

ANEXO No 2 - COMPONENTES TÉCNICOS DEL ALCANCE

Los diferentes componentes acá descritos tienen como propósito la implementación de un sistema integral **automatización que abarca el diseño, la instrumentación, monitoreo y control, analítica de datos, sistemas digitales, telecomunicaciones, pruebas y puesta en marcha** para la infraestructura de diferentes acueductos del Distrito de Medellín, con el fin de garantizar eficiencia operativa, confiabilidad del servicio y seguridad en la gestión del recurso hídrico.

1. COMPONENTE 1: Ingeniería de detalle

El contratista deberá desarrollar la ingeniería de detalle del proyecto, definiendo con precisión todos los diseños y requerimientos técnicos necesarios para la construcción, instalación y puesta en marcha del sistema de automatización objeto del contrato.

Las actividades mínimas incluyen:

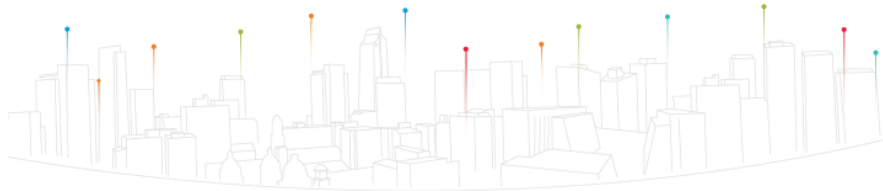
a. Levantamiento de Información y Diagnóstico Técnico

- Inspección técnica del acueducto (captación, conducción, tratamiento, almacenamiento, distribución).
- Actualización del diagrama del proceso.
- Realizar el Inventario de los equipos existentes (bombas, válvulas, tableros eléctricos, medidores etc.).
- Revisión del estado de la red de distribución, tanques de almacenamiento y captaciones.
- Identificación de puntos críticos a automatizar (presiones, caudales, niveles, calidad del agua).

Análisis del entorno físico y condiciones de acceso a energía y comunicaciones Levantamiento de información sobre la red eléctrica y de datos actual.

b. Definición de Requerimientos Técnicos

- Garantizar variables a medir y controlar.
- Establecer tanto la estrategia de control como los modos de operación automática y manual.
- Definir alarmas y reportes



c. Diseño de Arquitectura de Automatización

- Descripción de la estrategia de automatización.
- Elaboración de diagramas de bloques del sistema SCADA/PLC
- Selección de equipos de control (controladores lógicos programables, módulos de expansión, variadores de velocidad, etc.).
- Definición de sensores, transmisores y actuadores a instalar.
- Diseño del sistema de comunicaciones
- Diseño del sistema de administración de datos y telemetría.

d. Ingeniería Eléctrica y de Control

- Análisis de cargas y determinación de crecimiento eléctrico.
- Planos unifilares y esquemas de tableros de control y potencia.
- Diseño de protecciones eléctricas.
- Coordinaciones de arranque de bombas.
- Selección de cableado, canalizaciones y protecciones contra sobretensiones.

e. Ingeniería Civil y de Adecuaciones

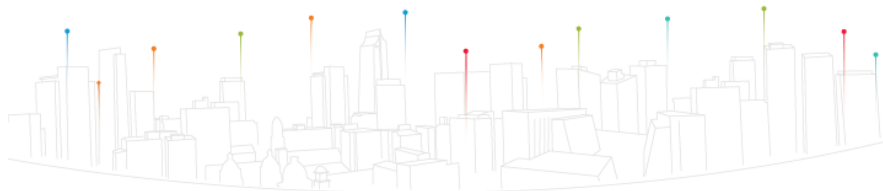
- Establecimiento de requerimientos con respecto actividades constructivas.
- Diseño de las adecuaciones requeridas para los diferentes componentes del sistema de tratamiento de agua.
- Diseño con respecto a los requerimientos para la instalación de la malla Coanda.
- Detalles constructivos para montaje de sistema eléctrico, antenas, sensores y tableros.

f. Documentación Técnica de Ingeniería de Detalle

- Planos “as built” del sistema automatizado.
- Especificaciones técnicas de equipos y materiales.
- Memorias de cálculo eléctrico, hidráulico y de comunicaciones.
- Plan de trabajo de implementación a detalle (Constructivo, de materiales, de configuración y demás que se requieran)
- Manuales de operación y mantenimiento preliminares.

g. Validación y Aprobación del Diseño

- Revisión de la supervisión de la ESU y cliente final.
- Ajustes de ingeniería según observaciones.
- Entrega final de los diseños validados como insumo para la fase de automatización e implementación.
- Aprobación por parte de la ESU y cliente final.



2. COMPONENTE 2: Infraestructura Física y Adecuaciones

El contratista deberá desarrollar y ejecutar las obras civiles y adecuaciones físicas necesarias para la correcta instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de automatización, instrumentación, telecomunicaciones y energía asociados al acueducto una vez sea aprobada la ingeniería de detalle por parte de la ESU y el cliente final.

Lo que deberá comprender:

- ✓ **Suministro e instalación de soportes, bases y estructuras metálicas:** para la fijación de antenas, sensores, tableros, variadores, protección ambiental (cerramientos de equipos), seguridad y demás equipos requeridos, con respecto a la ingeniería de detalle.
- ✓ **Adecuaciones constructivas y detalles de obra civil:** para albergar equipos de control, telecomunicaciones, instrumentación y sistemas de respaldo y distribución energético, bases de concreto para gabinetes y equipos, canalizaciones subterráneas y aéreas para cableado eléctrico y de comunicaciones, garantizando resistencia mecánica, protección contra la intemperie y seguridad estructural.
- ✓ **Estructuras de Soporte para Malla Coanda y válvulas automatizadas:** acero estructural galvanizado en caliente o acero inoxidable AISI 304/316, con recubrimiento anticorrosivo apto para ambientes de alta humedad y exposición permanente al agua.
- ✓ **Canalizaciones, ductos y cimentaciones** necesarios para el tendido de redes eléctricas, de comunicaciones y de instrumentación, conforme a planos y normativa vigente.
- ✓ Cumplimiento de la normatividad aplicable en materia de construcción, seguridad estructural y reglamentos técnicos (NSR-10, RETIE, RAS, entre otros).

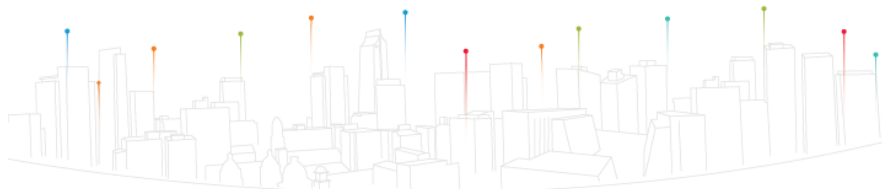
3. COMPONENTE 3: Suministro e instalación de equipos

El contratista deberá suministrar e instalar los equipos requeridos para garantizar la operación automática, eficiente, segura y confiable del acueducto, incluyendo sistemas de medición, control, comunicación y supervisión automática.

Las actividades mínimas incluyen:

a. Instrumentación y Sensores

El contratista deberá suministrar, instalar, calibrar y poner en servicio la instrumentación y los sensores requeridos para el sistema de automatización del acueducto. Estos dispositivos constituyen elementos fundamentales, ya que permiten la medición en tiempo real de las variables críticas de los procesos de captación, tratamiento, almacenamiento y distribución de agua potable.



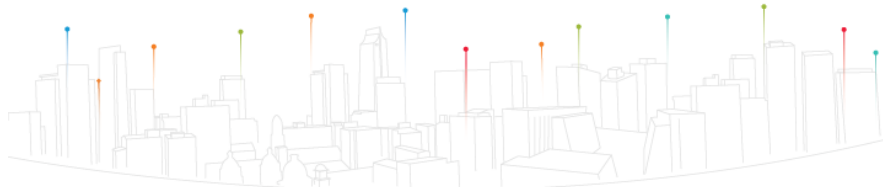
La instrumentación deberá garantizar el envío de información precisa, continua y confiable hacia los sistemas de control (PLC/SCADA), con el fin de asegurar una operación eficiente, segura y estable.

- ✓ **Transmisor de presión:** mide la presión en tuberías, tanques y estaciones de bombeo, detectando condiciones de sobrepresión o vacío que podrían afectar la integridad del sistema y proteger los equipos de bombeo.
- ✓ **Medidor de flujo electromagnético:** permite calcular el caudal de agua cruda y tratada, controlando el volumen suministrado. Se instala normalmente en las entradas de planta, líneas de tratamiento y salidas hacia redes de distribución.
- ✓ **Transmisor de nivel (radar):** monitorea el nivel en tanques de almacenamiento, evitando desbordamientos o niveles demasiado bajos que puedan comprometer el suministro.
- ✓ **Sensor de horquilla vibrante (nivel por inundación):** detecta la presencia de agua en sitios no deseados (cámaras subterráneas, cubas, salas de tableros), activando alarmas preventivas de inundación.
- ✓ **Sensores de analítica de agua:**
 - **Turbiedad:** mide la concentración de sólidos suspendidos, parámetro clave de la calidad del agua tratada.
 - **Cloro libre (amperométrico y colorimétrico):** garantiza la correcta dosificación de cloro para la desinfección, evitando tanto la subdosificación (riesgo sanitario) como la sobredosificación (riesgo de toxicidad).
 - **pH:** controla la acidez o alcalinidad del agua, fundamental para la eficiencia de los procesos de coagulación, desinfección y potabilidad.
 - **Conductividad:** mide la concentración de sales disueltas, útil para la detección de contaminaciones o variaciones en la fuente de agua.
 - **Transmisor multiparamétrico:** integra varias mediciones en un mismo equipo, optimizando el espacio físico y la transmisión de datos al sistema de control.

b. Cableado y Conexiones

El contratista deberá suministrar e instalar el cableado y las conexiones que constituyen la infraestructura esencial del sistema de automatización, garantizando la transmisión confiable de señales de comunicación y de energía eléctrica entre los equipos de campo (sensores, actuadores, válvulas, bombas) y los sistemas de control (tableros, PLC y SCADA). La correcta selección, instalación y protección del cableado será condición indispensable para asegurar la continuidad operativa, la precisión en la medición de variables y la seguridad eléctrica de la instalación.

La ejecución deberá cumplir con los lineamientos establecidos en el *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)* y con las normas internacionales aplicables (IEC, IEEE), considerando aspectos como apantallamiento, calibre, resistencia a la intemperie y segregación entre cables de



potencia y señal, con el fin de minimizar interferencias electromagnéticas y pérdidas de comunicación.

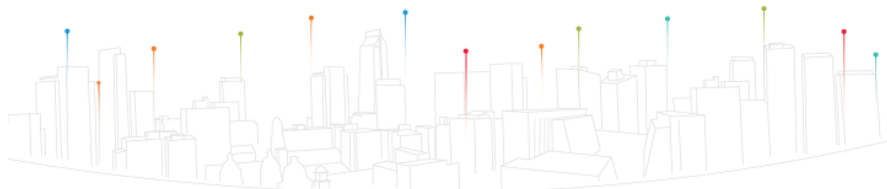
- **Cable RS485:** Diseñado para la comunicación en buses de campo bajo el protocolo Modbus RTU, muy usado en instrumentación y control industrial. Su apantallamiento evita ruidos eléctricos y permite la conexión de múltiples dispositivos (sensores, actuadores, variadores) en una misma red de control.
- **Cable de instrumentación:** Se encargará de transportar las señales analógicas (4-20 mA, 0-10 V) y digitales entre sensores, transmisores y los módulos de I/O de los tableros de control. Generalmente es apantallado, de pares trenzados, lo que reduce interferencias electromagnéticas y asegura la precisión en las mediciones.
- **Cable de alimentación:** Este será el encargado del suministro eléctrico a motores, bombas, válvulas y demás equipos de control. Debe ser dimensionado de acuerdo con la carga, tensión y condiciones de instalación, garantizando seguridad, continuidad en la operación y cumpliendo normativas de protección eléctrica.

c. Tableros de Control y Comunicaciones

El contratista deberá suministrar e instalar los tableros de control y automatización que constituirán el núcleo del sistema del acueducto. Estos equipos deberán concentrar la instrumentación, las señales de campo, el procesamiento lógico y las comunicaciones hacia los sistemas de supervisión.

Asimismo, deberán centralizar la operación automática de bombas, válvulas y equipos de tratamiento, garantizando el monitoreo en tiempo real a través del sistema SCADA (incluyendo entornos en la nube). El diseño y la construcción de los tableros deberán asegurar la seguridad eléctrica, la confiabilidad en la operación, la resistencia a condiciones ambientales y el estricto cumplimiento de las normas técnicas y reglamentarias vigentes.

- ✓ **Gabinete autosoportado IP66:** Será el encargado de proteger los equipos electrónicos contra polvo, humedad, golpes y condiciones adversas del ambiente, asegurando durabilidad y funcionamiento continuo.
- ✓ **PLC (Controlador Lógico Programable):** Este es el dispositivo que ejecuta la lógica de control del sistema, recibe señales de los sensores de campo y acciona en tiempo real válvulas, bombas y otros equipos.
- ✓ **Entradas/salidas digitales y analógicas:** Son las que permiten la conexión física de los sensores (entradas) y de los actuadores o elementos finales de control (salidas), posibilitando la interacción entre el proceso y el PLC.
- ✓ **Módulos de comunicación:** serán los encargados de integrar y soportar los protocolos industriales (Modbus TCP/RTU, Profinet, Ethernet/IP, LoRaWAN, satelital), facilitando la interoperabilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes.



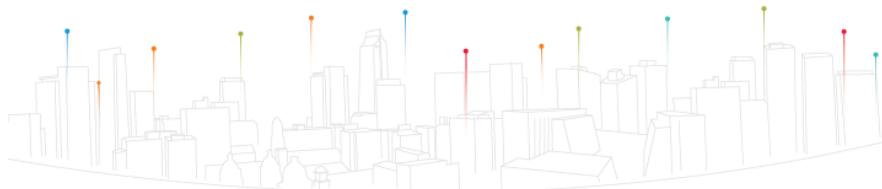
- ✓ **HMI (Interfaz Hombre-Máquina):** Pantalla táctil industrial que presenta al operador la información del proceso en tiempo real, con posibilidad de operar equipos de manera local o manual.
- ✓ **SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition):** Este es el sistema centralizado de monitoreo y supervisión que integra datos de campo, genera alarmas, reportes históricos y permite el control remoto desde el centro de operaciones.
- ✓ **Switch capa 2 industrial:** Distribuye y administra la comunicación de datos entre PLC, HMI, sensores y plataformas externas, garantizando conectividad estable en ambientes industriales.
- ✓ **Dispositivo IoT:** Transmite información del proceso hacia plataformas en la nube, habilitando funciones de telemetría, análisis avanzado y gestión remota.
- ✓ **Router y antena satelital:** Proporcionan conectividad segura en zonas rurales o donde no exista acceso a redes convencionales, asegurando comunicación continua con el centro de control.
- ✓ **UPS, fuentes y baterías:** Sistemas de respaldo que garantizan la alimentación ininterrumpida del tablero y evitan la interrupción de la operación en caso de fallas eléctricas
- ✓ **Protecciones eléctricas y de señal (DPS, relés, borneras, optoacopladores):** Dispositivos diseñados para proteger los equipos electrónicos contra sobretensiones, descargas atmosféricas, cortocircuitos o transitorios eléctricos.
- ✓ **Sistema de calefacción interna:** Evita la acumulación de humedad y la condensación dentro del gabinete, protegiendo los componentes electrónicos sensibles.

d. Equipos Mecánicos y de proceso

El contratista deberá suministrar, instalar y poner en operación los equipos mecánicos que constituyen el soporte físico e hidráulico del sistema de acueducto, garantizando la adecuada captación, conducción, tratamiento y regulación del agua en cada una de las etapas del proceso. Estos equipos deberán integrarse de manera segura y confiable con los sistemas de control e instrumentación, con el fin de asegurar la eficiencia operativa, la continuidad del servicio y la protección de la infraestructura.

Los equipos mecánicos comprenden como mínimo:

- ✓ **Captación tipo Coanda:** Mallas autolimpiantes que retienen sólidos en Bocatomas, reduciendo labores de mantenimiento.
- ✓ **Cuba para montaje de analítica:** estructura destinada a alojar sensores de calidad del agua sin afectar la operación del proceso principal.
- ✓ **Válvulas automáticas (esfera segmentada, guillotina, neumáticas):** Dispositivos de regulación y seccionamiento para el control del flujo de agua.



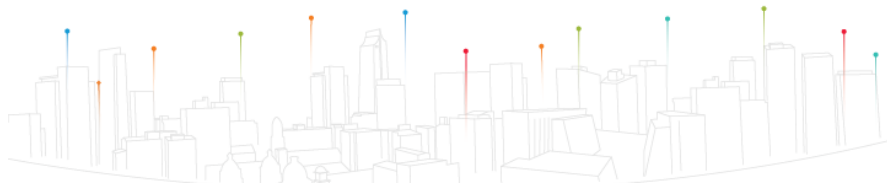
- ✓ **Actuadores eléctricos o neumáticos:** Mecanismos que automatizan la apertura y cierre de válvulas, permitiendo operación remota y precisa.
- ✓ **Sistema de dosificación de químicos:** Equipos destinados a la inyección controlada de cloro, coagulantes y demás insumos para el proceso de potabilización.
- ✓ **Bombas peristálticas y de toma de muestra:** Utilizadas para dosificación exacta de químicos y recolección de agua para análisis.
- ✓ **Variadores de velocidad:** Dispositivos electrónicos que regulan el caudal y la presión de las bombas, optimizando el consumo energético y la vida útil de los equipos.

e. Sistemas Eléctricos y de Protección

El contratista deberá suministrar, instalar y poner en operación los sistemas eléctricos y de protección que constituyen la columna vertebral energética de la automatización del acueducto. Estos sistemas deberán garantizar que toda la infraestructura asociada (sensores, tableros de control, variadores de velocidad, bombas, válvulas y sistemas SCADA) disponga de un suministro eléctrico continuo, seguro y estable, minimizando riesgos para los equipos y para el personal operativo.

El diseño, montaje y puesta en servicio de los sistemas eléctricos deberán cumplir estrictamente con lo establecido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y con las normas técnicas internacionales aplicables (IEC, IEEE, NFPA, entre otras). Asimismo, el contratista deberá asegurar que los sistemas incluyan protecciones adecuadas contra sobrecargas, cortocircuitos, fallas a tierra, sobretensiones y descargas atmosféricas, garantizando la seguridad, confiabilidad y durabilidad de la instalación.

- ✓ **Tableros de carga y distribución:** Centralizan la entrada de energía y distribuyen a los diferentes circuitos, incluyendo protecciones como breakers, relés y seccionadores.
- ✓ **Acometidas y canalizaciones:** Conjunto de cables y ductos que transportan la energía desde la red de servicio público o generadores hasta los tableros, cumpliendo normas de seguridad y dimensionamiento adecuado.
- ✓ **Medidores eléctricos:** Equipos que permiten monitorear variables como tensión, corriente, potencia activa/reactiva y factor de potencia, útiles para gestión energética y prevención de fallas.
- ✓ **Puesta a tierra y apantallamiento:** Sistemas que desvían corrientes de falla o descargas eléctricas hacia tierra, protegiendo equipos electrónicos sensibles y evitando riesgos al personal.
- ✓ **Protecciones contra sobretensiones y descargas atmosféricas (DPS y pararrayos):** Dispositivos que mitigan los efectos de rayos o transitorios eléctricos, evitando daños en equipos de control y comunicaciones.



f. Computación, Comunicaciones y Ciberseguridad

El contratista deberá suministrar, instalar, configurar y poner en operación los sistemas de comunicaciones que integran la información proveniente de los dispositivos de campo (sensores, actuadores, tableros de control) y la transmiten hacia los sistemas centrales de supervisión y plataformas en la nube. Estos sistemas deberán garantizar una operación segura, confiable y continua, así como la protección frente a accesos no autorizados mediante la implementación de medidas de ciberseguridad y control de acceso.

✓ La Computación

Esta involucra los servidores, las estaciones de trabajo y software SCADA que procesan la información proveniente de los equipos de campo, los cuales permite visualizar en tiempo real variables críticas del sistema (caudal, presión, calidad del agua, estado de bombas y válvulas) y así se facilita la gestión de alarmas, generación de reportes y análisis histórico de datos para la toma de decisiones.

✓ Comunicaciones

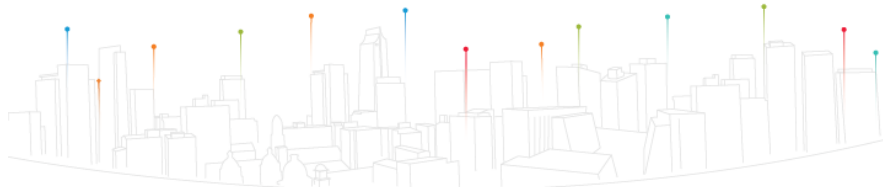
El contratista deberá garantizar la transmisión confiable y continua de datos entre las estaciones remotas (plantas, tanques, estaciones de bombeo) y el centro de control. Para ello, podrán emplearse tecnologías como Ethernet industrial, fibra óptica, radioenlaces, IoT o enlaces satelitales, de acuerdo con lo definido en la ingeniería de detalle. Las comunicaciones deberán soportarse en protocolos industriales estandarizados que aseguren la integración de todos los equipos en una red robusta, segura y de alta disponibilidad.

✓ La Ciberseguridad

El contratista deberá implementar las soluciones de ciberseguridad necesarias para proteger la infraestructura del acueducto contra accesos indebidos, ciberataques o manipulación de datos. Dichas soluciones deberán incluir, como mínimo, la segmentación de redes OT (operacionales) e IT (informáticas), la instalación de firewalls industriales, el control de accesos, la autenticación de usuarios y la implementación de mecanismos de respaldo y recuperación de datos. Asimismo, el contratista deberá garantizar la integridad, disponibilidad y confidencialidad de la información, en cumplimiento con estándares internacionales de seguridad aplicables (IEC 62443, ISO 27001, NIST, entre otros).

Para lo anterior, se deberán contemplar como mínimo los siguientes elementos:

- **Monitores industriales (43''):** destinados a la visualización de datos en la sala de control.



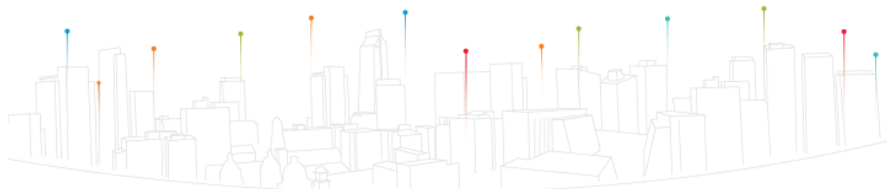
- **Workstation:** estación de trabajo central con software SCADA y licencias de sistema operativo y productividad (Windows, Office 365 o equivalente).
- **Software SaaS (PLC, HMI, SCADA, nube):** licencias y servicios en la nube para gestión, análisis y respaldo de datos.
- **Arquitectura en nube:** infraestructura para almacenamiento, procesamiento y análisis de datos históricos.
- **Ciberseguridad OT + IT:** mecanismos de protección integral frente a accesos no autorizados, malware y ataques externos.

4. Componente 4: Centro de control y comunicaciones

El contratista deberá suministrar, instalar y adecuar una sala de control equipada con estaciones de trabajo, servidores, monitores industriales, infraestructura de comunicaciones y software SCADA. El centro de control será el núcleo de supervisión, administración y operación del sistema.

Actividades mínimas

- a. **Supervisión y monitoreo en tiempo real:**
 - Visualización de caudales, presiones, niveles, turbiedad, cloro, pH, estados de válvulas y equipos.
 - Generación de alarmas preventivas y correctivas (fugas, fallas de energía, baja calidad del agua).
- b. **Control centralizado y remoto:**
 - Operación de bombas, válvulas y sistemas de dosificación desde el centro de control o a través de acceso remoto seguro.
 - Posibilidad de control manual en caso de contingencias.
- c. **Gestión de comunicaciones:**
 - Integración de señales mediante redes industriales (Ethernet, Modbus, Profinet, IoT, LoRaWAN, satelital).
 - Comunicación redundante mediante fibra óptica, radioenlace o satélite para asegurar continuidad.
- d. **Gestión de información y análisis avanzado:**
 - Registro histórico de variables operativas en bases de datos.
 - Generación de reportes de operación, eficiencia y calidad del agua.
 - Integración con plataformas en la nube para analítica avanzada y Big Data.
- e. **Seguridad de la información (Ciberseguridad):**
 - Protección de redes OT (operativas) e IT (informáticas) frente a accesos indebidos.
 - Implementación de firewalls, sistemas de respaldo, usuarios con permisos jerarquizados y copias automáticas de seguridad.



Para poder obtener lo anterior se hace necesario cumplir con unos mínimos técnicos los cuales se detallan a continuación:

- **Sala de control:** Es el espacio físico destinado a la supervisión, operación y administración centralizada de todo el sistema de automatización de cada uno de los acueductos. Su diseño y equipamiento deben garantizar ergonomía, seguridad, redundancia tecnológica y confiabilidad operativa, permitiendo a los operadores monitorear en tiempo real las variables de proceso, gestionar alarmas y tomar decisiones oportunas. Esta sala debe cumplir con condiciones ambientales controladas (temperatura, ventilación, iluminación adecuada, protección contra descargas eléctricas y humedad), así como contar con infraestructura eléctrica y de comunicaciones que aseguren una operación continua, aun en casos de fallas externas.

Con base en lo anterior, esta debe estar equipada mínimamente con:

- ✓ **Estación de trabajo (Workstation):** computadores industriales con software SCADA, Windows Pro y herramientas de análisis.
 - ✓ **Servidores de datos:** para almacenamiento histórico y respaldo.
 - ✓ **Monitores industriales de gran formato (≥43"):** para visualización centralizada del sistema.
- **Infraestructura de comunicaciones:**

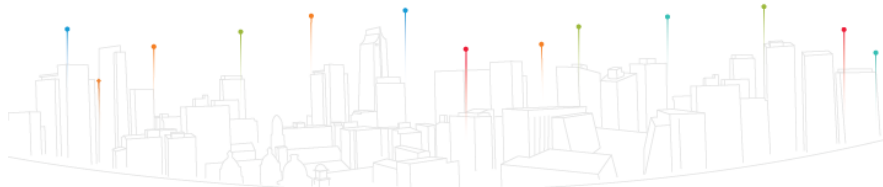
El contratista deberá suministrar, instalar, configurar y poner en operación el sistema de comunicaciones, el cual constituye el eje central del proceso de automatización del acueducto al permitir la transmisión confiable, segura y continua de datos entre los equipos de campo, los tableros de control y el centro de monitoreo.

Dentro de los requerimientos de la solución se encuentra el garantizar baja latencia, alta disponibilidad, redundancia y mecanismos de ciberseguridad que aseguren la integridad, disponibilidad y confidencialidad de la información.

Asimismo, el contratista deberá garantizar que la operación del acueducto no se vea interrumpida incluso en condiciones ambientales adversas o en instalaciones ubicadas en zonas remotas.

Para un óptimo desarrollo de la infraestructura de comunicaciones se hace necesario tener en cuenta los siguientes aspectos técnicos:

- ✓ **Switches industriales capa 2 / capa 3**



- Dispositivos de red robustos, diseñados para ambientes industriales.
- Soportan protocolos de automatización (Modbus TCP/IP, Profinet, Ethernet/IP, LoRaWAN, satelital).
- Capa 2: gestionan la comunicación dentro de una misma red local.
- Capa 3: permiten el enrutamiento entre distintas redes, asegurando escalabilidad.
- Con carcasa metálica, protección IP, rango de temperatura extendido (-40 °C a 75 °C) y soporte para redundancia de red (STP/RSTP, anillos redundantes).

✓ **Routers industriales y antenas satelitales**

- Garantizan conectividad en áreas rurales o apartadas donde no existe red cableada ni cobertura celular.
- Incorporan funciones de **VPN segura**, firewall y gestión remota.
- Las antenas satelitales permiten transmisión de datos hacia el centro de control o la nube con cobertura global.
- Se utilizan como enlace principal en sitios remotos o como respaldo redundante ante fallas de la red primaria.

✓ **Puertos de Enlace (Internet de las cosas)**

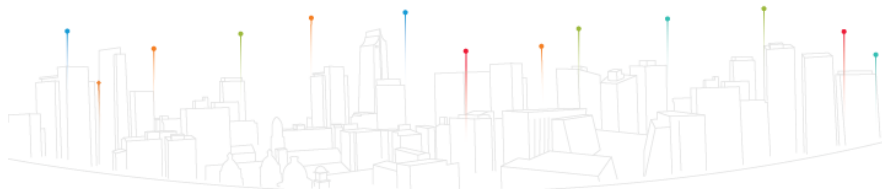
- Actúan como pasarelas de integración entre sensores/PLC y plataformas en la nube.
- Permiten telemetría avanzada, el análisis y gestión de datos en la nube y la implementación de inteligencia artificial a fin de optimizar procesos.

✓ **Red de fibra óptica, radioenlace o enlaces redundantes**

- Fibra óptica: permite transmisión de datos a alta velocidad y largas distancias, con inmunidad a interferencias electromagnéticas.
- Radioenlace (microondas o UHF): ideal para zonas donde no es posible tender fibra; ofrece conectividad punto a punto o multipunto con latencias bajas.
- Enlaces redundantes: diseño de red con rutas alternativas que aseguran continuidad de la comunicación ante fallas en el medio principal.
- La topología debe permitir resiliencia del sistema, por ejemplo, con anillos redundantes o arquitectura en estrella con respaldo.

• **Sistema SCADA:**

Es el **sistema central de supervisión, control y adquisición de datos** del acueducto automatizado. Constituye la herramienta informática que permite a los operadores visualizar, monitorear y

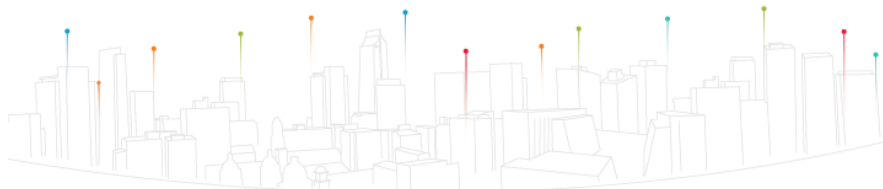


controlar en tiempo real todos los procesos del sistema (captación, bombeo, tratamiento, almacenamiento y distribución), integrando datos provenientes de sensores, actuadores, tableros de control y estaciones remotas.

Su función principal es **transformar la información de campo en datos útiles para la operación, gestión y toma de decisiones**, garantizando una operación eficiente, segura y continua del servicio de agua potable.

Sus funciones principales son:

- ✓ Supervisión en tiempo real:
 - Visualización gráfica (HMI/SCADA) de caudales, presiones, niveles y calidad del agua.
 - Representación sinóptica del proceso con estados de válvulas, bombas y alarmas activas.
- ✓ Adquisición y almacenamiento de datos:
 - Registro histórico de variables operativas con trazabilidad.
 - Capacidad de generar tendencias gráficas para análisis de desempeño.
- ✓ Gestión de alarmas y eventos:
 - Notificación inmediata de condiciones anormales (sobrecargas, fallas eléctricas, baja calidad del agua).
 - Clasificación de alarmas por criticidad y generación de reportes automáticos.
- ✓ Control remoto y local:
 - Operación de válvulas, bombas y sistemas de dosificación desde el centro de control.
 - Posibilidad de control manual mediante pantallas HMI locales.
- ✓ **Generación de reportes e indicadores:**
 - Informes automáticos de operación, consumo de energía, calidad del agua y eficiencia del sistema.
 - Exportación de datos en formatos estándar (Excel, PDF, SQL).
- ✓ **Integración con plataformas externas:**
 - Compatibilidad con protocolos industriales (Modbus TCP/RTU, OPC, Profinet, Ethernet/IP).



- Envío de información a la nube para telemetría e integración con sistemas de gestión empresarial (ERP, GIS, CMMS).

✓ **Ciberseguridad y confiabilidad:**

- Control de accesos por usuario y nivel jerárquico.
- Respaldo automático de datos y redundancia en servidores SCADA.
- Protección mediante firewalls y redes segmentadas.

5. Componente 5: Automatización y telegestión

El contratista deberá garantizar la integración de todos los sistemas de instrumentación, control, comunicaciones y supervisión en una plataforma centralizada. Se deberán habilitar funciones de supervisión centralizada, telemetría, control remoto y operación segura con mecanismos de redundancia y ciberseguridad.

Se podría indicar que el alcance de este componente es:

a. Integración de sistemas:

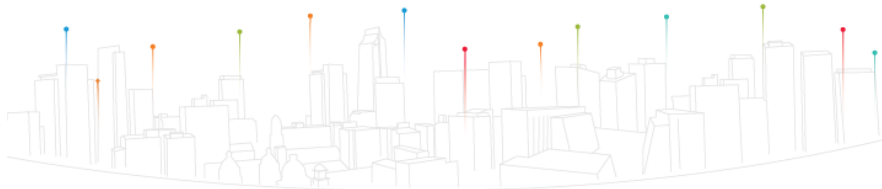
- Conexión de sensores, actuadores, válvulas, bombas y equipos de dosificación con los tableros de control y el sistema SCADA.
- Interoperabilidad mediante protocolos industriales estandarizados (Modbus RTU/TCP, OPC, Profinet, Ethernet/IP).
- Sincronización de datos en tiempo real para un control eficiente.

b. Supervisión centralizada y telemetría:

- Visualización en tiempo real de caudales, presiones, niveles y parámetros de calidad de agua.
- Envío de datos desde cada planta hacia el Centro de Control y Comunicaciones mediante redes redundantes (fibra óptica, radioenlace, IoT o satélite).
- Registro histórico y generación de alarmas automáticas para decisiones oportunas.

c. Control remoto:

- Posibilidad de accionar válvulas, bombas y equipos de tratamiento desde el centro de control o vía acceso remoto seguro.
- Configuración de consignas operativas a distancia (caudales, presiones, dosificación de químicos).
- Modo manual disponible en sitio como respaldo.



d. Seguridad y confiabilidad:

- Redundancia en servidores SCADA y comunicaciones para asegurar disponibilidad.
- Mecanismos de ciberseguridad (firewalls industriales, VPN, autenticación de usuarios).
- Alarmas jerarquizadas y notificación automática al personal operativo.

Integración técnica, operativa y administrativa

El contratista deberá garantizar la integración entre todos los componentes del proyecto para asegurar que funcionen como un sistema integral. Esto incluye la verificación de especificaciones técnicas, ejecución de pruebas FAT y SAT, capacitación del personal, documentación completa y cumplimiento normativo (RETIE, IEC, ISA, ISO).

Para esto se hace necesario un alcance el cual se describe a continuación

a. Coordinación de todos los componentes del proyecto:

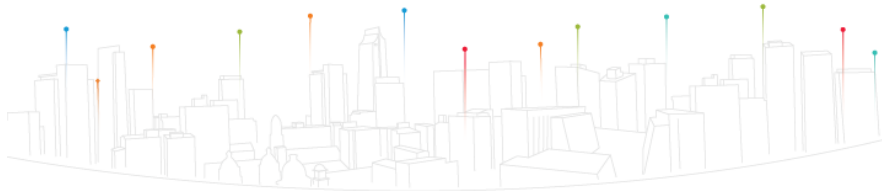
- Integración de equipos mecánicos, eléctricos, de control, comunicaciones y software en una arquitectura unificada.
- Validación de la interoperabilidad entre dispositivos mediante protocolos estandarizados (Modbus, Profinet, Ethernet/IP, OPC).
- Garantizar que el diseño e instalación de cada subsistema se ajusten a las normativas vigentes (RETIE, RITEL, IEC, ISO, ANSI/ISA).

b. Cumplimiento de especificaciones técnicas:

- Verificación de materiales, equipos y accesorios conforme a lo establecido en el pliego.
- Aseguramiento de calidad en procesos constructivos (canalizaciones, cableado, montaje de tableros, instalación de instrumentación y equipos).
- Ejecución de pruebas FAT (Factory Acceptance Test) y SAT (Site Acceptance Test) para validar desempeño antes de la puesta en marcha.

c. Pruebas y puesta en servicio:

- Pruebas de integración entre sensores, actuadores, PLC, tableros y sistema SCADA.
- Simulación de fallas y verificación de protocolos de seguridad.
- Calibración de instrumentación y validación de los sistemas de protección.



d. Integración operativa:

- Capacitación al personal operativo en el manejo del sistema automatizado.
- Estandarización de interfaces gráficas en el SCADA para uniformidad en la operación.
- Generación de manuales de operación y protocolos de respuesta a contingencias.

e. Gestión administrativa del proyecto:

- Coordinación entre contratista, la ESU y entidad contratante.
- Programación de actividades según cronograma de ejecución.
- Control documental de planos, manuales, certificados de pruebas y actas de entrega.
- Cumplimiento de normas de seguridad industrial, ambiental y de calidad.