
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

NOMBRE DEL PROYECTO:

INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE PRUEBAS DE CONCEPTO CON PI
SYSTEM

OPCIÓN QUE CORRESPONDA

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES

PRESENTA:

DULCE YAZMIN MONTES ROSAS

NOMBRE DEL ASESOR:

HIGINIO NAVA BAUTISTA



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
Subdirección de Planeación

Apizaco, Tlaxcala, **09/febrero/2026**

Oficio No. S.C./OPV/0007/26

**ASUNTO: Liberación de proyecto
para titulación integral**

CECILIA YARELLI ARREGÍN LARA
JEFA DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E.

POR ESTE MEDIO LE INFORMO QUE HA SIDO LIBERADO EL SIGUIENTE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL.

NOMBRE DEL EGRESADO:	MONTES ROSAS DULCE YAZMÍN
CARRERA:	INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES
NO. DE CONTROL:	C20370848
NOMBRE DEL PROYECTO:	Instalación y Configuración de Pruebas de Concepto con PI System
PRODUCTO U OPCIÓN:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

AGRADEZCO DE ANTEMANO SU VALIOSO APOYO EN ESTA IMPORTANTE ACTIVIDAD PARA LA FORMACIÓN PROFESIONAL DE NUESTROS EGRESADOS.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica.
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

MIQUELINA SÁNCHEZ PULIDO
JEFA DEL DEPTO. DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

ccp. Coordinación de carrera
Expediente
MSP/mroi*



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**DEPARTAMENTO DE
SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

HIGINIO NAVA BAUTISTA
ASESOR INTERNO



2026
año de
**Margarita
Maza**



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 144, e-mail: subplan@apizaco.tecnm.mx <https://www.apizaco.tecnm.mx>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, **10/Febrero/2026**

DULCE YAZMIN MONTES ROSAS
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES
CON NÚMERO DE CONTROL C20370848.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: "**INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE PRUEBAS DE CONCEPTO CON PI SYSTEM**", conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

CECILIA YARELY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



ccp. Archivo
CYAL/Gsc*



2026
año de
Margarita
Maza



I Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero y profundo agradecimiento a mi mamá, quien ha sido un pilar fundamental a lo largo de toda mi vida. Gracias por estar presente en cada etapa, en los momentos de alegría y, sobre todo, en los más difíciles. Tu apoyo incondicional, tu paciencia y tu fortaleza me dieron la motivación para seguir adelante cuando las fuerzas parecían faltar. Este logro también es tuyo, porque sin tu amor, tus consejos y tu constante acompañamiento, no habría sido posible llegar hasta aquí.

A mi papá, le agradezco profundamente por su apoyo constante durante toda mi carrera universitaria. Gracias por creer en mí, por respaldar cada decisión que tomé y por acompañarme en este camino con confianza y comprensión. Tu ejemplo, tus palabras de aliento y tu presencia incondicional fueron una gran fuente de seguridad y motivación para no rendirme y seguir esforzándome hasta alcanzar esta meta.

A mis hermanos, quiero agradecerles por el cariño, el apoyo y la compañía que siempre me han brindado. Su presencia en mi vida ha sido muy importante, ya que han sido una fuente de ánimo, comprensión y fortaleza. Los quiero profundamente y valoro cada momento compartido, pues su apoyo, aunque a veces silencioso, siempre estuvo presente y fue parte fundamental de este proceso.

A mi asesor, expreso mi más sincero agradecimiento por su guía, paciencia y dedicación durante la etapa final de este proyecto. Gracias por orientarme, corregirme y dirigirme de manera oportuna, permitiéndome mejorar y culminar este trabajo de forma correcta y profesional. Su acompañamiento fue clave para cerrar este ciclo universitario con bases sólidas y aprendizaje significativo.

A mis docentes, agradezco por compartir sus conocimientos, experiencias y enseñanzas a lo largo de mi formación académica. Gracias por contribuir a mi desarrollo profesional y personal, por exigirme, motivarme y prepararme para enfrentar el ámbito laboral con responsabilidad, ética y competencia. Cada clase y cada aprendizaje adquirido forman parte fundamental de la persona y profesionista que hoy soy.

Finalmente, a mis amigos, gracias por acompañarme durante esta etapa tan importante de mi vida. Agradezco los buenos momentos compartidos dentro y fuera de la universidad, el apoyo académico, las risas, las salidas y los momentos de distracción que ayudaron a aliviar el estrés y hacer más llevadero este camino. Su compañía hizo de la experiencia universitaria una etapa llena de recuerdos valiosos que siempre llevaré conmigo.

II Resumen

El presente proyecto tuvo como objetivo el diseño e implementación de un sistema de monitoreo y supervisión de procesos industriales, orientado a la integración y centralización de información proveniente de múltiples estaciones de operación. La realización de este proyecto surge de la necesidad de disponer de una infraestructura que permita unificar datos de proceso en tiempo real e históricos, facilitando su análisis y contribuyendo a una toma de decisiones más oportuna y fundamentada en el entorno industrial.

Para el desarrollo del sistema se emplearon protocolos de comunicación industrial estandarizados, específicamente OPC UA y Modbus TCP/IP, los cuales posibilitan la interoperabilidad entre dispositivos de campo, sistemas de control y plataformas de supervisión, garantizando confiabilidad, seguridad y escalabilidad en la transmisión de datos. La gestión, almacenamiento y contextualización de la información se realizó mediante el AVEVA PI System, seleccionado por su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos industriales y por la robustez de sus herramientas de administración.

La metodología aplicada consistió en la adquisición de datos desde los sistemas de automatización, su integración a la plataforma PI mediante interfaces especializadas y su posterior estructuración en variables y elementos lógicos. Asimismo, se desarrollaron tableros de visualización utilizando AVEVA PI Vision, los cuales permiten el monitoreo de variables críticas del proceso, estados operativos y eventos relevantes, proporcionando una representación clara y comprensible del comportamiento del sistema productivo.

Como resultado, se obtuvo un sistema funcional que integra de manera eficiente información proveniente de diversas fuentes, logrando una visión centralizada y coherente del proceso industrial. Los resultados evidencian una mejora en la disponibilidad, trazabilidad y análisis de la información operativa. En conclusión, el proyecto demuestra que la aplicación de estándares abiertos de comunicación y plataformas industriales consolidadas fortalece los sistemas de supervisión tipo SCADA, aportando a la optimización de la operación y estableciendo bases sólidas para futuras ampliaciones y mejoras tecnológicas.

Tabla de contenido

I Agradecimientos	I
II Resumen	II
III Introducción.....	IX
Capítulo I Generalidades del Proyecto	1
1.1 ATISOFT	1
1.1.1 Descripción de la Empresa	1
1.1.2 Misión.....	2
1.1.3 Visión	2
1.1.4 Valores.....	2
1.2 Problemas a Resolver.....	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Justificación	5
Capítulo II Marco Teórico.....	6
2.1 Sistemas SCADA	6
2.2 Protocolos Industriales de Comunicación	6
2.2.1 OPC DA.....	6
2.2.2 OPC UA.....	7
2.2.3 Modbus TCP	7
2.3 Mecanismos de Integración y Carga de Datos en PI System.....	7
2.3.1 UFL.....	7
2.3.2 RDBMS	8
2.4 AVEVA PI System: Fundamentos Teóricos.....	8
2.4.1 PI Data Archive	8
2.4.2 PI System Management Tools (PI SMT).....	9
2.4.3 PI Vision	9
2.5 Manejo de la Herramienta PI System Management Tools.....	10
2.5.1 Creación de Diferentes Tags para el Monitoreo de una Bomba	10
2.5.2 Uso de Permisos (Otorgarlos y Quitar).....	12
Capítulo III Proyecto NOVA	14

3.1 Instalación de PI Server	14
3.1.1 Instalación de PI Data Archive	15
3.1.2 Licenciamiento	17
3.1.3 Instalación de AF Server	22
3.1.4 Instalación de PI Notification Service y PI Analysis Service.....	25
3.1.5 Prueba del Funcionamiento de PI Server.....	29
3.1.6 Pruebas de Funcionamiento del PI Asset Framework	35
3.1.7 Instalación de PI Vision.....	39
3. 2 PI Asset Framework.....	52
3.2.1 Gestión Molino / Operación por Molino	53
3.2.2 Gestión de Mantenimiento / Molinos	55
3.2.3 Gestión Energética / Configuración de setpoints energía	58
3.3 PI Vision	61
3.4 Migración PI Virtual-PI Siad	64
3.4.1 Exportar Tags de Agua Quito	68
3.4.2 Importación de Tags de Agua Quito.....	70
IV Resultados	74
4.1 Resultados de la Estructura en PI AF.....	74
4.2 Resultados de Visualización en PI Vision	77
V Conclusiones.....	80
5.1 Conclusiones del Proyecto	80
5.2 Recomendaciones.....	81
5.3 Experiencia Profesional Adquirida	82
VI. Competencias Desarrolladas	83
6.1 Competencias Desarrolladas y/o Aplicadas	83
Fuentes de Información	84

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 Logo de ATISOFT	1
Ilustración 2 Pestaña Point Builder	10
Ilustración 3 Ícono NEW para la creación de Tags	11
Ilustración 4 Recuadro para la configuración de Tags	11
Ilustración 5 Nuevo Tag	12
Ilustración 6 Tags Creados	12
Ilustración 7 Ventana para otorgar permisos.....	13
Ilustración 8 Proceso de traslado de archivos de instalación.....	14
Ilustración 9 Aplicación de SQL Server.....	14
Ilustración 10 Servicios de SQL.....	15
Ilustración 11 Pantalla de bienvenida de AVEVA PI Server	15
Ilustración 12 Instalador de AVEVA PI Server	16
Ilustración 13 Selección de la casilla de PI Data Archive.....	16
Ilustración 14 Selección del archivo con extensión .msf.....	17
Ilustración 15 Opción para activar la licencia	17
Ilustración 16 Cuentas para crear una licencia de PI Server	18
Ilustración 17 Datos para la licencia PI Server	18
Ilustración 18 Advertencia sobre la licencia en uso	19
Ilustración 19 Descarga de la licencia	19
Ilustración 20 Descompresión de la carpeta de la licencia.....	19
Ilustración 21 Archivo temporalyllicence.dat	20
Ilustración 22 Cambio de nombre del archivo a PIlicense.dat	20
Ilustración 23 Solicitud del certificado TLS	21
Ilustración 24 Instalación de PI Data Archive completada	21
Ilustración 25 Se ejecuta el instalador como Administrador	22
Ilustración 26 Selección de la opción Modify	22
Ilustración 27 Selección de PI Data Archive y AF Server	23
Ilustración 28 Nombre de la instancia de SQL.....	23
Ilustración 29 Dirección del archivo de la licencia	24
Ilustración 30 Contenido que se instaló.....	24
Ilustración 31 Instalación completada	25
Ilustración 32 Se ejecutó el programa como Administrador	25
Ilustración 33 Selección de todas las opciones.....	26
Ilustración 34 Ruta de la licencia	26
Ilustración 35 Requerimiento del certificado SSL	27
Ilustración 36 Requerimiento de URL para PI Vision	27
Ilustración 37 Cuentas de Servicio	28
Ilustración 38 Instalación completada	28
Ilustración 39 Programa PI System Management Tools	29
Ilustración 40 Aplicaciones de PI System	29
Ilustración 41 Ejecutándose el programa de PI SMT	30

Ilustración 42 Selección del servidor	30
Ilustración 43 Verificación de la licencia.....	31
Ilustración 44 Seguridad PI SMT	31
Ilustración 45 Identities de PI SMT.....	32
Ilustración 46 Permisos de seguridad.....	32
Ilustración 47 Verificación del tag de prueba.....	33
Ilustración 48 Validación de los datos del Tag.....	33
Ilustración 49 Sección de Curent Values para visualizar los datos	34
Ilustración 50 Archives, muestra los datos históricos almacenados.....	34
Ilustración 51 Creación de una BD en PI AF	35
Ilustración 52 Creación de elementos.....	35
Ilustración 53 Configuración de un Analysis	36
Ilustración 54 Conexión con el servicio PI Analysis Service.....	36
Ilustración 55 Host PI Server para conectarlo con el servidor	36
Ilustración 56 Opción de configuración para Email.....	37
Ilustración 57 Modificación del Correo Electrónico	37
Ilustración 58 identities por default.....	38
Ilustración 59 Creación de nueva identidad PI Vision	38
Ilustración 60 Dashboard de IIS.....	39
Ilustración 61 Inicio para la configuración de PI Vision.....	39
Ilustración 62 Selección de la primera opción	40
Ilustración 63 Selección de server pool.....	40
Ilustración 64 Habilitar características de Windows	41
Ilustración 65 Habitar servicios de la Web parte 1.....	41
Ilustración 66 Habilitar servicios de seguridad y aplicaciones parte 2.....	42
Ilustración 67 Habilitar servicios de Management Tools	42
Ilustración 68 Confirmación de la instalación.....	43
Ilustración 69 Proceso de instalación	43
Ilustración 70 Se ejecuta el programa como Administrador	44
Ilustración 71 Ventana de bienvenida	44
Ilustración 72 Aceptar la instalación faltando características de Windows	45
Ilustración 73 Rechazo del mejoramiento de la experiencia del cliente.....	45
Ilustración 74 El sitio Web permaneció como Default.....	46
Ilustración 75 Proceso de instalación	46
Ilustración 76 Solicitud del reinicio del equipo.....	47
Ilustración 77 Reinicio del Equipo.....	47
Ilustración 78 Internet Information Services Manager.....	48
Ilustración 79 Acceder a Admin.....	48
Ilustración 80 URL para acceder a la configuración de PI Vision	49
Ilustración 81 Servicios de SQL.....	49
Ilustración 82 Configuración de PI Vision.....	49
Ilustración 83 Se prueba la conexión.....	50
Ilustración 84 Se añadió una BD	50
Ilustración 85 Cambios Guardados	51

Ilustración 86 Verificar los cambios de la BD	51
Ilustración 87 Tags y requerimientos de Nova.....	52
Ilustración 88 Gestiones principales.....	52
Ilustración 89 Tags y requerimientos de Gestión Molino	53
Ilustración 90 Estructura de Nova	53
Ilustración 91 Template con los Tags necesarios para los Molinos	54
Ilustración 92 Tags para Nivel de Chute	54
Ilustración 93 Tags y requerimientos de la Gestión de Mantenimiento	55
Ilustración 94 Elemento Hijo de Gestión de Mantenimiento	55
Ilustración 95 Atributo para la fórmula Delta	56
Ilustración 96 Excel de Tags y Requerimientos de la Gestión Energética	58
Ilustración 97 Tabla NOVA	58
Ilustración 98 Tabla completa de los Tags de NOVA.....	59
Ilustración 99 Template Gestión seguimiento setpoint	59
Ilustración 100 Simulación de datos.....	60
Ilustración 101 Análisis de la simulación de datos.....	60
Ilustración 102 Menú PI Vision	61
Ilustración 103 Tablero Gestión Energética	61
Ilustración 104 Activos de PI Vision.....	62
Ilustración 105 Herramientas de Edición	62
Ilustración 106 Multi estado Pi Vision.....	63
Ilustración 107 Tabla de Event Frame.....	63
Ilustración 108 Exportar la BD de PI AF	64
Ilustración 109 Selección de lo que contendrá la exportación	65
Ilustración 110 Proceso de exportación finalizó correctamente	65
Ilustración 111 Archivo generado al exportar el proyecto	66
Ilustración 112 Crear una BD en PI AF del servidor Destino	66
Ilustración 113 Importar la BD al servidor Destino	67
Ilustración 114 Proceso de importar el archivo	67
Ilustración 115 Proceso completado.....	68
Ilustración 116 Exportación correcta del proyecto.....	68
Ilustración 117 Pestaña PI Builder en Excel	68
Ilustración 118 Buscar Points.....	69
Ilustración 119 Búsqueda de todos los tags.....	69
Ilustración 120 Todos los tags de Agua Quito	70
Ilustración 121 Pestaña PI Builder del servidor Destino	70
Ilustración 122 Publicar Tags.....	71
Ilustración 123 Current Values PI SMT	71
Ilustración 124 Columnas en Excel de seguridad.....	71
Ilustración 125 Se corrigió el nombre del servidor por el actual.....	72
Ilustración 126 Creación de Points faltantes	72
Ilustración 127 Signo de Advertencia debe desaparecer	73
Ilustración 128 Estructura Final de NOVA parte 1	74
Ilustración 129 Estructura Final de NOVA parte 2	75

Ilustración 130 Estructura Final de NOVA parte 3	75
Ilustración 131 Event Frame Ciclo Mejora	76
Ilustración 132 Event Frame Evento Alarma G1	76
Ilustración 133 Event Frame Bit FR.....	77
Ilustración 134 Tablero Menú PI Vision.....	77
Ilustración 135 Tablero Gestión Energética	78
Ilustración 136 Tablero Gestión Mantenimiento.....	78
Ilustración 137 Tablero Gestión Molino	79
Ilustración 138 Tabla de Eventos en PI Vision	79

III Introducción

En la actualidad, la industria enfrenta el desafío de gestionar grandes volúmenes de datos generados por los procesos productivos, los sistemas de control y los equipos de campo. Aunque estos datos contienen información valiosa para la optimización de la operación, con frecuencia se encuentran dispersos en diferentes sistemas, lo que dificulta su análisis integral, el monitoreo en tiempo real y la toma de decisiones oportuna. Esta situación limita la capacidad de las organizaciones para identificar desviaciones, mejorar la eficiencia energética y productiva, y responder de manera efectiva ante condiciones anómalas de operación.

AVEVA PI System surge como una plataforma especializada en la gestión de datos operativos industriales, capaz de integrar información proveniente de múltiples fuentes, como PLCs y sistemas SCADA, mediante el uso de interfaces y conectores industriales. A través de componentes como PI Data Archive, PI Asset Framework y PI Vision, el sistema permite almacenar datos históricos, estructurar la información conforme a los activos del proceso y presentar los resultados mediante dashboards interactivos y reportes automatizados. Estas herramientas facilitan el análisis de tendencias, el seguimiento de indicadores clave de desempeño y la gestión de alarmas, contribuyendo a una operación más segura y eficiente.

En este contexto, la presente tesis propone la implementación del sistema AVEVA PI System en la planta Tres Valles de Grupo Cadelga, con la finalidad de desarrollar una plataforma integral de monitoreo y análisis de datos en tiempo real. El proyecto contempla la integración de variables críticas de las áreas de energía, aguas, fabricación y molinos, así como el diseño de dashboards operativos y sistemas de alarmas que apoyen la toma de decisiones. Con ello, se busca fortalecer la eficiencia operativa, optimizar el uso de los recursos energéticos y establecer una base sólida para la mejora continua de los procesos industriales mediante el uso estratégico de los datos.

Capítulo I Generalidades del Proyecto

1.1 ATISOFT



Ilustración 1 Logo de ATISOFT

1.1.1 Descripción de la Empresa

ATISoft es un integrador de sistemas y proveedor de soluciones Industria 4.0 especializado en la gestión inteligente de datos operativos utilizando las plataformas tecnológicas de AVEVA, Microsoft y Esri para conectar, integrar, localizar y utilizar datos basados en sensores, sistemas, personas y activos.

Ofrece tecnología, servicios especializados y apoyo técnico en PI System de AVEVA, Azure IoT de Microsoft y ArcGIS de Esri para gestionar datos en tiempo real, realizar análisis avanzado y facilitar la optimización de procesos y actividades relacionadas a las estrategias que generan valor y eficiencia operativa como parte de iniciativas de transformación digital.

Genera productos de información para realizar monitoreo, alertas y notificaciones en tiempo real, implementación de tableros y reportes dinámicos, habilitación de trabajadores conectados, diseño y configuración de gemelos digitales 2D/3D. ATISoft ha desarrollado el programa informático para controles volumétricos Volutrak, un producto innovador diseñado para ayudar a las empresas del sector de petróleo y gas a cumplir con las regulaciones mexicanas relacionadas con controles volumétricos y especificaciones establecidas en el Anexo 30 de RMF 2024.

Ubicación: Montecito 38 piso 28-16 Col. Napoles. Alc. Benito Juarez, CP 03810, CDMX.

Correo: contacto@atisoft.com.mx

Teléfono: +52 (55) 5448 5874

1.1.2 Misión

Uso inteligente de datos operativos inteligentes.

Habilitar a las personas y organizaciones en el uso inteligente de la información operativa para fortalecer sus capacidades técnicas y operativas que aseguren una operación eficiente y responsable con su entorno.

1.1.3 Visión

Ser el asesor tecnológico preferido de nuestros clientes y partners.

1.1.4 Valores

- Servicio
- Calidad
- Resultados
- Integridad
- Iniciativa e innovación

1.2 Problemas a Resolver

Identificación y resolución de problemas relacionados con la adquisición, monitoreo y análisis de datos industriales utilizando **AVEVA PI System** y otros productos de AVEVA. Se abordarán desafíos como la integración de diferentes fuentes de datos industriales (SCADA, PLCs, sensores) en un sistema centralizado, la correcta configuración de colectores de datos, y la validación de la consistencia y disponibilidad de la información en tiempo real.

Se trabajará en la implementación de entornos de prueba desde cero, enfrentando problemas típicos de conectividad y compatibilidad entre dispositivos industriales y protocolos como **OPC DA/UA, Modbus TCP**, entre otros. Se resolverán incidencias relacionadas con la creación y gestión de tags, el flujo de datos, y la generación de alertas o eventos, asegurando que los sistemas funcionen de manera confiable antes de su despliegue en entornos reales.

Además, se documentarán las soluciones implementadas a los problemas encontrados, incluyendo **diagramas de arquitectura, bitácoras de instalación, manuales de usuario y reportes de validación**, permitiendo replicar los procedimientos y facilitar la toma de decisiones para futuras implementaciones.

Finalmente, se participará en sesiones de retroalimentación técnica con el equipo, donde se discutirán los hallazgos, los problemas solucionados y se propondrán mejoras para optimizar el rendimiento y la confiabilidad de las soluciones de monitoreo y análisis industrial. Esta experiencia permitirá desarrollar habilidades prácticas en **resolución de problemas técnicos, integración de datos industriales, análisis de fallas y documentación profesional**.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Dominar el proceso de instalación, configuración y validación de pruebas de concepto utilizando AVEVA PI System y otros productos de AVEVA, aplicando protocolos industriales de comunicación para el monitoreo y análisis de datos en entornos reales.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Instalar y configurar entornos de prueba con AVEVA PI System.
- Establecer conexiones con fuentes de datos industriales mediante protocolos como OPC DA/UA, Modbus TCP.
- Validar la funcionalidad de los sistemas mediante simulaciones y pruebas de conectividad.
- Documentar los procedimientos técnicos realizados durante la instalación y configuración.
- Participar en sesiones de retroalimentación técnica para identificar oportunidades de mejora.
- Desarrollar habilidades en el uso de herramientas de software industrial y en la comunicación técnica.

1.4 Justificación

La creciente necesidad de digitalización y monitoreo en tiempo real dentro de la industria ha impulsado el uso de plataformas como AVEVA PI System, que permiten recopilar, visualizar y analizar datos operativos de manera eficiente. Sin embargo, la correcta instalación y configuración de estas soluciones requiere conocimientos técnicos especializados, así como comprensión de los protocolos de comunicación industrial que permiten la integración con equipos de campo.

Este proyecto tiene como finalidad brindar a la estudiante una experiencia práctica en la implementación de pruebas de concepto que simulan entornos reales de operación. A través de estas actividades, se busca fortalecer sus habilidades técnicas en el uso de herramientas de software industrial, fomentar el pensamiento crítico para la resolución de problemas técnicos y promover la documentación estructurada de procesos.

Asimismo, el proyecto contribuye al desarrollo de capacidades profesionales que son demandadas en el sector industrial, como la integración de sistemas, la validación de soluciones tecnológicas y el trabajo colaborativo en equipos multidisciplinarios. La participación de la residente en estas pruebas permitirá generar evidencia del funcionamiento de las soluciones propuestas, facilitando su presentación ante clientes o áreas interesadas dentro de la organización.

Capítulo II Marco Teórico

2.1 Sistemas SCADA

Los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) representan la columna vertebral de la automatización industrial moderna, permitiendo la supervisión y control de procesos sin intervención continua del operador humano. Estos sistemas "permiten ilustrar gráficamente los procesos productivos en pantalla y crear alarmas y advertencias en tiempo real, para el manejo confiado y pleno del proceso que se desea controlar" (Pérez, 2015, p. 4). Los SCADA se componen de diversos elementos de hardware y software que trabajan de manera integrada para gestionar operaciones industriales complejas.

SCADA sirve para capturar datos en tiempo real y proporcionar retroalimentación instantánea con dispositivos de campo, generando información que puede transformarse en decisiones operativas efectivas. Las partes principales de un sistema SCADA incluyen sensores/actuadores en campo, controladores lógicos programables (PLCs), un servidor central con capacidades de base de datos histórica y una interfaz hombre-máquina (HMI) para visualización. Su relación con PI System radica en que SCADA es frecuentemente una fuente de datos que se integra con AVEVA PI System para almacenamiento histórico, contextualización y análisis profundo, extendiendo la supervisión del proceso más allá de la visualización y control básico hacia analítica avanzada y gestión de datos operativos.

2.2 Protocolos Industriales de Comunicación

Los protocolos de comunicación industrial son conjuntos estandarizados de reglas y formatos que permiten el intercambio de información entre dispositivos de automatización, sistemas de control y aplicaciones de nivel empresarial. Estos protocolos son esenciales para garantizar la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes y para estructurar la transferencia de datos en entornos industriales donde la confiabilidad, determinismo y seguridad son críticos.

2.2.1 OPC DA

(OLE for Process Control Data Access) "OPC UA es una plataforma abierta de múltiples conexiones a dispositivos de campos y de integración de sistemas. Para comunicar se tiene un OPC UA Cliente y OPC UA Servidor, ambos cumplen funciones específicas para la conexión de la información de un sistema." (Andrickson, 2021, p49). El OPC UA Cliente funciona como una interfaz gráfica proporciona funcionalidades para acceder a datos en tiempo real, gestionar alarmas y eventos, y consultar información histórica. Mientras que el OPC UA Servidor es un sistema que implementa y publica los servicios definidos por el estándar, este funciona como un host que pone a disposición que los clientes datos, alarmas, eventos e historiales, siguiendo procesos y estructuras predefinidos por un administrador.

2.2.2 OPC UA

Por sus OPC Unified Architecture, “es un estándar de comunicación abierto que proporciona una solución confiable para la integración de sistemas de automatización y control en entornos industriales” (Guillen, 2023, p8). Este protocolo incorpora un modelo de información rico que permite representar no solo datos en tiempo real, sino también metadatos, relaciones entre objetos, alarmas, eventos, datos históricos y métodos ejecutables. OPC UA implementa mecanismos de seguridad robustos incluyendo autenticación, autorización, cifrado de comunicaciones mediante certificados X.509 y firma digital de mensajes. La arquitectura del protocolo soporta múltiples modos de transporte (TCP binario, HTTPS, WebSockets) y esquemas de serialización (binario, XML, JSON), haciéndolo adecuado tanto para comunicaciones de alto rendimiento en planta como para integración con sistemas empresariales y cloud.

2.2.3 Modbus TCP

Es un protocolo de comunicación industrial simple, robusto y ampliamente adoptado que encapsula el tradicional protocolo Modbus sobre redes Ethernet utilizando TCP/IP. El protocolo utiliza un modelo maestro-esclavo (cliente-servidor en implementaciones modernas) donde el dispositivo maestro envía solicitudes y los esclavos responden. Los datos se organizan en cuatro tipos de objetos: coils (salidas digitales), discrete inputs (entradas digitales), holding registers (registros de lectura/escritura de 16 bits) e input registers (registros de solo lectura). “Este protocolo es utilizado principalmente para conectar dispositivos como PLC, módulos de entrada/salida, y Gateway que enlazan con otros buses de campo o redes simples. Hoy en día, MODBUS TCP/IT es un estándar de facto en la automatización industrial” (Arce, 2025, p5). La simplicidad de Modbus TCP es simultáneamente su fortaleza y su limitación: es fácil de implementar, tiene bajo overhead de comunicación y prácticamente cualquier dispositivo industrial puede soportarlo, pero carece de características avanzadas como seguridad integrada, descubrimiento automático, calidad de datos y timestamps nativos.

2.3 Mecanismos de Integración y Carga de Datos en PI System

2.3.1 UFL

Por sus siglas en inglés Universal File Loader, permite importar información desde archivos ASCII, XML, CSV o fuentes como puertos seriales y correos electrónicos hacia el sistema PI. El proceso se controla mediante un archivo de configuración .ini que define cómo se analizan los datos, extraen campos y almacenan en tags del PI. “La interfaz PI UFL procesa los datos entrantes, crea una configuración .ini archivo. El archivo de configuración se compone de secciones que definen parámetros relacionados con la fuente de datos seleccionada (complemento) y define la lógica que

indica la interfaz cómo se dividen los datos entrantes en tipos de mensajes, en campos y, en última instancia escrito en puntos PI” (AVEVA Support, 2025).

2.3.2 RDBMS

“La interfaz PI para bases de datos relacionales le permite transferir datos entre PI Data Archive y cualquier sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) que lo admita Controladores de conectividad de base de datos abierta (ODBC). La interfaz se ejecuta en Microsoft Windows sistemas operativos y puede conectarse a cualquier nodo del servidor PI disponible en la red. Para leer y escribir datos, define consultas SQL en el *ExDesc* atributo de una etiqueta PI o en archivos de texto” (AVEVA, 2022).

Funcionamiento

- El interfaz ejecuta consultas SQL periódicas para extraer datos (valores, timestamps, estados) y los almacena en *tags* del PI.
- Soporta estrategias de recolección:
 - Single Tag: Una consulta por *tag*.
 - Tag Group: Múltiples *tags* en una sola consulta.
 - Tag Distribution: Distribución de *tags* entre múltiples nodos para escalabilidad.
- Permite también escribir datos desde PI hacia la base de datos (salida bidireccional).

2.4 AVEVA PI System: Fundamentos Teóricos

2.4.1 PI Data Archive

PI Data Archive, componente central del ecosistema AVEVA PI System, es una base de datos de series temporales (time-series database) altamente optimizada para almacenar, comprimir y recuperar datos de procesos industriales con resolución de milisegundos. “A diferencia de las bases de datos relacionales tradicionales diseñadas para transacciones OLTP o consultas OLAP, PI Data Archive está específicamente diseñado para manejar flujos masivos de datos con marca de tiempo provenientes de miles o millones de sensores y dispositivos industriales operando continuamente” (AVEVA, 2025).

2.4.2 PI System Management Tools (PI SMT)

PI System Management Tools constituye un conjunto de aplicaciones gráficas basadas en Windows que permiten a los administradores gestionar cualquier sistema PI desde computadoras personales remotas. Esta herramienta facilita la administración centralizada de múltiples servidores PI, permitiendo monitorear características de rendimiento, configurar puntos de datos y realizar tareas administrativas esenciales. PI SMT se ha consolidado como la interfaz principal para administradores que necesitan configurar y mantener la infraestructura del PI Data Archive, ofreciendo funcionalidades como Point Builder para la configuración de puntos PI, gestión de interfaces y administración de seguridad del sistema. La herramienta integra capacidades de búsqueda de etiquetas y visualización de datos en tiempo real, lo que permite a los administradores verificar la configuración y el funcionamiento del sistema de manera eficiente. Como se establece en la documentación oficial, "Los administradores de PI System utilizan PI System Management Tools para una variedad de tareas de gestión." (AVEVA, 2023).

2.4.3 PI Vision

PI Vision es una herramienta de visualización basada en web que permite a los usuarios crear dashboards configurables de datos operacionales en tiempo real sin necesidad de programación o conocimientos especializados. Esta plataforma ofrece acceso instantáneo a visualizaciones críticas desde cualquier dispositivo con navegador compatible, facilitando la conciencia situacional operativa en cualquier momento y lugar. La herramienta destaca por su funcionalidad de arrastrar y soltar que permite construir dashboards personalizados con símbolos codificados por color, formas y medidores que transmiten instantáneamente el estado de los equipos. PI Vision proporciona alertas visuales en tiempo real donde los símbolos cambian de color, parpadean o se transforman para resaltar problemas en los procesos, permitiendo a los operadores reaccionar más rápidamente y evitar tiempos de inactividad. Según la información oficial del fabricante, "AVEVA PI Vision Es una herramienta de creación de paneles y visualizaciones basada en la web que permite a los usuarios crear fácilmente visualizaciones configurables de sus datos de operaciones en tiempo real sin necesidad de programación ni conocimientos del dominio." (AVEVA, 2024).

2.5 Manejo de la Herramienta PI System Management Tools

2.5.1 Creación de Diferentes Tags para el Monitoreo de una Bomba

Para la creación de Tags es necesario acceder a la herramienta PI Sysyem Management Tools, y posteriormente dirigirse a la sección Points -> Point Builder.

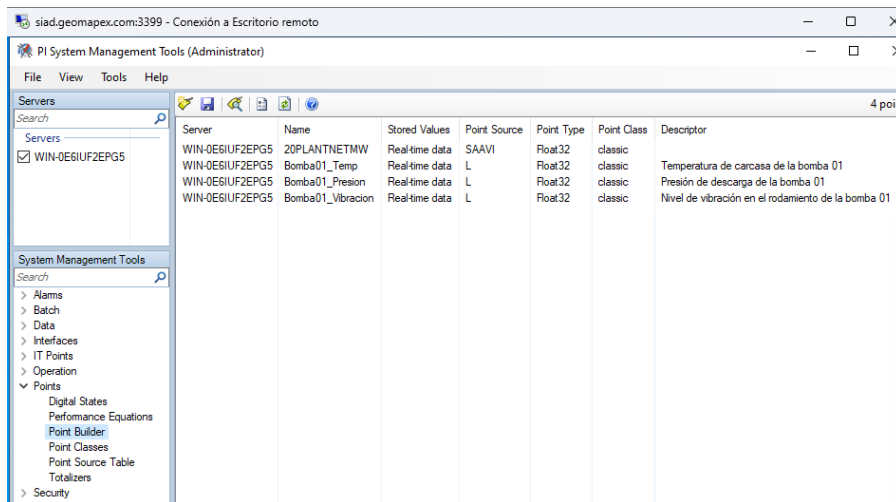


Ilustración 2 Pestaña Point Builder

Una vez dentro del módulo Point Builder, se selecciona la opción New, con el propósito de ingresar los datos correspondientes al nuevo Tag.

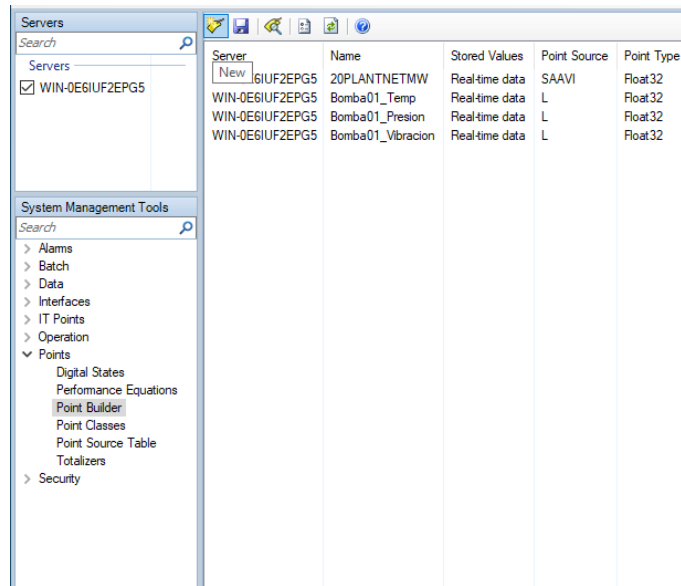


Ilustración 3 Ícono NEW para la creación de Tags

En la parte inferior se encuentra los campos donde se deben colocar los datos necesarios para la creación del Tag, los cuales incluyen Name, Descriptor, Point Type y Eng Units.

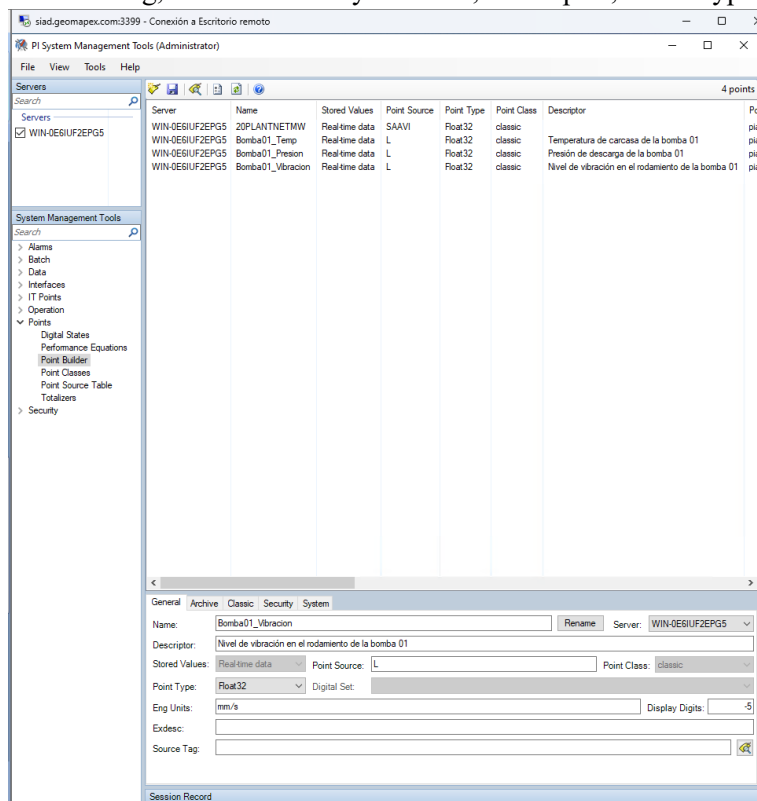


Ilustración 4 Recuadro para la configuración de Tags

NOTA: Cuando el campo Name se muestra en color azul, indica que se trata de un nuevo Tag.

Ilustración 5 Nuevo Tag

Para almacenar la configuración, se debe seleccionar el ícono de guardar, ubicado junto a la opción New, posterior a esto los Tags creados se mostrarán en la lista.

4 points							
Server	Name	Stored Values	Point Source	Point Type	Point Class	Descriptor	Pc
WIN-0E6IUF2EPG5	20PLANTNETMW	Real-time data	SAAVI	Float32	classic		pi
WIN-0E6IUF2EPG5	Bomba01_Temp	Real-time data	L	Float32	classic	Temperatura de carcasa de la bomba 01	pi
WIN-0E6IUF2EPG5	Bomba01_Presion	Real-time data	L	Float32	classic	Presión de descarga de la bomba 01	pi
WIN-0E6IUF2EPG5	Bomba01_Vibracion	Real-time data	L	Float32	classic	Nivel de vibración en el rodamiento de la bomba 01	pi

Ilustración 6 Tags Creados

2.5.2 Uso de Permisos (Otorgarlos y Quitar)

Para realizar modificaciones en los permisos de usuario, es necesario dirigirse a Security -> Mappings & Trusts. En este apartado se visualizan todos los usuarios registrados junto con sus permisos asociados en PI Identify.

Para modificar los permisos de un usuario, se da doble clic sobre el usuario correspondiente y, dentro de PI Identity, seleccionar los tres puntos suspensivos, donde es posible asignar el permiso requerido.

- Al seleccionar **piadmin**, se otorgan todos los permisos.
- Al seleccionar **pidemo**, únicamente se asignan permisos de lectura.

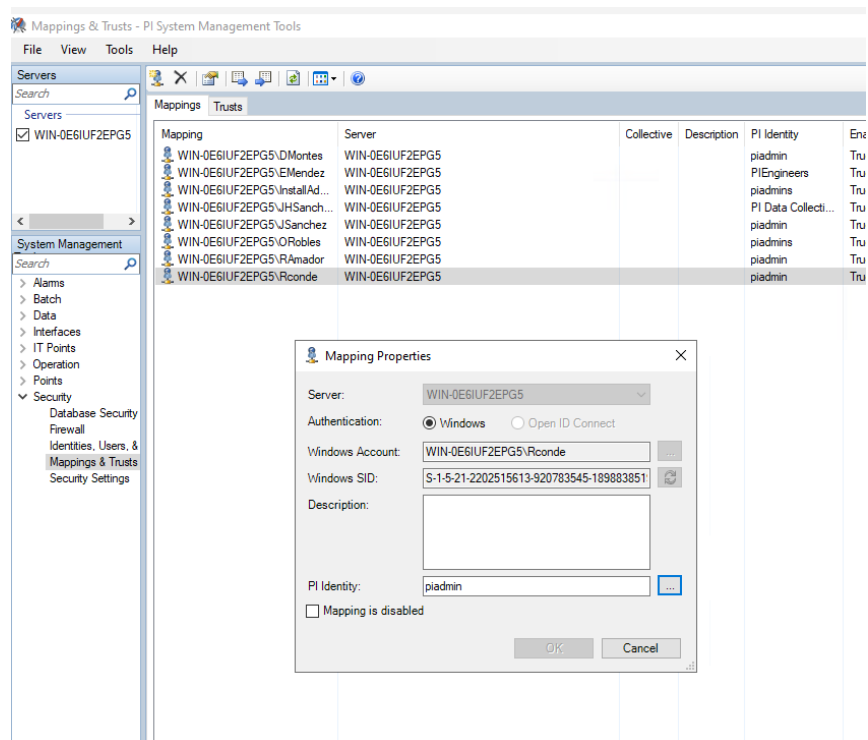


Ilustración 7 Ventana para otorgar permisos

Se corroboró que todos los servicios de SQL Server se encontraran en estado de ejecución.

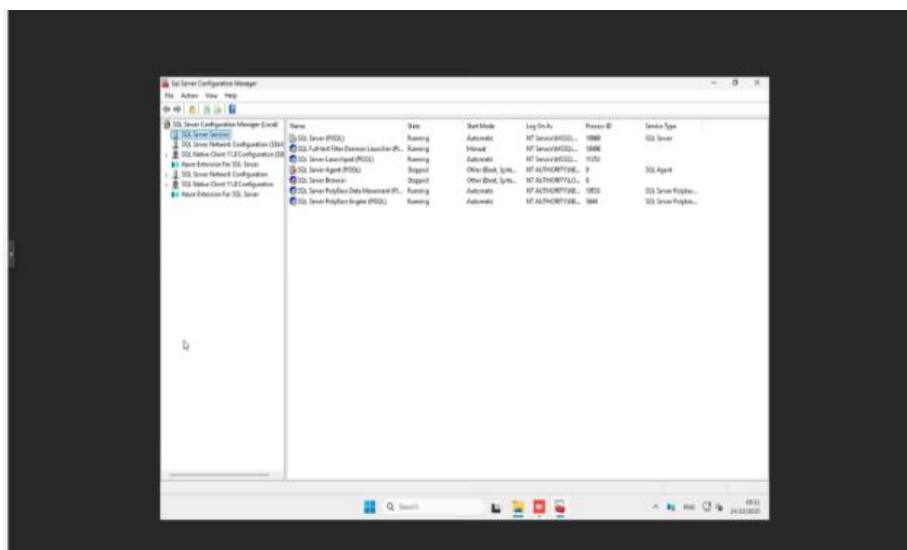


Ilustración 10 Servicios de SQL

3.1.1 Instalación de PI Data Archive

Una vez realizada la validación previa, se procedió a la instalación de AVEVA PI Server, donde se muestra la siguiente pantalla de bienvenida del instalador.

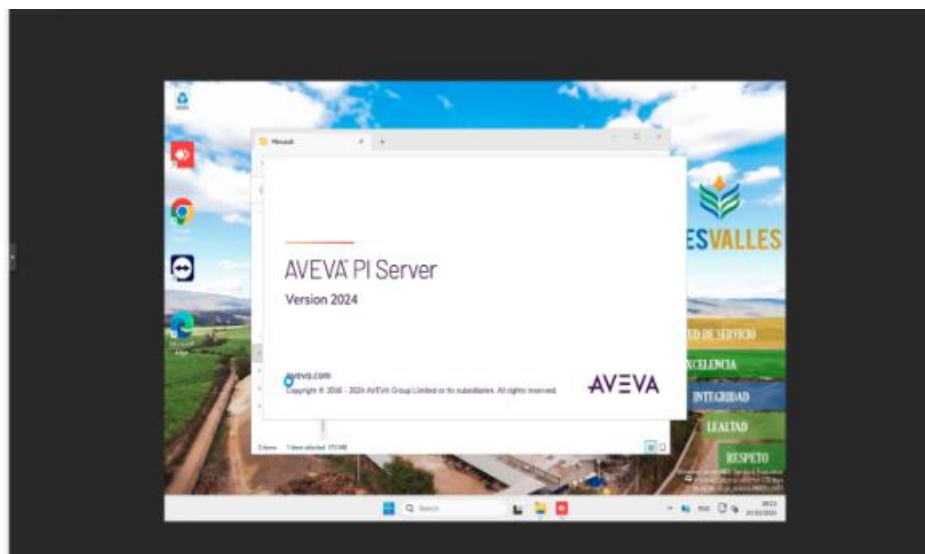


Ilustración 11 Pantalla de bienvenida de AVEVA PI Server

Es necesario ejecutar el instalador con permisos de administrador y seleccionar la opción siguiente.

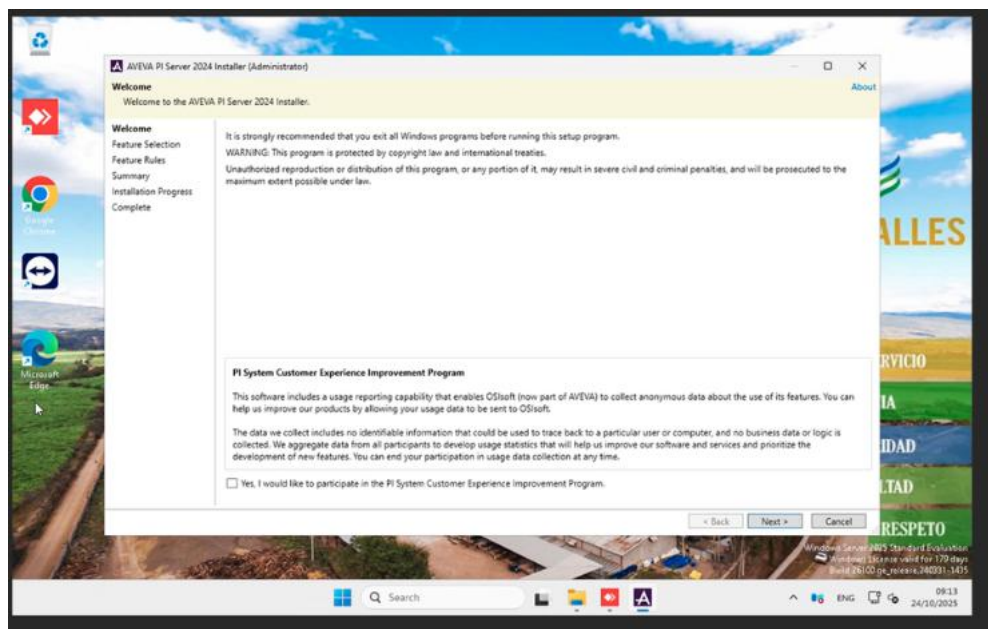


Ilustración 12 Instalador de AVEVA PI Server

Posteriormente, se selecciona la instalación de los componentes, comenzando con PI Data Archive.

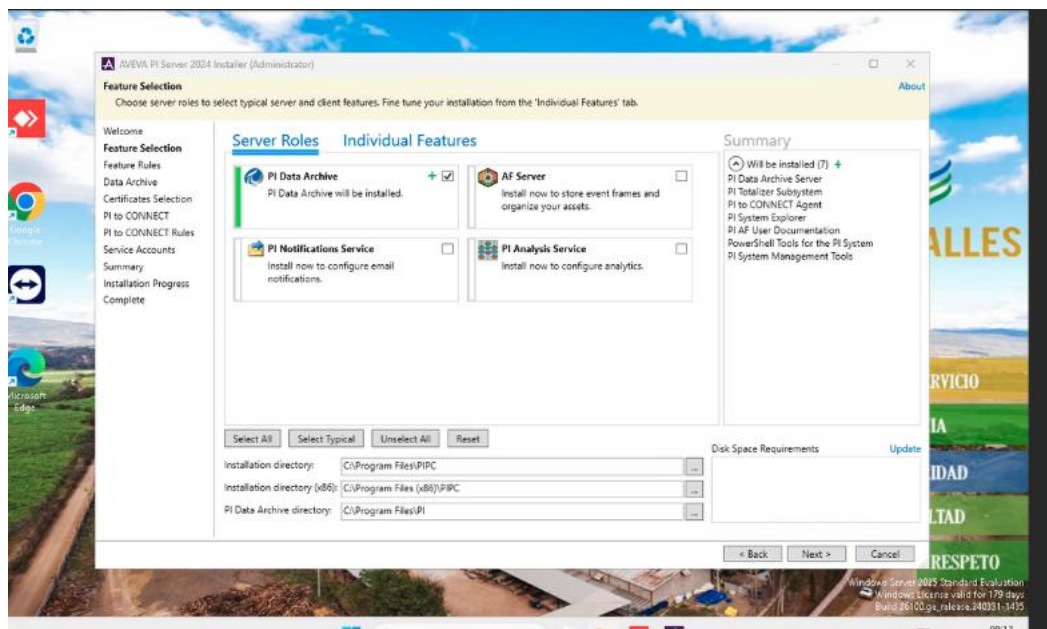


Ilustración 13 Selección de la casilla de PI Data Archive

3.1.2 Licenciamiento

Debido a la ausencia de una licencia permanente, se generó una licencia temporal a través del portal de AVEVA Support. Previamente, se creó el archivo con extensión *.msf*, el cual contiene la información requerida para la activación de la licencia.

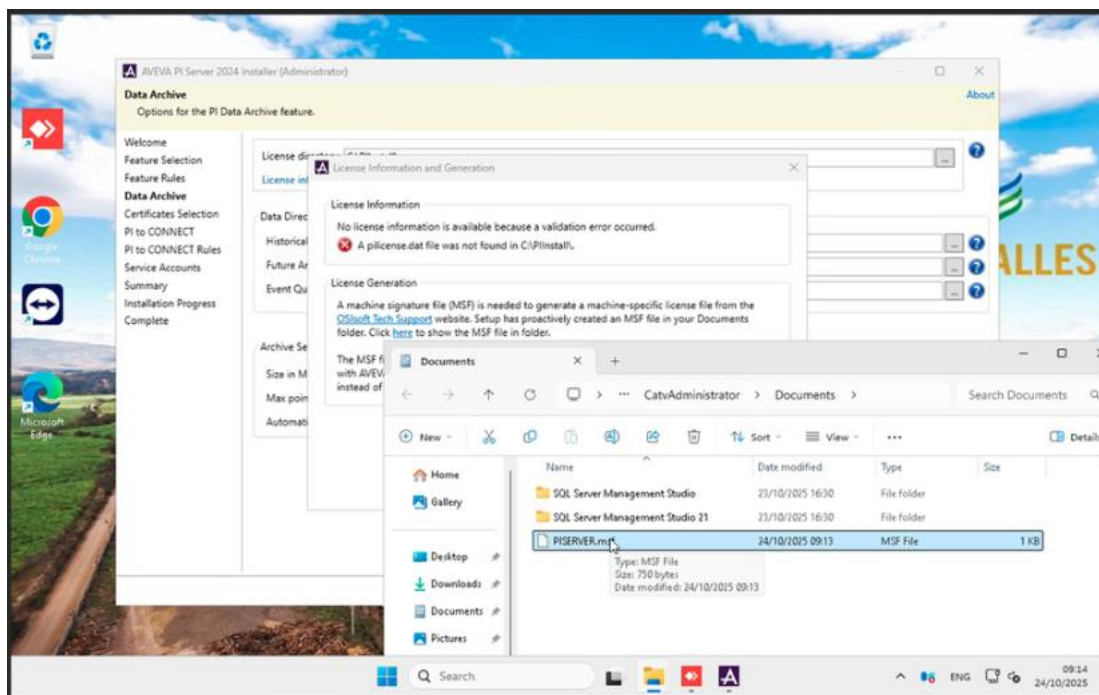


Ilustración 14 Selección del archivo con extensión .msf

En la página de AVEVA Support dar clic en la opción “License Activation”, que se encuentra en la derecha de la pantalla.

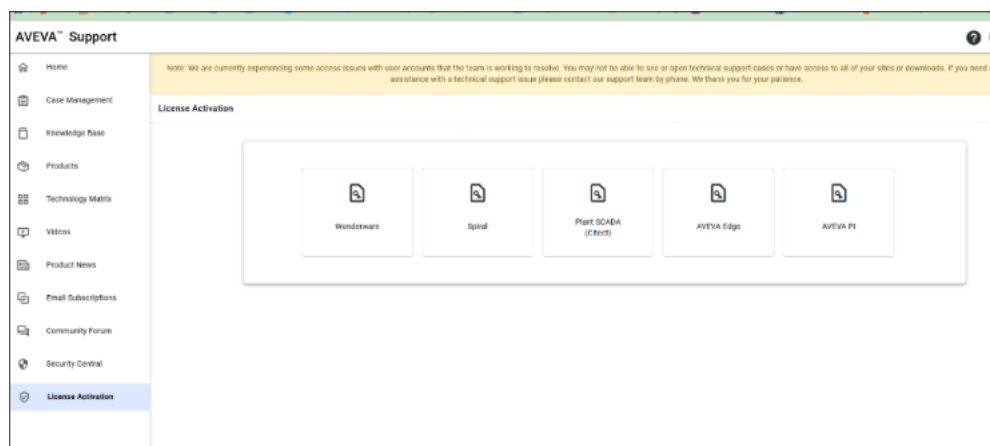


Ilustración 15 Opción para activar la licencia

En el portal de licenciamiento se seleccionó la cuenta correspondiente de ATISOFT S.A. de C.V. (FLEX-ADH), donde se otorgó una licencia temporal.

Ilustración 16 Cuentas para crear una licencia de PI Server

Posteriormente en el apartado de Equipment, seleccionar la opción de “AVEVA PI Data Infrastructure 50k”, para poder generar una licencia temporal, de caso contrario al seleccionar una cuenta que no contenga datos se dará una licencia permanente, lo cual no se requiere para este caso.

Ilustración 17 Datos para la licencia PI Server

Durante este proceso se presentó una advertencia, ya que las licencias disponibles se encuentran en uso, por lo tanto, se procedió con una licencia temporal.

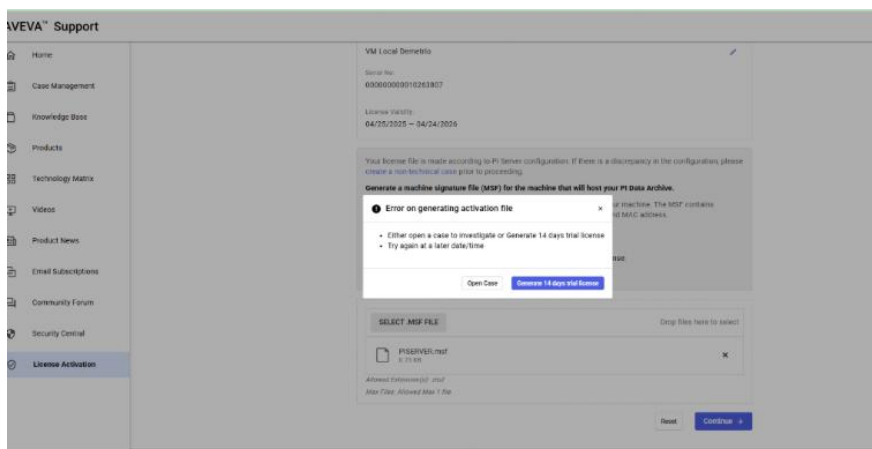


Ilustración 18 Advertencia sobre la licencia en uso

El archivo comprimido de la licencia fue descargado, extraído.

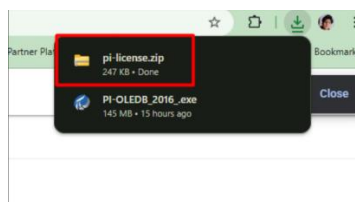


Ilustración 19 Descarga de la licencia

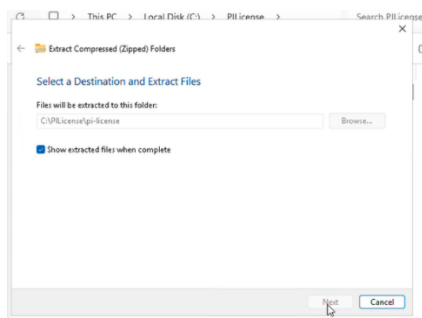


Ilustración 20 Descompresión de la carpeta de la licencia

Dentro de la carpeta extraída anteriormente, se localiza el archivo temporarylicense.dat

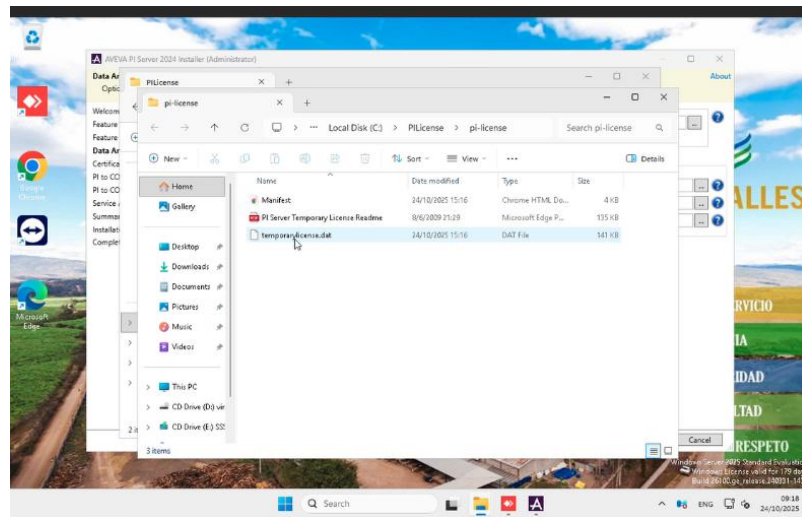


Ilustración 21 Archivo temporarylicense.dat

Al archivo del paso anterior se renombra como PIlicense.dat y se coloca en la carpeta correspondiente del instalador.

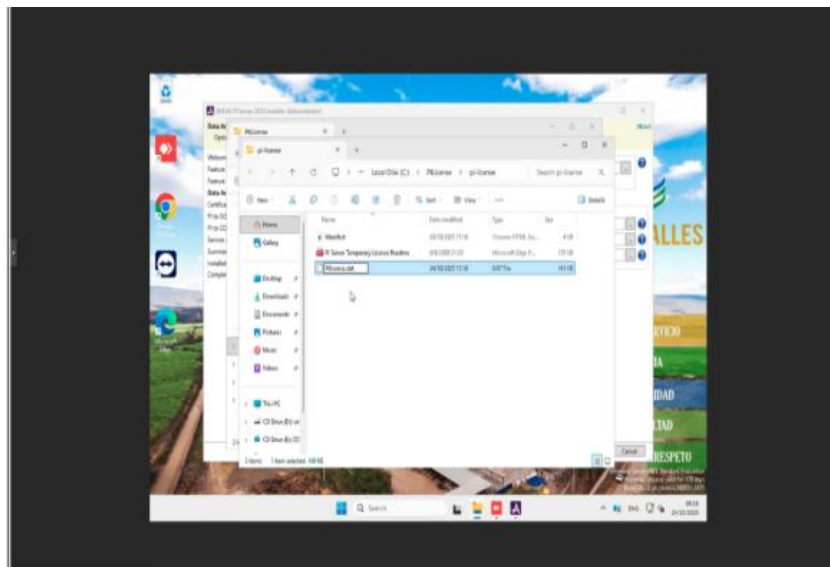


Ilustración 22 Cambio de nombre del archivo a PIlicense.dat

En este caso debido a la ausencia de un certificado TLS, dicha opción fue descartada y se continuó con la instalación estándar.

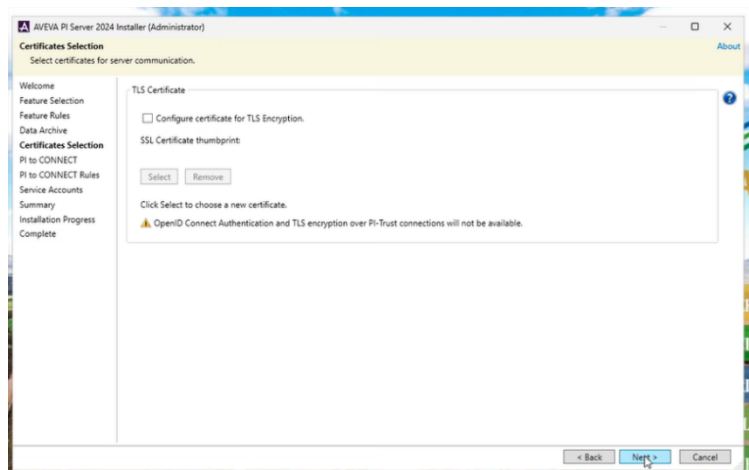


Ilustración 23 Solicitud del certificado TLS

Una vez finalizado el proceso, se confirmó la correcta instalación de PI Data Archive.

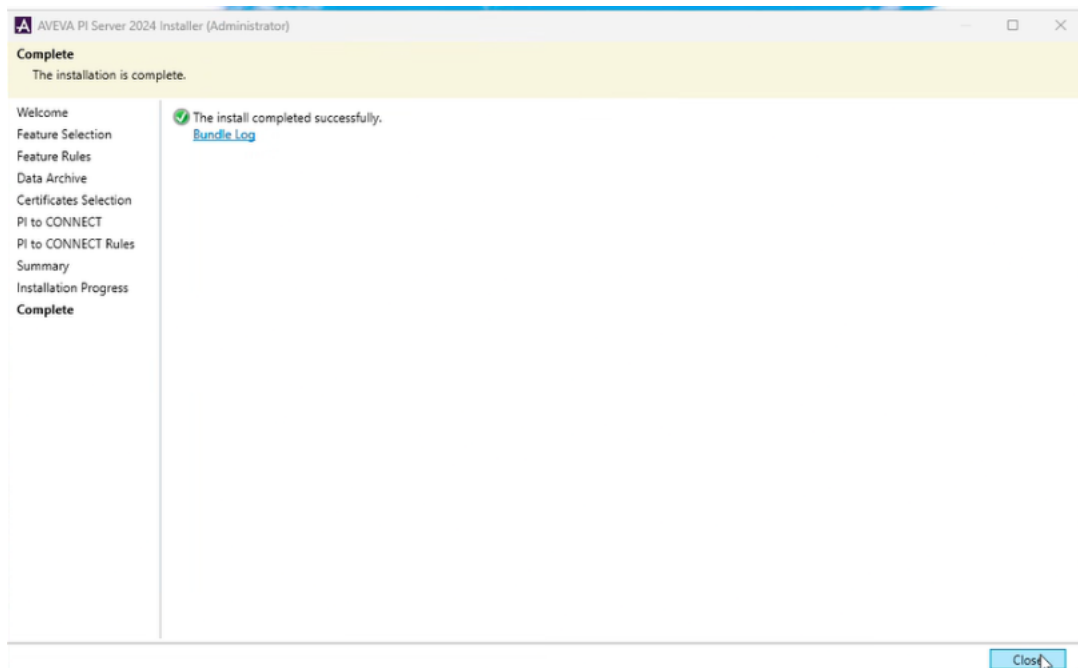


Ilustración 24 Instalación de PI Data Archive completada

3.1.3 Instalación de AF Server

Para las instalaciones siguientes es muy similar el proceso que se realizó anteriormente, nuevamente se ejecutó nuevamente el instalador con permisos de administrador.

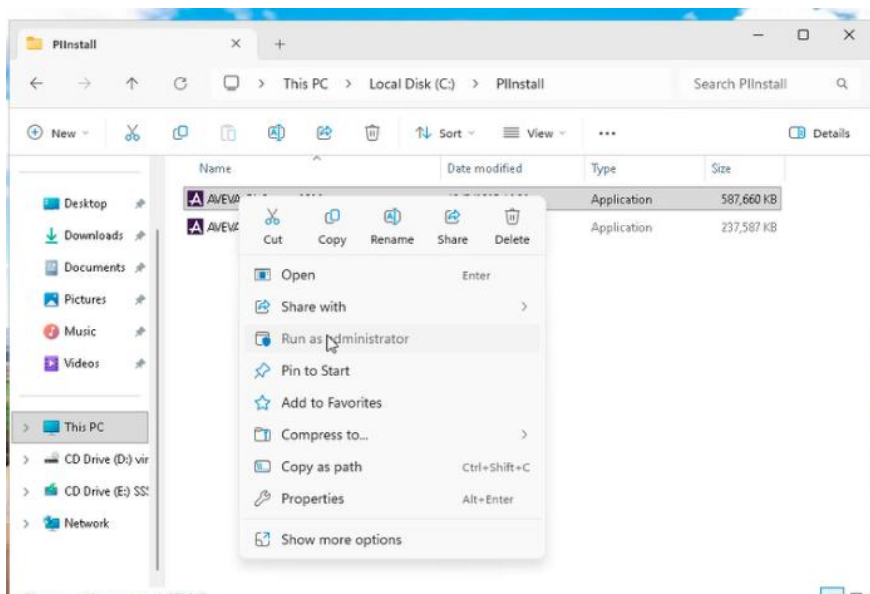


Ilustración 25 Se ejecuta el instalador como Administrador

Seleccionó la opción “Modify” y se dio en siguiente.

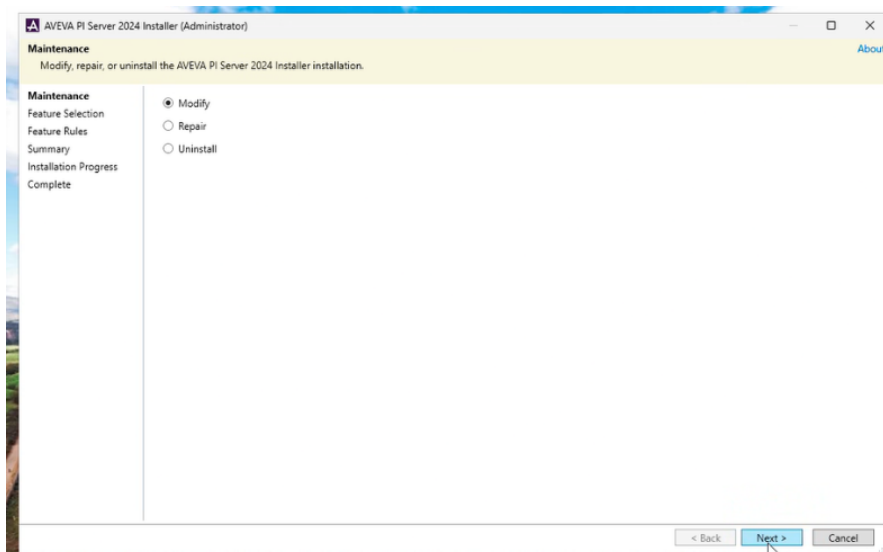


Ilustración 26 Selección de la opción Modify

Se continuó, con la selección de AF Server y se continua con el proceso.

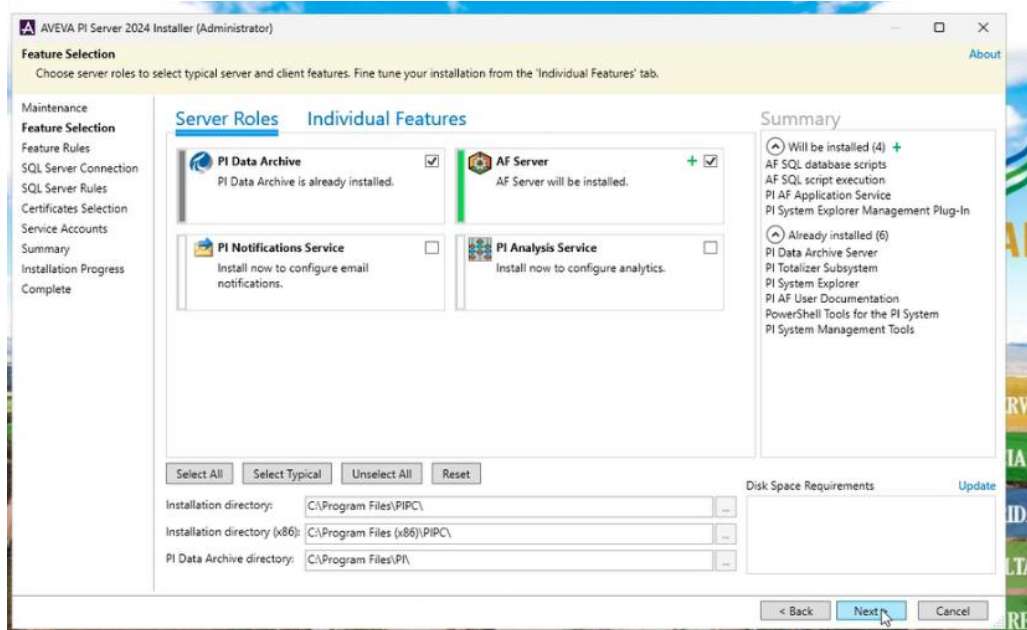


Ilustración 27 Selección de PI Data Archive y AF Server

En este apartado, se coloca el nombre de la instancia de SQL Server Express previamente instalada y configurada.

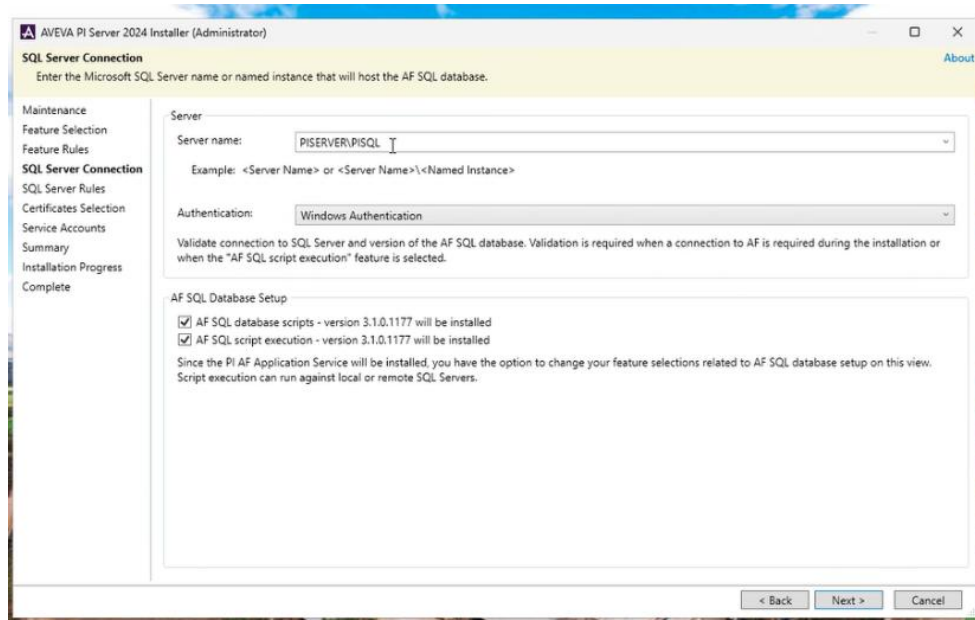


Ilustración 28 Nombre de la instancia de SQL

De la misma forma se elige la licencia que previamente se había generado.

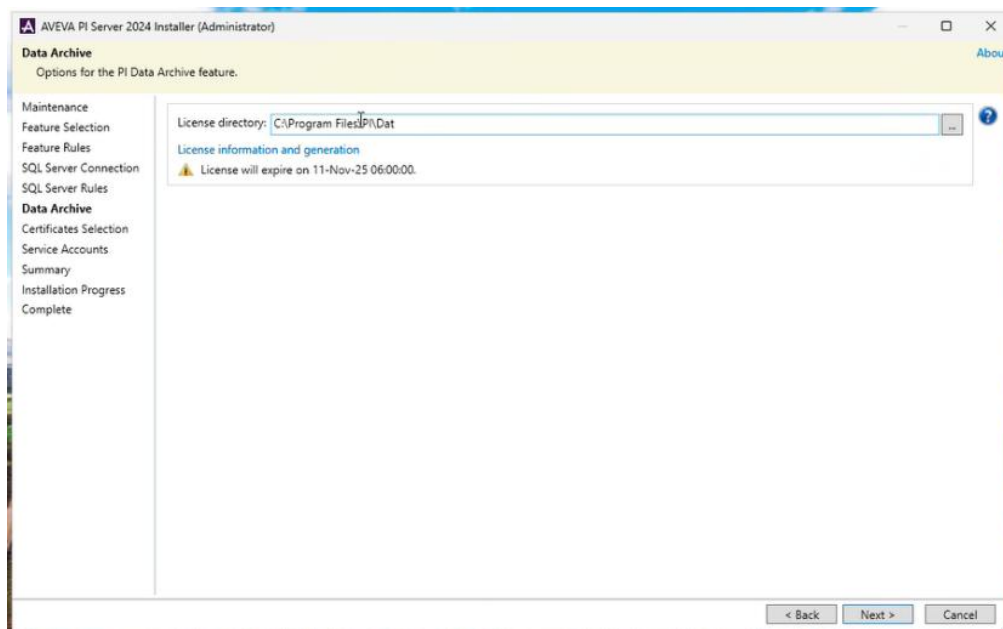


Ilustración 29 Dirección del archivo de la licencia

En este apartado se muestra todo el contenido que se instaló en este proceso.

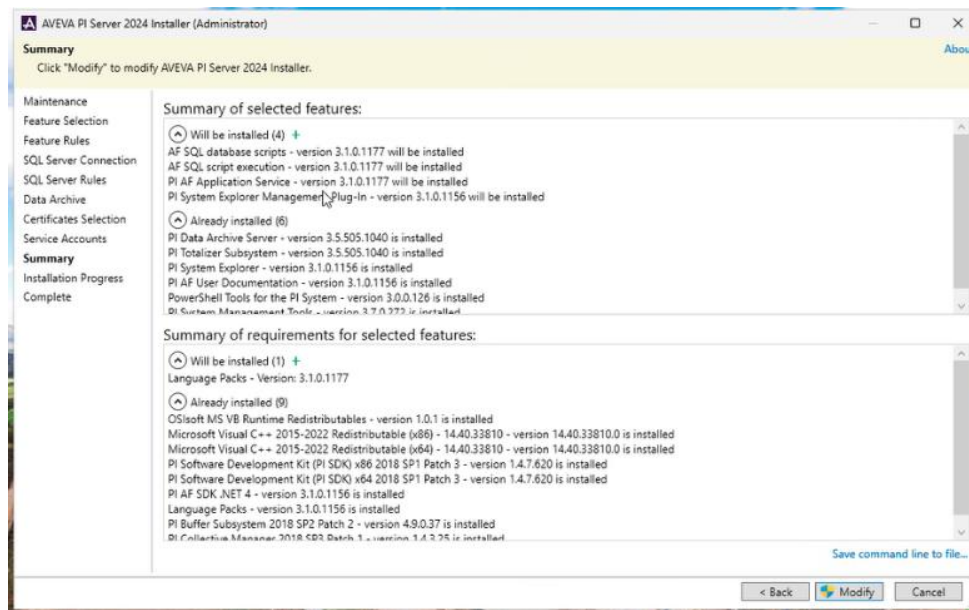


Ilustración 30 Contenido que se instaló

Finalmente se puede observar la instalación completada de AF Server.

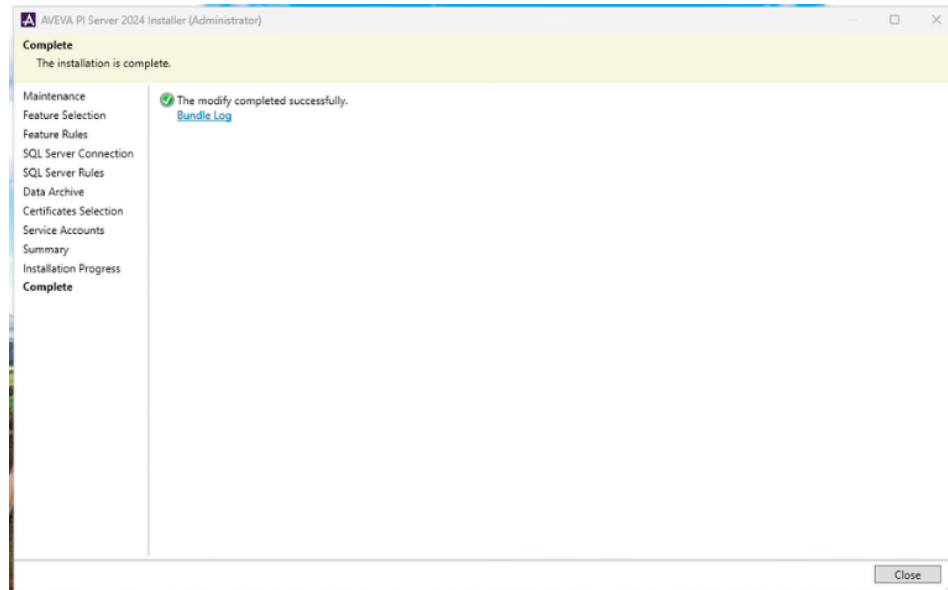


Ilustración 31 Instalación completada

3.1.4 Instalación de PI Notification Service y PI Analysis Service

De manera similar que las anteriores, se ejecutó el instalador como administrador.

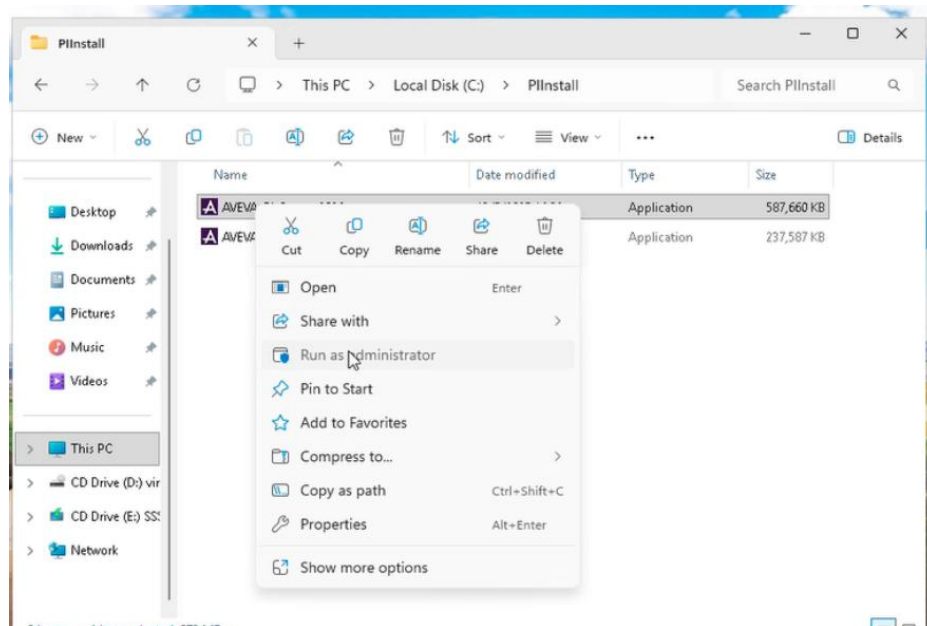


Ilustración 32 Se ejecutó el programa como Administrador

En esta ventana se deben seleccionar los últimos dos componentes “PI Notifications Service” y “PI Analysis Service”.

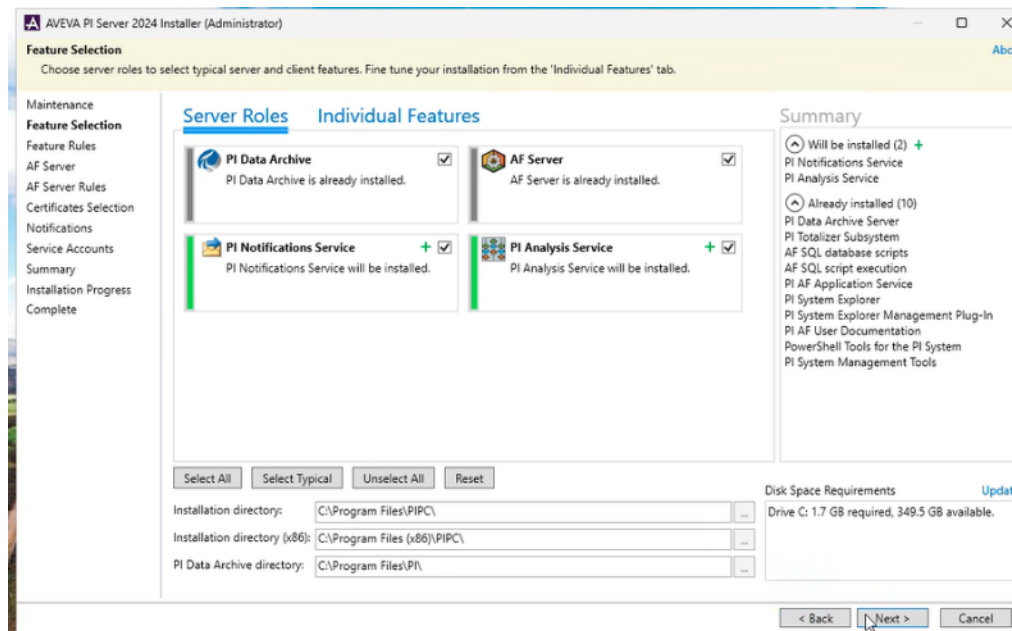


Ilustración 33 Selección de todas las opciones

Se utilizó la licencia existente.

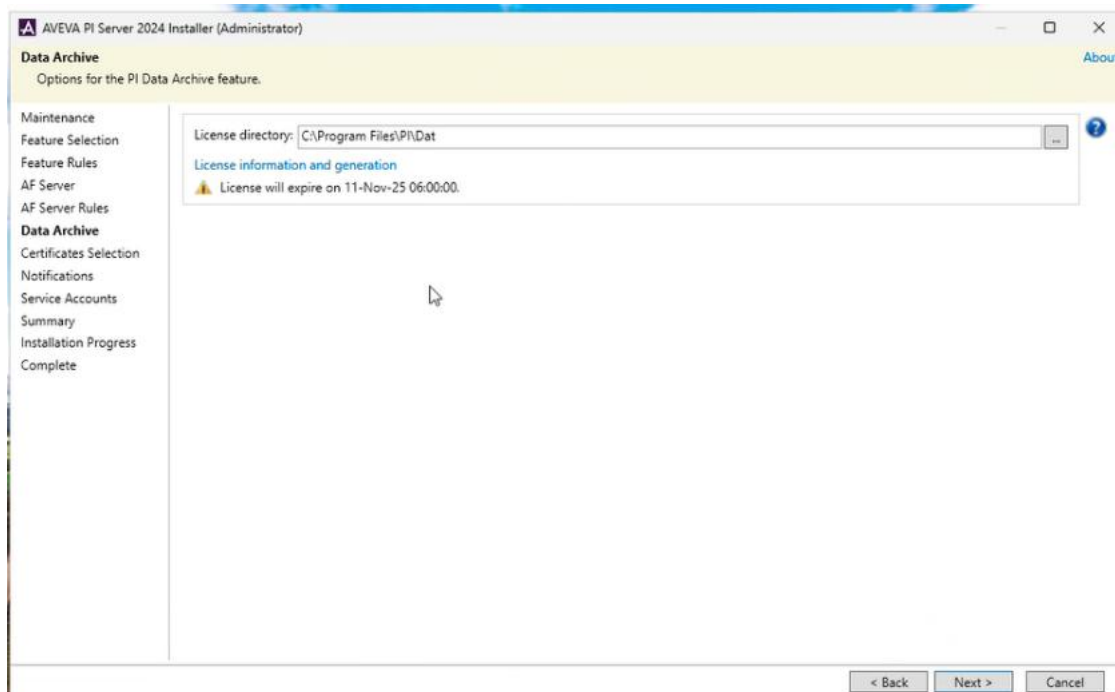


Ilustración 34 Ruta de la licencia

Se deshabilitó el uso de certificado TLS.

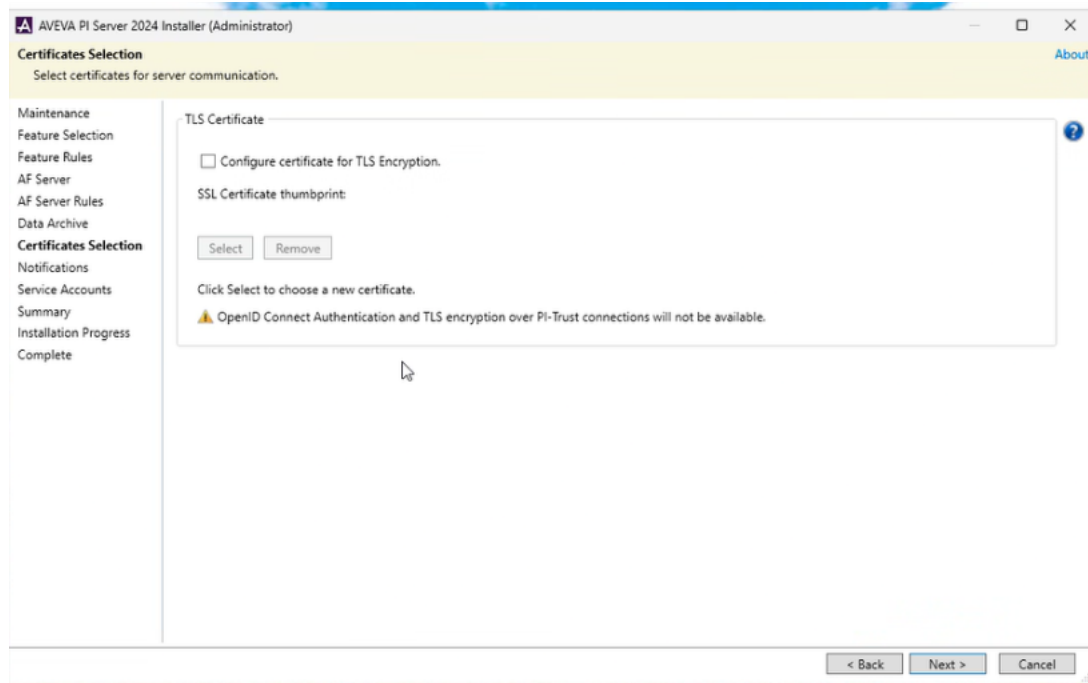


Ilustración 35 Requerimiento del certificado SSL

Durante la configuración, se ingresó una cuenta de correo de demostración para el envío de notificaciones, la cual puede ser modificada posteriormente.

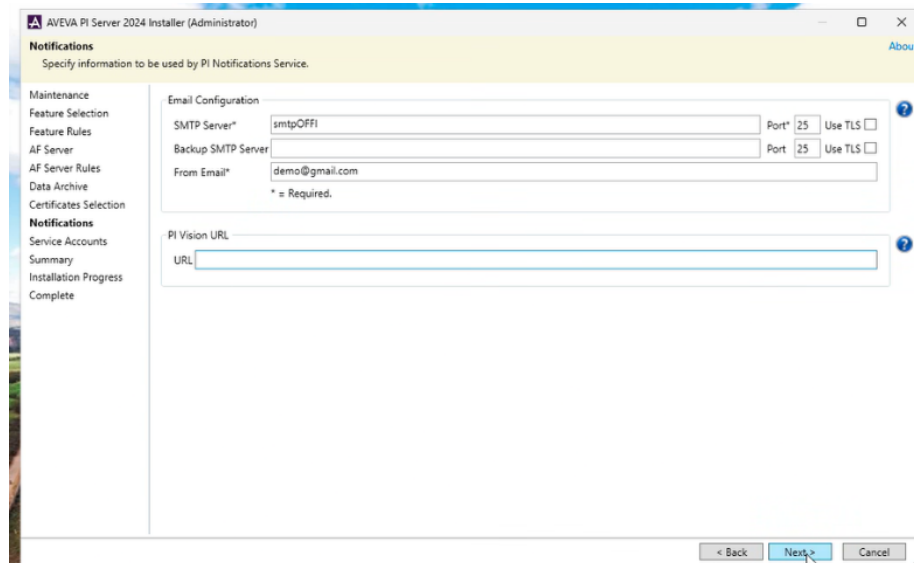


Ilustración 36 Requerimiento de URL para PI Vision

Se muestran las cuentas de servicio que serán correspondientes para PI Notifications y PI Analysis.

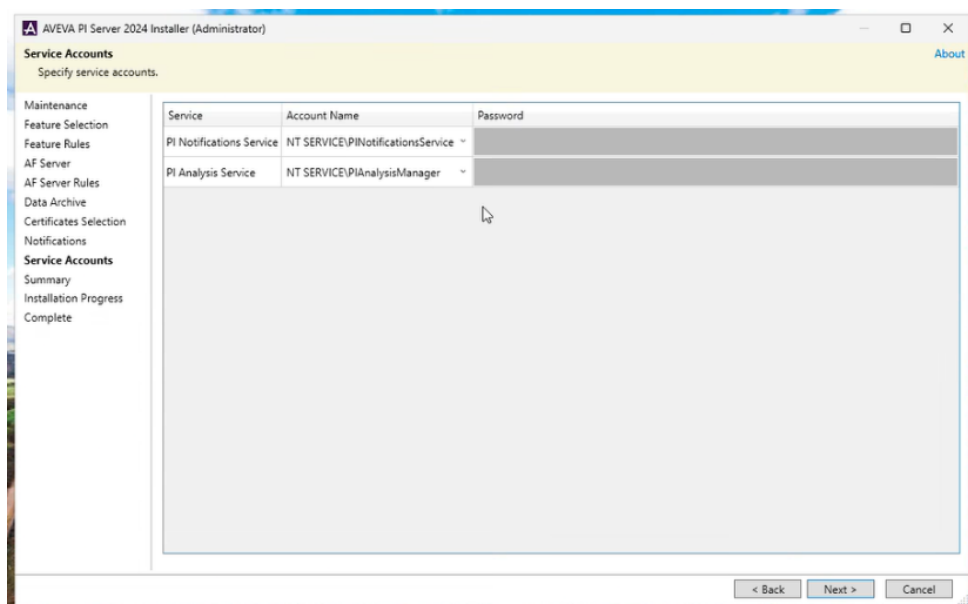


Ilustración 37 Cuentas de Servicio

El proceso finalizó correctamente, confirmando la instalación de ambos servicios.

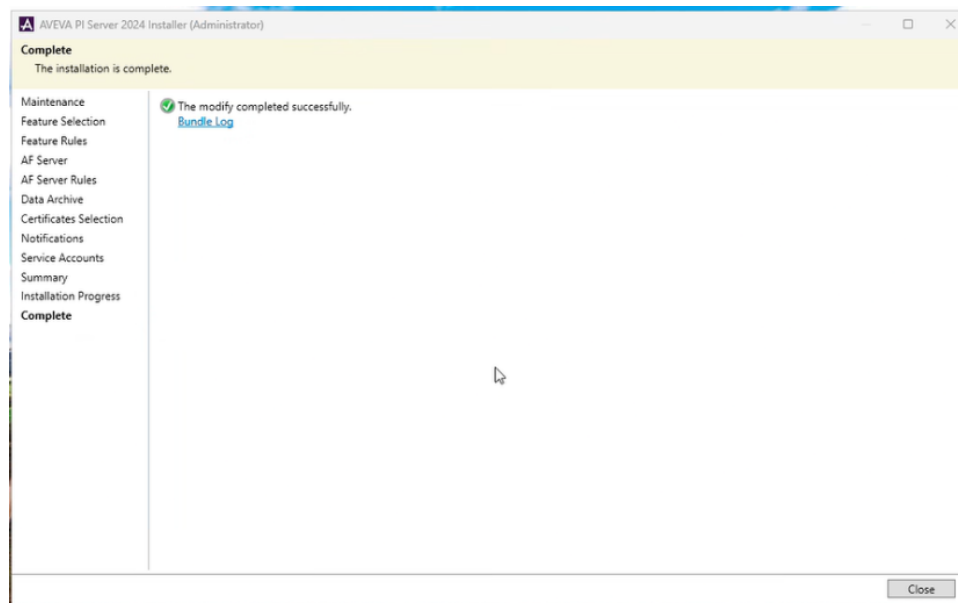


Ilustración 38 Instalación completada

3.1.5 Prueba del Funcionamiento de PI Server

Una vez completada la instalación de todos los componentes, se verificó el funcionamiento del sistema accediendo a PI System Management Tools y seleccionando el servidor configurado.

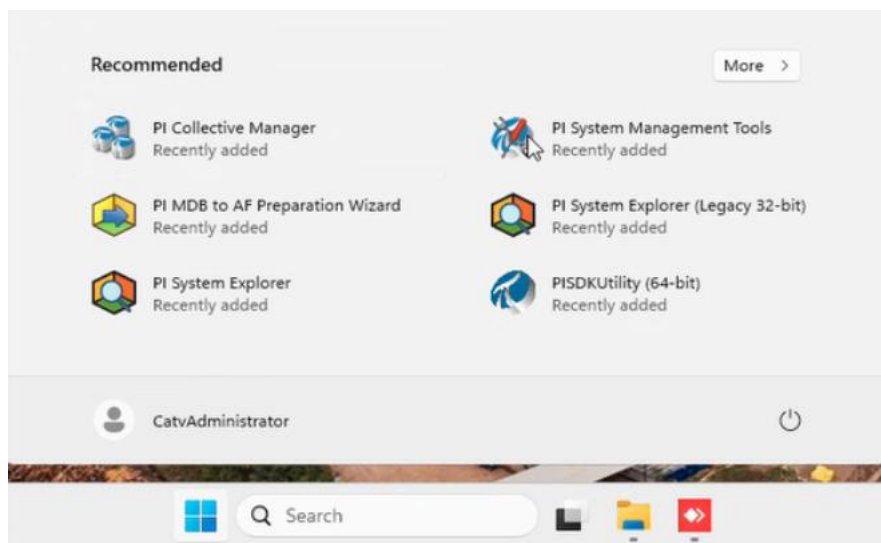


Ilustración 39 Programa PI System Management Tools

En este apartado se muestra las aplicaciones de PI System que fueron instaladas correctamente.

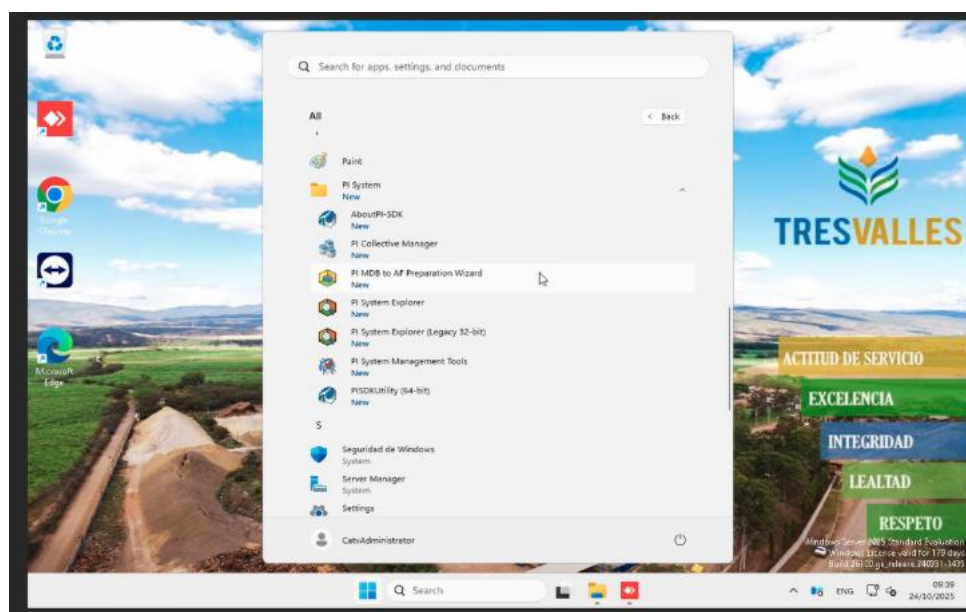


Ilustración 40 Aplicaciones de PI System

Se probó la aplicación de PI System Manager Tools para comprobar que todo funcione correctamente.



Ilustración 41 Ejecutándose el programa de PI SMT

Dentro de PI SMT se selecciona el servidor “PISERVER”.

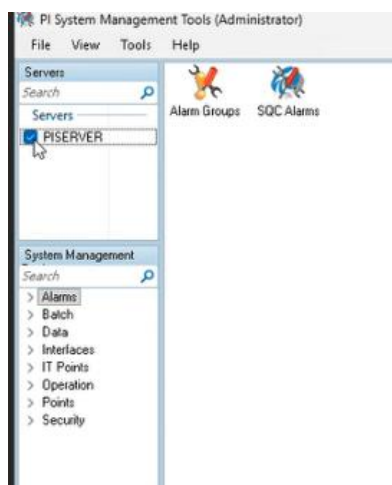


Ilustración 42 Selección del servidor

Se validó el estado de la licencia, así como la configuración de seguridad, identidades y permisos existentes en la base de datos.

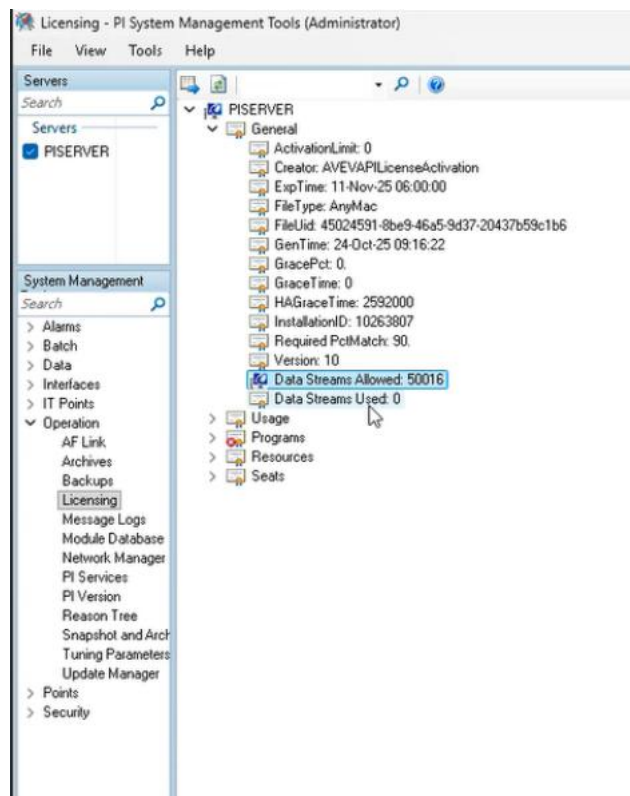


Ilustración 43 Verificación de la licencia

Se muestra la configuración de la seguridad que se tiene PI SMT.

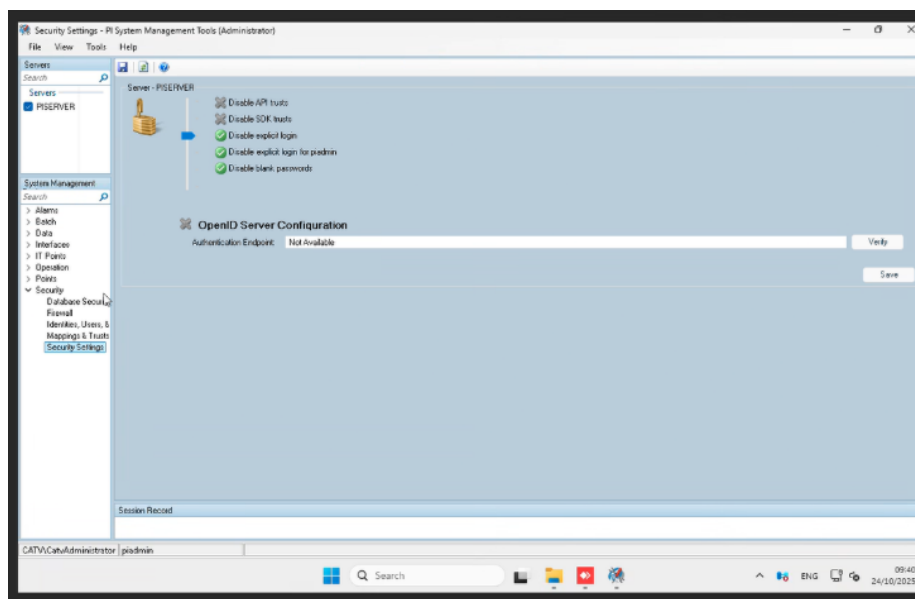


Ilustración 44 Seguridad PI SMT

Estos son los PI Identities que tiene la BD, en los cuales es posible añadir o eliminar de acuerdo a las necesidades.

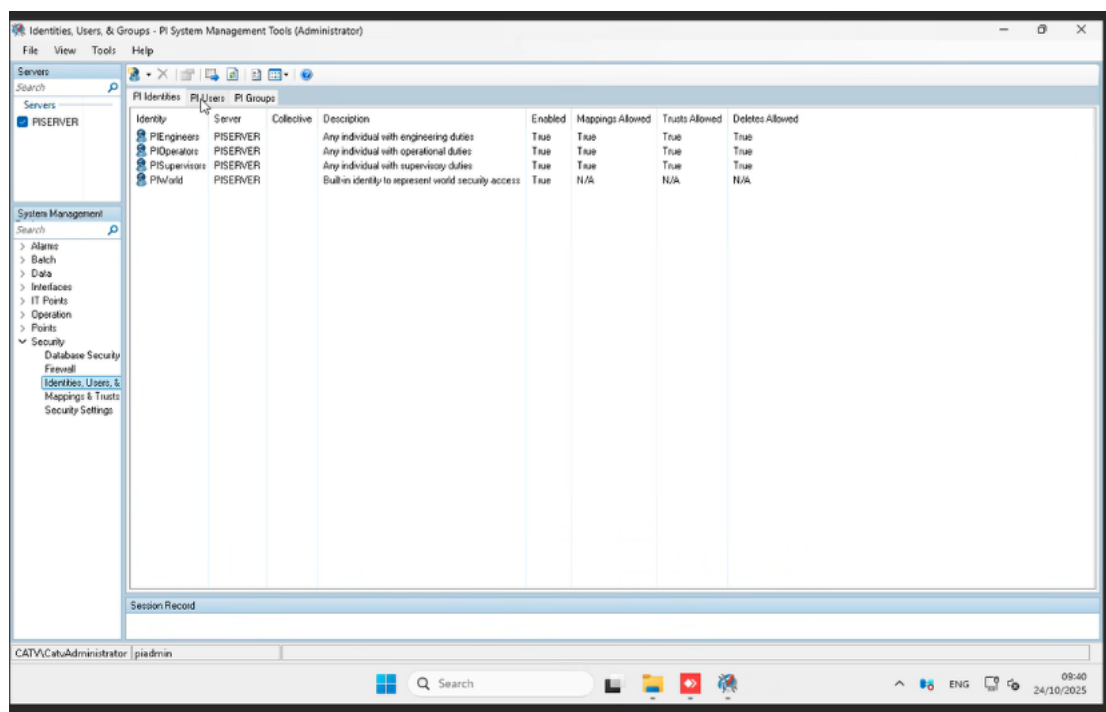


Ilustración 45 Identities de PI SMT

A continuación, se muestra la seguridad de la BD, es decir los permisos que tiene.

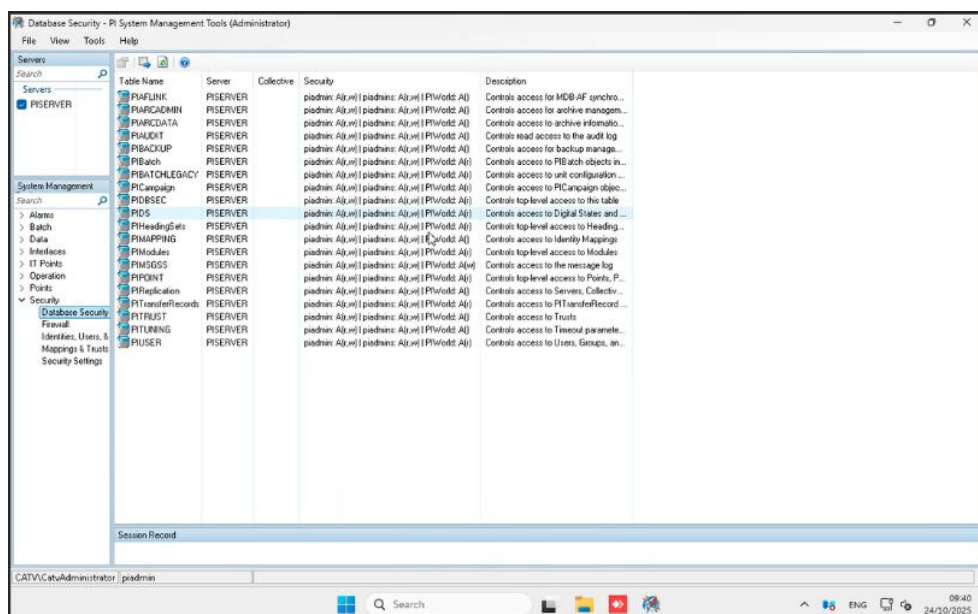


Ilustración 46 Permisos de seguridad

Se creo un tag de prueba para comprobar si PI SMT funciona correctamente, el cual fue verificando en:

- **Archive Editor**, confirmando su existencia.
- **Current Values**, visualizando su valor actual.
- **Archives**, comprobando el almacenamiento histórico.

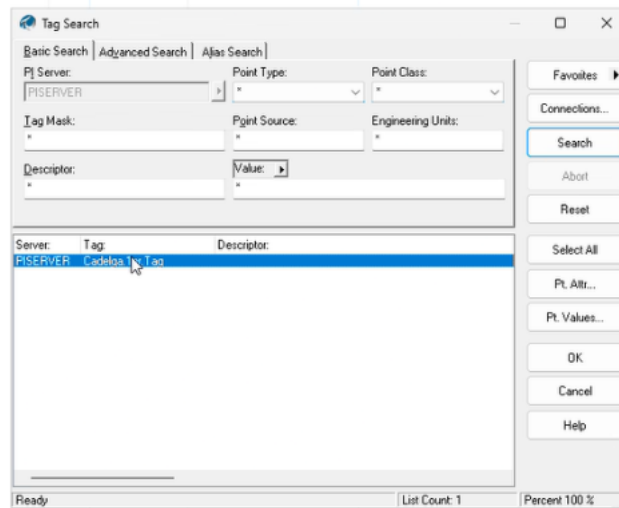


Ilustración 47 Verificación del tag de prueba

Al seleccionar Archive Editor que se encuentra en la parte derecha, se puede validar la correcta creación del Tags, en este apartado es posible agregar datos manualmente de acuerdo con el valor que se requiera o el tiempo del evento, de igual forma es posible navegar en el tiempo para realizar dichos cambios.

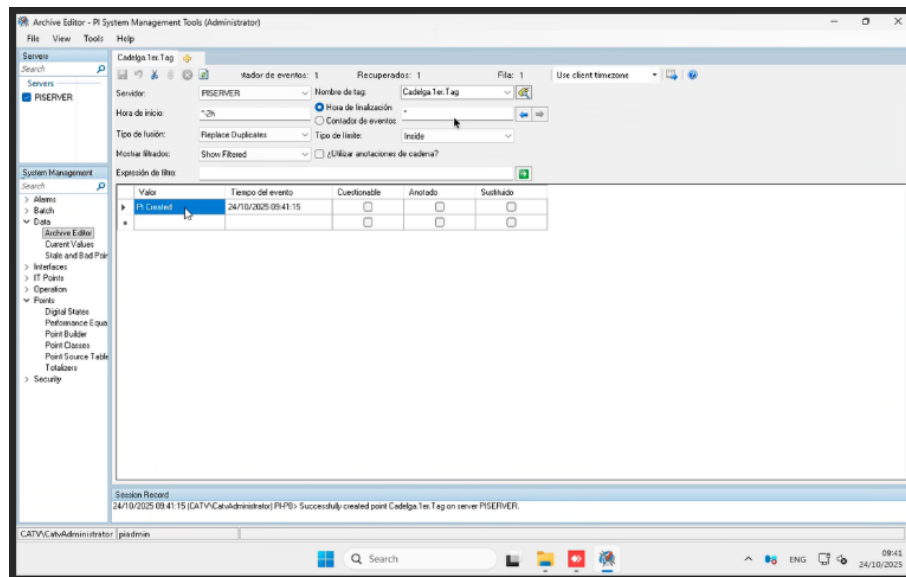


Ilustración 48 Validación de los datos del Tag

En Curent Values es posible visualizar los datos y los cambios de los datos de estos tags ya creados en tiempo real, obteniendo el valor, el tiempo en el que se registró el valor, entre otros.

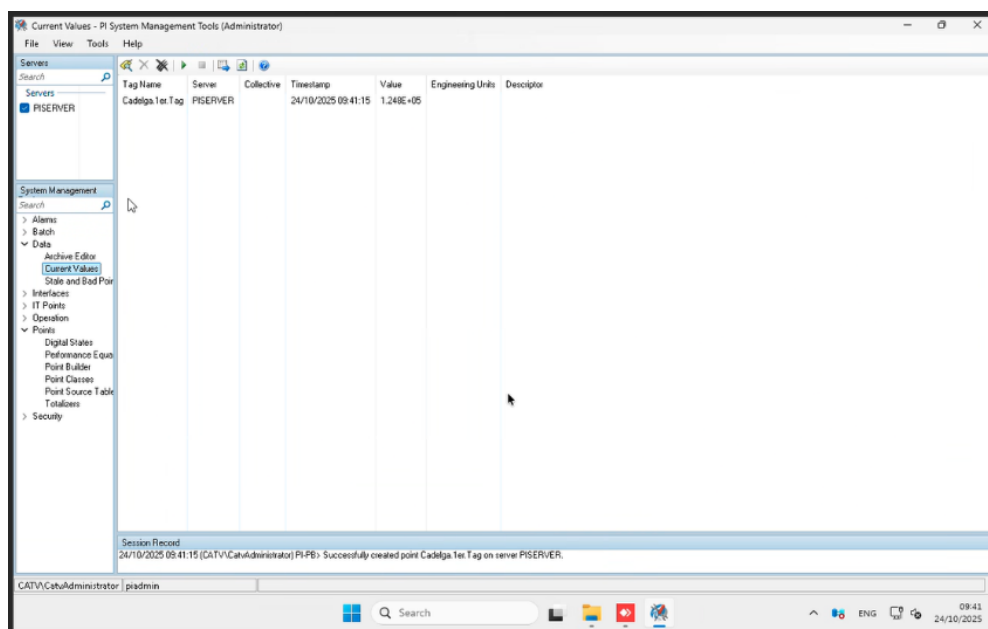


Ilustración 49 Sección de Curent Values para visualizar los datos

En Archives se muestran los datos históricos almacenados y la capacidad, es posible realizar una descarga de estos datos para poder transportarlos a otro servidor PI o fusionar estos archivos.

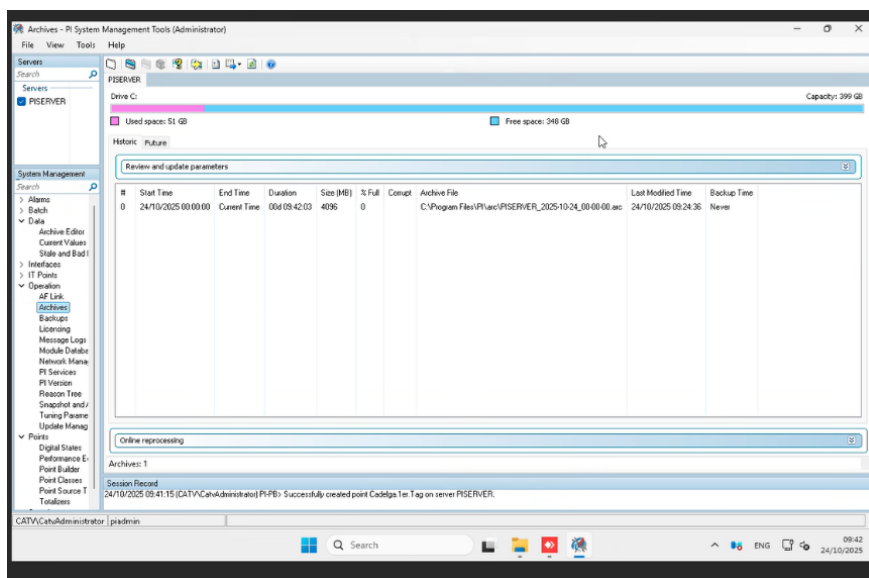


Ilustración 50 Archives, muestra los datos históricos almacenados

3.1.6 Pruebas de Funcionamiento del PI Asset Framework

Se verificó el funcionamiento del sistema accediendo a PI System Explorer o también conocido como PI Asset Framework, donde se creó una base de datos, la cual se nombró como 1er DB.

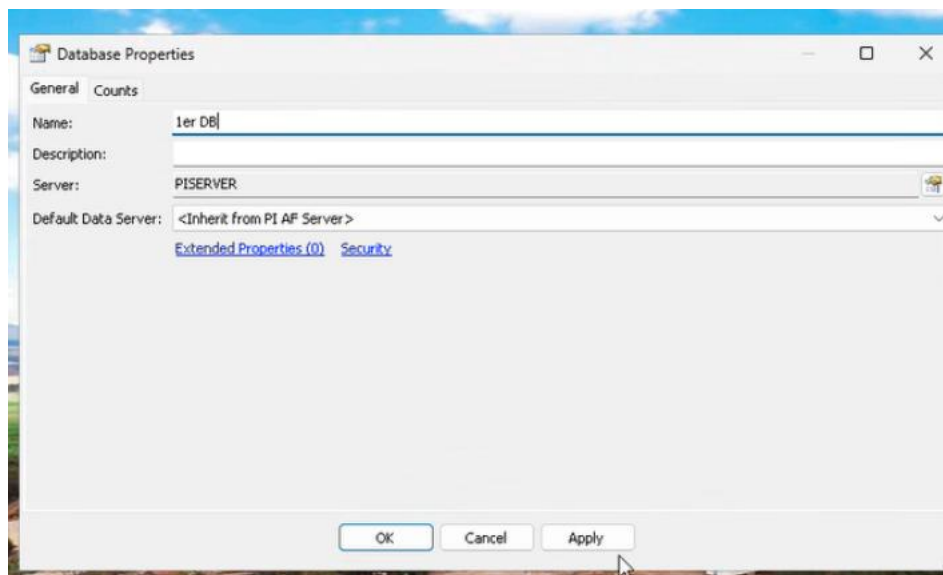


Ilustración 51 Creación de una BD en PI AF

A continuación, se verificó la creación de elementos.

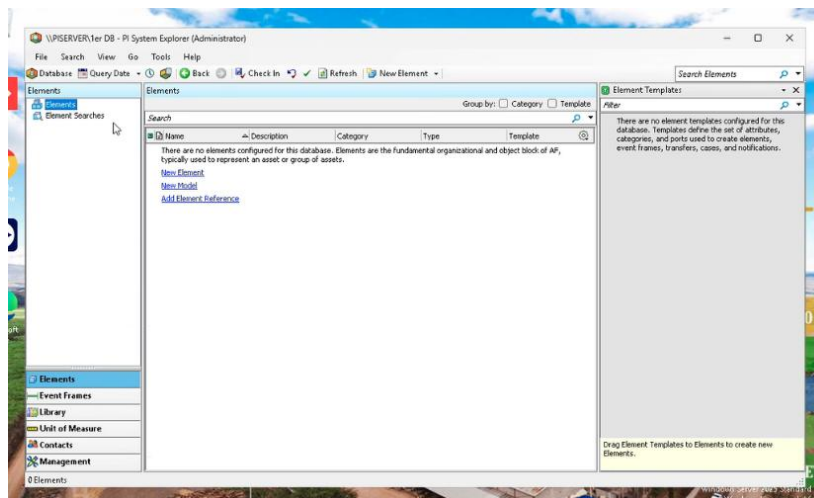


Ilustración 52 Creación de elementos

Posteriormente se configuró un Analysis para validar la correcta conexión con PI Analysis Service, configurando su funcionamiento.

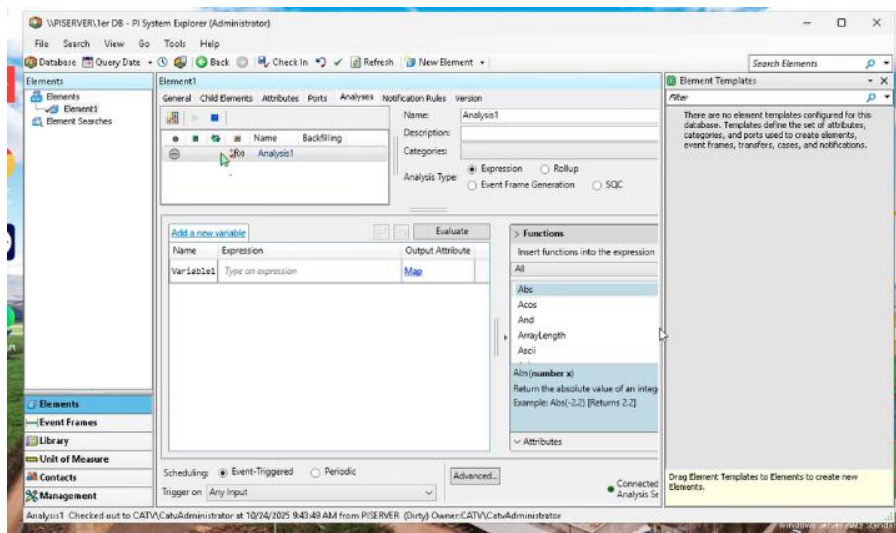


Ilustración 53 Configuración de un Analysis

En la parte inferior derecha se comprobó la correcta conexión con el servicio.



Ilustración 54 Conexión con el servicio PI Analysis Service

En PI AF se le coloca el Host, que corresponde a PISERVER para poder establecer la conexión con el servidor.

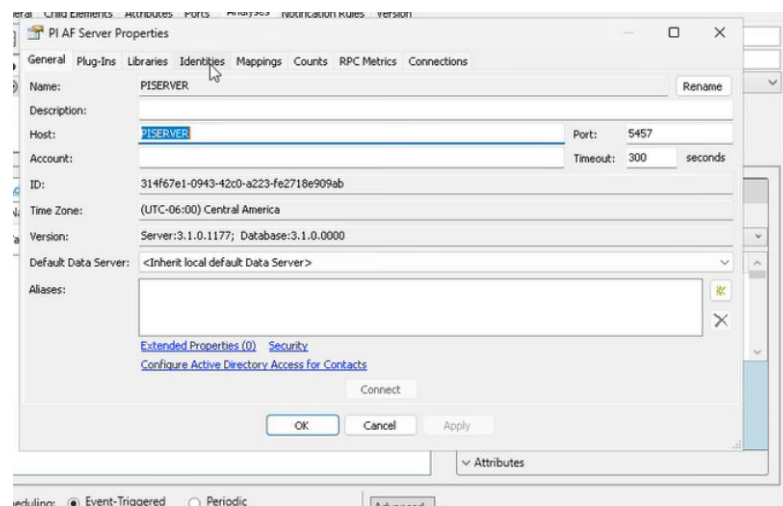


Ilustración 55 Host PI Server para conectarlo con el servidor

Posteriormente, se configura el apartado de Email, con el fin de poder enviar notificaciones de las alertas por correo en un futuro.

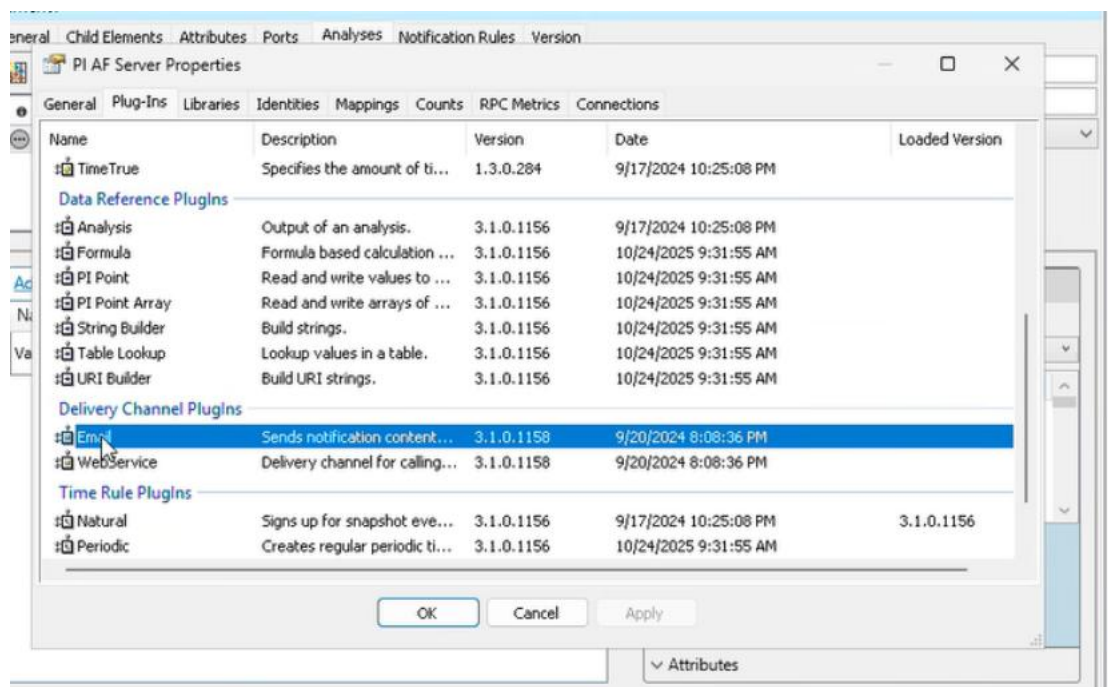


Ilustración 56 Opción de configuración para Email

En este apartado es posible modificar el email que se configuró en la instalación de PI AF.

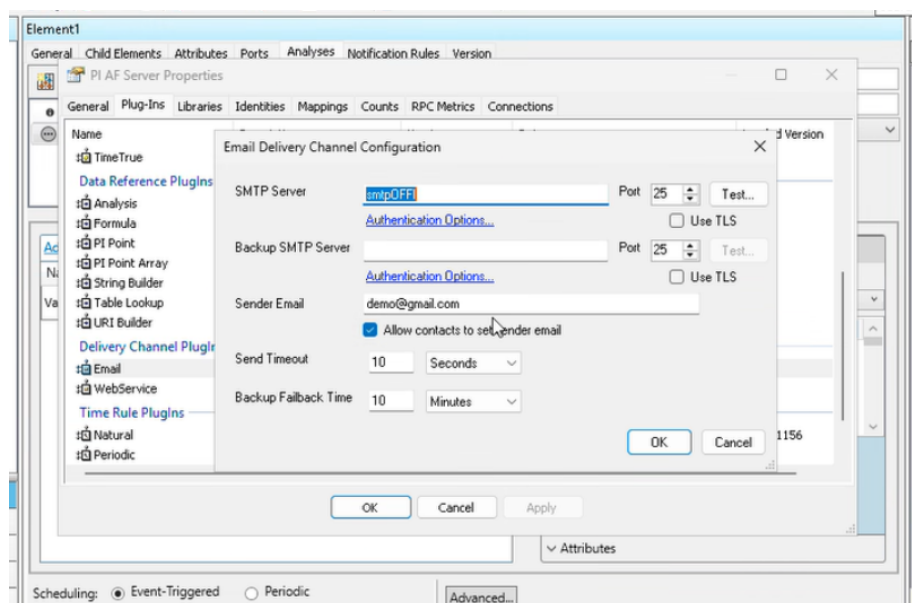


Ilustración 57 Modificación del Correo Electrónico

A continuación, es posible visualizar las identidades que tiene por default.

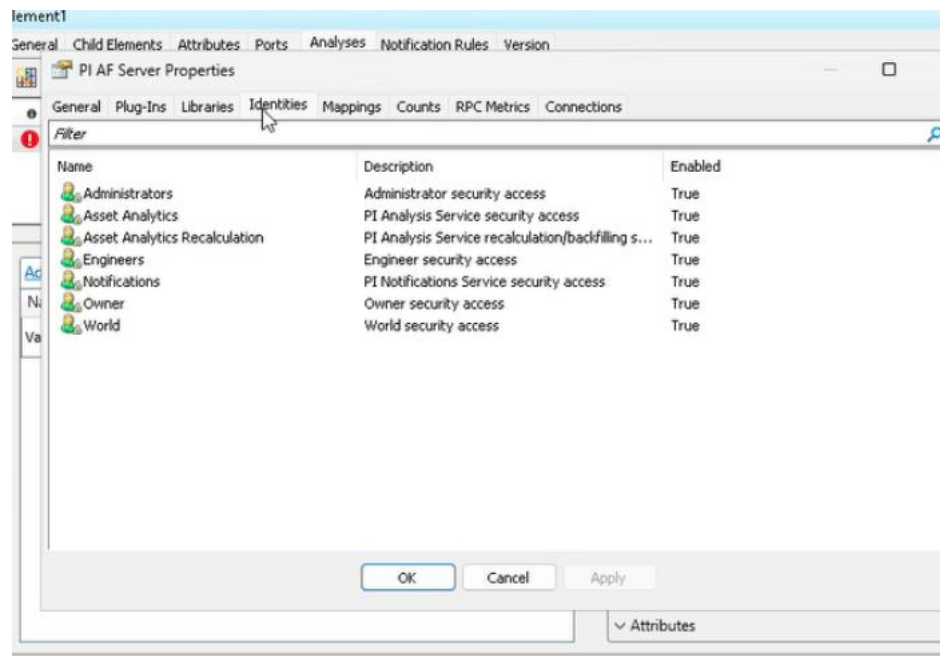


Ilustración 58 identities por default

Se agregó una nueva identidad llamada piVision como prueba.

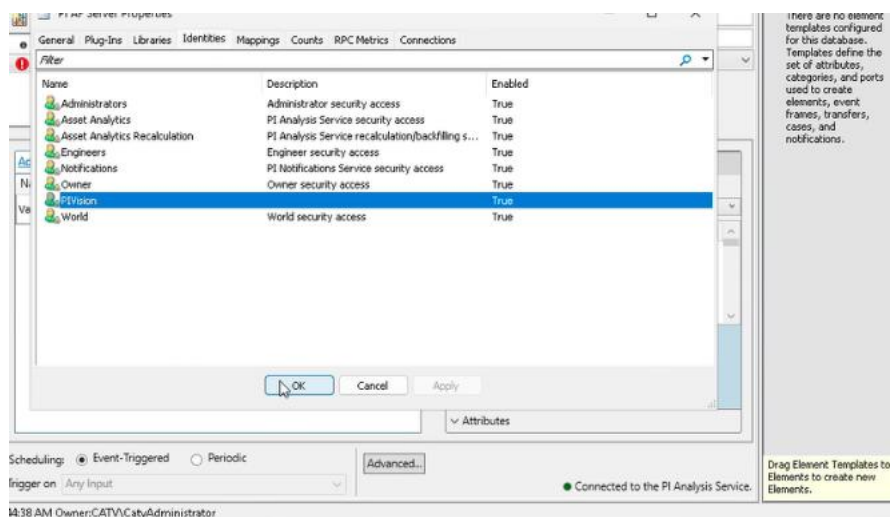


Ilustración 59 Creación de nueva identidad PI Vision

3.1.7 Instalación de PI Vision

Se realizó la configuración previa de IIS (Internet Information Services) mediante Server Manager.

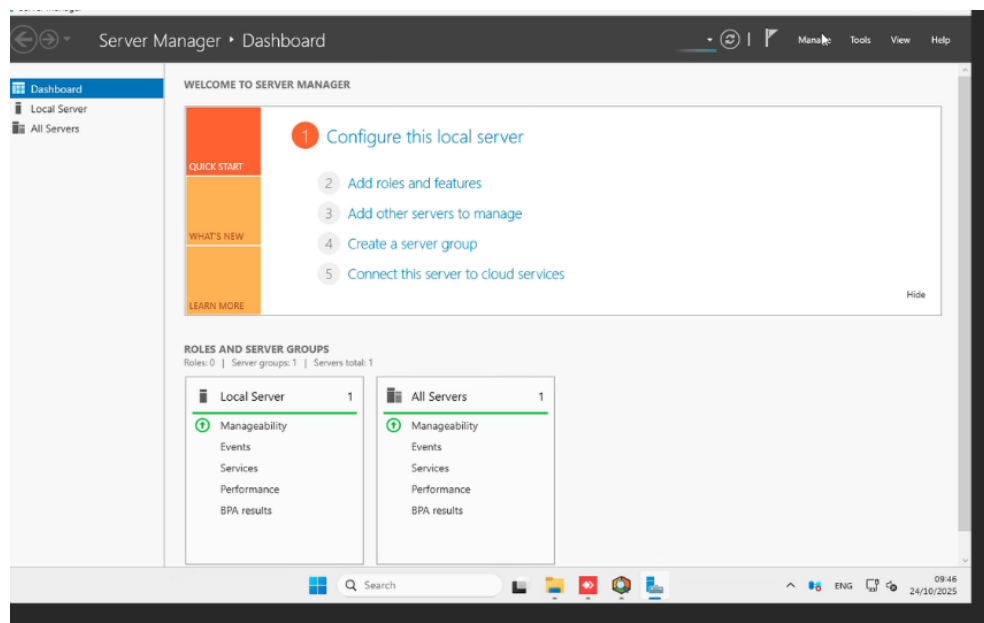


Ilustración 60 Dashboard de IIS

Se habilitó los roles y características requeridas desde la opción Add Roles and Features Wizard.

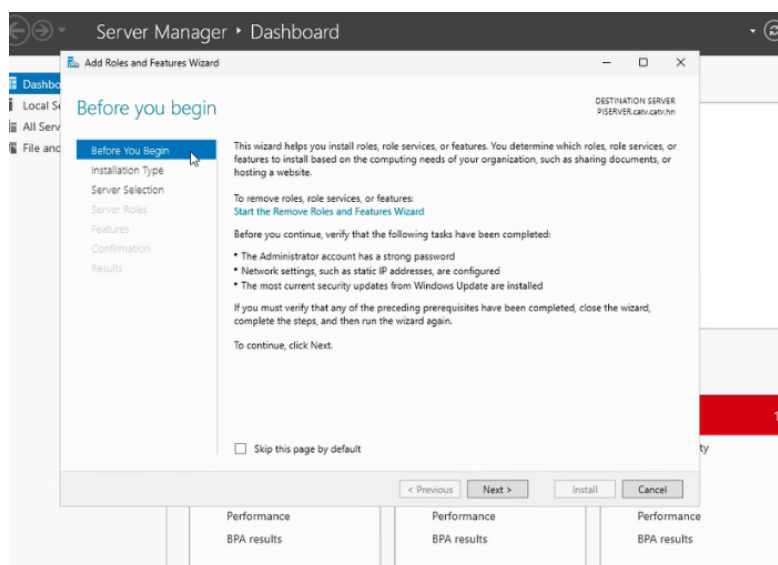


Ilustración 61 Inicio para la configuración de PI Vision

Se selecciona Role-based or feature-based installation y se dio clic en siguiente.

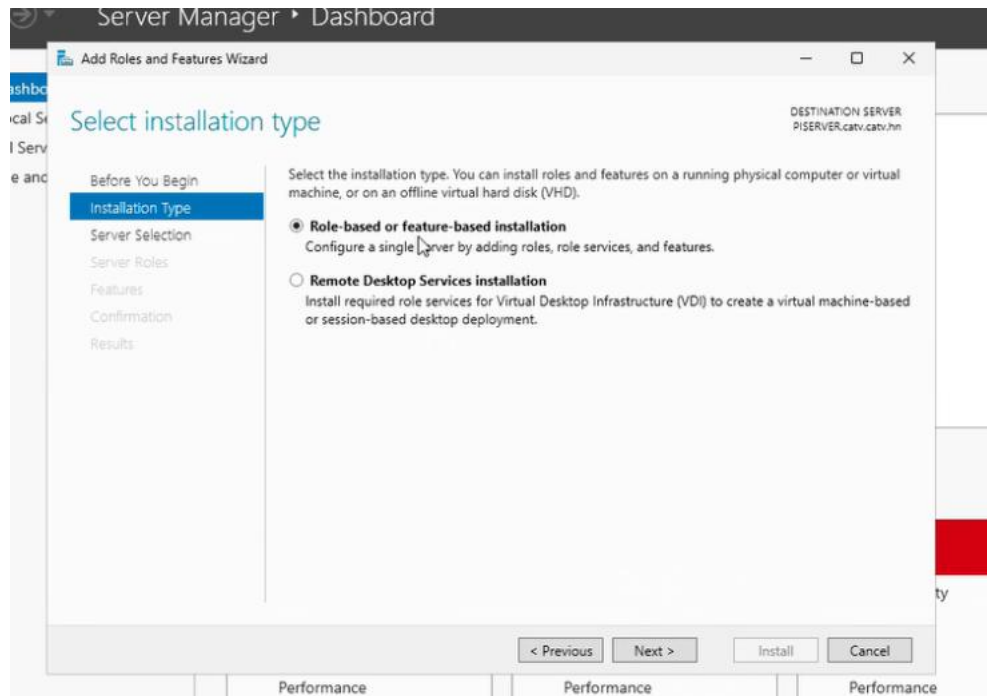


Ilustración 62 Selección de la primera opción

Posteriormente se selecciona el server pool que se muestra a continuación.

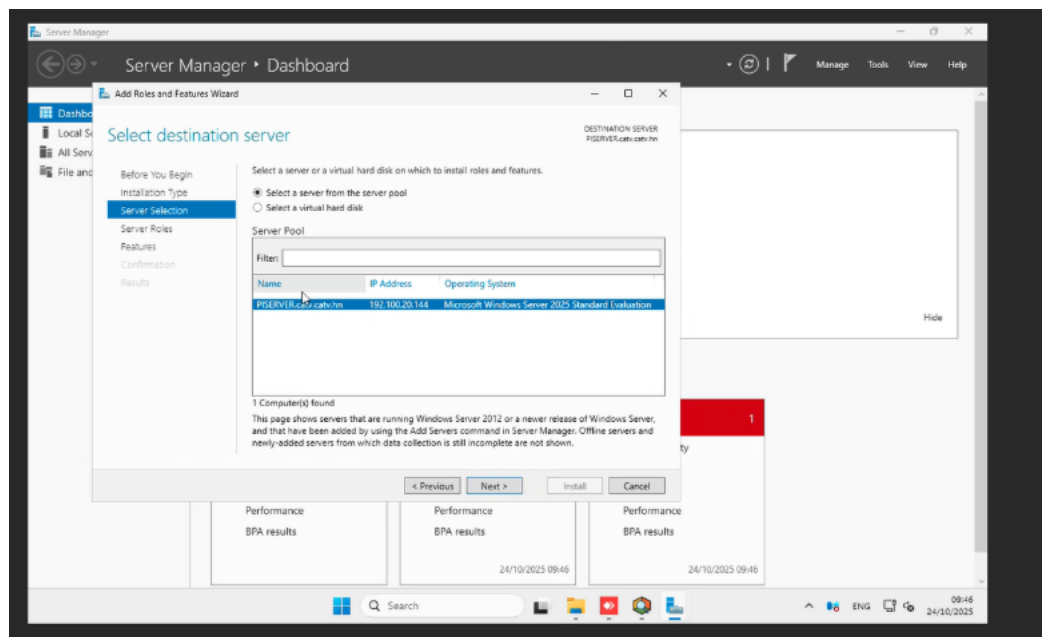


Ilustración 63 Selección de server pool

En la sección de Features, se habilita las siguientes características, es muy importante seleccionar cada una de estas para que PI Vision funcione correctamente.

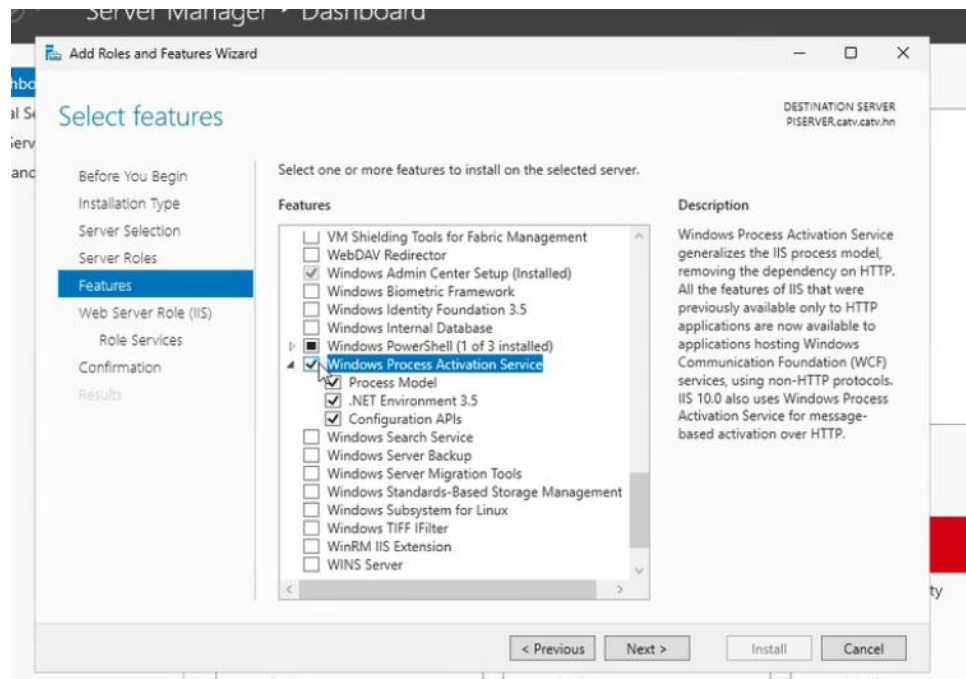


Ilustración 64 Habilitar características de Windows

A continuación, se muestran los roles que se deben habilitar en Role Services.

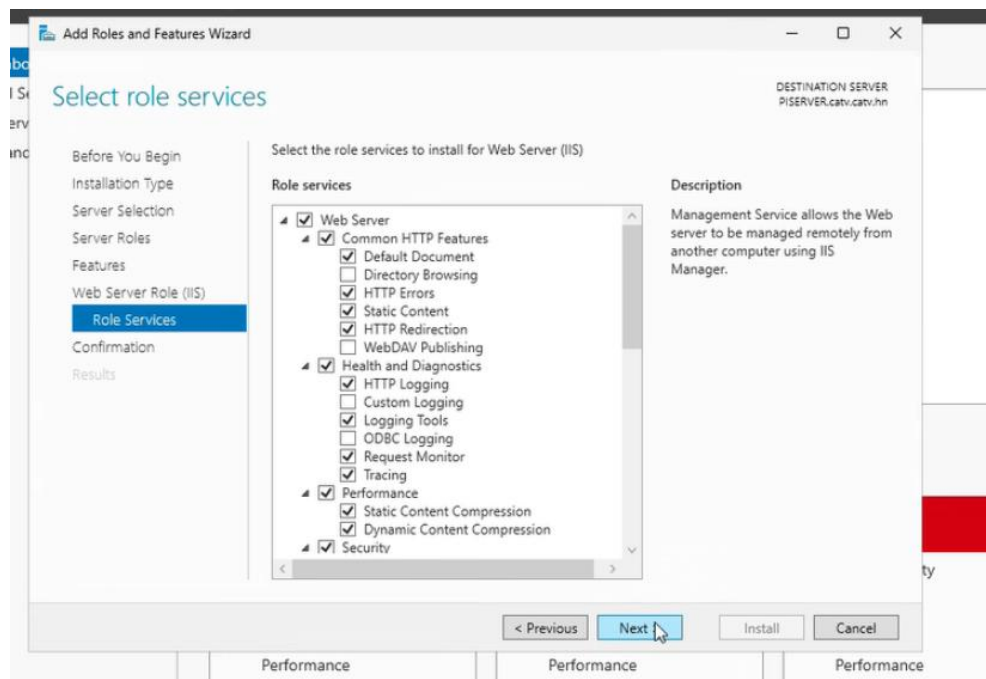


Ilustración 65 Habitar servicios de la Web parte 1

Se muestran la segunda parte de las casillas que se habilitaron.

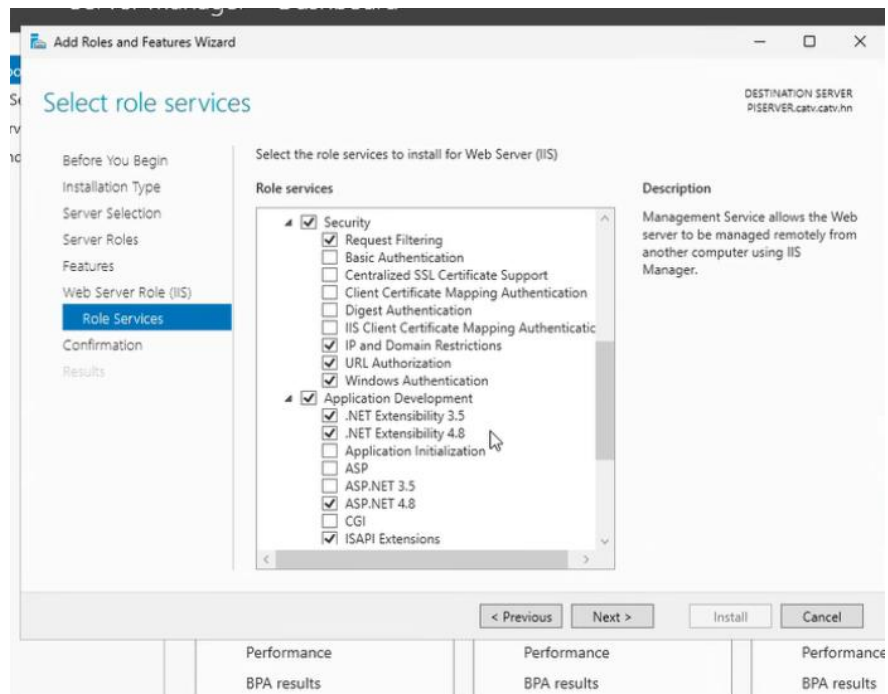


Ilustración 66 Habilitar servicios de seguridad y aplicaciones parte 2

Por último, estas son con las casillas que se finalizaron al marcar.

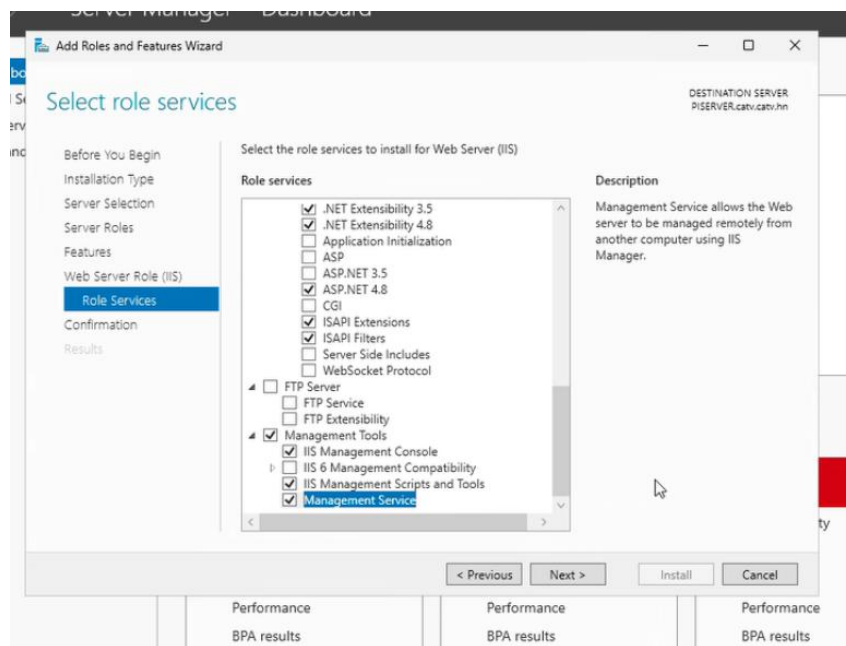


Ilustración 67 Habilitar servicios de Management Tools

Se confirma la instalación.

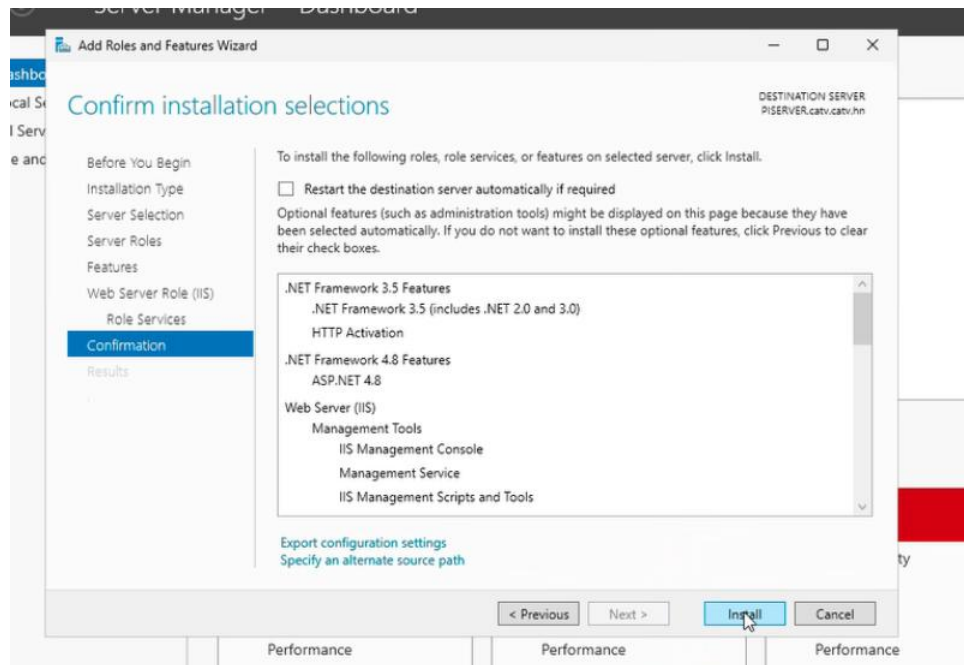


Ilustración 68 Confirmación de la instalación

Esperamos a que se instale.

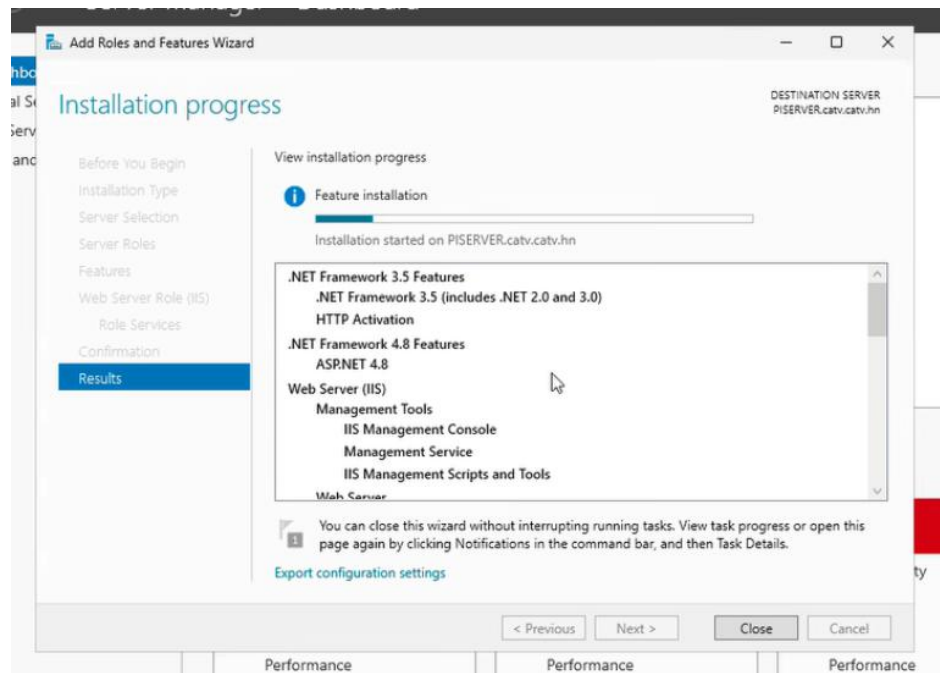


Ilustración 69 Proceso de instalación

De la misma forma que con las demás instalaciones, en el instalador de PI Vision se ejecuta como administrador.

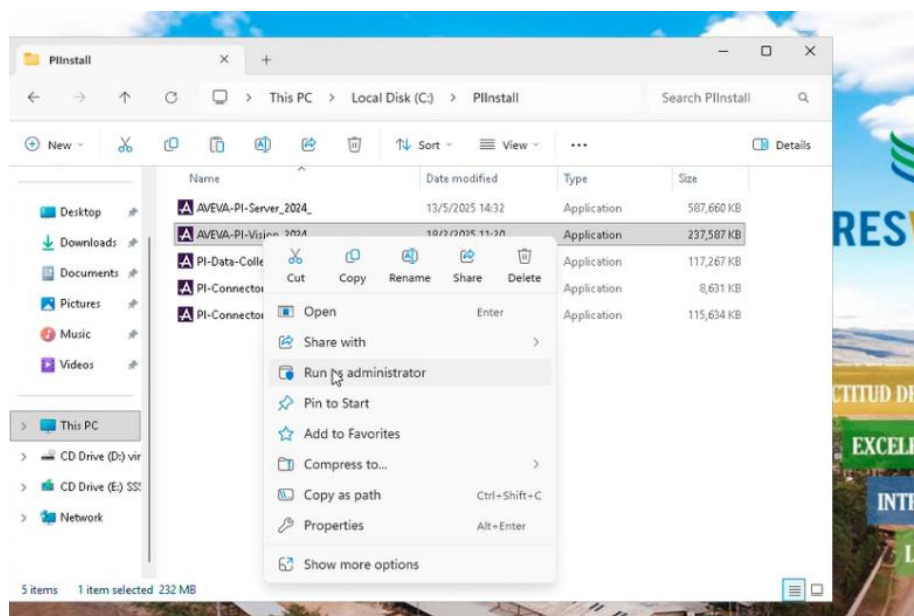


Ilustración 70 Se ejecuta el programa como Administrador

En la bienvenida del instalador se dio clic en siguiente.



Ilustración 71 Ventana de bienvenida

Se marcó la casilla Install missing windows features now y se continua con la instalación.



Ilustración 72 Aceptar la instalación faltando características de Windows

Se seleccionó la opción de No, I would not like to participate at this time.

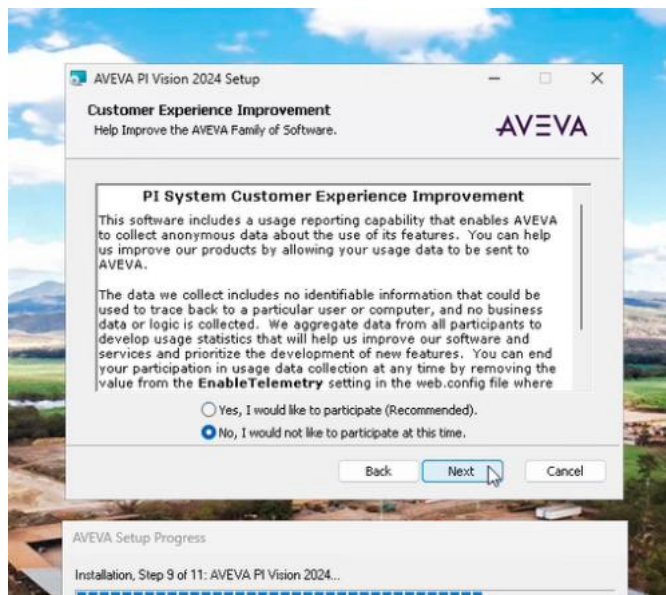


Ilustración 73 Rechazo del mejoramiento de la experiencia del cliente

En esta ventana el web site se seleccionó como default.

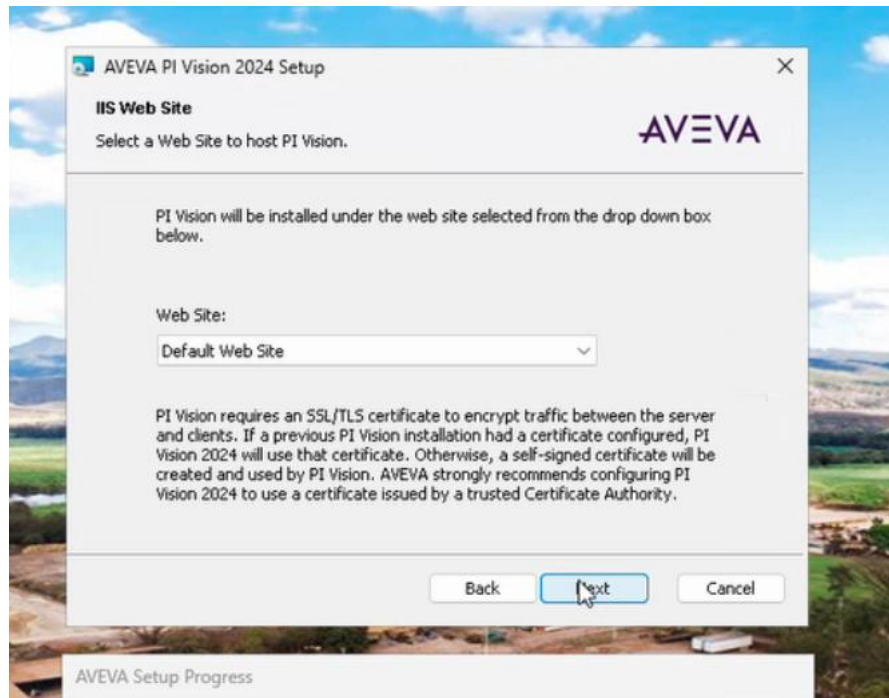


Ilustración 74 El sitio Web permaneció como Default

Se espera a que se instale.

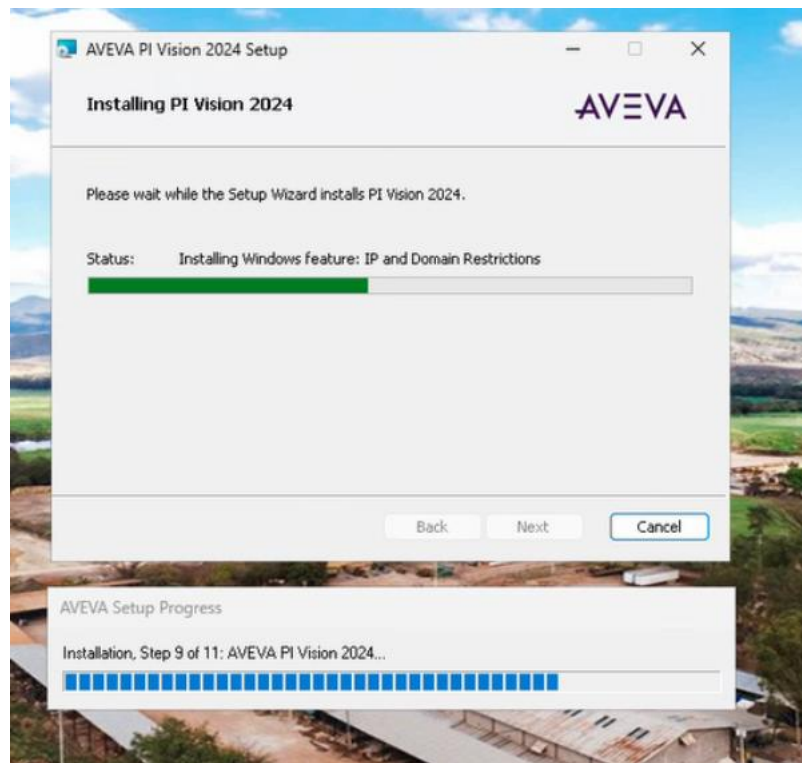


Ilustración 75 Proceso de instalación

Durante este proceso, se solicitó el reinicio del sistema, el cual fue realizado para completar con la instalación.

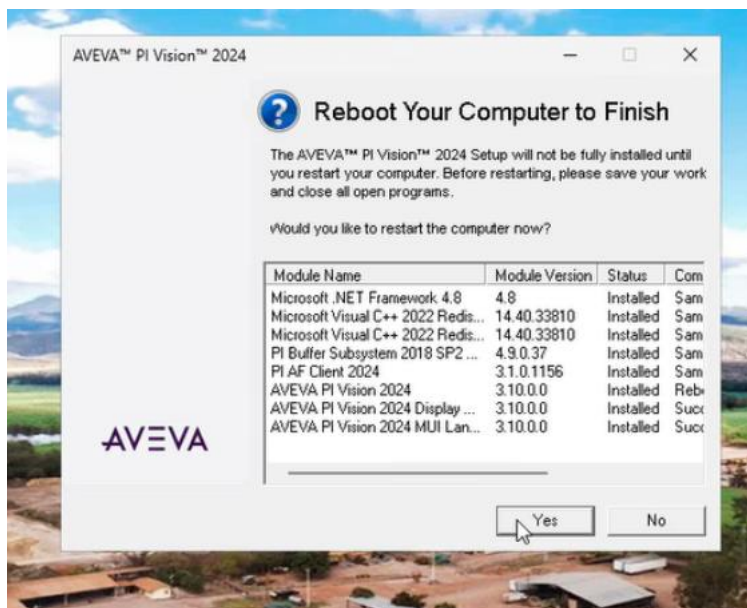


Ilustración 76 Solicitud del reinicio del equipo

Se muestra el reinicio de la computadora.

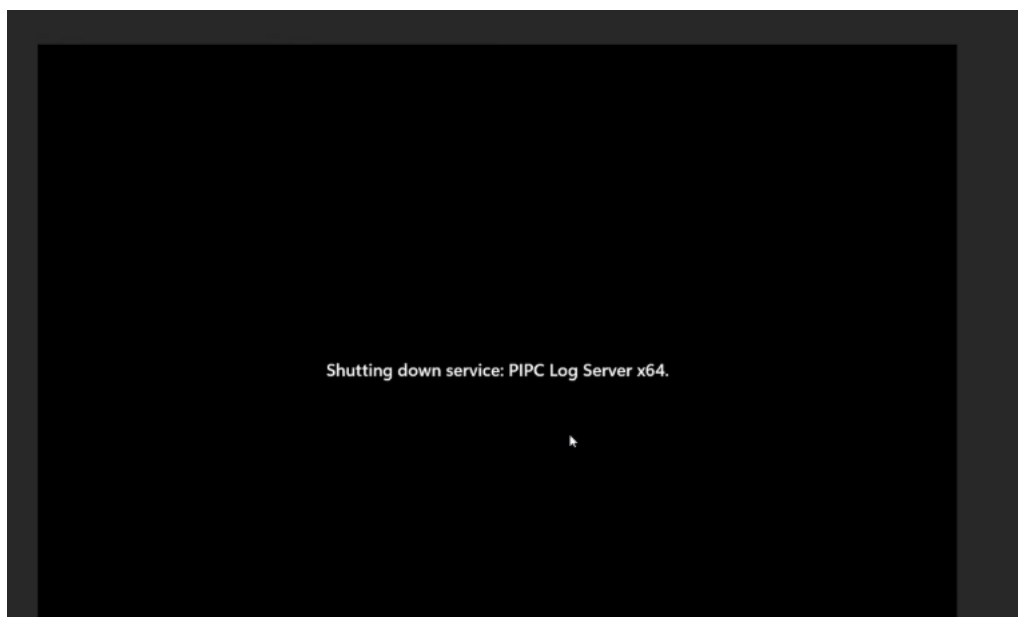


Ilustración 77 Reinicio del Equipo

Una vez reiniciado el servidor, de accedió IIS (Internet Information Services Manager).

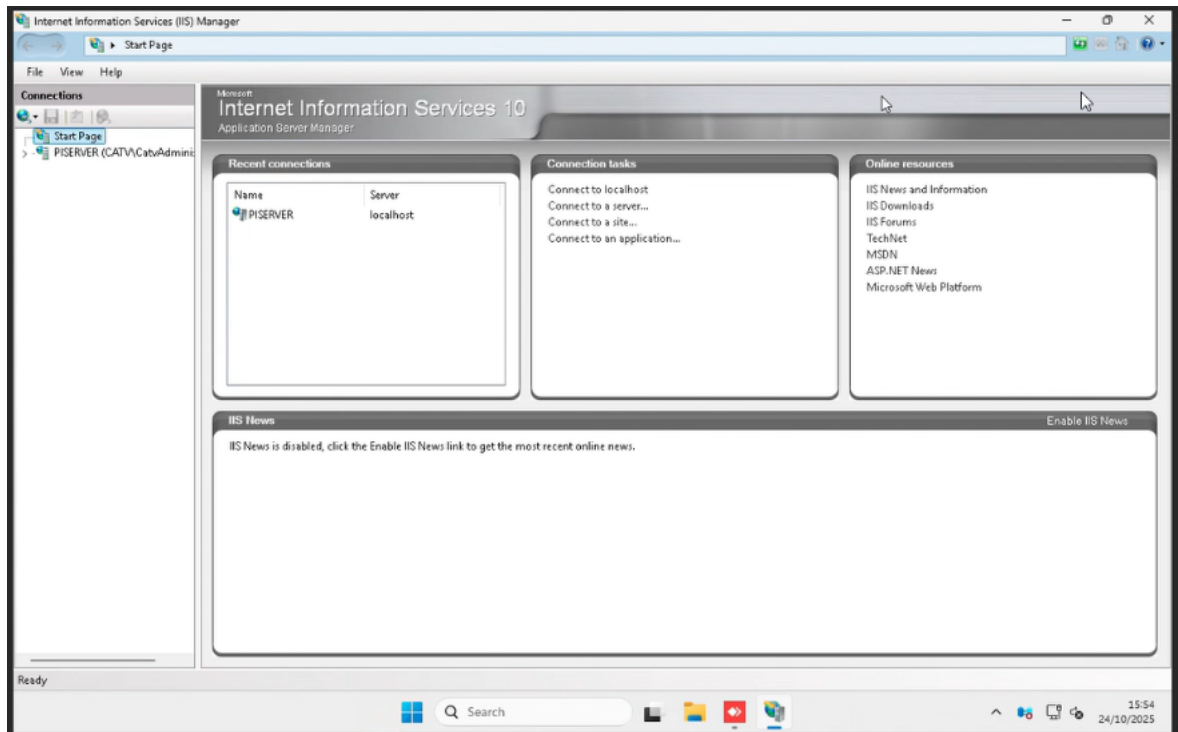


Ilustración 78 Internet Information Services Manager

En la parte izquierda se encuentra Admin desplegando Start Page->PISERVER->Sites->Default Web Site->PIVision

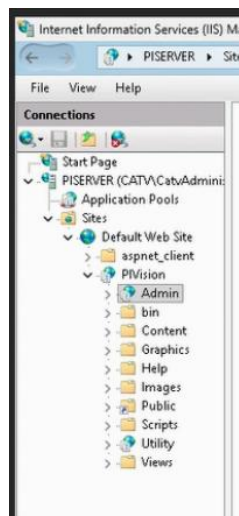


Ilustración 79 Acceder a Admin

Se accedió a la URL <https://localhost/PIVision/Admin/> y luego en configuration para configurar la conexión con la base de datos y los servidores de activos y datos, verificando la conectividad.



Ilustración 80 URL para acceder a la configuración de PI Vision

Abrir SQL Server Configuration Manager para poder verificar si se están ejecutando todos los servicios.

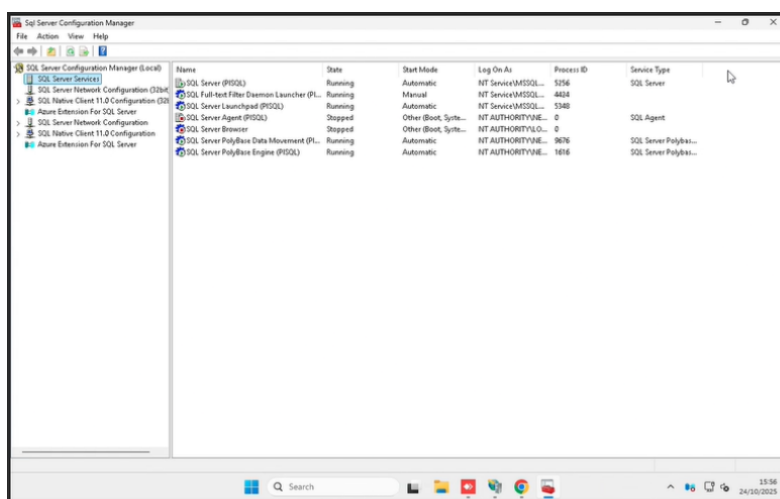


Ilustración 81 Servicios de SQL

Se regresó a la URL anterior, se accedió a SQL Server y la BD, después se guardaron todos los cambios.

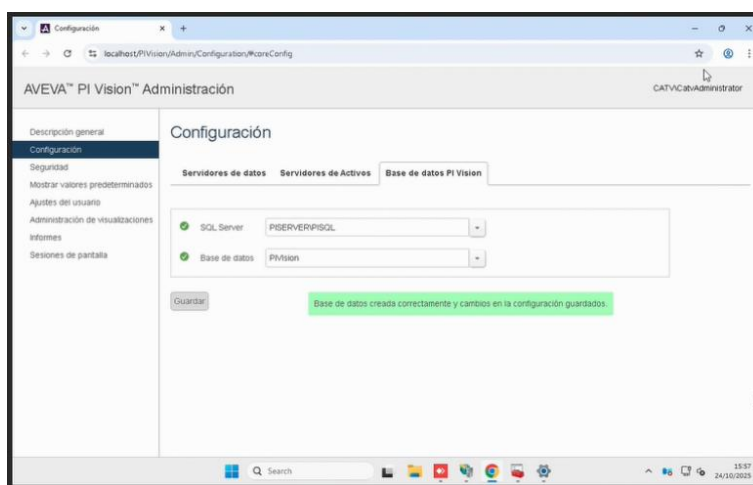


Ilustración 82 Configuración de PI Vision

En Servidores de Activos se dio clic en Probar conexión.

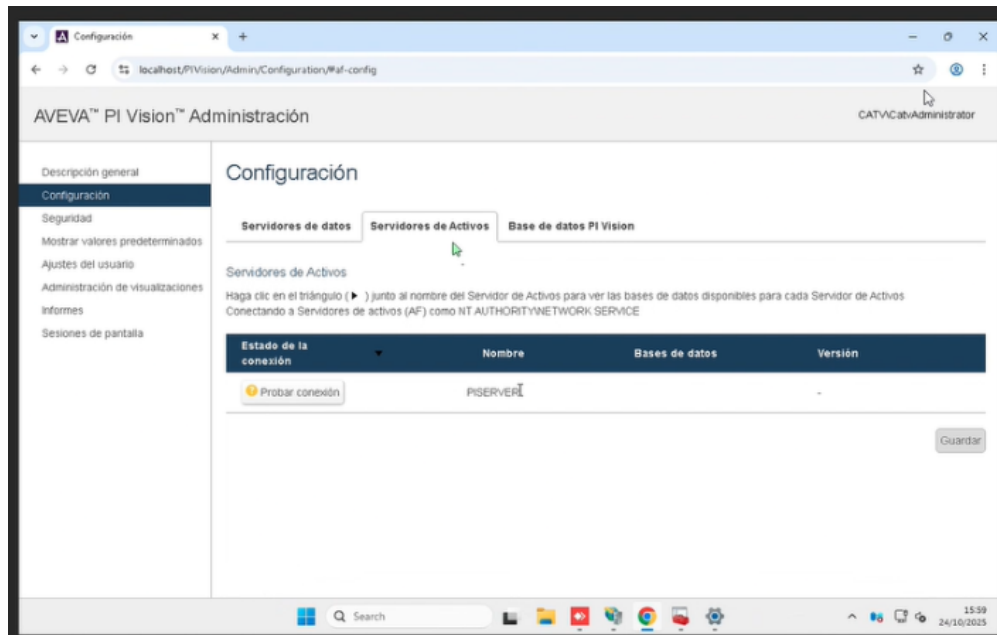


Ilustración 83 Se prueba la conexión

Comprobar si hay conexión, para después seleccionar la BD que se había hecho anteriormente y dar clic en guardar.

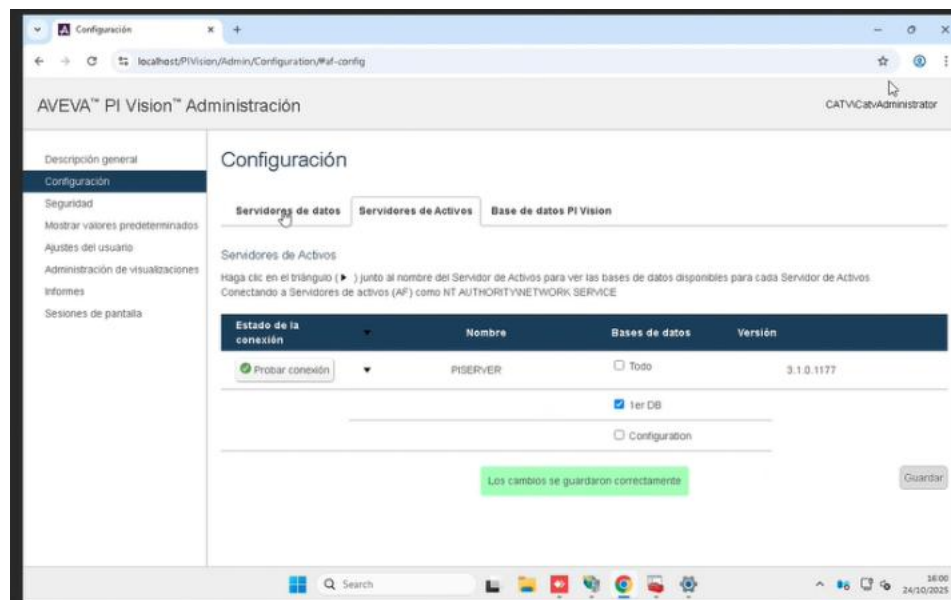


Ilustración 84 Se añadió una BD

Se seleccionó la casilla Permitido y se guardan los cambios.

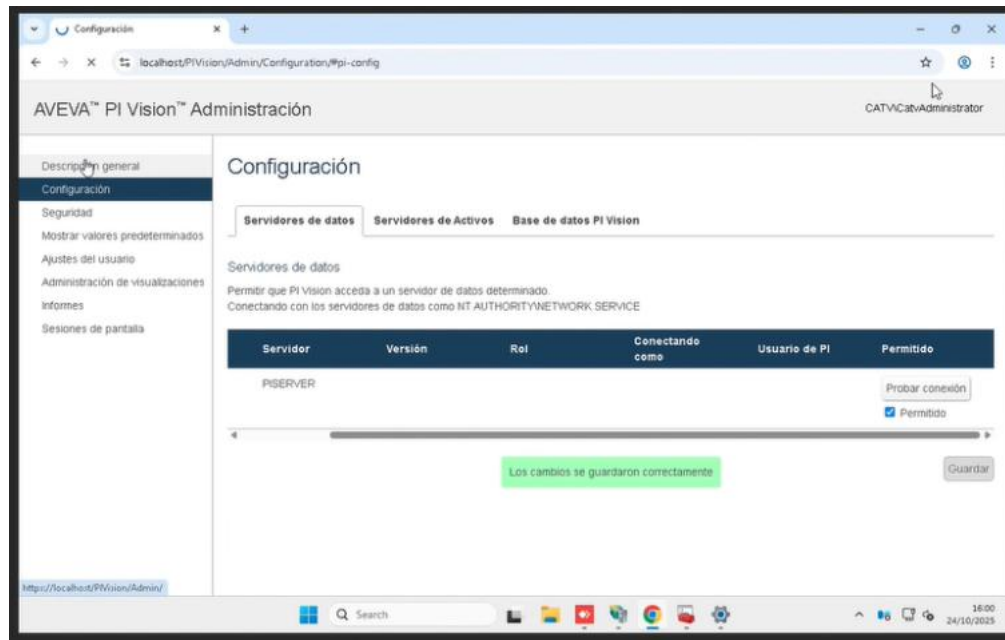


Ilustración 85 Cambios Guardados

Finalmente, en descripción general se muestran los cambios que se realizaron.

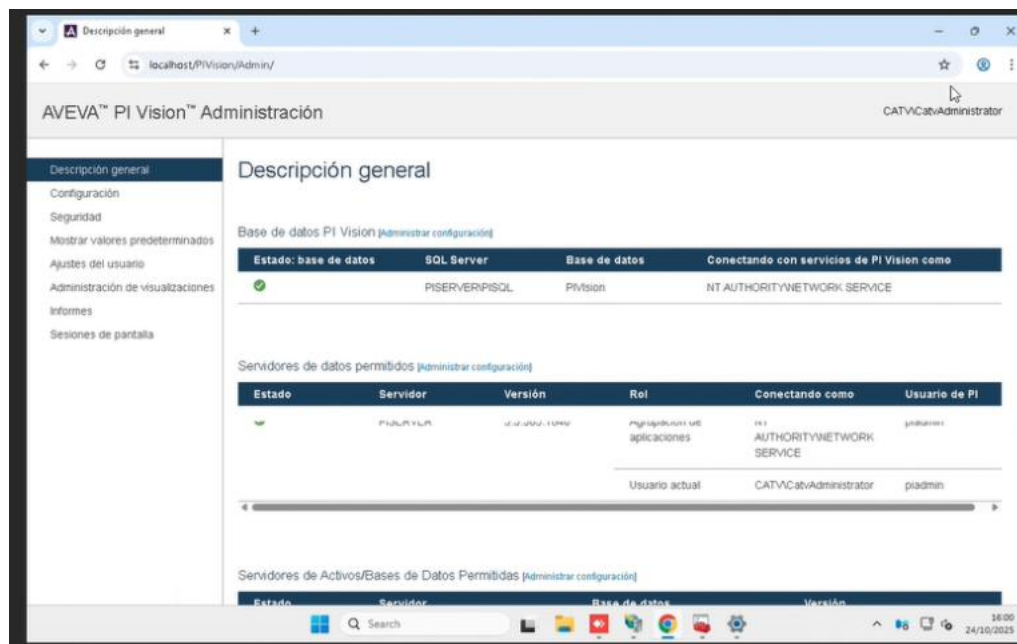


Ilustración 86 Verificar los cambios de la BD

3.2 PI Asset Framework

Para el inicio del proyecto, se analizó un archivo en Excel que contenía los requerimientos del cliente NOVA. A partir de esta información se definieron los Tags, elementos y estructuras necesarias.

ITEM MUNDO	VARIABLE	TAG	TIPO	USUARIO	TITULO DE MONITOREO	SUPERVISOR DE OPERACION	TIPO DE OPERACION	ESTADO DE VISUAL	GESTION CAMPO	GESTION NOVA	COMENTARIOS
225	Temperatura de reductor planetario #0-1	TTI_MMOL242_PV	FREELANCE	MOLINOS	*Cámbra de Control de Molinos	OSCAR RODRIGUEZ ANDRES PONCE OSMAN PALMA	ALEX AGUILAR	EXISTENTE	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Monitorar el delta de las temperatura con respecto a la 158 como entrada.
226	Temperatura de reductor planetario #0-2	TTI_MMOL242_PV	FREELANCE	MOLINOS	*Cámbra de Control de Molinos	OSCAR RODRIGUEZ ANDRES PONCE OSMAN PALMA	ALEX AGUILAR	EXISTENTE	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Monitorar el delta de las temperatura con respecto a la 157 como entrada.
227	Temperatura de reductor planetario #0-3	TTI_MMOL242_PV	FREELANCE	MOLINOS	*Cámbra de Control de Molinos	OSCAR RODRIGUEZ ANDRES PONCE OSMAN PALMA	ALEX AGUILAR	EXISTENTE	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Monitorar el delta de las temperatura con respecto a la 156 como entrada.
228	Temperatura de reductor planetario #0-4	TTI_MMOL242_PV	FREELANCE	MOLINOS	*Cámbra de Control de Molinos	OSCAR RODRIGUEZ ANDRES PONCE OSMAN PALMA	ALEX AGUILAR	EXISTENTE	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Monitorar el delta de las temperatura con respecto a la 155 como salida.
229	Temperatura de reductor planetario #0-5	TTI_MMOL242_PV	FREELANCE	MOLINOS	*Cámbra de Control de Molinos	OSCAR RODRIGUEZ ANDRES PONCE OSMAN PALMA	ALEX AGUILAR	EXISTENTE	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Monitorar el delta de las temperatura con respecto a la 154 como entrada.
230	Temperatura de reductor planetario #0-6	TTI_MMOL242_PV	FREELANCE	MOLINOS	*Cámbra de Control de Molinos	OSCAR RODRIGUEZ ANDRES PONCE OSMAN PALMA	ALEX AGUILAR	EXISTENTE	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Monitorar el delta de las temperatura con respecto a la 153 como salida.
231	Presión de bomba de lubricación de planetario #0	PTI_MMOL242_PV	FREELANCE	MOLINOS	*Cámbra de Control de Molinos	OSCAR RODRIGUEZ ANDRES PONCE OSMAN PALMA	ALEX AGUILAR	EXISTENTE	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Un análisis de tendencia con gráfico de control y generar alarma al salir y a futuro predecir comportamiento.
232	Presión de bomba de lubricación de planetario #0	PTI_MMOL242_PV	FREELANCE	MOLINOS	*Cámbra de Control de Molinos	OSCAR RODRIGUEZ ANDRES PONCE OSMAN PALMA	ALEX AGUILAR	EXISTENTE	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Un análisis de tendencia con gráfico de control y generar alarma al salir y a futuro predecir comportamiento.
233	Presión de bomba de lubricación de planetario #0	PTI_MMOL242_PV	FREELANCE	MOLINOS	*Cámbra de Control de Molinos	OSCAR RODRIGUEZ ANDRES PONCE OSMAN PALMA	ALEX AGUILAR	EXISTENTE	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Un análisis de tendencia con gráfico de control y generar alarma al salir y a futuro predecir comportamiento.
234	Presión de bomba de lubricación de planetario #0	PTI_MMOL242_PV	FREELANCE	MOLINOS	*Cámbra de Control de Molinos	OSCAR RODRIGUEZ ANDRES PONCE OSMAN PALMA	ALEX AGUILAR	EXISTENTE	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Un análisis de tendencia con gráfico de control y generar alarma al salir y a futuro predecir comportamiento.
235	Presión de reductor de alta del molino #0	PTI248_PV	FREELANCE	MOLINOS	*Cámbra de Control de Molinos	OSCAR RODRIGUEZ ANDRES PONCE OSMAN PALMA	ALEX AGUILAR	EXISTENTE	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Un análisis de tendencia con gráfico de control y generar alarma al salir y a futuro predecir comportamiento.
236	Presión de reductor de alta del molino #0	PTI248_PV	FREELANCE	MOLINOS	*Cámbra de Control de Molinos	OSCAR RODRIGUEZ ANDRES PONCE OSMAN PALMA	ALEX AGUILAR	EXISTENTE	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Un análisis de tendencia con gráfico de control y generar alarma al salir y a futuro predecir comportamiento.

Ilustración 87 Tags y requerimientos de Nova

Se desarrollaron las siguientes gestiones principales:

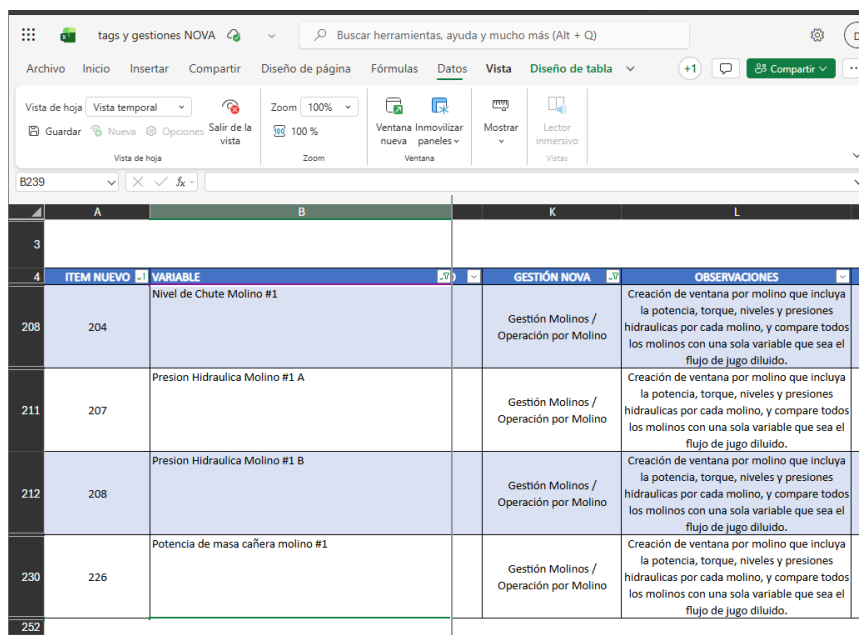
- **Gestión Molinos / Operación por Molino**
- **Gestión de Mantenimiento / Molinos**
- **Gestión Energética / Consumo de energía en bombas**

	A	B	C	D	E	F
1	Descripción Gestión	Campo o Nova	Prioridad			
2	Gestión Molinos / Operación por Molino	NOVA	B			
7	Gestión de Mantenimiento / Molinos	NOVA	B			
12	Gestión Energética / Consumo de energía en bombas	NOVA	B			
14	Gestion Energetica / Economizadores HPB	NOVA	B			
15	Gestión Energética / Eficiencia de Evaporadores	NOVA	B			
17	Gestion Energetica / Precalentadores ISGEC	NOVA	B			

Ilustración 88 Gestiones principales

3.2.1 Gestión Molino / Operación por Molino

Para comenzar es necesario consultar las observaciones del Excel del proyecto Nova que nos proporcionan, en esta gestión se puede visualizar que se debe realizar un PI Vision (el cual es con el fin de poder realizar una interfaz para que el cliente pueda comprender las alertas y datos de una manera más visual) un panel que contenga por cada uno de los molinos del 1 al 6 deberá incluir las variables de potencia, torque, niveles de chute y presiones hidráulicas y comparar todos los molinos con una sola variable que sea el flujo de jugo diluido.



ITEM NUEVO	VARIABLE	GESTIÓN NOVA	OBSERVACIONES
208	Nivel de Chute Molino #1	Gestión Molinos / Operación por Molino	Creación de ventana por molino que incluya la potencia, torque, niveles y presiones hidráulicas por cada molino, y compare todos los molinos con una sola variable que sea el flujo de jugo diluido.
211	Presion Hidraulica Molino #1 A	Gestión Molinos / Operación por Molino	Creación de ventana por molino que incluya la potencia, torque, niveles y presiones hidráulicas por cada molino, y compare todos los molinos con una sola variable que sea el flujo de jugo diluido.
212	Presion Hidraulica Molino #1 B	Gestión Molinos / Operación por Molino	Creación de ventana por molino que incluya la potencia, torque, niveles y presiones hidráulicas por cada molino, y compare todos los molinos con una sola variable que sea el flujo de jugo diluido.
230	Potencia de masa cañera molino #1	Gestión Molinos / Operación por Molino	Creación de ventana por molino que incluya la potencia, torque, niveles y presiones hidráulicas por cada molino, y compare todos los molinos con una sola variable que sea el flujo de jugo diluido.

Ilustración 89 Tags y requerimientos de Gestión Molino

Se crean los elementos correspondientes los cuales son Gestión Molinos / Operación por Molino y cada uno de los molinos del 1 al 6, por último, se debe colocar el Nivel Chute por separado ya que esta variable no se encuentra en todos los Molinos, únicamente en los Molinos 1,5 y 6.

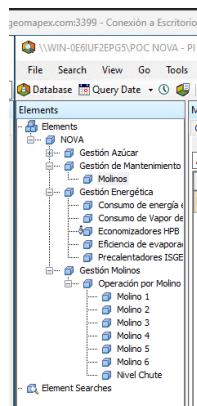


Ilustración 90 Estructura de Nova

Se continua, realizando los atributos (variables) en PI Assent Framework, aquí se coloca los que corresponden, en este caso todos sus atributos se repiten los cuales son Potencia, PotenciaMC, PresionH_A, PresionH_B y Torque, por lo que es posible generar una plantilla “Molino Template 1” en donde se encuentren estas variables y así poder reutilizarla para los demás molinos.

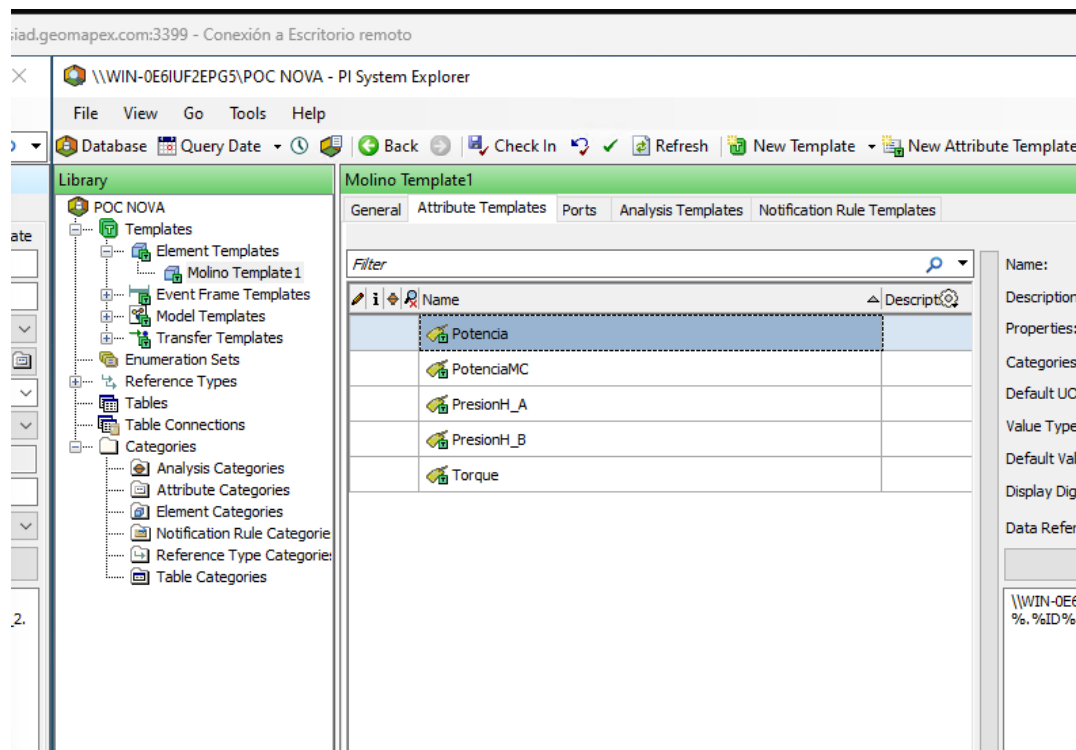


Ilustración 91 Template con los Tags necesarios para los Molinos

A continuación, se muestra el Nivel de Chute de los Molinos que tienen esa variable.

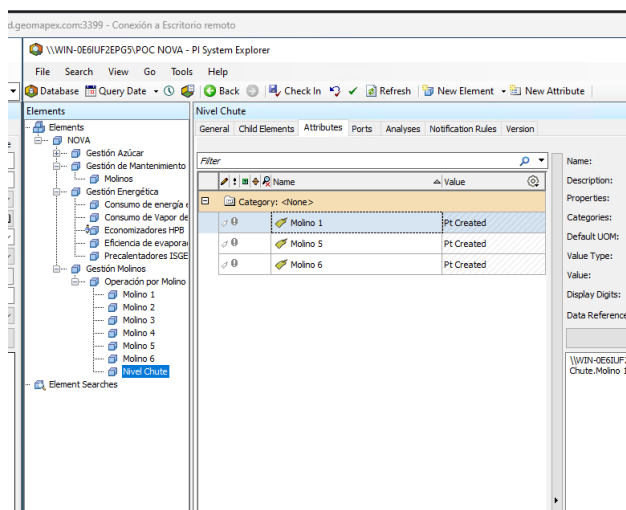
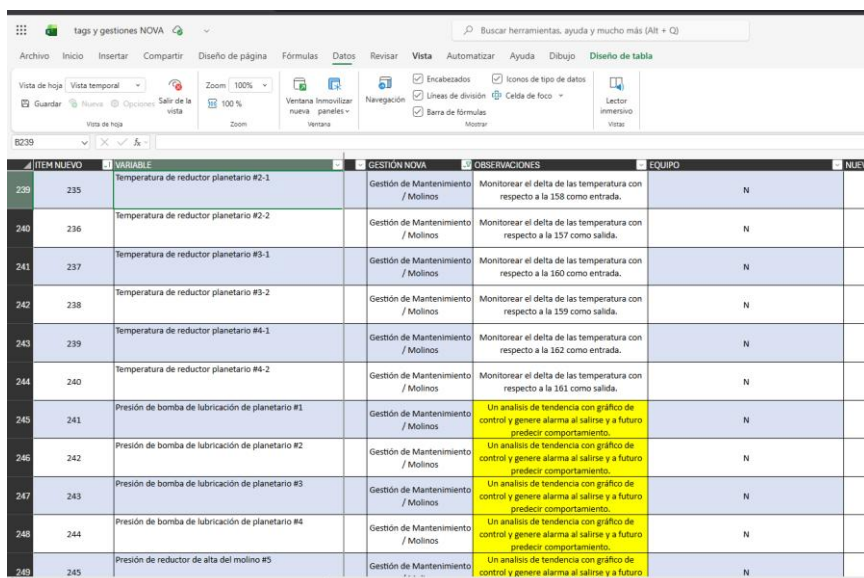


Ilustración 92 Tags para Nivel de Chute

3.2.2 Gestión de Mantenimiento / Molinos

Para esta gestión se realizó una fórmula para monitorear el delta (una diferencia) entre la temperatura con respecto al ITEM acorde a las necesidades de cada uno. Por otro lado, es necesario realizar un análisis de tendencia con gráfico en PI Vision en donde se genere una alarma al salirse de un rango determinado y predecir a futuro el comportamiento de los datos.



ITEM NUEVO	VARIABLE	GESTIÓN NOVA	OBSERVACIONES	EQUIPO	NUEVA
239	235	Temperatura de reductor planetario #2-1	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Monitorear el delta de las temperatura con respecto a la 158 como entrada.	N
240	236	Temperatura de reductor planetario #2-2	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Monitorear el delta de las temperatura con respecto a la 157 como salida.	N
241	237	Temperatura de reductor planetario #3-1	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Monitorear el delta de las temperatura con respecto a la 160 como entrada.	N
242	238	Temperatura de reductor planetario #3-2	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Monitorear el delta de las temperatura con respecto a la 159 como salida.	N
243	239	Temperatura de reductor planetario #4-1	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Monitorear el delta de las temperatura con respecto a la 162 como entrada.	N
244	240	Temperatura de reductor planetario #4-2	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Monitorear el delta de las temperatura con respecto a la 161 como salida.	N
245	241	Presión de bomba de lubricación de planetario #1	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Un analisis de tendencia con gráfico de control y genere alarma al salirse y a futuro predecir comportamiento.	N
246	242	Presión de bomba de lubricación de planetario #2	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Un analisis de tendencia con gráfico de control y genere alarma al salirse y a futuro predecir comportamiento.	N
247	243	Presión de bomba de lubricación de planetario #3	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Un analisis de tendencia con gráfico de control y genere alarma al salirse y a futuro predecir comportamiento.	N
248	244	Presión de bomba de lubricación de planetario #4	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Un analisis de tendencia con gráfico de control y genere alarma al salirse y a futuro predecir comportamiento.	N
249	245	Presión de reductor de alta del molino #5	Gestión de Mantenimiento / Molinos	Un analisis de tendencia con gráfico de control y genere alarma al salirse y a futuro predecir comportamiento.	N

Ilustración 93 Tags y requerimientos de la Gestión de Mantenimiento

Para esto es necesario crear los elementos “Gestión de Mantenimiento” y dentro de este un elemento hijo llamado Molinos.

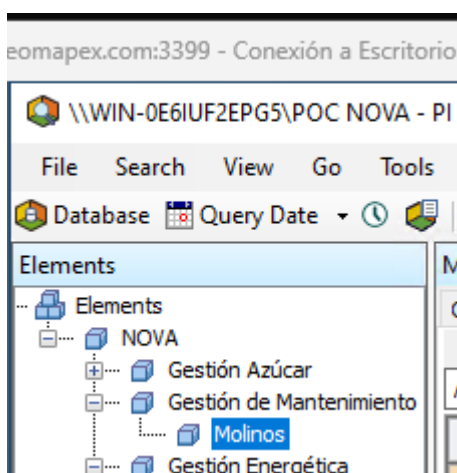


Ilustración 94 Elemento Hijo de Gestión de Mantenimiento

Para poder realizar la fórmula de Delta de temperaturas en PI AF (Assent Framework) se creó un Atributo llamado Delta Temperatura 1-2.

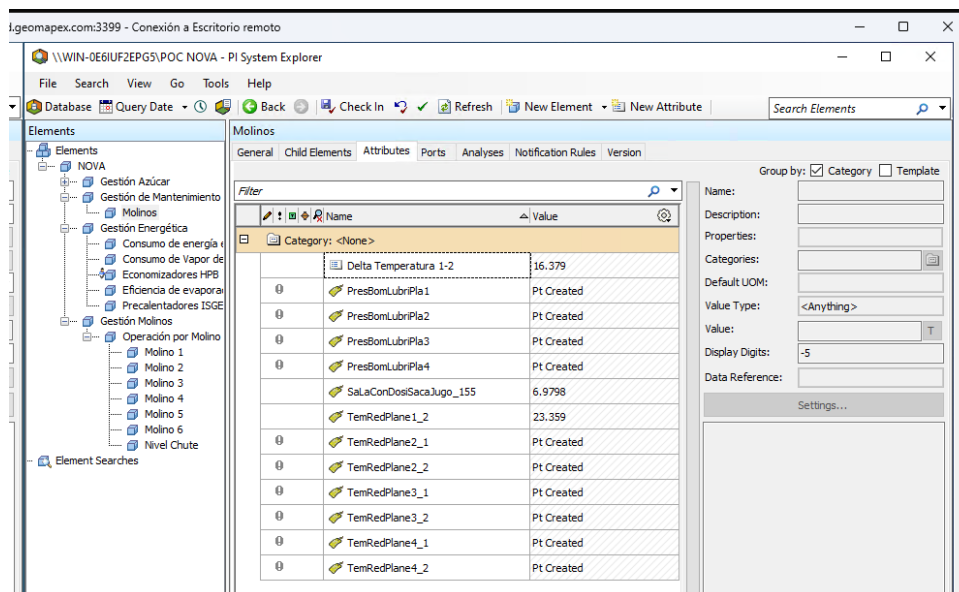
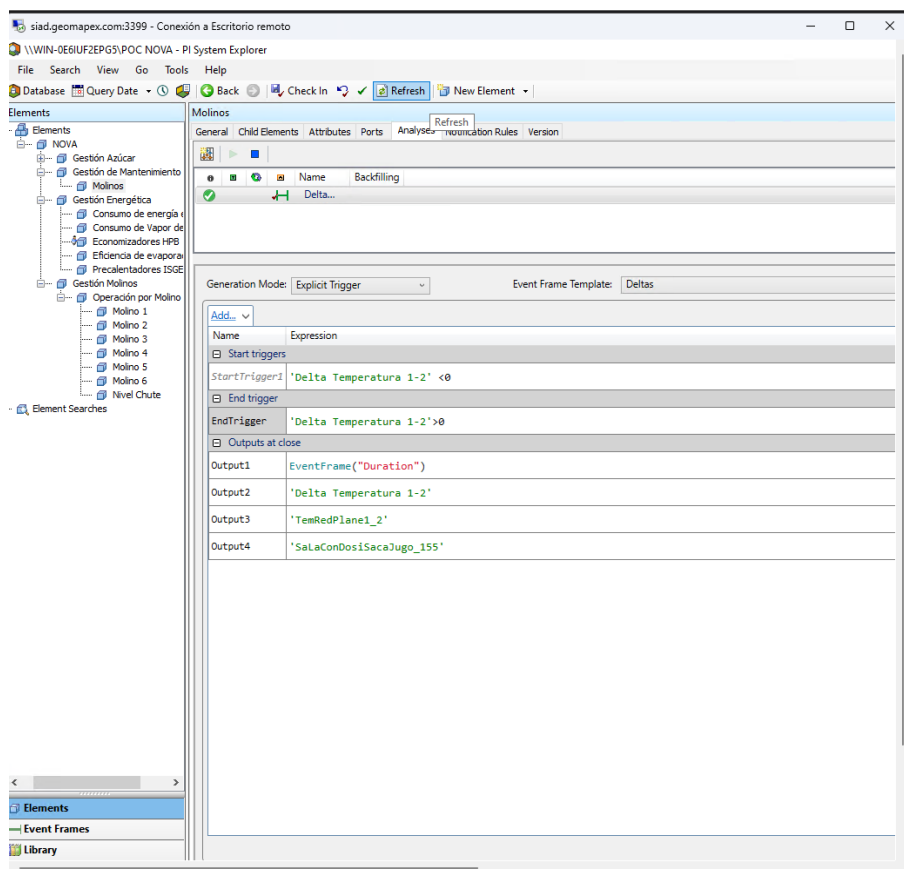


Ilustración 95 Atributo para la fórmula Delta



3.2.3 Gestión Energética / Configuración de setpoints energía

Para esta gestión se logró contabilizar un total de 23 Tags, de determinó esto debido a un documento de Excel en donde se mostraban los requerimientos para este proyecto, en donde se especificaban todos los detalles necesarios para la creación de este proyecto.

Set Point-Process-Tagger-Setpoint-Table											
ITEM	VARIABLE	TAG	PLC	ORIGEN	ESTACION DE MONITOREO	ESTATUS DE VARIABLES	GESTION	GESTION NOVA	OBSERVACIONES	TAG PI SET	Nombre Atributos PI AF
76	SET POINT DE CONTROL DE TEMPERATURA DE SALIDA DE CALDERA ISGEC	TIC308.ASP	FREELANCE	ENERGIA	• Sala de control Calderas. (pendiente definir)	EXISTENTE	Gestion Energetica / Configuración de setpoints energía	En nova se va a analizar en el seguimiento de los set points de energía.	ENERGIA.ABB.TIC308.ASP	Set Point Contr Temp Salida Caldera ISGEC	
77	SALIDA DE LAZO DE CONTROL DE TEMPERATURA DE SALIDA DE CALDERA ISGEC	TIC308.DV	FREELANCE	ENERGIA	• Sala de control Calderas. (pendiente definir)	EXISTENTE	Gestion Energetica / Configuración de setpoints energía	En nova se va a analizar en el seguimiento de los set points de energía.	ENERGIA.ABB.TIC308.DV	Salida de Lazo Contr Temp Salida Caldera ISGEC	
79	SET POINT DE LAZO DE CONTROL DE PRESION DE HOGAR CALDERA ISGEC	PIC4348.ASP	FREELANCE	ENERGIA	• Sala de control Calderas. (pendiente definir)	EXISTENTE	Gestion Energetica / Configuración de setpoints energía	En nova se va a analizar en el seguimiento de los set points de energía.	ENERGIA.ABB.PIC4348.ASP	Set Point Contr Temp Salida Caldera ISGEC	
80	SALIDA DE LAZO DE CONTROL DE PRESION DE HOGAR CALDERA ISGEC (VENTILADOR INCLUIDO)	PIC4348.DV	FREELANCE	ENERGIA	• Sala de control Calderas. (pendiente definir)	EXISTENTE	Gestion Energetica / Configuración de setpoints energía	En nova se va a analizar en el seguimiento de los set points de energía.	ENERGIA.ABB.PIC4348.DV	Salida Lazo Contr Presion Hogar Caldera ISGEC (ventilador incluido)	
	SET POINT DE LAZO DE CONTROL DE FLUJO DE VAPOR AIRE SECUNDARIO						Gestion Energetica / Configuración de setpoints energía	En nova se va a analizar en el seguimiento de los set points de energía.		Set Point Lazo Contr	
Socia Software		Cond Software									

Ilustración 96 Excel de Tags y Requerimientos de la Gestión Energética

En PI AF se generó una tabla para poder almacenar datos requeridos para la clasificación, ubicación, entre otros parámetros para poder crear más adelante el tablero de PI Vision.

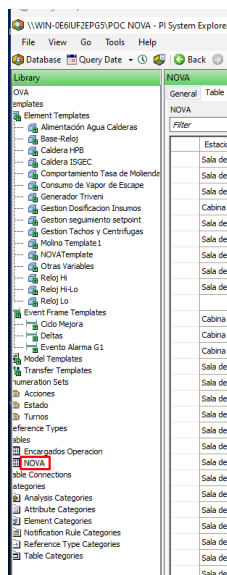


Ilustración 97 Tabla NOVA

Tabla NOVA más a detalle, entre sus columnas se encuentra la Estación de Monitoreo donde se encuentra el tag, Origen es de donde proviene el dato crudo que se recibe desde el PLC, Variable el nombre completo que se encuentra en el Excel de tags, Tag columna especialmente para la nomenclatura de tags, Hi y Lo son parámetros para poder monitorear el rango permitido de las máquinas.

Origen	Variable	Tag	Hi	Lo
Estacion Monitoreo				
Cabina de Control de Molino.	MOLINOS	Set Point Lazo Contr Flujo Salida TAI	80	0
Cabina de Control de Molino.	MOLINOS	Salida Lazo Contr Flujo Salida TAI	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Set Point Contr Temp Salida Caldera ISGEC	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Salida Lazo Contr Temp Salida Caldera ISGEC	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Set Point Lazo Contr Presion Hogar Caldera ISGEC	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Salida Lazo Contr Presion Hogar Caldera ISGEC (Ventilador Inducido)	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Set Point Lazo Contr Flujo Damper Aire Second Caldera ISGEC	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Salida Lazo Contr Flujo Damper Aire Second Caldera ISGEC	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Set Point Presion Bombas Aliment Caldera ISGEC	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Salida Presion Bombas Aliment Caldera ISGEC	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Set Point Presion Vapor Sellos Turbina Triveni	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Salida Presion Vapor Sellos Turbina Triveni	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Set Point Lazo Contr Temp Vapor Escape	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Salida Lazo Contr Temp Vapor Escape	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Set Point Temp Salida Vapor Caldera HPB	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Salida Lazo Contr Temp Salida Vapor Caldera HPB	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Set Point Lazo Contr Presion Vapor Caldera HPB	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Salida Lazo Contr Presion Vapor Caldera HPB	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Set Point Lazo Contr Presion Bomba Aliment Caldera HPB	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Salida Lazo Contr Presion Bomba Aliment Caldera HPB	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Set Point Lazo Contr Presion Damper Sobrefuego Caldera HPB	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Salida Lazo Contr Presion Damper Sobrefuego Caldera HPB	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Set Point Lazo Presion Damper Sobrefuego Caldera HPB	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Salida Lazo Presion Damper Sobrefuego Caldera HPB	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	Consigna Apertura Actuador Baja Presion Turbina Triveni	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	T-Gases Ent Eco 1 Caldera HPB	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	T-Gases Sal Eco 1 Caldera HPB	80	0
Sala de Control Calderas (pendiente definir)	ENERGIA	T-Gases Ent Eco 2 Caldera HPB	80	0

Ilustración 98 Tabla completa de los Tags de NOVA

Se creó una Template para los Tags de esta Gestión.

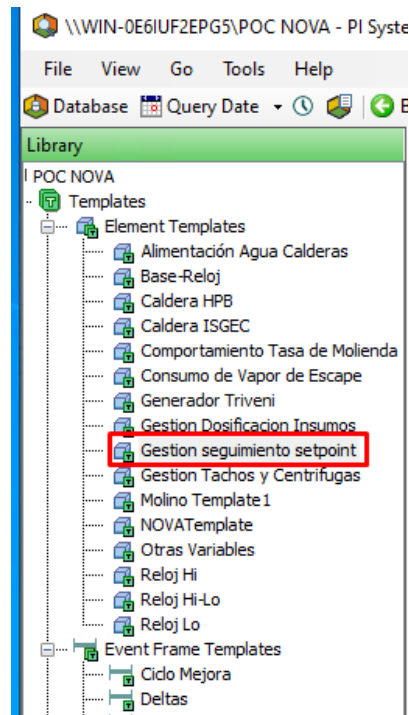


Ilustración 99 Template Gestión seguimiento setpoint

Se realizó una BD distinta conjuntando la simulación de datos de cada tag, esta información no se retomará para la transferencia del proyecto a los servidores provenientes de NOVA.

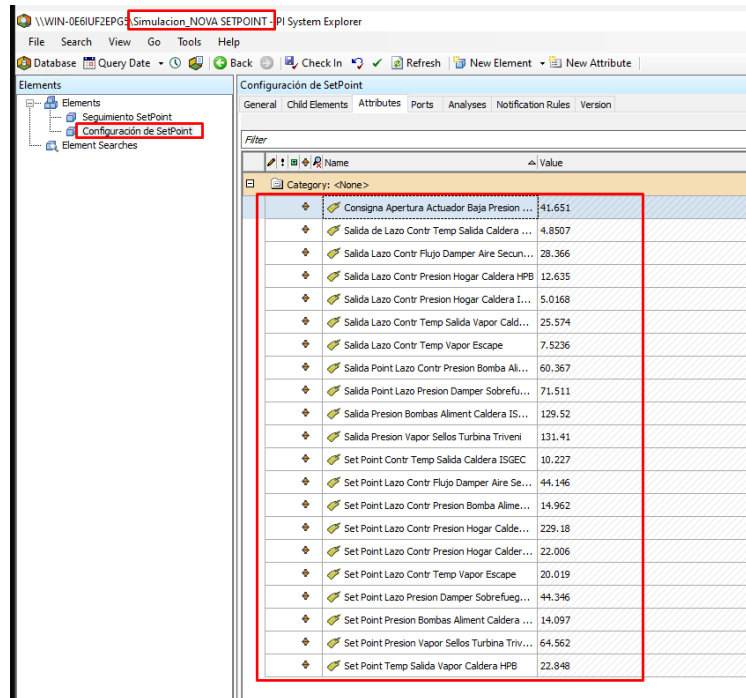


Ilustración 100 Simulación de datos

En la BD simulación de datos, para realizarlo es necesario crear un Analysis para cada Tag que se quiera simular, otorgándole un número random.

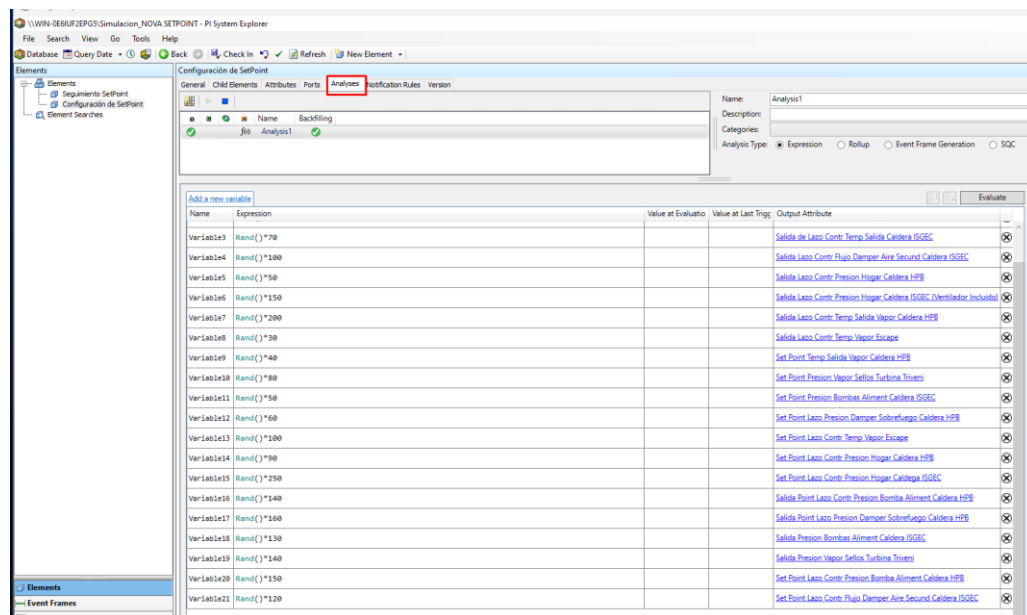


Ilustración 101 Análisis de la simulación de datos

3.3 PI Vision

Para la sección de PI Vision para esta prueba de concepto se realizó una propuesta de vistas o mejor conocido en este sector como tableros de visualización, para este proyecto NOVA, las cuales abarcaron el menú, las secciones de cada gestión y reportes. A continuación, se muestra el resultado del menú.

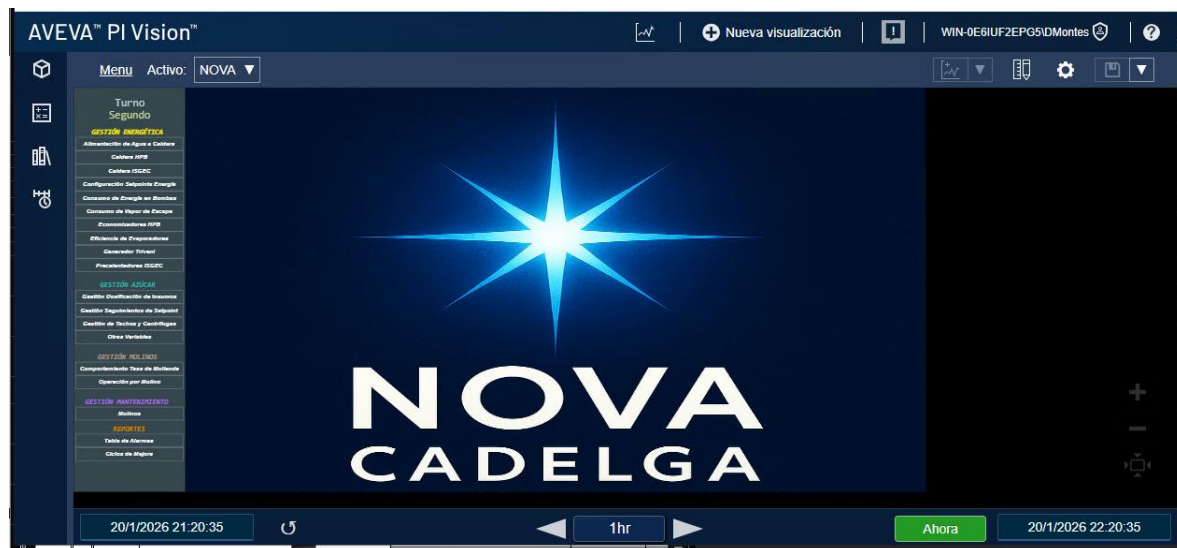


Ilustración 102 Menú PI Vision

Por otro lado, se realizó el tablero de gestión energética, conjuntando gráficas, indicadores radiales, entre otros elementos, para que el cliente pueda visualizar la información de su industria en solo lugar, viendo en tiempo real los datos y alarmas.

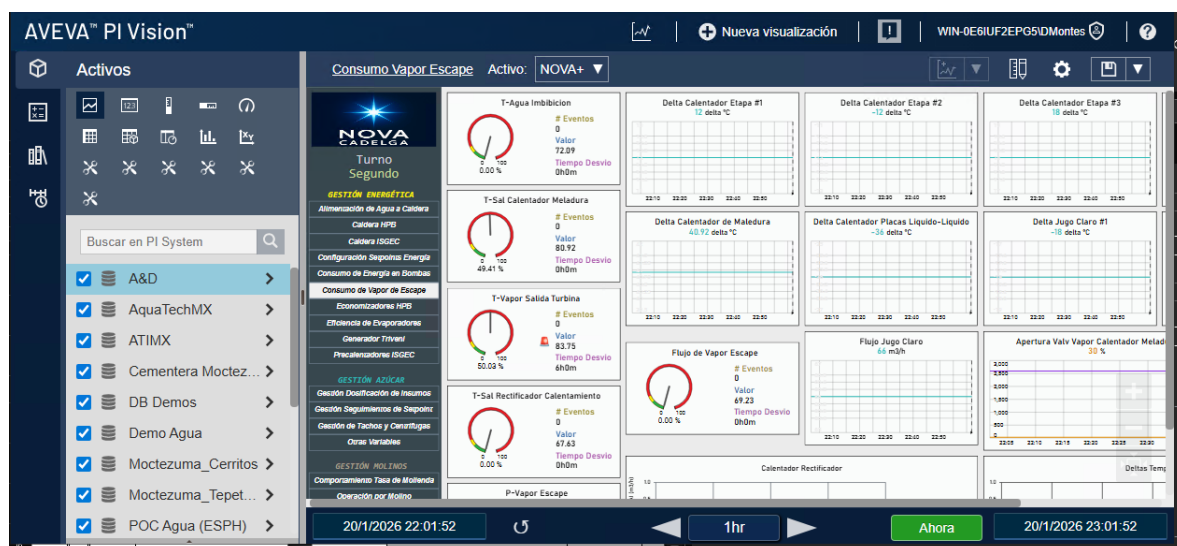


Ilustración 103 Tablero Gestión Energética

Para poder realizar cada uno de los tableros era posible colocar gráficas, tablas, entre otros, y posteriormente arrastrando el dato deseado de la BD que se encuentra debajo de estos elementos como se muestra en la imagen.

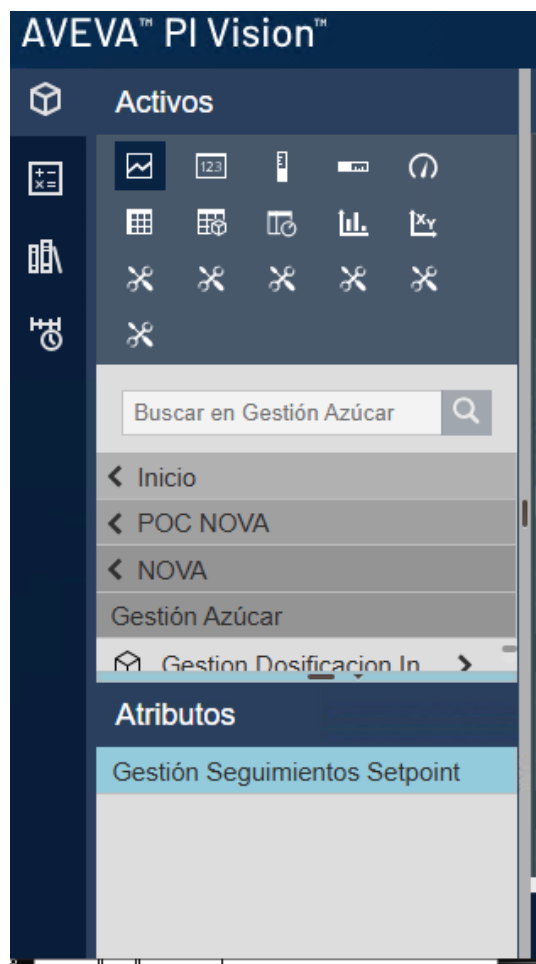


Ilustración 104 Activos de PI Vision

De forma similar se encuentra en la parte de arriba algunas herramientas importantes como lo son eliminar, copiar, pegar, deshacer, imagen, texto, figuras, seleccionar entre otros.

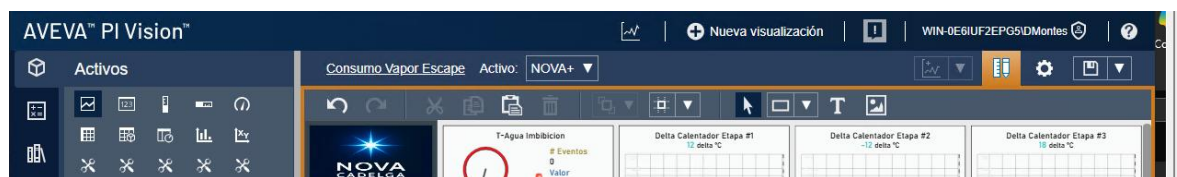


Ilustración 105 Herramientas de Edición

Para realizar las alarmas se colocó una imagen y al dar clic derecho a esta y seleccionar la opción de multi estado se muestra la siguiente pantalla, en donde es posible configurarlo si nada más aparezca y parpadee la imagen cuando hay un dato erróneo.

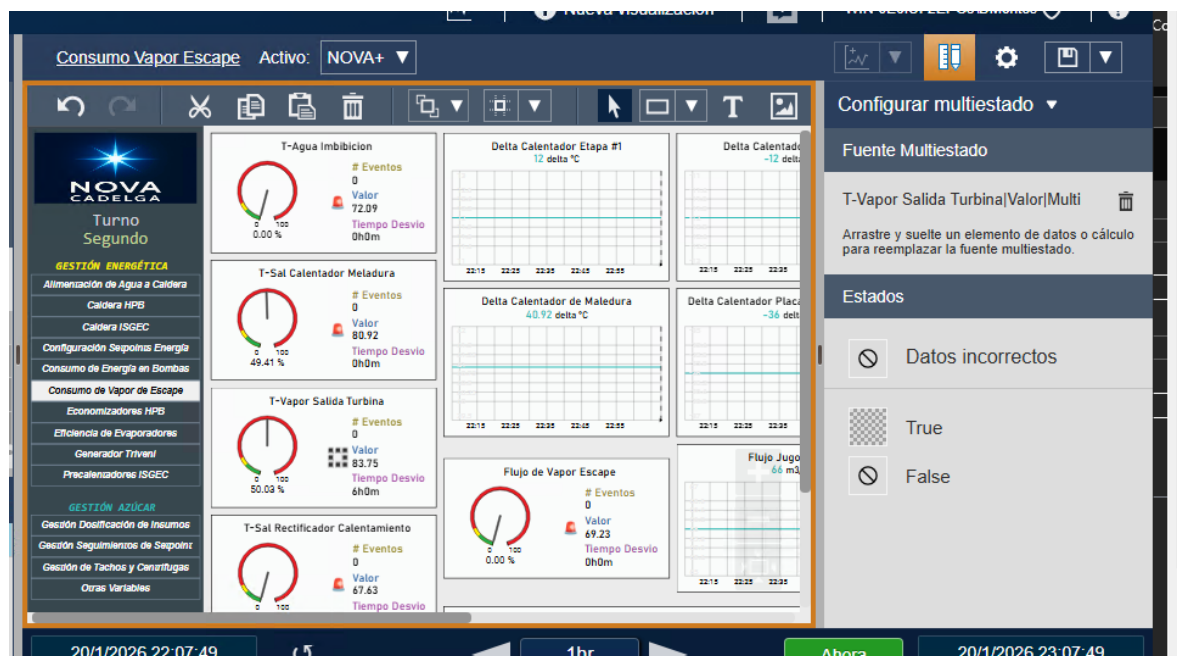


Ilustración 106 Multi estado Pi Vision

Para poder mostrar los event frame se colocó una tabla y configuró para poder visualizar las columnas necesarias.

AVEVA™ PI Vision™

Test Event

Nombre del evento	Activo	AverialID	Causa	SupervisorID	OperadorID	Unidad	Accion	Duracion	MaquinaID	Confirmación
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Molino Cemento 4 Tot		No hay datos		No hay datos	No hay datos				No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Envasadora 3		No hay datos		No hay datos	No hay datos				No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Trituradora Hazemag		No hay datos		No hay datos	No hay datos				No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Molino Pet Coke		No hay datos		No hay datos	No hay datos				No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Envasadora 4		No hay datos		No hay datos	No hay datos				No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Molino Crudo 1		No hay datos		No hay datos	No hay datos				No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Trituradora Williams		No hay datos		No hay datos	No hay datos				No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Homo1		No hay datos		No hay datos	No hay datos				No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Homo 2		No hay datos		No hay datos	No hay datos				No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Trituradora Hazemag 2		No hay datos		No hay datos	No hay datos				No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Molino Cemento 4 Tot		No hay datos		No hay datos	No hay datos	Molino Ceme		00:10:00	No hay dato	Confirmar

Ilustración 107 Tabla de Event Frame

3.4 Migración PI Virtual-PI Siad

Se inició en la máquina virtual “WIN-CSB8NCULHNT” (Aquí es donde se encuentra el proyecto Agua Quito completo) donde exportaremos el proyecto en PI AF (PI Assent Framework), para ello se abre la base de datos requerida (Agua Quito), se da clic derecho y se da en export to file...

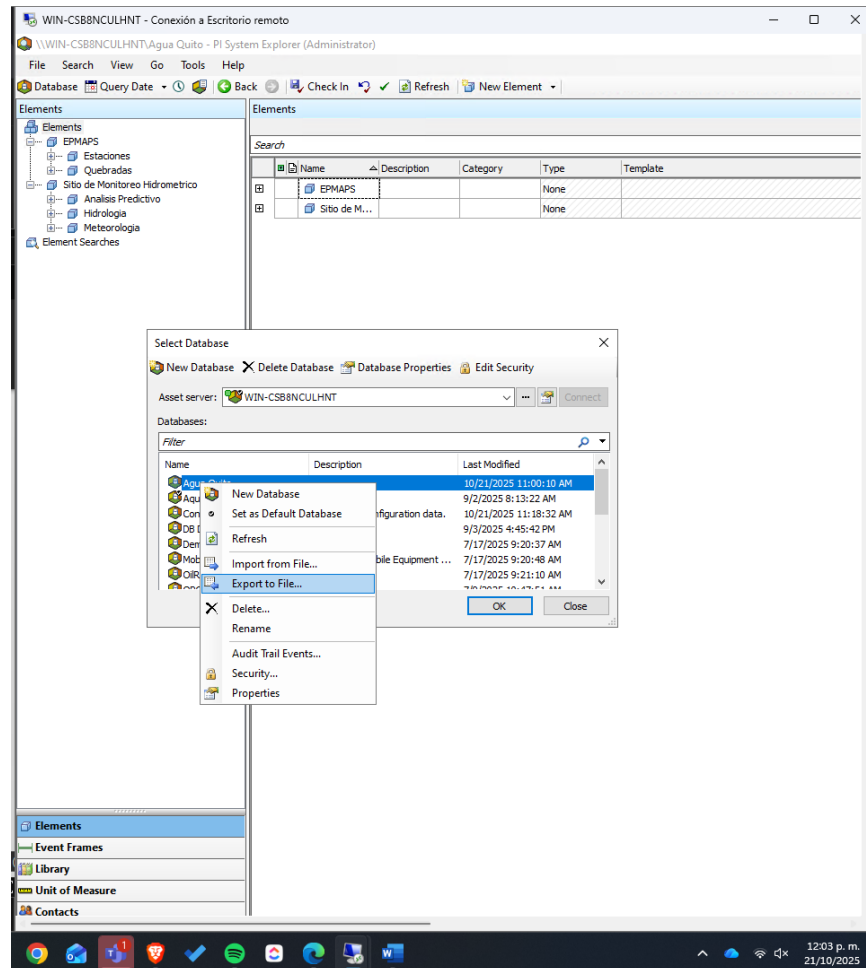


Ilustración 108 Exportar la BD de PI AF

Se exporta todo menos “Library Objects Only” debido a que no es necesario exportar plantillas.

- Include All Referenced Objects: Exporta los templates, categories, units of measure, etc., que la base usa.
- Include Default Values: Mantiene los valores por defecto de los atributos y elementos.
- Include Unique IDs: Conserva los identificadores únicos (útil si se va a restaurar la base tal cual en otro PI AF).
- Simplify Configuration Strings: Limpia rutas largas o referencias complicadas para facilitar la importación.

- Include Security Settings Se marca si se tiene usuarios/roles personalizados y quieres conservarlos.
- Library Objects Only: (Se dejó sin marcar) ya que solo es en el caso que quieras exportar plantillas, no toda la BD.

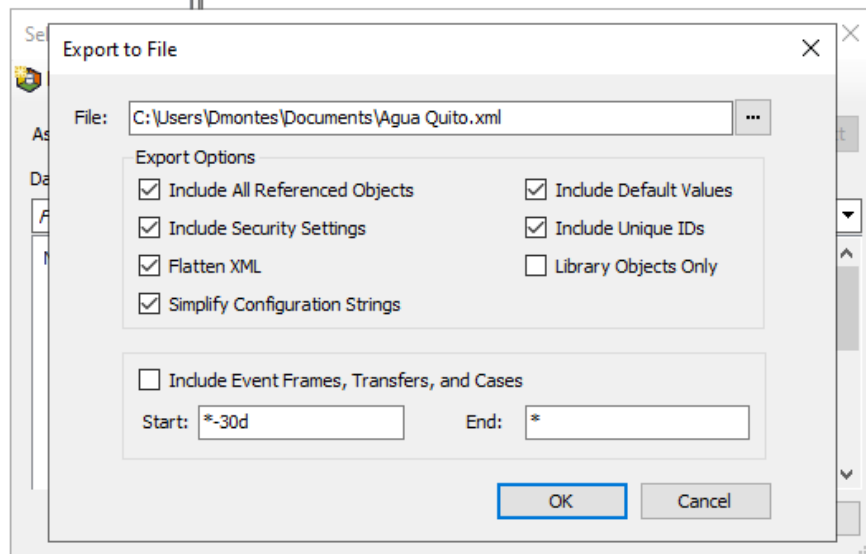


Ilustración 109 Selección de lo que contendrá la exportación

Se realizó exitosamente.

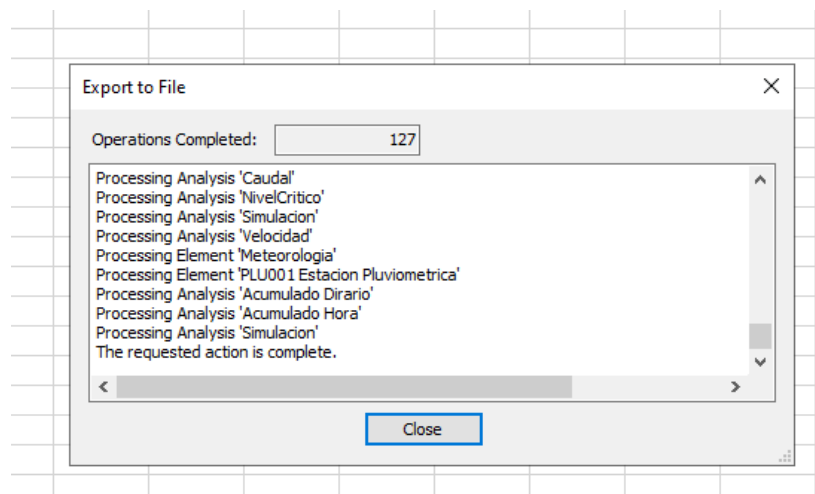


Ilustración 110 Proceso de exportación finalizó correctamente

En documentos se encontrará el archivo “Agua Quito.xml” que se encuentra en la máquina virtual WIN-CSB8NCULHNT, luego lo que se realizará es copiar y pegar en la máquina virtual Siad.

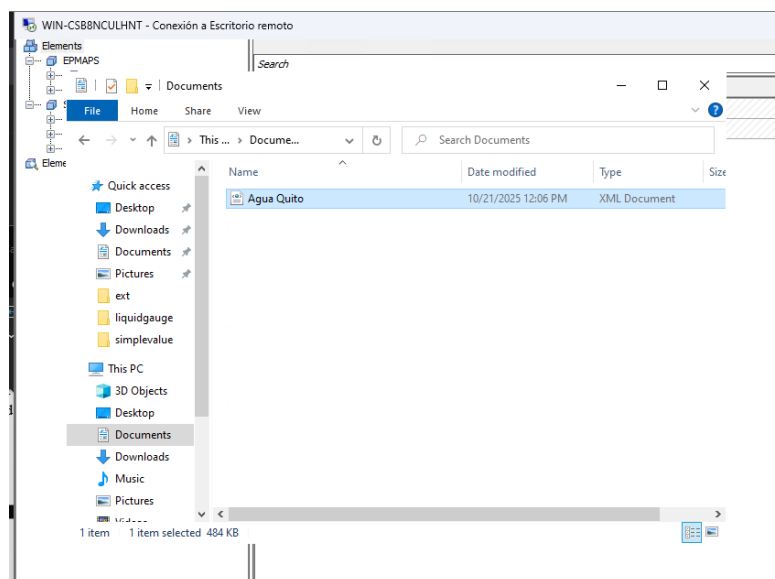


Ilustración 111 Archivo generado al exportar el proyecto

Ahora se abrirá el PI AF (Assent Framework) en la máquina virtual Siad para crear una nueva Base de datos.

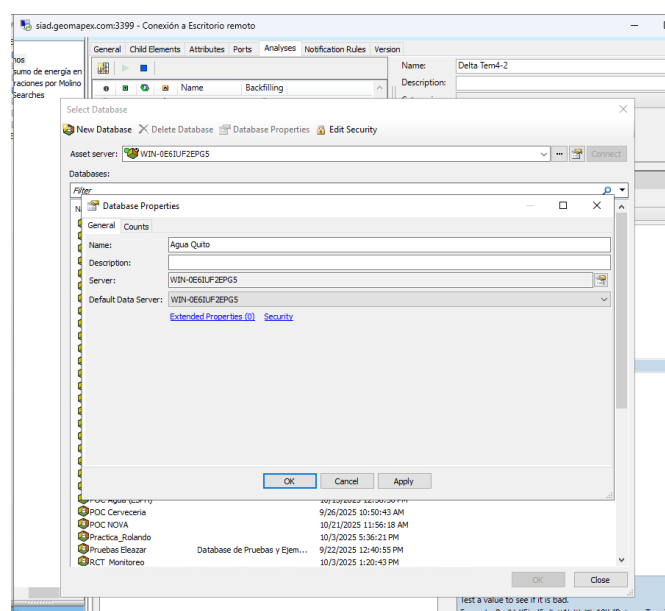


Ilustración 112 Crear una BD en PI AF del servidor Destino

Posterior a eso en New Database es posible encontrar la BD “Agua Quito” se da clic derecho y dar “import from File” para poder importar Agua Quito en la máquina virtual Siad.

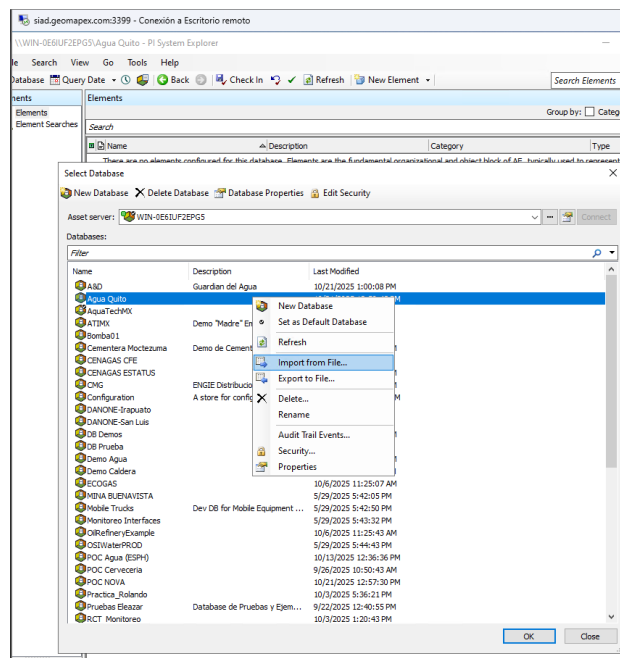


Ilustración 113 Importar la BD al servidor Destino

Se selecciona todo excepto Create or Update PI Points ya que no es necesario crear o actualizar tags ya que se va a crear desde cero la BD, mientras que se debe seleccionar lo demás ya que:

- Allow Create: Permite crear nuevos elementos si no existen en el AF destino.
- Allow Update: Permite actualizar los elementos existentes (si ya hay una BD con el mismo nombre o partes similares).
- Automatic Check In: Guarda automáticamente los cambios al importar.
- Preserve Unique IDs: Mantiene los identificadores originales (ideal si estás migrando desde otro servidor o haciendo respaldo).
- Disable New Analyses and Notifications: Recomendado para evitar que los análisis arranquen automáticamente al importar.

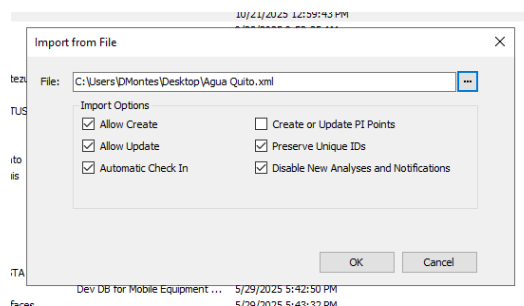


Ilustración 114 Proceso de importar el archivo

Se completó correctamente.

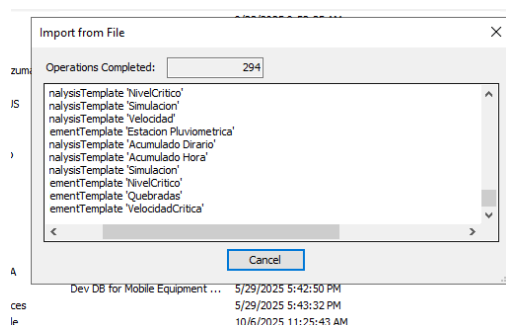


Ilustración 115 Proceso completado

Este es el resultado al exportar correctamente el proyecto en PI AF de una máquina virtual a otra.

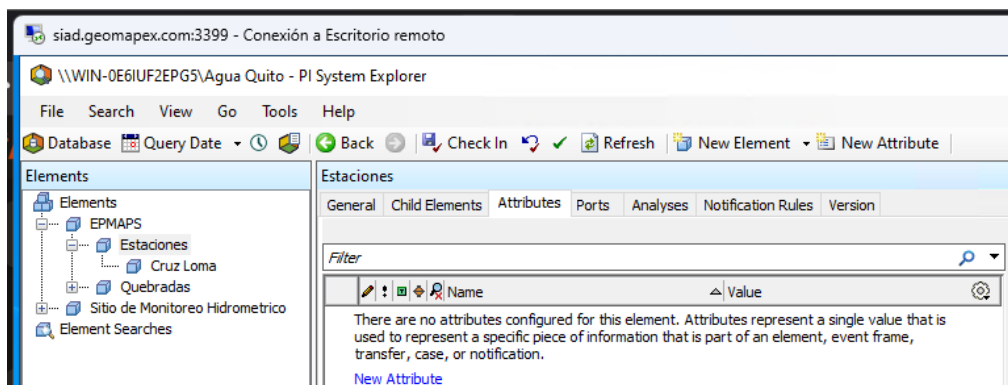


Ilustración 116 Exportación correcta del proyecto

3.4.1 Exportar Tags de Agua Quito

Para ello es necesario crear un documento en Excel para buscar todos los Tags de Agua Quito en la máquina virtual “WIN-CSB8NNCULHNT”. Primero se debe conectar la BD para recopilar los datos, al igual que el servidor.

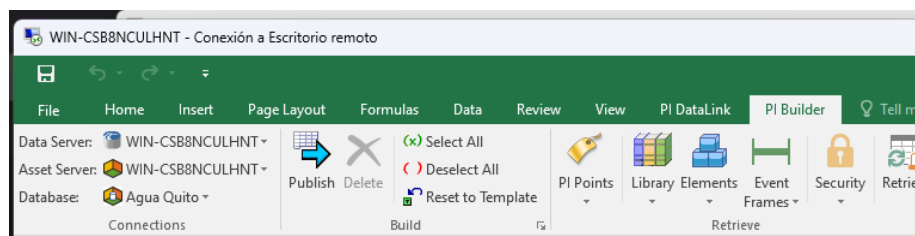


Ilustración 117 Pestaña PI Builder en Excel

En la pestaña PI Builder se buscarán todos los Tags de Agua Quito, damos clic en PI Points y luego en Find PI Points...

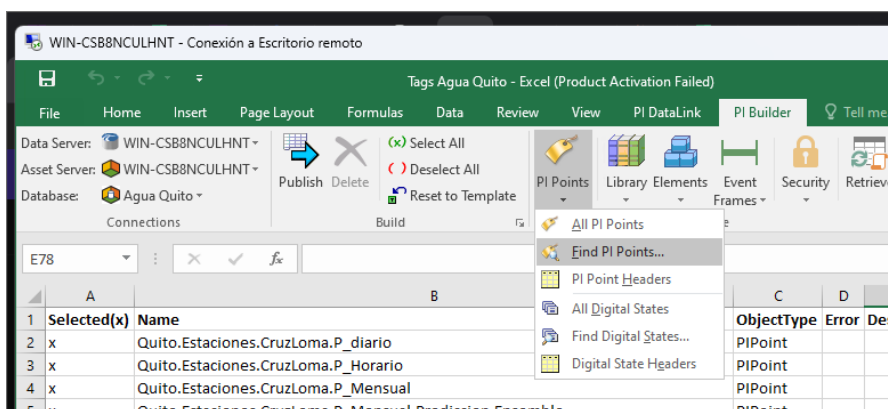


Ilustración 118 Buscar Points

Para buscar los tags se coloca un * (asterisco) con el fin de buscar todos los Tags del proyecto, luego se da clic en ok para poder recolectar los tags en el Excel.

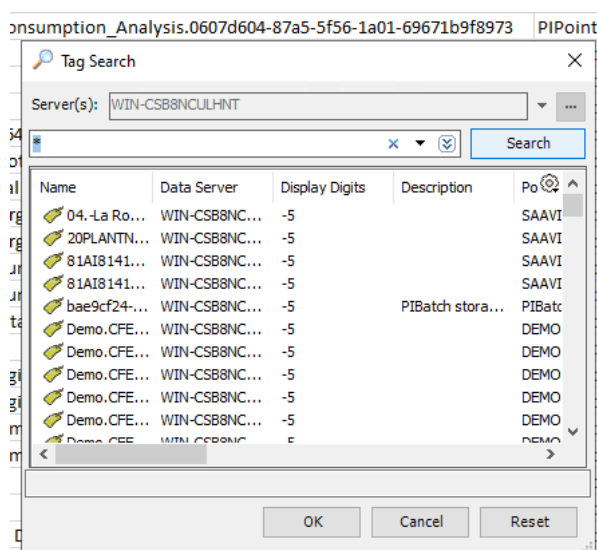


Ilustración 119 Busqueda de todos los tags

Ahora que ya se tienen todos los Tags se guarda con el nombre de “Tags Agua Quito”, se mueve ese archivo a la otra máquina virtual Siad.

The screenshot shows a remote desktop window titled 'WIN-CSBNCULHNT - Conexión a Escritorio remoto'. The active application is a spreadsheet with the following data:

Selected(x)	Name	ObjectType	Error	Description	digit
x	Quito.Estaciones.CruzLoma.P_diario	PIPoint			
x	Quito.Estaciones.CruzLoma.P_Horario	PIPoint			
x	Quito.Estaciones.CruzLoma.P_Mensual	PIPoint			
x	Quito.Estaciones.CruzLoma.P_Mensual.Prediccion.Ensemble	PIPoint			
x	Quito.Estaciones.CruzLoma.P_Mensual.Prediccion.EnsembleX	PIPoint			
x	Quito.Estaciones.CruzLoma.P_Mensual.Prediccion.XGBOOST	PIPoint			
x	Quito.Estaciones.CruzLoma.P_Mensual.Prediccion_Lower.Ensemble	PIPoint			
x	Quito.Estaciones.CruzLoma.P_Mensual.Prediccion_Lower.EnsembleX	PIPoint			
x	Quito.Estaciones.CruzLoma.P_Mensual.Prediccion_Lower.XGBOOST	PIPoint			
x	Quito.Estaciones.CruzLoma.P_Mensual.Prediccion_Upper.Ensemble	PIPoint			
x	Quito.Estaciones.CruzLoma.P_Mensual.Prediccion_Upper.EnsembleX	PIPoint			
x	Quito.Estaciones.CruzLoma.P_Mensual.Prediccion_Upper.XGBOOST	PIPoint			
x	Quito.EstacionEstaciones.CruzLoma.AcumuladoDiario	PIPoint			
x	Quito.EstacionEstaciones.CruzLoma.AcumuladoHorario	PIPoint			
x	Quito.EstacionEstaciones.CruzLoma.Intensidad	PIPoint			
x	Quito.EstacionEstaciones.CruzLoma.Precipitacion	PIPoint			
x	Quito.EstacionEstaciones.CruzLoma.UltimaCalibracion	PIPoint			
x	Quito.EstacionHidrologia.HID001AguaArriba.Caudal	PIPoint			
x	Quito.EstacionHidrologia.HID001AguaArriba.Caudal.Prediccion	PIPoint		Predicción de caudal ML	
x	Quito.EstacionHidrologia.HID001AguaArriba.Caudal.Prediccion.Lower	PIPoint		Predicción de caudal ML	
x	Quito.EstacionHidrologia.HID001AguaArriba.Caudal.Prediccion.Prophet	PIPoint		Predicción de caudal ML	
x	Quito.EstacionHidrologia.HID001AguaArriba.Caudal.Prediccion.Prophet.Lower	PIPoint		Predicción de caudal ML	
x	Quito.EstacionHidrologia.HID001AguaArriba.Caudal.Prediccion.Prophet.Upper	PIPoint		Predicción de caudal ML	
x	Quito.EstacionHidrologia.HID001AguaArriba.Caudal.Prediccion.Sarimax	PIPoint		Predicción de caudal ML	
x	Quito.EstacionHidrologia.HID001AguaArriba.Caudal.Prediccion.Sarimax.Lower	PIPoint		Predicción de caudal ML	
x	Quito.EstacionHidrologia.HID001AguaArriba.Caudal.Prediccion.Sarimax.Upper	PIPoint		Predicción de caudal ML	
x	Quito.EstacionHidrologia.HID001AguaArriba.Caudal.Prediccion.Upper	PIPoint		Predicción de caudal ML	
x	Quito.EstacionHidrologia.HID001AguaArriba.CoefficienteManning	PIPoint			
x	Quito.EstacionHidrologia.HID001AguaArriba.CurvahQ	PIPoint			
x	Quito.EstacionHidrologia.HID001AguaArriba.Nivel	PIPoint			
x	Quito.EstacionHidrologia.HID001AguaArriba.Temperatura	PIPoint			
x	Quito.EstacionHidrologia.HID001AguaArriba.Velocidad	PIPoint			
x	Quito.EstacionHidrologia.HID002AguaAbajo.Caudal	PIPoint			
x	Quito.EstacionHidrologia.HID002AguaAbajo.Caudal.Prediccion	PIPoint		Predicción de caudal ML	
x	Quito.EstacionHidrologia.HID002AguaAbajo.Caudal.Prediccion.Lower	PIPoint		Predicción de caudal ML	
x	Quito.EstacionHidrologia.HID002AguaAbajo.Caudal.Prediccion.Prophet	PIPoint		Predicción de caudal ML	
x	Quito.EstacionHidrologia.HID002AguaAbajo.Caudal.Prediccion.Prophet.Lower	PIPoint		Predicción de caudal ML	
x	Quito.EstacionHidrologia.HID002AguaAbajo.Caudal.Prediccion.Prophet.Upper	PIPoint		Predicción de caudal ML	

Ilustración 120 Todos los tags de Agua Quito

3.4.2 Importación de Tags de Agua Quito

Una vez que se tiene el archivo pegado en la máquina virtual Siad solo se publican los tags, luego se continua en la pestaña PI Builder, colocamos una “X” en todos los tags y se da clic en publicar.

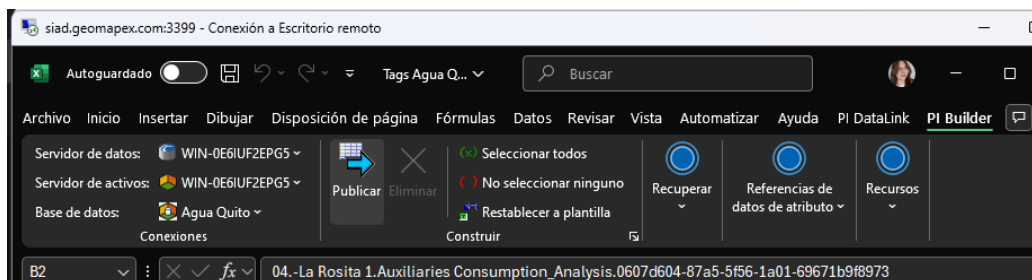


Ilustración 121 Pestaña PI Builder del servidor Destino

Después en aceptar para crear y editar los tags.

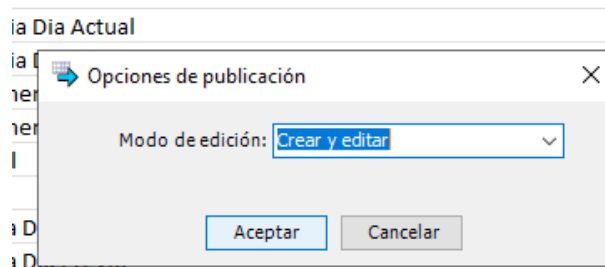


Ilustración 122 Publicar Tags

Es posible verificar en PI SMT (PI System Management Tools).

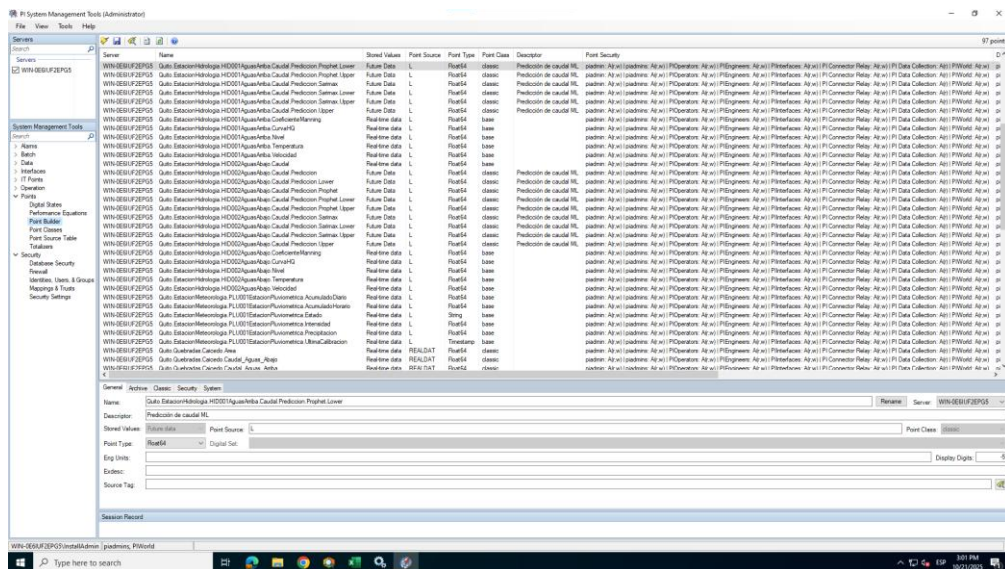


Ilustración 123 Current Values PI SMT

NOTA: No colocar las últimas dos columnas “datasecurity” y “ptsecurity” ya que se crean automáticamente.

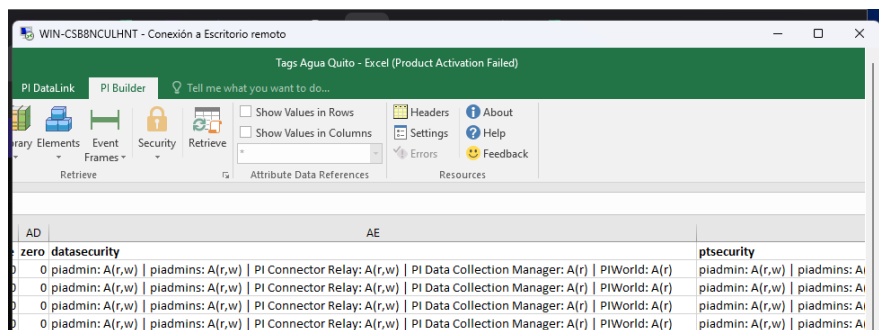


Ilustración 124 Columnas en Excel de seguridad

Sugerencia: es necesario corregir el nombre de la máquina virtual (servidor) en los tags, se cambia el servidor seleccionado por “WIN-0E6IUF2EPG5”.

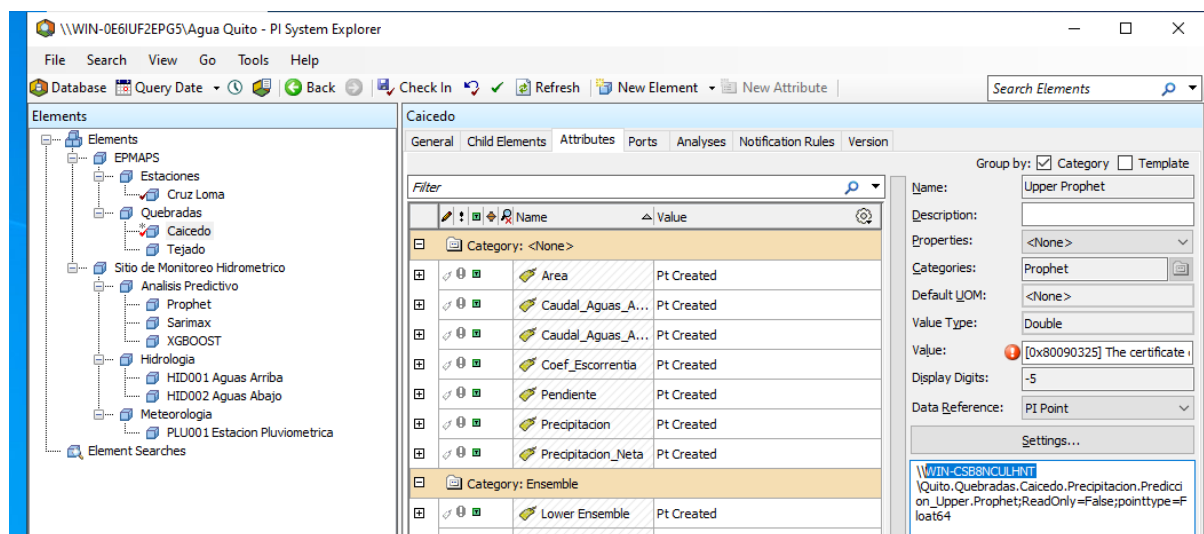


Ilustración 125 Se corrigió el nombre del servidor por el actual

Se crearon algunos tags faltantes.

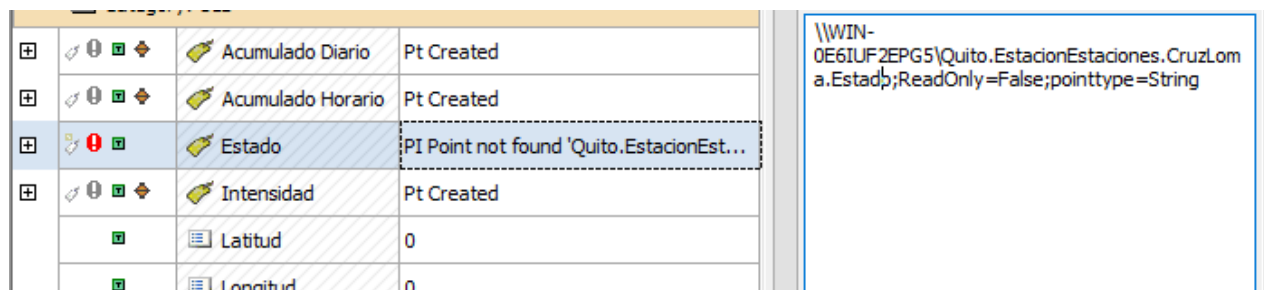


Ilustración 126 Creación de Points faltantes

Como se muestra a continuación, es necesario que el signo de advertencia que se ve en rojo debe desaparecer al crear los tags con el fin de que funcione correctamente.

The screenshot displays a software interface with a list of data points on the left and a properties panel on the right. The list is organized into categories: Ensemble, OLD, RealData, and XGBOOST. The 'Estado' tag under the 'OLD' category is selected, and its properties are shown in the right panel.

Category	Name	Value
Category: Ensemble	Lower Ensemble	PI Point not found 'Quito.Estaciones....
	Lower EnsembleX	PI Point not found 'Quito.Estaciones....
	Prediccion Ensem...	PI Point not found 'Quito.Estaciones....
	Prediccion Ensem...	PI Point not found 'Quito.Estaciones....
	Upper Ensemble	PI Point not found 'Quito.Estaciones....
	Upper EnsembleX	PI Point not found 'Quito.Estaciones....
Category: OLD	Acumulado Diario	Pt Created
	Acumulado Horario	Pt Created
	Estado	Pt Created
	Intensidad	Pt Created
	Latitud	19.415
	Longitud	-98.14
	Precipitacion	Pt Created
	Ultima Calibracion	Pt Created
Category: RealData	P_Diario	PI Point not found 'Quito.Estaciones....
	P_Horario	PI Point not found 'Quito.Estaciones....
	P_Mensual	PI Point not found 'Quito.Estaciones....
Category: XGBOOST	Lower XGBOOST	PI Point not found 'Quito.Estaciones....
	Prediccion XGBO...	PI Point not found 'Quito.Estaciones....
	Upper XGBOOST	PI Point not found 'Quito.Estaciones....

Properties Panel for 'Estado':

- Name: Estado
- Description:
- Properties: <None>
- Categories: OLD
- Default UOM: <None>
- Value Type: Estado
- Value: <None>
- Display Digits: -5
- Data Reference: PI Point

Settings...

```
\\WIN-0E6IUF2EPG5\Quito.EstacionMeteorologia.PLU001EstacionPluviometrica.Estado;ReadOnly=False
```

Ilustración 127 Signo de Advertencia debe desaparecer

IV Resultados

Como resultado principal del proyecto, se llevó a cabo la instalación y configuración integral de la infraestructura del sistema de monitoreo industrial sobre el entorno del cliente NOVA. La implementación incluyó la correcta puesta en marcha del AVEVA PI System, así como la configuración de los servicios necesarios para la adquisición, almacenamiento y gestión de datos provenientes de las diferentes estaciones de proceso.

Es importante señalar que no se incluyen capturas de pantalla del proceso de instalación, debido a que dicha configuración fue realizada directamente en el servidor del cliente, al cual no se tuvo acceso para la generación de evidencia gráfica posterior. No obstante, la instalación fue validada mediante pruebas funcionales que confirmaron la correcta comunicación con las fuentes de datos, la creación y actualización de variables, y la disponibilidad de la información para su análisis y visualización.

4.1 Resultados de la Estructura en PI AF

Uno de los resultados más relevantes del proyecto fue la implementación del modelo de activos mediante PI AF, el cual permitió estructurar y contextualizar la información del proceso industrial de manera jerárquica y lógica. En este apartado se presenta el árbol de activos construido, donde se representan los distintos niveles del proceso, facilitando la organización de datos por áreas, equipos y unidades operativas.

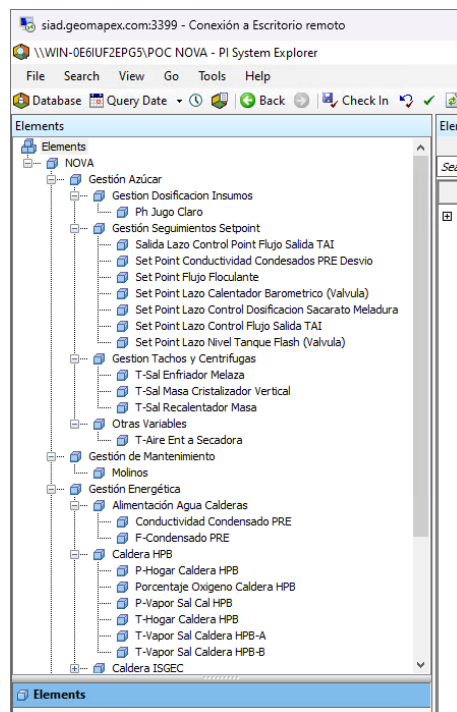


Ilustración 128 Estructura Final de NOVA parte 1

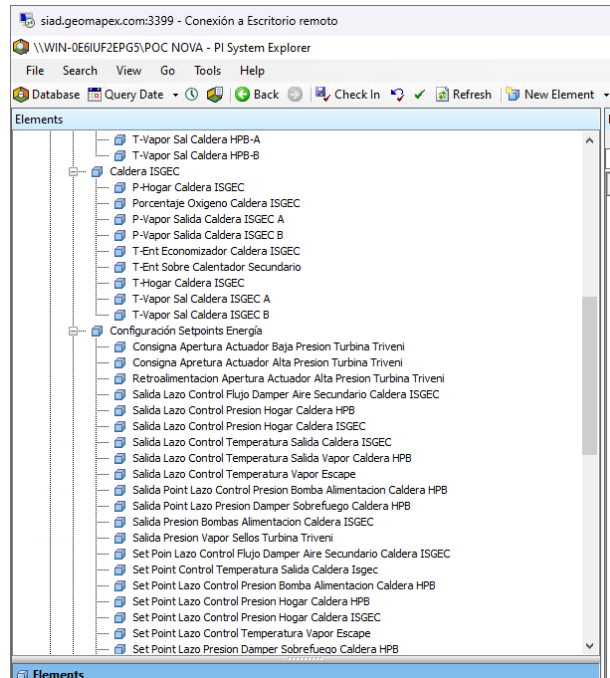


Ilustración 129 Estructura Final de NOVA parte 2

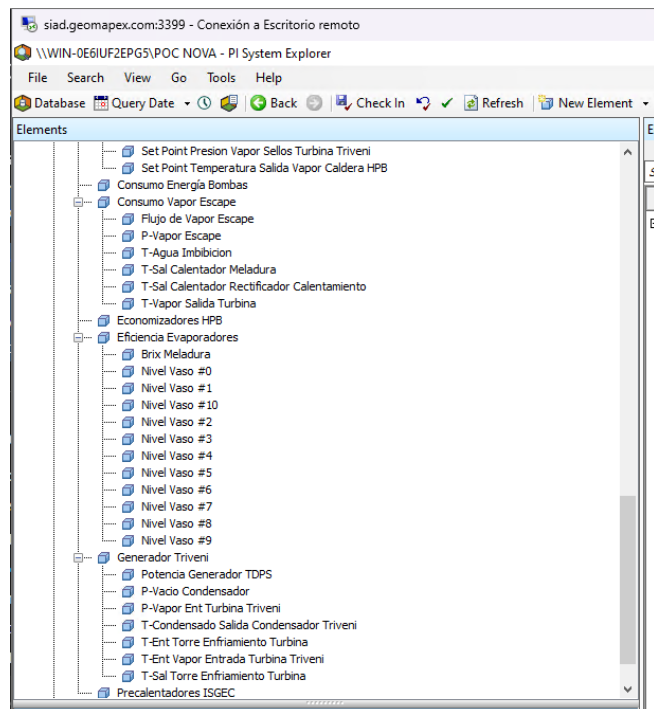


Ilustración 130 Estructura Final de NOVA parte 3

Asimismo, se configuraron Event Frames asociados a condiciones de alarma y eventos relevantes del proceso, lo que permitió registrar automáticamente sucesos importantes, como paros operativos o desviaciones de operación. Estos Event Frames constituyen una base sólida para el análisis posterior de eventos, tiempos y causas, fortaleciendo la trazabilidad de la información.

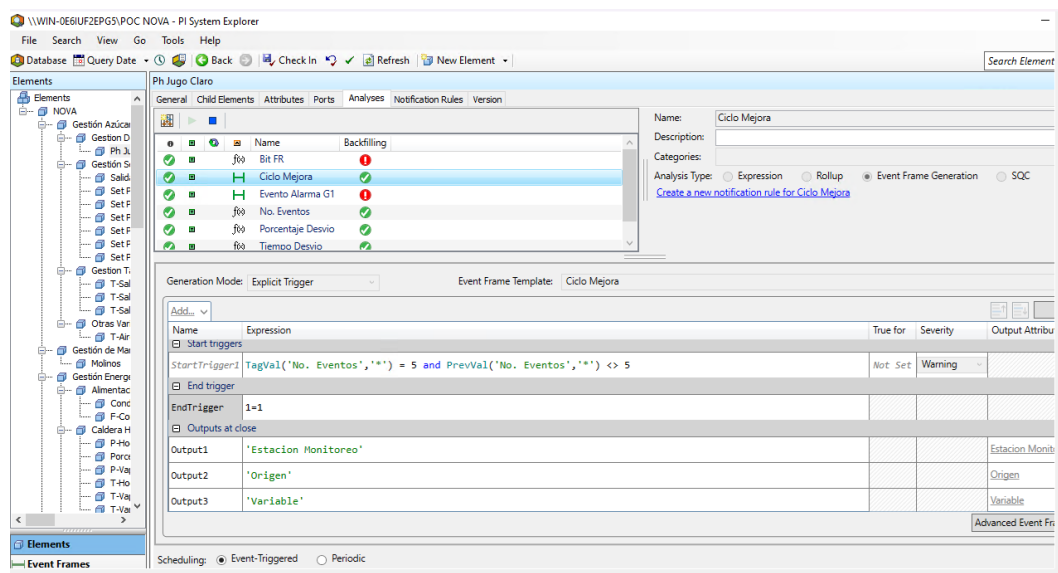


Ilustración 131 Event Frame Ciclo Mejora

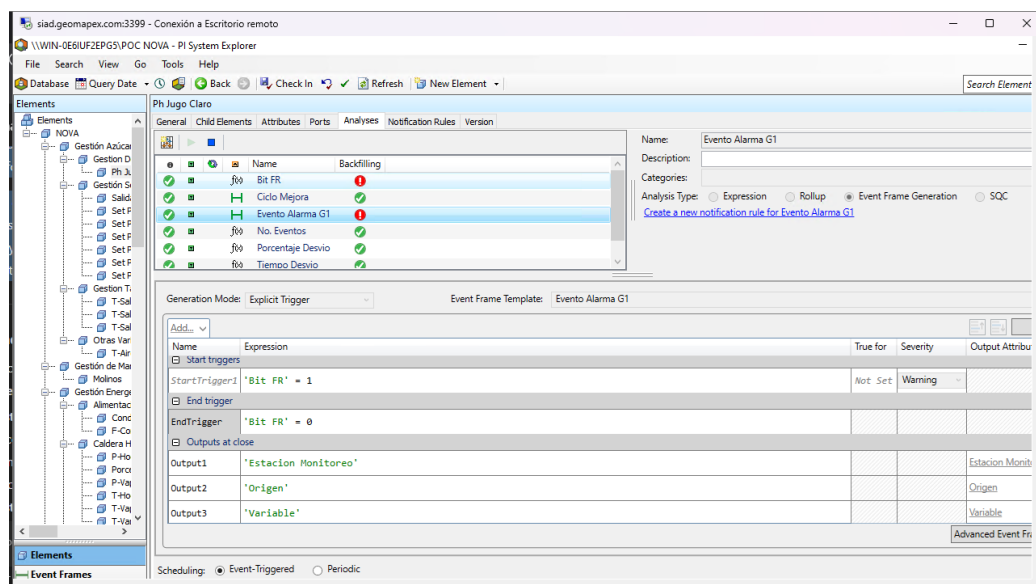


Ilustración 132 Event Frame Evento Alarma G1

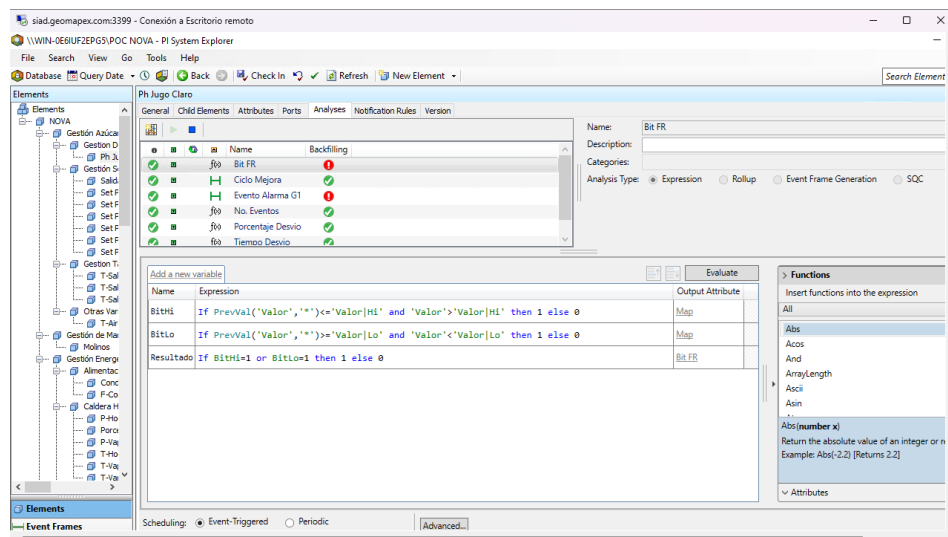


Ilustración 133 Event Frame Bit FR

Además de los elementos mencionados, la implementación de PI AF incluyó atributos, plantillas y relaciones que permiten una administración más eficiente del sistema y una futura escalabilidad del modelo, sin necesidad de reestructurar la arquitectura existente.

4.2 Resultados de Visualización en PI Vision

La información integrada y estructurada fue presentada mediante AVEVA PI Vision, donde se desarrolló un **menú principal de navegación** que facilita el acceso a la información según el tipo de gestión. A partir de este menú, se implementaron **tres tableros principales**, correspondientes a la gestión operativa por molino, la gestión de mantenimiento y la gestión energética.



Ilustración 134 Tablero Menú PI Vision

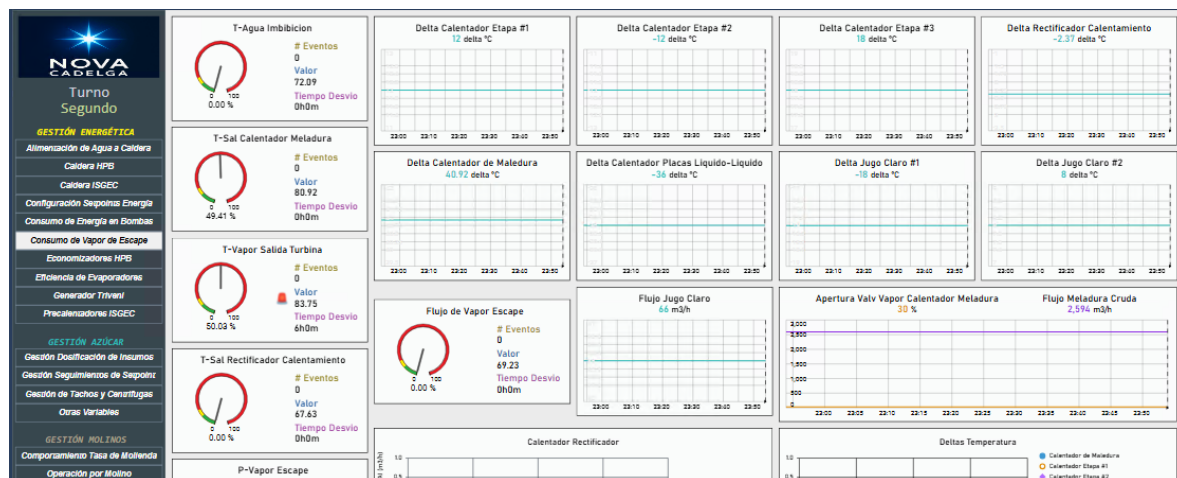


Ilustración 135 Tablero Gestión Energética

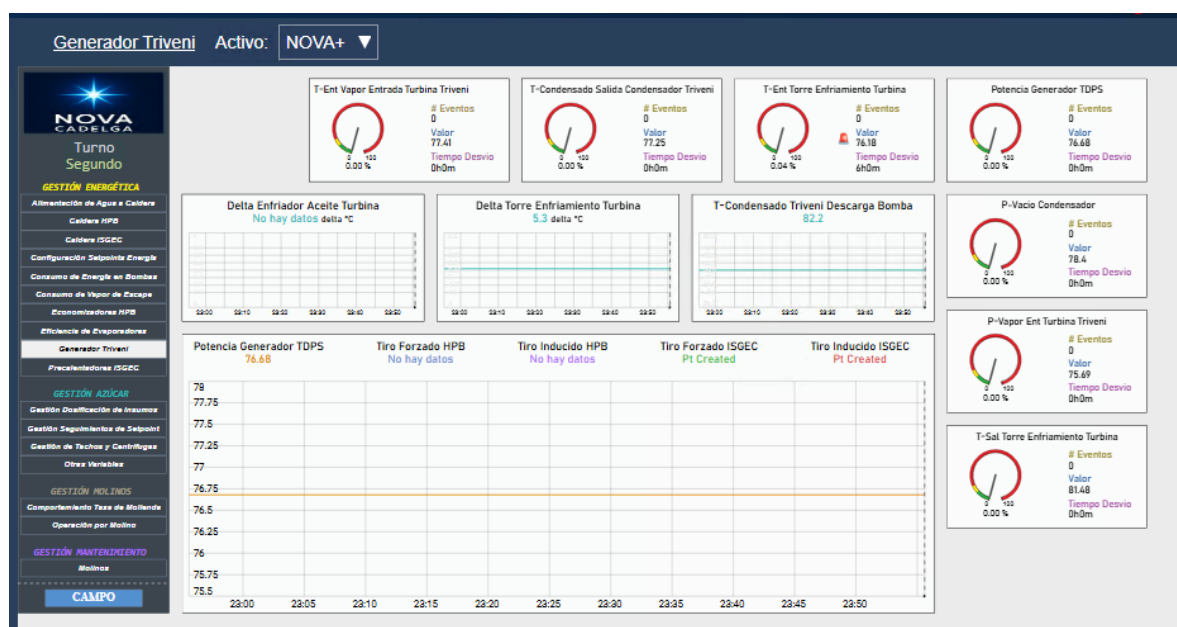


Ilustración 136 Tablero Gestión Mantenimiento

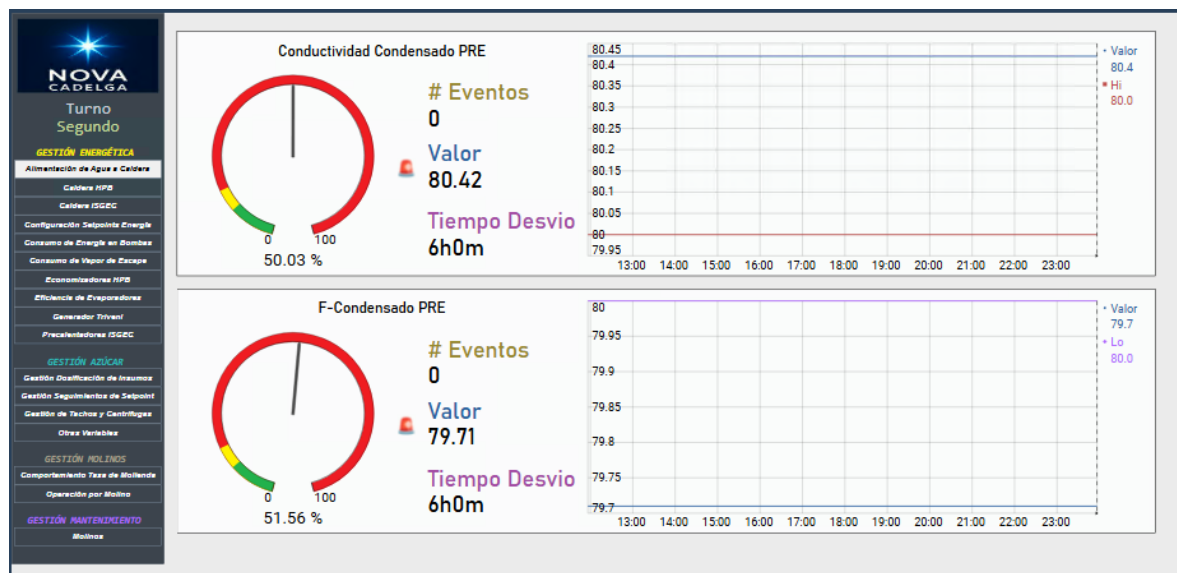


Ilustración 137 Tablero Gestión Molino

Cada tablero presenta de manera gráfica las variables más relevantes del proceso, permitiendo una lectura clara del estado operativo y facilitando el análisis visual de la información. Adicionalmente, se incluyó un **tablero con una tabla de Event Frames**, donde se muestran los eventos registrados, sus tiempos de inicio y fin, duración y demás atributos relevantes, apoyando el análisis histórico de eventos.

Nombre del evento	Activo	AveriaID	Causa	SupervisorID	OperadorID	Unidad	Accion	Duracion	MaquinaID	Confirmación
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Molino Cemento 4 Tot		No hay datos		No hay datos	No hay datos	Molino Ceme		00:10:00	No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Envasadora 3		No hay datos		No hay datos	No hay datos	Envasadora :		00:10:00	No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Trituradora Hazemag		No hay datos		No hay datos	No hay datos	Trituradora H		00:10:00	No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Molino Pet Coke		No hay datos		No hay datos	No hay datos	Molino Pet C		00:10:00	No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Envasadora 4		No hay datos		No hay datos	No hay datos	Envasadora :		00:10:00	No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Molino Crudo 1		No hay datos		No hay datos	No hay datos	Molino Crudc		00:10:00	No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Trituradora Williams		No hay datos		No hay datos	No hay datos	Trituradora V		00:10:00	No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Horno1		No hay datos		No hay datos	No hay datos	Horno1		00:10:00	No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Horno 2		No hay datos		No hay datos	No hay datos	Horno 2		00:10:00	No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Trituradora Hazemag 2		No hay datos		No hay datos	No hay datos	Trituradora H		00:10:00	No hay dato	Confirmar
Paros 2026-01-20 23:10:00.00 Molino Cemento 4 Tot		No hay datos		No hay datos	No hay datos	Molino Ceme		00:10:00	No hay dato	Confirmar

20/1/2026 15:52:05 | 8hr | Ahora | 20/1/2026 23:52:05

Ilustración 138 Tabla de Eventos en PI Vision

V Conclusiones

5.1 Conclusiones del Proyecto

El desarrollo del presente proyecto permitió consolidar una comprensión integral de la arquitectura, funcionamiento y aplicaciones del AVEVA PI System dentro de entornos industriales reales. A lo largo de su ejecución se abordaron múltiples componentes fundamentales del sistema, incluyendo PI Data Archive, PI Asset Framework, PI Analysis Service, PI Notification Service y PI Vision, lo cual permitió obtener una visión global del ecosistema PI y su interrelación.

La correcta instalación, configuración y validación de los servicios demostró la importancia de una planeación previa adecuada, así como la verificación de dependencias críticas, tales como los servicios de SQL Server y la gestión de licenciamiento. Asimismo, el manejo de permisos y seguridades evidenció el papel clave que desempeña la administración de identidades para garantizar la integridad, confidencialidad y control del acceso a la información industrial.

La creación y estructuración de Tags, así como su posterior organización mediante elementos, plantillas y atributos dentro de PI Asset Framework, permitió establecer una base de datos ordenada, escalable y reutilizable. Este enfoque facilitó la estandarización de variables, la reducción de redundancia y la optimización del mantenimiento del sistema.

Por otro lado, el diseño de análisis, alarmas y simulaciones de datos permitió validar la correcta comunicación entre los distintos servicios del sistema PI, además de comprobar la capacidad del sistema para generar información de valor a partir de datos crudos. La visualización de estos datos a través de tableros en PI Vision evidenció el potencial del sistema para apoyar la toma de decisiones operativas, al presentar la información de forma clara, centralizada y en tiempo real.

Finalmente, el proceso de migración de proyectos y Tags entre servidores PI demostró la viabilidad de trasladar configuraciones completas entre entornos, siempre que se respeten las buenas prácticas de exportación, importación y validación. En conjunto, el proyecto cumplió con los objetivos planteados, proporcionando una solución funcional, estructurada y alineada a los requerimientos del cliente NOVA.

5.2 Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto y la experiencia adquirida durante la estancia de residencias profesionales en la empresa **ATISOFT**, se identifican diversas recomendaciones que pueden contribuir a la mejora continua de proyectos similares en el futuro.

Se recomienda documentar de manera detallada cada etapa del proceso de instalación y configuración del sistema PI, incluyendo versiones de software, configuraciones específicas y dependencias, con el fin de facilitar tareas de mantenimiento, auditoría y futuras migraciones. Asimismo, resulta conveniente definir desde etapas tempranas la nomenclatura de Tags y la estructura de activos, con el objetivo de mantener coherencia y escalabilidad en el sistema.

Es aconsejable realizar pruebas de funcionamiento de manera progresiva, validando cada componente antes de continuar con la siguiente fase. Esta práctica permite detectar errores de configuración de forma temprana y reduce el riesgo de fallos en etapas avanzadas del proyecto. De igual forma, se recomienda mantener un control riguroso sobre la gestión de permisos, asignando únicamente los accesos necesarios según el rol de cada usuario.

En cuanto al uso de PI Vision, se sugiere diseñar los tableros de visualización considerando las necesidades específicas del usuario final, priorizando la claridad, simplicidad y relevancia de la información mostrada. La implementación de alarmas visuales y análisis predictivos puede potenciar significativamente el valor del sistema como herramienta de apoyo a la operación y mantenimiento.

Finalmente, se recomienda capacitar continuamente al personal involucrado en el uso y administración del sistema PI, ya que su correcta explotación depende en gran medida del conocimiento técnico y la experiencia del equipo responsable.

5.3 Experiencia Profesional Adquirida

La estancia de residencias profesionales representó una etapa de aprendizaje significativo en el ámbito de los sistemas SCADA y de gestión de datos industriales. Durante este periodo se adquirieron conocimientos técnicos avanzados relacionados con la infraestructura del sistema PI, así como habilidades prácticas en la instalación, configuración y validación de soluciones industriales.

El proceso de aprendizaje implicó inicialmente una curva de dificultad considerable, debido a la diversidad de herramientas, conceptos y configuraciones involucradas. Sin embargo, mediante la práctica constante y el acompañamiento técnico, se logró una comprensión progresiva del funcionamiento del sistema, lo que permitió desenvolverse con mayor seguridad y eficiencia.

La exposición a proyectos reales fortaleció la capacidad de análisis, resolución de problemas y toma de decisiones técnicas. Asimismo, se desarrolló una visión más clara sobre la importancia de la estandarización, la documentación y el trabajo metódico dentro de proyectos industriales.

En conjunto, esta experiencia contribuyó de manera significativa al crecimiento profesional, proporcionando una base sólida para la aplicación futura de conocimientos en entornos industriales y tecnológicos.

VI. Competencias Desarrolladas

6.1 Competencias Desarrolladas y/o Aplicadas

Durante el desarrollo del proyecto y la estancia profesional, se fortalecieron diversas competencias técnicas y profesionales, las cuales resultan fundamentales para el desempeño en el ámbito de la automatización y los sistemas industriales.

Entre las competencias técnicas, destaca el dominio en la instalación y administración de sistemas SCADA y de infraestructura de datos industriales, así como el manejo de bases de datos, servicios de red, configuración de servidores y gestión de licencias. Asimismo, se desarrollaron habilidades en la creación y administración de Tags, análisis de datos, simulación de señales y visualización de información en tiempo real.

En cuanto a las competencias analíticas, se fortaleció la capacidad de interpretar requerimientos técnicos, transformar necesidades operativas en soluciones funcionales y evaluar el comportamiento de sistemas mediante análisis de tendencias y alarmas. La identificación y corrección de errores durante las pruebas del sistema contribuyó al desarrollo del pensamiento crítico y la atención al detalle.

Las competencias organizacionales también fueron ampliamente desarrolladas, destacando la planeación de actividades, la gestión del tiempo y la documentación técnica. La estructuración ordenada de activos y proyectos permitió una mejor administración de la información y facilitó la escalabilidad del sistema.

Finalmente, se reforzaron competencias profesionales transversales, tales como la comunicación técnica, la adaptación a nuevas tecnologías, el aprendizaje autónomo y la responsabilidad en el manejo de información crítica. Estas competencias representan un valor agregado para el desempeño profesional en entornos industriales altamente tecnológicos.

Fuentes de Información

Abril, J. & Guillen R. (2023). Sistemas de comunicación industrial basado en OPC UA para la operación de monitoreo multi estación de procesos industriales. [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de ingeniero en electrónica].

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25735/4/UPS-CT010797.pdf>

Andrickson, J., Gabriel, E., Chacón, E., Puello, A., Rondon, F., Emeterio, W., & Reyes, M. (2021). Estándar OPC UA como solución a la integración industrial en una empresa. *Ciencia, Ingenierías y Aplicaciones*, 4(2), 41-65. Doi: <https://doi.org/10.22206/cyap.2021.v4i2.pp41-65>

Arce, L., Guamán A. (2024). Diseño e implementación de un prototipo automatizado de clasificación mediante protocolo Modbus TCP/IP. [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de ingeniero en electrónica]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/30241>

AVEVA. (2022). Introducción a la interfaz PI para RDBMS. <https://docs.aveva.com/bundle/pi-interface-for-relational-database-rdbms-via-odbc/page/1017206.html>

AVEVA. (2023). *PI System Management Tools documentation*. AVEVA Documentation. <https://docs.aveva.com/bundle/pi-server-f-da-smt/>

AVEVA. (2024). PI System overview. <https://www.aveva.com/en/products/pi-system/>

AVEVA. (2024). *AVEVA PI Vision: The fastest, easiest way to visualize AVEVA PI Server data*. AVEVA Group Limited. <https://www.aveva.com/en/products/aveva-pi-vision/>

AVEVA Support. (2025). Obtenga más información sobre la configuración de la interfaz PI UFL para procesar datos. <https://docs.aveva.com/bundle/pi-interface-for-universal-file-and-stream-loading-ufl/page/1012391.html>

Pérez-López, E. (2015). Los sistemas SCADA en la automatización industrial. *Tecnología en Marcha*, 28(4), 3-14. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=699878519001>