en el desarrollo o en la aplicación de tecnologías con el objetivo de mejorar los procesos técnicos, operativos y/o de soporte que den solución a necesidades actuales y futuras. El proceso se inicia con una necesidad que luego de una actividad de análisis y búsqueda de alternativa de solución, deviene en un desarrollo nuevo. Por ejemplo el proceso de toma de decisiones operativas y de mantenimiento en la gestión de red de agua implica el análisis de una enorme cantidad de variables altamente interrelacionadas. Los sistemas actuales de gestión están basados en la recopilación de datos y software de modelación.
- Sin embargo, es una realidad actual que la existencia de una mayor complejidad en el sistema de monitoreo no siempre se transforma en una mejora evidente de la eficiencia en la operación. En esta se pretende avanzar en :
- 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. Modelos disponibles :
  - TaKaDu Central Event Management (CEM) - <https://smartwatermagazine.com/takadu>
  - WatEner (Grupo Inclam) <http://www.inclam.com/tic/watener/27-spanish/tic/water-solutions>
  - AVEVA Water Loss Managment/ Asset Performance Management ([https://www.youtube.com/watch?v=tTjIGn\\_1L3U](https://www.youtube.com/watch?v=tTjIGn_1L3U))
  - OPIR Aquasuite (Royal HashkoningDHB) <https://aquasuite.ai/en/>
  - Onesait Utilities Metering MDM- <https://www.onesait.com/products/metering/>
  - Schneider Electric's comprehensive Water Management Suite (WMS) [https://www.se.com/pe/es/download/document/water\\_loss\\_A4\\_2012/](https://www.se.com/pe/es/download/document/water_loss_A4_2012/)

Asimismo en otros ejes técnicos:

- Generar un sistema de alerta temprana de floraciones algales.

- Actualizar el Banco de envejecimiento y ensayo acelerado del Laboratorio de Calibración de Medidores, que agilice y garantice la técnica de lectura de micromedidores in situ para su verificación y contraste, y brinde una mayor escalabilidad mediante la incorporación de otros parámetros.
- Implementar el desarrollo de un sistema de Monitoreo combinado de líquidos domésticos/industriales en las redes de alcantarillado sanitario.

### OPERACIÓN

Tiene como objetivo brindar soporte a los procesos operativos del servicio, a través de soluciones tecnológicas que den respuesta a las necesidades y oportunidades de mejora detectadas en cada uno de los mismos.

Asimismo, tiene como objetivo dar respuesta a las necesidades operativas a través de la aplicación o mejora de tecnología existente y proponer nuevos desarrollos tecnológicos para dar respuesta a las necesidades de la operación del servicio.

Con el Plan de acción se pretende:

- Rehabilitar cañerías de agua de Hierro Fundido recuperando sus diámetros y rugosidades, y eliminar los problemas organolépticos derivados de las incrustaciones a través de la aplicación de técnicas de rehabilitación con revestimiento interno.
- Disponer de una herramienta que monitoree la calidad del río Daule y alerte ante la existencia de contaminantes peligrosos para el proceso de potabilización de agua.
- Normalizar la información de redes de Agua y Alcantarillado Sanitario en formato digital a través de los dispositivos móviles, con el fin permitir con dicha información orientar los planes de rehabilitación y renovación.
- Diagnosticar la estructura interna de cañerías colectoras de la red de alcantarillado sanitario y las conexiones, sin ingresar en propiedad privada, permitiendo la posibilidad de detectar conexiones clandestinas.
- Contar con el equipamiento para detectar las infiltraciones y exfiltraciones en paredes y juntas de colectoras aun con el conducto en carga, ramales de alcantarillado sanitario y la detección de anomalías mediante uso simultáneo de video / sonar.
- Aplicar la tecnología de detección de fugas de agua de las cañerías de distribución a través del uso de imágenes satelitales.
- Ejecución del plan de reducción de energía en las estaciones de bombeo de AAPP y AASS.

### MEDIO AMBIENTE

Este eje abarca la demanda de necesidades de todos los actores involucrados que requieran de un Desarrollo Tecnológico para lograr una gestión ambiental sustentable.

El objetivo es investigar e implementar nuevas habilidades de muestreo y capacidades analíticas de material extraído de matrices complejas sólidas o gaseosas para el soporte a las diversas actividades de interés de la Empresa.

Asimismo, desarrollar alternativas para el muestreo de aire y de aerosoles de ambientes externos, conjuntamente con las técnicas necesarias para la determinación de parámetros volátiles químicos y bacteriológicos de interés para la Empresa en instalaciones de aireación.



Se han reportado riesgos potenciales asociados a la operación en plantas depuradoras debido a la presencia de una variedad de sustancias químicas y biológicas sumadas a las generadas durante el tratamiento biológico, como subproductos y productos solubles microbianos (SMPs) generados luego de las reacciones metabólicas y de ruptura celular, siendo ejemplificados como endotoxinas presentes en el efluente final, debido a su generación durante el proceso de tratamiento y a su baja biodegradabilidad.

Las endotoxinas y la exposición a bioaerosoles que contienen endotoxinas, son consideradas un riesgo ocupacional en plantas de tratamiento y ambientes cercanos, cuya afectación podría derivar en problemas respiratorios y de gastroenteritis. Si bien la mayoría de los estudios están enfocados a su presencia en corrientes de aire (bioaerosoles), existen muy pocas regulaciones al respecto. La Unión Europea indica que no habría efectos adversos luego de una exposición ocupacional crónica a 90 unidades de endotoxinas - UE/m<sup>3</sup> de aire, aunque la mayor fracción de endotoxinas se encontraría en la fuente, es decir, en el propio efluente residual.

Como actividad a desarrollar se pretende:

- Identificar una alternativa para la toma de muestras de contaminantes volátiles en atmósferas gaseosas.
- Desarrollar los métodos analíticos.
- Caracterización de los procesos y efluentes de las plantas depuradoras.
- Correlacionar indicadores hallados, con los tratamientos posibles y valores guía.
- Desarrollar metodologías analíticas para la determinación de parámetros requeridos por normativa vigente o instrumentos de guía, en sólidos producidos por las plantas depuradoras.

## **19.2. APOYO TÉCNICO A LA OPERACIÓN**

### **19.2.1 SEGUIMIENTO DE CALIDAD**

A continuación se describen las acciones previstas en el período 2021-2031:

- Monitorear los factores ambientales que podrían afectar la Calidad de las fuentes de agua.
- Asegurar que los Planes de Monitoreo de Calidad de Agua y Efluentes cumplan con lo establecido en el Contrato de Concesión y Normas aplicables en el área servida actual y futura.
- Incorporar herramientas de análisis y gestión, que permitan evaluar el cumplimiento y promover adecuación/actualización del marco regulatorio aplicable a la calidad de agua y efluentes, en el marco de la Normativa Nacional e Internacional.
- Identificar, evaluar, definir e implementar las mejores prácticas de gestión aplicables a los procesos de INTERAGUA, a fin de asegurar la mejora continua.
- Conformar una red de monitoreo de calidad de agua de la Cuenca del Río Daule con la finalidad trabajar mancomunadamente entre todas las partes involucradas para:
  - Desarrollar un sistema automático de monitoreo hidrometeorológico y de calidad que permita obtener, en tiempo real, información sobre los cursos de agua.
  - Identificar la presencia de posibles contaminantes, sus concentraciones y tendencias en el tiempo.
  - Comunicar las alertas correspondientes para la toma de decisiones y la puesta en marcha de acciones preventivas por parte de los operadores miembros de la Red de Monitoreo.



- Contar con herramientas y tecnología aplicada para el monitoreo.
- Obtener información para su aplicación en modelos de simulación, tanto hidrológicos como de calidad.

## 19.2.2 DIAGNÓSTICO, MEJORA Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES

### MODELOS Y ESTUDIOS HIDRÁULICOS

En el caso del servicio de agua y saneamiento, como el que realiza INTERAGUA, los modelos matemáticos constituyen actualmente herramientas indispensables para diagnosticar problemas del servicio, plantear alternativas de solución de problemas, optimización de la operación, estudiar y definir obras de expansión de los servicios y constituir herramientas operativas de previsión. Entre los modelos matemáticos esenciales para INTERAGUA se puede mencionar a:

- Modelos de redes de agua
- Modelos de redes de alcantarillado sanitario
- Modelos del sistema de drenaje pluvial
- Modelos del Río Daule
- Modelos de predicción de calidad de agua

Estos modelos se pueden aplicar en el marco de estudios programados o estudios de emergencia, para resolver problemas operativos críticos como ser eventos excepcionales de contaminación del recurso, salida de servicio de instalaciones de bombeo o tratamiento, contaminaciones accidentales, etc., ayudando a tomar decisiones de largo plazo o de corto plazo en momentos críticos.

Además, estos modelos pueden ser usados para predecir el comportamiento del sistema en base a datos medidos o pronosticados (por ejemplo, en base a pronósticos meteorológicos), constituyéndose en herramientas operativas de predicción.

A continuación, se presentan los objetivos, desarrollo y plan de acción planificados por INTERAGUA para los próximos años con respecto a los modelos matemáticos, los cuales están alineados al Plan Estratégico de IA, en particular con el Plan de Calidad y otros planes operativos, donde los modelos matemáticos constituyen herramientas esenciales.

- **Modelación de Redes de Agua**

Actualmente INTERAGUA cuenta con modelos de las redes de agua implementados en WaterGems de toda la Concesión. Este modelo incluye todas las redes (todos los diámetros) y está calibrado al nivel que lo permiten los puntos de medición. Los objetivos son los siguientes:

- Actualizar los modelos existentes en base a mediciones (actualizar y mantener la calibración de los modelos) y datos nuevos de la infraestructura (modificar estructura de los modelos si hay cambios o nuevos datos).
- Aplicar los modelos como herramientas de diagnóstico, definición de obras, y gradualmente ser implementadas como herramientas operativas. Estos modelos incluirán la red completa de transporte y distribución, estaciones de bombeo, tanques y todos los elementos necesarios para representar el sistema adecuadamente.

- **Modelos de Alcantarillado Sanitario-Pluvial**

INTARAGUA cuenta con -modelos de la red troncal de alcantarillado sanitario y del sistema pluvial implementados en MIKE URBAN, de toda la Concesión. Estos modelos no se encuentran calibrados. Los objetivos son los siguientes

- Actualizar el modelo troncal cloacal existente en base a mediciones (calibración de los modelos) y datos nuevos de la infraestructura (modificar estructura de los modelos si hay cambios o nuevos datos).
- Up date del software MIKE URBAN a la versión actual.
- Densificar el modelo pluvial con la incorporación de planos conforme a obra, y variaciones de las impermeabilizaciones.

- **Modelación de las PTA y PTAR**

- Aplicar el modelo MIKE URBAN Utilities (WEST) para optimizar las instalaciones de tratamiento existentes y calibrar modelos de procesos dinámicos detallados para emular los sistemas y procesos existentes. Implementar modelos en toda la planta e integrar diferentes capas (línea de agua, línea de lodos, energía, control) para evaluar y optimizar de forma holística las operaciones de las PTARs.
- 
- Aplicar el modelo como herramienta de diagnóstico, definición de obras, y gradualmente implementados como herramientas operativas de los procesos de potabilización y tratamiento de alcantarillado.