

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

PROYECTO PARA EL DESPLIEGUE DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN, CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS (SCADA) ELECTROMECÁNICO EN LÍNEA 11 DE METRO DE MADRID. LAS ACTUACIONES INCLUIDAS EN ESTE PLIEGO PODRÁN SER COFINANCIADAS AL 40% CON CARGO AL PROGRAMA FEDER 2021-2027 DE LA COMUNIDAD DE MADRID

CONTROL DOCUMENTAL:

Autor del Proyecto:	Rubén Sancho Acevedo	
Director del Proyecto:	Fernando Morales Aguirre	
Director Técnico:	Dionisio Izquierdo Bravo	
Edición	Fecha	N.º Actividad
1	Septiembre 2023	IO_23-003P

Grupo de trabajo:	Fernando Morales Aguirre Mario Herraiz García Pedro Lázaro Heras Carrasco Rubén Sancho Acevedo	
Edición	Fecha	N.º Actividad
1	Septiembre 2023	IO_23-003P

ÍNDICE

1. OBJETO	7
2. ALCANCE DE LOS TRABAJOS	7
3. ANTECEDENTES	9
3.1 SITUACIÓN ACTUAL.....	10
3.1.1 TRANSPORTE VERTICAL.....	11
3.1.2 ACCESOS.....	14
3.1.3 SALIDAS DE EMERGENCIA.....	14
3.1.4 PRESURIZACIÓN DE SALIDAS DE EMERGENCIA	14
3.1.5 POZOS DE VENTILACIÓN	15
3.1.6 POZOS DE BOMBEO	16
3.1.7 CAJA DE DOTACIÓN.....	16
3.1.8 UNIDAD MAESTRA	16
3.1.9 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN.....	17
3.1.10CUADRO SECUNDARIO.....	17
3.1.11CLIMATIZACIÓN	17
3.1.12PUERTAS MAMPARAS AUTOMÁTICAS.....	17
3.1.13SISTEMAS DE VENTA Y PEAJE (VYP)	18
3.1.14IHM LOCAL (TERMINAL DEL OPERADOR).....	19
3.1.15CENTRO COMMIT.....	19
3.2 UBICACIONES TÉCNICAS	23
3.3 USUARIOS.....	25
3.4 INVENTARIO DE EQUIPOS.....	26
4. NORMAS Y REFERENCIAS	28
4.1 DISPOSICIONES LEGALES, NORMAS APLICADAS Y CONDICIONES EXIGIDAS	28

4.2	PROGRAMAS DE CÁLCULO.....	30
4.3	PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD APLICADO DURANTE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO	31
4.4	NORMAS GENERALES PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	31
4.4.1	CONDICIONES GENERALES EXIGIDAS PARA EL CUMPLIMIENTO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE	32
4.4.2	CONDICIONES EXIGIDAS EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	32
4.4.3	CONDICIONES EXIGIDAS PARA EL CUMPLIMIENTO EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES DE LOS TRABAJOS A DESARROLLAR 33	
4.4.4	ADECUACIÓN DE LOS RECURSOS MATERIALES	33
4.4.5	UBICACIONES Y HORARIOS DE TRABAJO	35
4.5	BIBLIOGRAFÍA	35
5.	REQUISITOS DE DISEÑO	36
5.1	GENERALIDADES	36
5.1.1	INTRODUCCIÓN.....	36
5.1.2	SOLUCIÓN HOMOLOGADA	37
5.1.3	OBJETIVOS.....	37
5.1.4	FUNDAMENTOS PRINCIPALES.....	39
5.2	ARQUITECTURA SACE	41
5.2.1	MODELO FUNCIONAL Y OPERATIVO.....	41
5.2.2	ARQUITECTURA.....	41
5.2.3	COMUNICACIONES.....	43
5.2.4	POLÍTICAS DE SEGURIDAD	45
5.3	FUNCIONALIDADES	49
5.3.1	INTRODUCCIÓN.....	49
5.3.2	ATRIBUTOS.....	50
5.3.3	PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN	52

5.3.4	AUTOMATIZACIÓN DE ACCIONES	59
5.3.5	PROGRAMACIÓN HORARIA.....	60
5.3.6	JERARQUÍA DE MANDO	61
5.3.7	SERVICIOS DIGITALES	61
5.3.8	GESTIÓN DE USUARIOS Y PERMISOS	62
5.4	INTEGRACIONES.....	63
5.4.1	AFECTACIONES Y PROPUESTA DE MINIMIZACIÓN.....	63
5.4.2	RELACIÓN ENTRE SACE Y TCE.....	63
5.4.3	RELACIÓN ENTRE SACE Y COMMIT	64
5.5	EQUIPAMIENTO NECESARIO	67
5.5.1	SUMINISTROS DE SOFTWARE	67
5.5.2	SUMINISTROS DE HARDWARE	68
5.6	DESARROLLOS DE SOFTWARE.....	69
5.7	DOCUMENTACIÓN	71
5.8	PLAN DE MANTENIMIENTO, SOPORTE Y GARANTÍA	72
5.8.1	PLAN DE MANTENIMIENTO	72
5.8.2	GARANTÍA	73
5.8.3	SOPORTE	73
5.9	PLAN DE FORMACIÓN	74
5.9.1	PERFILES Y CURSOS	74
5.9.2	NECESIDADES FORMATIVAS SEGÚN PERFIL.....	75
5.10	CENTRO DE COMPETENCIA.....	79
5.11	GESTIÓN DEL CAMBIO	80
6.	ANÁLISIS DE SOLUCIONES	81
7.	RESULTADOS FINALES.....	82
8.	PLANIFICACIÓN	83

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

8.1	PLAN ORIENTATIVO	83
8.2	HITOS SACE.....	83
8.2.1	FIRMA DEL CONTRATO Y LANZAMIENTO DEL PROYECTO	84
8.2.2	CENTRO DE COMPETENCIA.....	84
8.2.3	AUDITORÍAS	85
8.2.4	ARQUITECTURA Y ENTORNOS.....	86
8.2.5	DISEÑO, DESARROLLO Y PRUEBAS UNITARIAS	86
8.2.6	PRUEBAS INTEGRADAS Y DESPLIEGUE EN PRODUCCIÓN	87
8.2.7	FORMACIÓN A USUARIOS.....	87
8.3	EQUIPO DE PROYECTO	88
8.3.1	ORGANIGRAMA DEL PROYECTO	88
8.3.2	PERFILES Y RESPONSABILIDADES	88
8.4	EQUIPO DEL CENTRO DE COMPETENCIA	90
8.5	MEDIDAS DE ACOMPAÑAMIENTO	91
9.	ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS	92

ANEXO I – MATRIZ DE REQUISITOS

PRESUPUESTO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Normativa Aplicada	28
Tabla 2: Número de personas por rol para el equipo de proyecto.....	89
Tabla 3: Número de personas por rol para el Centro de Competencias.....	90

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Estaciones de la línea 11	8
Ilustración 2 Pantalla TCE	11
Ilustración 3 Ascensor exterior	12
Ilustración 4 Escaleras mecánicas	13
Ilustración 5 Pozo de ventilación	16
Ilustración 6 Pasos de pantalla móvil.....	18
Ilustración 7 Máquinas de venta	19
Ilustración 8 IHM local.....	19
Ilustración 9 Conexión HMI	39
Ilustración 10 Líneas operativas de Metro.....	41
Ilustración 11 Arquitectura funcional de SACE (ilustrativa)	43
Ilustración 12 Comunicación entre SACE y equipos electromecánicos	44
Ilustración 13 Esquema funcional de SACE	50
Ilustración 14 Enlace de SADEC con COMMIT.....	65
Ilustración 15: ejemplo pantalla WebSpace para la taxonomía: pozos de bombeo.....	66
Ilustración 16 Proceso de mantenimiento del software	72
Ilustración 17 Planificación SACE	83

1. OBJETO

El objeto del presente proyecto es el desarrollo e implantación de un nuevo sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) electromecánico en la línea 11 de Metro de Madrid (en adelante METRO). Dicho sistema se denomina Sistema de SCADA centralizado de Estación, en adelante **SACE**.

A continuación, se citan los objetivos que METRO ha identificado para el desarrollo de esta solución:

- Asegurar la calidad del servicio ofertado y mejorar el índice de la calidad percibida por los clientes.
- Garantizar la seguridad de los servicios que se prestan en las estaciones de METRO, que previsiblemente serán catalogados como críticos por el Centro Nacional de Protección de Infraestructuras Críticas (CNPIC).
- Mejorar las herramientas y tecnologías destinadas al personal de METRO encargado de la operativa y el mantenimiento del servicio, tanto a nivel de control de instalaciones como de gestión de las mismas, dotando de movilidad a todas las aplicaciones y funcionalidades que no la tengan.
- Hacer frente a la obsolescencia tecnológica de los distintos sistemas de explotación con una gestión de activos inteligente.
- Establecer arquitecturas normalizadas de sistemas abiertos con una orientación modular e independiente de los proveedores tecnológicos.
- Optimizar los costes de instalación, explotación y mantenimiento a lo largo del ciclo de vida de los sistemas.
- Mejorar la eficiencia energética y sostenibilidad. Gracias a la programación del funcionamiento de los equipos adaptada a la demanda.
- Centralizar la inteligencia de las estaciones en los puestos de control para facilitar su desarrollo y mantenimiento.
- Maximizar el conocimiento y valor añadido de METRO.

2. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

El ámbito de aplicación del presente proyecto contempla el suministro de todos los elementos necesarios (hardware y software) y el desarrollo completo de la solución SACE, incluyendo la creación de un entorno de preproducción, adicional al productivo, que servirá para probar los desarrollos antes de su puesta en producción, dentro de un proceso controlado de mantenimiento y evolución de software que será gobernado por METRO.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Junto con el desarrollo de **SACE**, se deberá crear un Centro de Competencias, que facilitará el desarrollo y posterior despliegue de SACE así como el establecimiento de las normativas y estándares que guiaran este proyecto y las evoluciones futuras.

SACE deberá desarrollarse a partir de uno de los **productos homologados por METRO** para dicho fin, por ello, las posibles propuestas deberán estar basadas en cualquiera de las soluciones homologadas por METRO para el desarrollo de SACE hasta la fecha de publicación del presente proyecto.

Como alcance de esta primera fase proponemos que se despliegue la nueva solución con todas las funcionalidades en todas las estaciones de la línea 11.



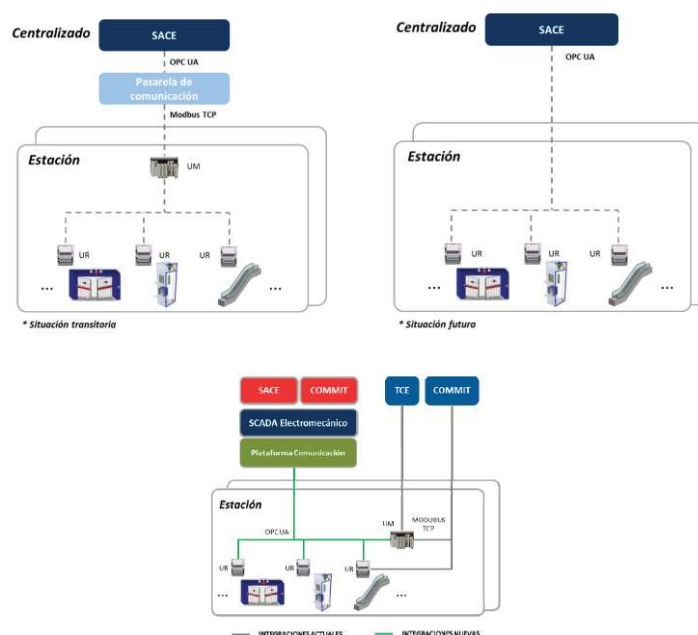
Ilustración 1 Estaciones de la línea 11

La línea está formada por siete estaciones:

- Plaza Elíptica.
- Abrantes.
- Pan Bendito.
- San Francisco.
- Carabanchel Alto.
- La Peseta.
- La Fortuna.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

SACE no sólo cubrirá las necesidades funcionales, no funcionales y técnicas que permiten la supervisión y el control de los elementos de las estaciones, sino que amplía las funcionalidades actuales e incluirá nuevas características adaptadas a las expectativas y necesidades de las diferentes divisiones de METRO, incluido el centro COMMIT. Se incluye a continuación esquema general de arquitectura requerida:



Por otra parte, debido a la posibilidad de que esta actuación se incluya dentro del programa de financiación de Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER) 2021-2027, se incluirá dentro del ámbito de actuación del proyecto la propia divulgación del mismo a cargo del contratista, contemplando como mínimo la inclusión de Cartelería informativa o vallas publicitarias y la organización de actos de difusión.

3. ANTECEDENTES

Actualmente, los sistemas de explotación, control y seguridad de METRO se monitorizan y controlan utilizando el actual Telecontrol Centralizado de Estaciones, en adelante TCE. Desde el TCE, es posible conocer el estado de los equipos de la red, en tiempo real¹.

¹ En este contexto, usamos “en tiempo real” para referirnos a la capacidad de disponer de información muy reciente de los equipamientos remotos, con apenas algunos segundos de diferencia respecto a la realidad.

Esta iniciativa nace con el objetivo de mejorar los servicios prestados, optimizar recursos y aumentar la satisfacción del cliente, evolucionando tanto los sistemas como los procesos de METRO asociados a la operación y mantenimiento del equipamiento de estación.

3.1 SITUACIÓN ACTUAL

Hoy en día, la monitorización y el control remoto de los equipos, es posible gracias al despliegue de dispositivos de automatización industrial (PLCs) en las estaciones, que se denominan unidades remotas (URs). Estos autómatas son heterogéneos, dependiendo del fabricante del equipamiento. La unidad maestra (UM) es un autómata industrial, programado para, fundamentalmente, servir de intermediario de las comunicaciones entre las URs y el SCADA, así como entre aquellas y las Interfaces Humano-Máquina (IHM) industriales denominados “Terminal de Operador” existente en la gran mayoría de las estaciones, simplificando la interoperabilidad entre el sistema SCADA y los equipos de estación.

El TCE es el sistema actualmente implantado para el control de estaciones. Se trata de un sistema distribuido formado por multitud de componentes software y hardware, y con más de dos décadas de funcionamiento. Desde los terminales del sistema, una aplicación para Tablet, o bien de forma remota (TCE Virtual), se realiza el control y la monitorización de los siguientes sistemas de la estación:

- Sistema de control de equipos electromecánicos.
- Sistema de venta y peaje, formado por máquinas de venta (METTA, VAPE, MARTTP, etc.) y equipamiento de peaje (PPM, torniquetes, portón, etc.).
- Sistema de seguridad, formado por cámaras, control de acceso y anti intrusión.
- Sistema de centralización de Protección Civil (SCPCi), formado por: los sistemas de Protección Contra Incendios (PCI), salidas de emergencia, etc.
- Sistema de información al viajero (SIV), formado por carteles teleindicadores, megafonía e interfonía.

La información que se presenta se actualiza en tiempo “real”. El sistema TCE mantiene una lista de las alarmas activas en los sistemas bajo control.

El sistema TCE se encuentra distribuido en puntos estratégicos de la red de METRO:

- A nivel de estación está presente en el puesto de control local (PCL), en el cuarto del operador o en el cuarto de control de instalaciones (CCI), dependiendo del modelo de gestión de línea.
- *Front-ends* de comunicaciones.
- Servidores centrales.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS



Ilustración 2 Pantalla TCE

Además, existe una herramienta llamada informes TCE, que se encarga del almacenamiento de las señales de los equipos y permite compartir y utilizar los datos almacenados con varios fines: compartirlos con otras herramientas de METRO, realizar consultas técnicas sobre los equipos, realizar informes, etc.

Adicionalmente, el sistema TCE ha servido durante muchos años para el envío de los registros de venta y peaje desde los equipos de venta y peaje a los concentradores TCE, de éstos a los *Front-end* de línea y de los *Front-end* de línea a los servidores centrales (*Back-end*). Actualmente, estos registros se están enviando directamente desde los equipos al SCADA de Venta y Peaje mediante un formato reconocible.

En los siguientes apartados se describen los principales equipamientos presentes en las estaciones y que pueden ser gestionados por los operadores a través del TCE y monitorizados por COMMIT para labores de mantenimiento, que deberán ser integrados en la nueva solución SACE que se pretende con la ejecución de este pliego, cubriendo las mismas funcionalidades que el TCE actual, así como nuevas funcionalidades que se deberán incorporar y que están descritas en este pliego.

3.1.1 Transporte vertical

3.1.1.1 Ascensores

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Los ascensores permiten el transporte vertical de personas en las estaciones. Según el tipo de desplazamiento se consideran ascensores exteriores, para desplazamientos entre la calle y el vestíbulo, o interiores, para desplazamientos entre distintos niveles de la estación (por ejemplo, ascensores de vestíbulo a andén). En determinados casos, son de vital importancia al tratarse del medio de acceso para personas con movilidad reducida. Destacar que los ascensores exteriores se consideran accesos a la estación. Además de monitorizar el estado de los ascensores, el TCE actual lleva a cabo determinadas tareas de control sobre los mismos asociados a las labores de operación.

Desde el punto de vista de mantenimiento (Sistema COMMIT) estos dispositivos pertenecen a la taxonomía de **ascensores**. Esta taxonomía dispone de un Diseño de integración normalizado en COMMIT y deberá cargar unas señales asociadas a posiciones de memoria específicas. Todas estas señales son enviadas al Centro COMMIT y tratadas por las personas de nivel uno y nivel 2 de transporte vertical.

A modo resumen la información que se sube son: Tags de estados y alarmas: 33 variables de las cuales 23 generan alarma.

Adicionalmente el centro COMMIT posee unas pantallas de referencia del equipamiento **Pantallas Webpace**, cuya función es representar en una pantalla de operador en tiempo real los estados y alarmas.



Ilustración 3 Ascensor exterior

3.1.1.2 Escaleras mecánicas

Las escaleras mecánicas permiten el transporte de los usuarios de METRO entre los distintos niveles de la estación. Por su parte, los pasillos rodantes, permiten el transporte de los usuarios de METRO a través de los vestíbulos.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

El TCE, además de monitorizar el estado de las escaleras mecánicas, lleva a cabo determinadas tareas de control, ya sea bajo demanda del operador o de forma automática siguiendo una programación horaria. Las maniobras sobre escaleras mecánicas son especialmente sensibles, ya que es obligatorio asegurar que la escalera mecánica está desocupada para cumplir con la normativa y políticas de METRO en materia de seguridad.

El sistema METROVISIÓN es un sistema de análisis de vídeo para determinar la ocupación de una escalera. Permite realizar actuaciones remotas sobre las escaleras mecánicas de forma segura y semiautomática, en cumplimiento con la normativa vigente, que requiere verificar que la escalera está desocupada antes de realizar cualquier maniobra. Su lógica de funcionamiento está fuertemente acoplada con el sistema TCE y con la UM.

La tipología de **escaleras** se divide en las siguientes taxonomías en función del fabricante del equipo:

- THYSSEN
- KONE
- OTIS
- SCHINDLER

Cada una de estas taxonomías dispone de un Diseño de integración normalizado en COMMIT y sube un volumen de variables que puede ser estados o alarmas. A continuación, indicamos los modelos de escaleras cuya información se captura tanto por TCE como por COMMIT.

- Escaleras **THYSSEN**
- Escaleras **OTIS**
- Escaleras **KONE**
- Escaleras **SCHINDLER**



Ilustración 4 Escaleras mecánicas

3.1.2 Accesos

Dentro de este apartado, se consideran todos aquellos equipamientos que habilitan el acceso de los pasajeros a la estación.

3.1.2.1 Cancelas

El sistema de cancelas es el encargado de impedir el paso a las estaciones durante los períodos de tiempo en los que no existe servicio.

El TCE, además de monitorizar el estado de las cancelas, lleva a cabo determinadas tareas de control bajo demanda del operador. Desde el TCE, también es posible actuar sobre el cartel luminoso y el foco asociados a la cancela. El TCE permite configurar la programación horaria de las Unidades Remotas (URs) si bien lo hace utilizando la Unidad Maestra (UM) como intermediaria.

Es de destacar que las cancelas también se pueden abrir manualmente mediante pulsadores o lectores de Tarjeta de Identificación Corporativa (TIC).

Desde el punto de vista COMMIT La tipología de **cancelas** consta de una única taxonomía general.

3.1.2.2 Ascensores exteriores

Ya se han mencionado dentro del transporte vertical. Son aquellos ascensores que permiten acceder a la estación, y deben tenerse en consideración en ambas categorías.

3.1.3 Salidas de emergencia

Una salida de emergencia es un elemento que permite la salida al exterior de las instalaciones, cuyo uso, combinado con las salidas regulares, permiten una rápida evacuación de la estación, a la vez que proporciona una ruta alternativa en caso de que la salida normal quede bloqueada, por ejemplo, por un incendio. Existen salidas de emergencia tanto en túneles como en estaciones. Estas salidas pueden incorporar equipamiento industrial que puede ser monitorizado y telemandado.

3.1.4 Presurización de salidas de emergencia

A medio camino entre un sistema de Protección Contra Incendios y un sistema de Ventilación, existe la presurización de las salidas de emergencia; la instalación de este sistema tiene como

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

objeto impedir el paso de humo derivado de un incendio mediante la presurización del vestíbulo de independencia de la salida de emergencia. El diseño del mismo cumple con lo establecido en la norma UNE-EN 12101-6, considerando el sistema de clase C (para medios de escape mediante evacuación simultánea).

La instalación de presurización para cada vestíbulo de independencia consta de los siguientes equipos y elementos:

- Ventiladores con compuertas de seccionamiento motorizadas.
- Canalización, compuerta de regulación, compuertas cortafuegos y compuerta de sobre presión.
- Finales de carrera y medidor de presión diferencial.
- Cuadro eléctrico de mando y control que incorpora autómatas programables y variador de frecuencia.

3.1.5 Pozos de ventilación

Los pozos de ventilación permiten la correcta ventilación de los túneles de la red de METRO. Los pozos de ventilación pueden estar ubicados en túnel, en andén o estación y pueden ser de inmisión, cuando captan aire del exterior, o de extracción del aire.

El TCE, además de monitorizar el estado de los pozos de ventilación, lleva a cabo determinadas tareas de control, ya sea bajo demanda del operador o de forma automática siguiendo una programación horaria.

Dentro de los proyectos de transformación que se están llevando a cabo en METRO, la Gestión Inteligente de la Ventilación (GIV) se encarga de la monitorización y control de la ventilación de forma mucho más eficiente, dicha herramienta se encuentra en funcionamiento desde 2019.

Desde el punto de vista COMMIT la tipología de **pozos de ventilación** consta de una única taxonomía general. Esta taxonomía dispone de un Diseño de integración normalizado en COMMIT.

Existen 2 fabricantes distintos de Pozos de Ventilación: Siemens y Schneider.



Ilustración 5 Pozo de ventilación

3.1.6 Pozos de bombeo

Los pozos de bombeo permiten la evacuación del agua que se acumula en las instalaciones de METRO. Estos pozos pueden ser de aguas pluviales o de aguas fecales.

El TCE permite monitorizar el estado de los pozos de bombeo. Los pozos de bombeo funcionan de forma prácticamente autónoma, en función de los niveles de agua, arrancan o paran.

Desde el punto de vista COMMIT la tipología de **pozos de bombeo** se divide en las siguientes taxonomías en función del fabricante del equipo:

- FLYGT
- ABS
- SCHNEIDER

3.1.7 Caja de dotación

La caja de dotación es una caja fuerte donde se guarda material necesario para el funcionamiento de la estación.

El TCE, además de monitorizar el estado de la caja de dotación, permite la apertura de la puerta de la caja, si está dentro de su horario, o la apertura incondicional de la misma.

3.1.8 Unidad Maestra

La unidad maestra esta monitorizada desde el sistema COMMIT por lo que tiene entidad propia como taxonomía de equipo.

Existen un único mapa de memoria común a toda la taxonomía:

- Bloque **UM**: Tags de estados y alarmas: 63 variables de las cuales 28 generan alarma
- **Pantallas Webspaces**: Visualización en tiempo real de estados y alarmas.

3.1.9 Cuadro General de Baja Tensión

La tipología de **CGBT** consta de una única taxonomía general cuya información está siendo enviada al centro COMMIT. Debido a la heterogeneidad de esta taxonomía, solo existe un Diseño de integración normalizado en COMMIT para las operaciones de tele-actuación. El mapa de memoria de estados y alarmas es distinto para cada CGBT.

Se integra en COMMIT un elemento de distribución eléctrica de Baja Tensión: el **CGBT, con UR propia en aquellas estaciones sometidas a obras de mejora y remodelación**.

3.1.10 Cuadro Secundario

La tipología de **CPCL** consta de una única taxonomía general cuya información va a COMMIT. Esta taxonomía dispone de un Diseño de integración normalizado en COMMIT.

Actualmente no se traslada a Historian ninguno de los Tags recogidos de los autómatas para la tipología de Cancelas.

3.1.11 Climatización

La tipología de CLIMATIZACIÓN está presente en COMMIT y se divide en las taxonomías de Sondas de Estación y Sistemas de Regulación de Climatización. Estas taxonomías disponen de un Diseño de integración normalizado en COMMIT.

3.1.12 Puertas mamparas automáticas

Las puertas automáticas instaladas en determinadas zonas de las estaciones de García Noblejas, Conde de Casal y Duque de Pastrana tienen por objeto mejorar la accesibilidad y el confort térmico de la estación. Están integradas en el concentrador, ofreciendo así la posibilidad de mando remoto desde la propia estación y desde los diferentes TICS y/o Puestos de Mando.

Vienen identificadas con un número en función de la localización dentro de cada estación. Existen de dos tipos (abatibles y correderas) y tendrán varios modos de funcionamiento configurables en función de las necesidades de cada momento (apertura automática, abierta constante, cerrada constante, solo salida, apertura forzada). Dispondrán a su vez de pulsadores de apertura de emergencia sobre los que actuar en caso de necesidad.

Existe además un cuadro eléctrico anejo a cada batería de puertas compuesto por varios pulsadores (2 por cada puerta mampara), para establecer modos de funcionamiento local: modo limpieza y reset de puerta.

3.1.13 Sistemas de Venta y Peaje (VyP)

Los sistemas de VyP están formados por los equipos que permiten la compra y validación de los títulos de transporte. Estos equipos se encuentran en cada vestíbulo y son:

- **Sistemas de peaje:** Se trata de un conjunto de barreras, de distintos tipos, incluyendo pasos de pantalla móvil (PPM), torniquetes, trípodes, portones, pasos de movilidad reducida (PMR), que permiten el acceso y la salida a las estaciones de la red de METRO. Dentro del sistema de peaje existen las canceladoras y los pupitres. Las canceladoras permiten la validación de los títulos de transporte y los pupitres son equipamientos que controlan una barrera de elementos de control de peaje y que, hoy en día, son también la interfaz de comunicación hacia los sistemas de jerarquía superior. Cada pupitre sólo puede controlar un determinado tipo de equipamiento de peaje.



Ilustración 6 Pasos de pantalla móvil

- **Sistemas de venta:** Formados por varios tipos de máquinas de venta, permiten la compra de títulos de transporte, usando distintas formas de pago, según el equipamiento. Desde las máquinas de venta, también es posible consultar el saldo. Pueden incorporar elementos de información al viajero, como interfonos o paneles digitales, de forma que pueden informar de incidencias a los viajeros, atender sus consultas o servir también de soporte publicitario, en el propio salvapantallas.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS



Ilustración 7 Máquinas de venta

3.1.14 IHM local (terminal del operador)

El IHM local es un sistema de control ubicado en el PCL y que se compone de un único bloque, en el que se integra el teclado y el monitor industrial. El IHM local permite monitorizar y controlar sobre diferentes equipos de la estación. Además, permite operar con los sistemas de estación, incluso en condiciones en las que el TCE no está operativo, ya que comunica directamente con la UM.

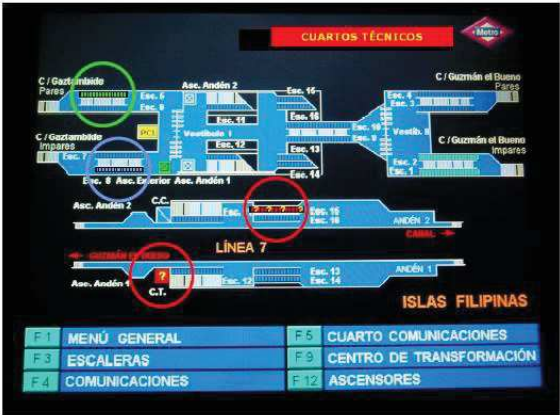


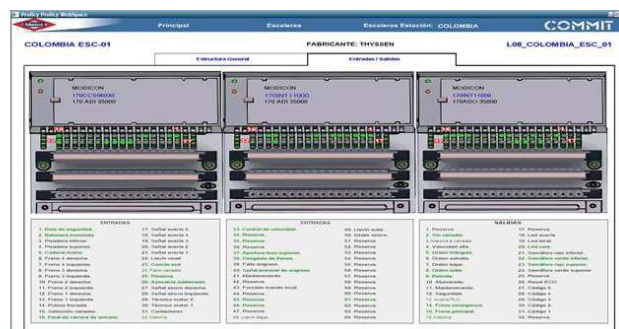
Ilustración 8 IHM local

3.1.15 Centro COMMIT

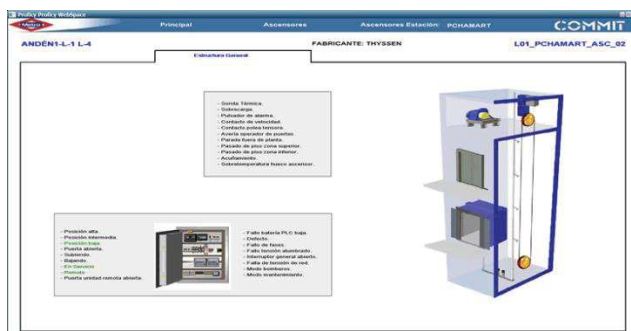
Hasta ahora el centro COMMIT contaba con su propio SCADA basado en soluciones iFIX. Estos desarrollos están en muchos casos normalizados para los equipos que se integran y que cumplen

El centro COMMIT también cuenta con una representación gráfica de los equipos de la estación donde se presenta toda la información recogida por el SCADA de COMMIT que habrá que mantener

- ESCALERA



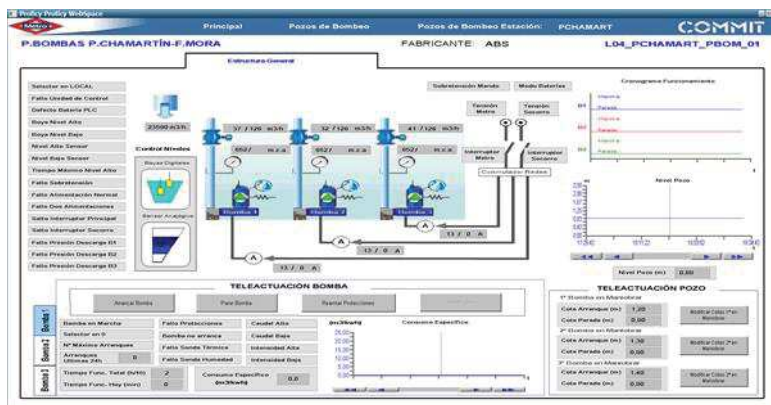
- ASCENSORES



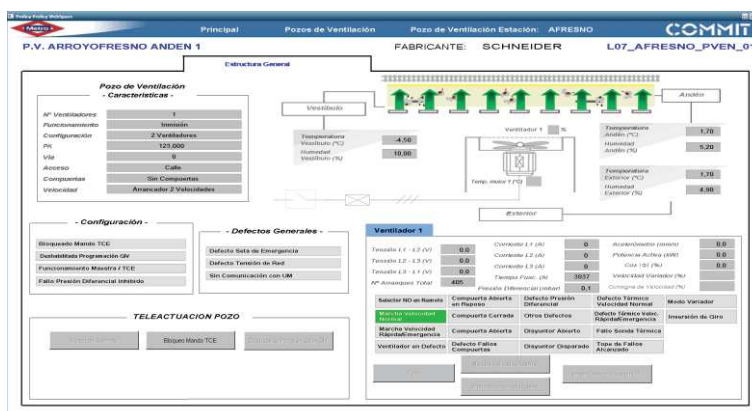
PROYECTO PARA EL DESPLIEGUE DEL SCADA ELECTROMECAÁNICO EN LÍNEA 11 DE METRO DE MADRID - Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

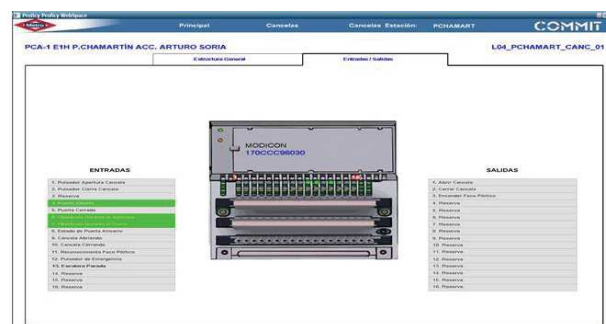
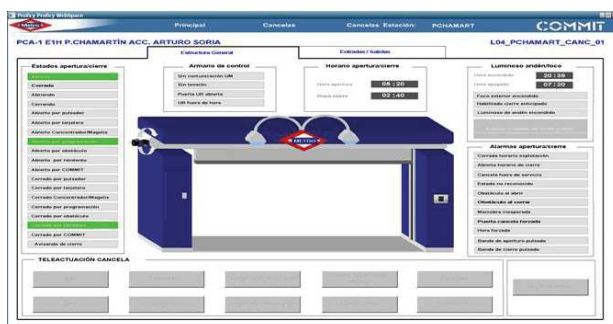
• **POZOS DE BOMBEO**



• **POZOS DE VENTILACION**



• **CANCELAS**



PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

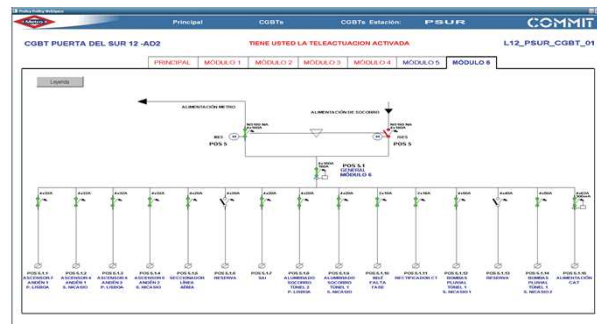
[illegible]

Diagrama de conexión de equipos para el Laboratorio de Diagnóstico de Fallas de la Unidad de Mantenimiento de la Línea de Transmisión de 500 kV. El diagrama muestra una barra de distribución principal (CPCL 1) conectada a una barra de distribución secundaria (CPCL 2). La barra CPCL 1 alimenta a los equipos de la columna 'Equipos Dependientes' y a la barra CPCL 2. La barra CPCL 2 alimenta a los equipos de la columna 'Equipos Dependientes' y a la barra CPCL 3. La barra CPCL 3 alimenta a los equipos de la columna 'Equipos Dependientes'.

Reddy Policy Release
Principil
Unidades Maestras
Unidades Maestras Estación:
PCHAMART
COMMIT

UM PINAR DE CHAMARTÍN
L01_PCHAMART_UM_01

Estructura General

CPU

- Anaquele en Físio
- Rencio en Cablero
- Fallo de Entradas y Salidas
- Desbordamiento Watchdog
- PLC en el Rinc
- Fallo de C/S del Rack
- Plantea de la Hora del Rinc
- Calendario
- Control de la Pila de la Expier
- de Memoria de la Aplicación
- Estado Pila Fuente de Alimentación
- Estado de la Alimentación de los Módulos del PLC
- Variable Forzada
- Comunicación Ethernet Principil
- Comunicación Ethernet Secundaria
- Endace UR Unitelway
- Endace PCHAM
- Comunicación Magale
- Analógicas

REMOTAS - ETHERNET									
Escalaera	01	Ascensor	01	Ventil. Anden	03				
Escalaera	02	Ascensor	02	Ventil. Tunnel	02				
Escalaera	03	Ascensor	03	Bombas Pluv.	01				
Escalaera	04	Ascensor	04	COBT	02				
Escalaera	05	Ascensor	05						
Escalaera	06	Ascensor	06						
Escalaera	07	Candela	01						
Escalaera	08	COBT	01						
Escalaera	09	Ventil. Anden	01						
Escalaera	10	Ventil. Anden	02						
Escalaera	11	Ventil. Tunnel	01						

TMR

- TMR Megafonia
- TMR Informatica
- TMR Video
- Camaras en Fallo

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

• CLIMATIZACION

Temp. (°C)	Alarma (°C)	Sonda en:	PLC ubicado en:	Línea	Estado del PLC
27,9 °C	40 °C	Cuarto Baja Tensión 1	Cuarto Baja Tensión 1	1	Correcto
30,85 °C	40 °C	Centro Transformación 1	Cuarto Baja Tensión 1	1	Correcto
22,15 °C	40 °C	Andén 1	Cuarto Baja Tensión 1	1	Correcto
26 °C	40 °C	Cuarto Equipos 1	C. Operador/CCI o PAC 1	1	Correcto
23,3 °C	40 °C	Vestíbulo 1	C. Operador/CCI o PAC 1	1	Correcto
22,6 °C	40 °C	C. Operador/CCI o PAC 1	C. Operador/CCI o PAC 1	1	Correcto
22,3 °C	40 °C	Cuarto Baja Tensión 2	Cuarto Baja Tensión 2	1	Correcto
24,8 °C	40 °C	Centro Transformación 2	Cuarto Baja Tensión 2	1	Correcto
22,66 °C	40 °C	Andén 1	Cuarto Baja Tensión 2	1	Correcto
26,1 °C	40 °C	Cuarto Comunicaciones 2	Cuarto Comunicaciones 2	1	Correcto
20,25 °C	40 °C	C. Operador/CCI o PAC 4	C. Operador/CCI o PAC 4	1	Correcto
21,6 °C	40 °C	Vestíbulo 2	C. Operador/CCI o PAC 4	1	Correcto
26,45 °C	40 °C	Cuarto Baja Tensión 3	Cuarto Baja Tensión 3	1	Correcto
26,9 °C	40 °C	Centro Transformación 3	Cuarto Baja Tensión 3	1	Correcto
22,35 °C	40 °C	Andén 1	Cuarto Baja Tensión 3	1	Correcto
21,7 °C	40 °C	Cuarto Equipos 1	C. Operador/CCI o PAC 3	1	Correcto
21,75 °C	40 °C	Vestíbulo 1	C. Operador/CCI o PAC 3	1	Correcto
21,4 °C	40 °C	C. Operador/CCI o PAC 5	C. Operador/CCI o PAC 5	1	Correcto
22,35 °C	40 °C	Vestíbulo 6	C. Operador/CCI o PAC 6	1	Correcto

3.2 UBICACIONES TÉCNICAS

Las principales ubicaciones técnicas presentes en la red de METRO son las siguientes:

- A nivel estación puede haber los siguientes cuartos:
 - Vestíbulos.
 - Puesto de Control Local (PCL) y cuarto de operador: Cuartos donde se dispone de todos los equipos y elementos que el agente maneja, y que necesita para realizar las funciones de control de los diferentes equipos de la estación, así como para realizar labores de atención a los viajeros. Los elementos más representativos que estarán situados en el cuarto del operador son:
 - El puesto de operador del sistema TCE.
 - Pantalla de visualización del equipo de gestión de CCTV de CCI.
 - Ordenador pupitre, o pupitres de control de peaje.
 - Pupitre con micrófono para megafonía.
 - Terminal telefónico.
 - Cuarto de baja tensión: En este cuarto se puede encontrar ubicado un autómata que se encarga de los armarios de baja tensión.
 - Cuarto de comunicaciones: consiste en una ubicación en la que se alojan los distintos sistemas de comunicaciones de la estación de una forma ordenada y lógica, en armarios. (CCTV, Megafonía²/Interfonía, Radiotelefonía,

² En algunas estaciones más antiguas, el sistema de megafonía está ubicado en el cuarto de equipos

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- Transmisión, Telefonía, fibra óptica, Red de Estación, Teleindicadores, Energía y/o Distribución).
- Cuarto de Control de Instalaciones (CCI): En este cuarto se realiza la instalación de equipos y terminales de usuario encargados de realizar las funciones de control y monitorización de los equipamientos.
 - Cuarto de protección contra incendios: Desde esta ubicación se permite la monitorización y control de los sistemas de PCI, tanto de la propia estación, como de las estaciones telecontroladas. En este cuarto, también se encuentran el panel de extinción (setas), las bombas, etc., de la estación.
 - Centro de transformación.
 - Sala de climatización.
 - Cuarto de alumbrado de socorro.
 - Cuarto de equipos: En este cuarto se instalan 3 armarios (Energía, Control y Comunicaciones), que contienen el equipamiento necesario para centralizar las instalaciones.
 - Sala de ventilación.
 - Subestaciones.
- Las estaciones desde las cuales se va a realizar la implementación de SACE son las siguientes:
 - Plaza Elíptica.
 - Abrantes.
 - Pan Bendito.
 - San Francisco.
 - Carabanchel Alto.
 - La Peseta.
 - La Fortuna.

Hay que tener en cuenta que, aunque esta fase solo se implementará sobre estas estaciones, en la red de METRO hay otras ubicaciones que deberán ser tenidas en cuenta para futuras fases como son:

- **TICS:** Se trata de salas especiales ubicadas en determinadas estaciones, desde donde los operadores gestionan las líneas de la red de METRO. Hay 6 puestos TICS en toda la red de METRO, y se encuentran ubicados en las estaciones de: Avenida América, Moncloa, Nuevos Ministerios, Pacífico, Puerta del Sur y Ventas.
- **Puesto de Seguridad de Línea (PSL):** Puestos donde se realizan tareas de supervisión sobre la seguridad. Actualmente existen 6, ubicados en las estaciones de: Avenida América, Moncloa, Nuevos Ministerios, Pacífico, Puerta del Sur y Ventas.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- **Puesto de Mando (PM)** situado en **Alto del Arenal**: Se trata de una instalación ubicada en la estación de Alto del Arenal, donde se centralizan los sistemas de control de la explotación de METRO. En el PM se encuentran:
 - Puesto de Mando de Trenes.
 - Puesto de Mando de Estaciones.
 - Puesto de Mando de Energía.
 - Puesto de Mando de Protección Civil y Seguridad.
 - Puesto de Policía, Samur y Emergencia 112.
- Centro de Procesamiento de Datos (CPD) de Puerta del Sur.
- **CPD** de Campo de las Naciones.
- Oficinas de **Canillejas**.
- Oficinas de **Cristalia**: En las oficinas de Cristalia se ubica el centro COMMIT, que realiza el control y mantenimiento de todos los equipos de las instalaciones, tanto los que dan servicios a las comunicaciones, como a los relacionados con la señalización, la energía o los equipos electromecánicos de la red de METRO.
- Oficinas de Cuatro Caminos.
- CCS de Canillejas.
- Sede social de **Plaza de Castilla**.

3.3 USUARIOS

Actualmente, el personal que interacciona con los sistemas de estación de METRO es el que se presenta a continuación:

- El personal del **PM** es el encargado de supervisar el funcionamiento de toda la red de METRO. Desde PM se controla y monitoriza el estado de los equipamientos de las estaciones, así como de los equipamientos de protección contra incendios.
- El personal de **TICS** está formado por operadores que se encargarán de una o varias líneas de METRO. Hay 6 puestos de TICS en la red de METRO. En los TICS se controla y monitoriza el estado de los equipos de las estaciones asignadas a ese TICS.
- El **supervisor comercial**, en la actualidad, controla y monitoriza una única estación. No puede controlar aquellas estaciones que no tiene asignadas, pero sí que puede desplazarse a otras si es preciso.
- El personal de **COMMIT** se encarga de gestionar las incidencias y de dar soporte en sus primeros niveles, en cumplimiento con metodologías ITIL (biblioteca de infraestructuras de Tecnologías de la Información, *Information Technology Infrastructure Library*). En

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

caso de ser necesario, las incidencias se escalan para que sean atendidas por personal de mantenimiento especializado.

- El personal de **ingeniería de mantenimiento** se encarga de definir las directrices de las operaciones de mantenimiento.
- El personal de **mantenimiento** se encarga de la gestión del mantenimiento de las instalaciones fijas de las estaciones de la red de METRO.
- El personal de **ingeniería** es el personal encargado de la evaluación, diseño, validación e implantación de soluciones técnicas sobre las instalaciones y sistemas de la red de METRO.
- El **personal de seguridad** es el encargado de gestionar la seguridad en la red de METRO.
- El personal de **protección civil** es el encargado de monitorizar las alarmas y estados de todos los equipos de protección contra incendios y de desalojo en las estaciones.

Por consiguiente, esta variedad de usuarios deberá ser tenido en cuenta para un correcto perfilado de los usuarios finales del SACE.

3.4 INVENTARIO DE EQUIPOS

El inventario de equipos se recoge en el Gestor de Mantenimiento (GEMA) usando una base de datos relacional. Fuera del alcance de SACE. Esta BBDD posee los datos de inventario de todo el equipamiento de la red de METRO.

- Equipos electromecánicos:
 - Alumbrado de estación.
 - Alumbrado de túnel.
 - Ascensores.
 - Cancelas.
 - Escaleras mecánicas y METROVISIÓN.
 - Pozos de bombeo.
 - Pozos de ventilación.
 - Salidas de emergencia.
 - Cuarto General de Baja Tensión (CGBT).
 - Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI).
 - Equipos de climatización industrial.
- Información al viajero:
 - Carteles teleindicadores.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- Interfonía.
 - Megafonía (zonas).
- Protección Contra Incendios:
 - Detección de incendios.
 - Extinción (agua nebulizada u otros agentes).
 - Sondas de medición de gases ubicadas en el Aeropuerto.
- Seguridad:
 - Cámaras.
 - Control de accesos.
- Venta y Peaje:
 - Máquinas de venta.
 - Pasos de salida.
 - Portón.
 - Torniquetes y pasos de pantalla móvil.

Es de destacar que existen equipos que no están físicamente ubicados en la estación. Desde el punto de vista de la gestión, se tratan como parte de una estación y de una línea. Estos equipos son: alumbrado de túnel (sólo existe este tipo de equipamiento en los túneles), determinadas cámaras, pozos de bombeo y de ventilación.

4. NORMAS Y REFERENCIAS

4.1 DISPOSICIONES LEGALES, NORMAS APLICADAS Y CONDICIONES EXIGIDAS

A continuación, se presenta la normativa aplicada a lo largo del proceso de definición del sistema SACE:

ESTÁNDAR	TÍTULO
ISO 27001 o equivalente	Tecnología de la información. Técnicas de seguridad. Sistemas de Gestión de la Seguridad de la Información (SGSI). Requisitos.
ISO 27002 o equivalente	Tecnología de la información. Técnicas de seguridad. Código de prácticas para los controles de seguridad de la información.
ISO/IEC 27033 o equivalente	<i>Information technology. Security techniques. Network security.</i> (Tecnología de la información. Técnicas de seguridad. Seguridad de la red).
ISO/IEC 7498-1 o equivalente	Tecnología de la información. Interconexión de sistemas abiertos. Modelo de referencia básico: El modelo básico.
ISO/IEC 14764 o equivalente	<i>Software Engineering. Software Life Cycle Processes. Maintenance</i> (Ingeniería del software. Proceso del ciclo de vida del software. Mantenimiento).
ISO/IEC 19770 o equivalente	<i>Information technology. Software Asset Management.</i> (Tecnología de la información. Gestión de activos de software).
IEC 62443 o equivalente	<i>Security for Industrial Automation and Control Systems</i> (Seguridad de redes y sistemas para la medición y control de procesos industriales).
ISO 9241 – 210 o equivalente	<i>Ergonomics of human-system interaction. Part 210: Human-centred design for interactive systems</i> (Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos. Parte 210: Diseño de sistemas interactivos centrado en la persona).
UNE-EN-ISO 11064 o equivalente	<i>Ergonomic design of control centred</i> (Diseño ergonómico de los centros de control).
UNE-EN 62402 o equivalente	Gestión de la obsolescencia. Guía de aplicación.
UNE-EN 157001 o equivalente	Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
BOE-A-2011-7630 o equivalente	Ley del 28 de abril de 2011 por la que se establecen medidas para la protección de las infraestructuras críticas.
CCN-STIC-480 o equivalente	Seguridad en sistemas SCADA.

Tabla 1: Normativa Aplicada

Todas las prescripciones y especificaciones técnicas que se formulen en el presente pliego por referencia a cualesquiera de las tipologías normativas recogidas por el artículo 60.3 b) de la Directiva

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

2014/25/UE, de 26 de febrero, sobre Contratación Pública, habrán de entenderse hechas también a sus equivalentes, correspondiendo al licitador acreditar dicha equivalencia en la forma establecida en el artículo 60.5 de la mencionada Directiva.

Los trabajos que se desarrollen dentro del SERVICIO objeto del contrato se llevarán a efecto mediante la plena observancia y cumplimiento de todas las disposiciones jurídicas vigentes, actuales y futuras, que afecten a dichos trabajos, o equivalentes, ya se trate de normas, reglamentaciones, ordenanzas, instrucciones o cualquier otro rango, y tanto tengan carácter o ámbito europeo, nacional, autonómico o local. Así como la normativa vigente de METRO.

En general, serán de aplicación las prescripciones que figuran en las Normas, Instrucciones o Reglamentos Oficiales que guardan relación con el alcance del SERVICIO o con los trabajos necesarios a desarrollar para la correcta y óptima prestación del SERVICIO, y que se encuentran en vigor en el momento de redacción de este PPT, y durante la realización de los trabajos del SERVICIO. Así mismo, se considerarán todas las modificaciones y ampliaciones durante la vigencia del contrato.

Todas las prescripciones y especificaciones técnicas que se formulen en el presente pliego por referencia a cualesquiera de las tipologías normativas recogidas por el artículo 60.3 b) de la Directiva 2014/25/UE, de 26 de febrero, sobre Contratación Pública, habrán de entenderse hechas también a sus equivalentes, correspondiendo al licitador acreditar dicha equivalencia en la forma establecida en el artículo 60.5 de la mencionada Directiva.

En caso de discrepancias entre las normas y salvo manifestación expresa en contra, se entenderá válida la prescripción más restrictiva. Salvo indicación en contra, se aplicará la última versión disponible de cualquier Norma, Instrucción o Reglamento Oficial relacionado.

Cuando en algunas disposiciones legales se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todas las instrucciones o normas promulgadas por la Administración que tengan aplicación en los trabajos a realizar a juicio de la Dirección de los Trabajos de METRO.

Los trabajos desarrollados dentro de este PPT deberán cumplir los requisitos legales en materia de Prevención de Riesgos Laborales según lo establecido por METRO en su Sistema de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales dentro de su Proceso referente a “Coordinación de Actividades Empresariales”.

El Contratista se compromete a realizar los trabajos teniendo en cuenta el cumplimiento de las normas vigentes en METRO, las cuales deberán hacer conocer a su personal responsable de la prestación de los servicios antes del inicio del mismo.

Los trabajos en una zona sin servicio no se verán afectados por limitación de horario, sin embargo, en los trabajos a efectuar en los tramos en explotación, el Contratista tendrá que realizar necesariamente los trabajos teniendo en cuenta lo siguiente:

Trabajos en CPD:

Los trabajos dentro de los CPD, siempre que no afecten a los servicios de explotación, podrán realizarse en jornadas normales de 8 horas, incluso en horario diurno.

En caso de que dichos trabajos puedan afectar a algún servicio, deberá preverse que el horario estará limitado desde las 2 h hasta las 5:30 h de la mañana, excepto en caso en que el servicio afectado sea el de circulación de trenes, en cuyo caso el horario estará limitado a 2,5 horas (de 2:30 a 5:00 h).

Solicitud de trabajos:

Todos los trabajos que afecten a algún servicio de explotación deberán ser programados y autorizados explícitamente por METRO.

El Contratista solicitará por escrito la programación de los trabajos a la Dirección de los Trabajos de METRO debiendo ser programados con el tiempo de antelación que la Dirección de los Trabajos indique.

Por razones del Servicio de Mantenimiento de METRO, y otras causas, se podrán suspender trabajos programados, o bien acortar los períodos disponibles, no admitiéndose reclamación alguna por parte del Contratista.

En caso de que el Contratista incurra en incumplimiento de lo indicado en este apartado, la Dirección de los Trabajos de METRO podrá paralizar la prestación de los servicios hasta que el Contratista asegure y demuestre el cumplimiento.

4.2 PROGRAMAS DE CÁLCULO

Para la realización del presente proyecto no se han utilizado programas de cálculo.

4.3 PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD APLICADO DURANTE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO

El Área de Ingeniería dispone de un sistema de gestión de la calidad aplicado a sus actividades conforme a la norma UNE-EN ISO 9001, tal y como se recoge en el Certificado nº ER-0928/2010, emitido por la entidad certificadora AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).

4.4 NORMAS GENERALES PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

El licitante admite conocer la presencia de materiales con amianto (MCA) en la red de Metro de Madrid. Si se detectara algún material en las instalaciones a modificar sospechoso de contener amianto, el contratista ha de ponerlo en conocimiento de la dirección de obra y no se realizará ningún tipo de manipulación sobre él. En todo momento se ha de dar cumplimiento a lo indicado en el RD 396/2006 de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Los trabajos objeto del presente contrato se llevarán a efecto mediante la plena observancia y cumplimiento de todas las disposiciones jurídicas vigentes, actuales y futuras, que afecten a dichos trabajos, ya se trate de normas, reglamentaciones, ordenanzas, instrucciones o cualquier otro rango, y tanto tengan carácter o ámbito europeo, nacional, autonómico o local.

El contratista se compromete a realizar los trabajos teniendo en cuenta el cumplimiento de las normas vigentes en METRO, como son las normas para corte y reposición de alta tensión, comunicaciones con trenes y vehículos, etc., las cuales deberán hacer conocer al personal involucrado en la obra antes del inicio de la misma.

En caso de que el contratista incurra en el incumplimiento de estas normas, la Dirección Facultativa podrá paralizar la obra hasta que el contratista asegure y demuestre el cumplimiento de las mismas.

En el supuesto de que los ofertantes aspirantes a ser contratistas requieran conocer dichas normas, podrán solicitarlas a METRO durante el periodo de elaboración de la oferta.

En cualquier caso, las normas que sean requeridas para la ejecución de la obra serán proporcionadas a la empresa adjudicataria tras la firma del contrato.

4.4.1 Condiciones Generales exigidas para el cumplimiento en materia de Medio Ambiente

Con el fin de minimizar el impacto medioambiental, no sólo se tendrá en cuenta la explotación y mantenimiento de los equipos, sino también su diseño, fabricación, selección y manipulaciones de materiales. Se considerará la afección al medio ambiente desde el origen del Proyecto, y toda solución técnica o estética será precedida de un riguroso análisis para la integración de los siguientes aspectos:

- Siempre que sea viable, se presentará la alternativa de diseño que genere menos emisiones, ruidos, vibraciones y/o radiaciones electromagnéticas; así como el menor consumo de agua y energético posible.
- Se proyectarán las instalaciones y metodologías necesarias para la correcta gestión de los residuos que se vayan a generar.
- Se proyectarán las medidas oportunas para evitar cualquier vertido de sustancias peligrosas.
- Se tendrá en cuenta que el horario de trabajo minimice las molestias que se pudieran ocasionar por ruido emitido al exterior.
- Se tendrá en cuenta el impacto visual negativo que pudiera tener la instalación/obra, tomando las medidas necesarias para disminuirlo.

En caso de que se vayan a instalar o diseñar equipos se valorará que:

- La fuente de energía sea renovable.
- La fuente de energía sea gas natural, hidrógeno o electricidad.
- El equipo no genere emisiones de gases contaminantes por combustión.
- El equipo no genere radiaciones electromagnéticas significativas.
- El equipo no genere ruidos ni vibraciones significativas.
- Se minimice el consumo de agua del equipo una vez inicie su actividad.

4.4.2 Condiciones exigidas en materia de Gestión de Residuos

Los residuos generados serán gestionados por el contratista, de acuerdo con la legislación vigente y debe evidenciarlo entregando a Metro de Madrid cualquier documentación que le sea requerida (autorizaciones, albaranes de entrega a gestor autorizado, documentos de control y seguimiento, etc.).

El Contratista está obligado a restituir a su estado original, sin que proceda abono por dicho concepto, todas las áreas utilizadas como acopios. Si por necesidades de los trabajos parte del material existente en un acopio fuera considerado excedente, el Contratista se hará cargo del mismo, según lo prescriba el director de los trabajos.

4.4.3 Condiciones exigidas para el cumplimiento en materia de Prevención de Riesgos Laborales de los trabajos a desarrollar

Los trabajos desarrollados dentro de este Pliego deberán cumplir los requisitos legales en materia de prevención de riesgos laborales según lo establecido por Metro de Madrid en su Sistema de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales dentro de su proceso referente a “Coordinación de Actividades Empresariales”.

En el caso de que se deban llevar a cabo trabajos en los que se manipule amianto, los trabajos los realizarán empresas inscritas en el Registro de Empresas con Riesgo de Amianto (RERA), debiendo el contratista presentar copia de su inscripción en dicho registro.

Previamente a sus trabajos elaborarán un Plan de Trabajo que presentará para su revisión y aprobación ante la Autoridad Laboral. El cumplimiento de este plan deberá supervisarse por una persona con la cualificación necesaria.

Se garantizará que ningún trabajador está expuesto a una concentración de amianto en el aire superior al valor límite expresado en el RD 396/2006 para lo que se realizará medición por laboratorios especializados reconocidos por la autoridad.

Los materiales que contengan amianto (MCA) deberán ser almacenados y transportados en embalajes apropiados y con etiquetas reglamentarias que indiquen que contienen amianto siendo transportados fuera del centro de trabajo lo antes posible.

Los trabajadores con riesgo de exposición al amianto no realizarán horas extraordinarias ni trabajarán por sistema de incentivos. Dispondrán de ropa de protección apropiada facilitada y descontaminada por el empresario que será necesariamente sustituida por la ropa de calle antes de abandonar el centro de trabajo y la utilización de Equipos de Protección Individual (EPIs) de las vías respiratorias se limitará a un máximo de 4 horas diarias.

De modo general, mientras se producen los trabajos propios de desamiantado, la zona próxima debe ser aislada, protegida y debidamente señalizada, no pudiendo existir concurrencia de actividades. Se delimitará claramente la zona con riesgo de exposición al amianto siendo inaccesibles para personal no autorizado evitando la dispersión de polvo fuera de los locales o lugares de acción y limpiando adecuadamente el área afectada al fin de los trabajos.

4.4.4 Adecuación de los recursos materiales

El Contratista deberá poner a disposición del SERVICIO, todos los medios materiales para su correcta prestación y garantía del mismo, cumpliendo con los requisitos exigidos en este PPT y demás documentación contractual.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Los recursos materiales deberán cumplir con la normativa legal aplicable al ámbito de actuación de prestación del trabajo que en concreto se desarrolle en cada momento, así como con las condiciones requeridas para el desarrollo, correcto y óptimo, del SERVICIO. El Contratista deberá cumplir con los procedimientos internos de METRO que en cada caso estén establecidos, y deberá entregar, a petición de la Dirección de los Trabajos de METRO, los certificados que demuestren fehacientemente el cumplimiento de los recursos materiales.

El Contratista deberá informar a la Dirección de los Trabajos de METRO, antes de su uso por el personal del Contratista, los recursos materiales que se empleará en la prestación del SERVICIO, para su aprobación, o por los recursos en las que esta delegue.

Corresponde al Contratista dotar al personal asignado de todos los recursos materiales necesarios para llevar a cabo cada trabajo durante toda la vigencia del contrato, independientemente de su modalidad presencial o teletrabajo, tales como ordenadores, servicios de comunicación telefónica y de datos, servicios de impresión, material de oficina, etc. y, en general, los necesarios y requeridos en cada situación y trabajo a desarrollar.

Los recursos materiales han de cumplir, al menos, con las siguientes condiciones:

- **Recursos informáticos**

El Contratista deberá dotar al personal con un ordenador portátil por persona que esté prestando el SERVICIO en un momento dado.

Los ordenadores deberán estar dotados de las aplicaciones necesarias que en cada caso se requieran para el correcto y óptimo desarrollo de los trabajos, con las licencias pertinentes y originales, y en versiones compatibles a las versiones empleadas por el personal de METRO.

En todo caso, los ordenadores deberán estar dotados de los softwares necesarios y en versiones compatibles a las versiones empleadas por el personal de METRO en el momento de ejecución del trabajo.

Los programas informáticos especializados deberán poseer las funcionalidades pertinentes que permitan exportar el documento a formatos de uso común y en los equipos informáticos de METRO.

- **Equipamiento de Protección Individual (EPI)**

El Contratista deberá dotar al personal de los EPI que en cada momento sean necesarios según la legislación vigente de aplicación y la normativa interna de METRO.

- **Medios auxiliares**

El Contratista deberá dotar al personal de los medios auxiliares pertinentes para su correcta prestación del SERVICIO y garantía del mismo durante todo el plazo de vigencia del contrato. Los medios auxiliares deberán ser al menos los siguientes:

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- Teléfono móvil con GPS e internet, con la funcionalidad de cámara fotográfica y video, para cada persona que éste prestando el SERVICIO.
- Cámara fotográfica y video digital (en caso que el teléfono no ofrezca estas funcionalidades tal y como son requeridas para la prestación del SERVICIO).
- Correrán a cargo del Contratista los gastos de desplazamientos que en cada caso sean requeridos para el correcto y óptimo desarrollo de trabajos, además de los gastos o sanciones administrativas que pudieren derivarse de los trabajos de apoyo del SERVICIO.

4.4.5 Ubicaciones y horarios de trabajo

Los trabajos del SERVICIO se podrán realizar en cualquier ubicación de las dependencias de METRO, entendiéndose como dependencia cualquier ubicación posible de METRO. La decisión de la ubicación la tomará la Dirección de los Trabajos de METRO en cada caso, según la naturaleza del trabajo a desarrollar.

Estos trabajos también pudieren ser desarrollados en las dependencias del Contratista, siempre y cuando sea aprobado previamente y expresamente por la Dirección de los Trabajos de METRO y sea posible la realización de estos trabajos en las dependencias del Contratista.

Los trabajos se podrán realizarán de manera presencial, así como, en modalidad de teletrabajo, a decisión de la Dirección de los Trabajos de METRO en cada caso.

En general, el horario de trabajo para la prestación de los servicios será el establecido por los empleados de METRO que estén a cargo de este SERVICIO. No obstante, a lo anterior, el horario de los trabajos podrá ser diurno o nocturno, en función de su naturaleza, pudiéndose requerir trabajos durante cualquier día de la semana, incluido fines de semana y días no laborables.

Las decisiones sobre la ubicación, modalidad del trabajo y horario de los trabajos podrán ser variables durante el periodo de duración del contrato, según las necesidades de los servicios a prestar o las funciones a desarrollar por el Contratista, y/o a decisión de la Dirección de los Trabajos de METRO en cada caso.

4.5 BIBLIOGRAFÍA

- “*System and Software Reliability Assurance Notebook*” de los autores: Lakey, Peter B., Neufelder Ann Marie (2004).
- “What Do the Software Reliability Growth Model Parameters Represent? Software Reliability Engineering” de los autores: Malaiya, Y.K., Denton, J.

5. REQUISITOS DE DISEÑO

5.1 GENERALIDADES

5.1.1 Introducción

Como parte de una arquitectura global se propone la implantación del **nuevo sistema SACE** en todas las estaciones de la línea 11, que aglutinará las funcionalidades del actual telemando de control de estaciones (TCE) y del SCADA del sistema de gestión del mantenimiento de instalaciones fijas (COMMIT). Las nuevas funcionalidades, así como las que va a heredar de los sistemas actuales anteriormente mencionados, vendrán definidas de manera concreta y detallada en la matriz de requisitos adjunta como anexo I. Es una condición indispensable que todos y cada uno de los mencionados requisitos se cumplan tal y como aparecen descritos en dicha matriz. Supondrá, por tanto, una evolución funcional y tecnológica respecto a los sistemas actuales, además deberá ser una propuesta de valor añadido que permita la integración con otros sistemas.

El software designado como evolución de TCE y COMMIT deberá proporcionar desde una perspectiva de aplicación SCADA, los constituyentes elementales de SACE y las metodologías de ingeniería para integración con equipos de campo y con otros SCADA de Metro de Madrid. En la propuesta deberá quedar contemplado el modo en que se adquirirá, presentará, almacenará y procesará información de los controladores programables y de qué forma soportará la evolución tecnológica de dichos controladores.

SACE, como evolución del actual TCE no precisará actuación alguna sobre los controladores programables existentes en Metro de Madrid, es por ello por lo que deberá incorporar un mecanismo de abstracción del hardware basado en una pasarela Modbus TCP a OPC-UA (para los casos que sea necesario) que queda recogido en este documento. A futuro, los nuevos controladores que sean desplegados en sustitución de los controladores existentes que se encuentren en obsolescencia deberán cumplir de forma nativa con los requerimientos de interoperabilidad con SACE que se describen en los documentos referenciados al final de este capítulo para garantizar su conexión directa y sin requerir ningún método de abstracción de hardware ni reingeniería.

Del mismo modo, SACE como evolución del actual COMMIT y partiendo del mismo mecanismo de abstracción, deberá recopilar información de controladores existentes sin necesidad de actuación alguna sobre ellos. Además, deberá interoperar con SADEC facilitando la misma información que actualmente se está recopilando, incorporará la operativa actual de COMMIT y facilitará el acceso web a pantallas de operación desde TIVOLI.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Esta iniciativa pretende la evolución del TCE y del SCADA de COMMIT hacia un sistema puesto al día tecnológicamente. Esta evolución ha de venir determinada por:

- Una evolución de los subsistemas correspondientes que parte de la base del estado del arte tecnológico actual, pero que a la par tenga muy presente la situación de partida de las instalaciones y red de comunicaciones de METRO, con objeto de plantear un plan de futuro viable y factible, tecnológica y presupuestariamente.
- La gestión eficaz y eficiente de dichos subsistemas, a través de sistemas de gestión superiores. Dichos sistemas de gestión permiten cubrir las necesidades del cliente interno (divisiones de operaciones y de mantenimiento).
- El nuevo sistema debe cubrir con las mismas funcionalidades actuales que posee el TCE, pero también deberá incorporar las necesidades del centro COMMIT y en consecuencia poder servir de reemplazo al SCADA que posee COMMIT sin perder funcionalidades.
- El sistema debe permitir que la información tratada, enviada y almacenada cuente con las medidas de seguridad y normativas de aplicación a este tipo de soluciones.
- Los protocolos de comunicación deberán estar puestos al día y ser absolutamente seguros.
- La solución deberá ser robusta, flexible y escalable para poder soportar la evolución de la misma y la incorporación en un futuro de nuevas estaciones.

5.1.2 Solución homologada

El desarrollo de SACE que se proponga como respuesta a este proyecto ha de estar entre las soluciones tecnológicas homologadas por METRO, previo a la presentación de la oferta, dentro del proyecto de Estación 4.0 según el procedimiento público siguiente:

¿Cuál es el procedimiento de homologación de productos para la Estación 4.0 de Metro de Madrid?

<https://www.metromadrid.es/es/perfil-del-contratante/preguntas-mas-frecuentes>

5.1.3 Objetivos

El objetivo de SACE es la monitorización y control remoto de los sistemas y servicios de la estación, de forma robusta, segura y en cumplimiento de todas las políticas de METRO y la legislación vigente. Será una aplicación destinada, fundamentalmente, al personal de operaciones, pero fundamental también para otros grupos como mantenimiento, seguridad, etc.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

En definitiva, desde SACE se podrán monitorizar y, en determinados casos, controlar los siguientes equipos:

- Equipos electromecánicos: formado por alumbrado de túnel, ascensores, caja de dotación, cancelas, escaleras mecánicas, pozos de bombeo, pozos de ventilación, etc.

Y tener información sobre el comportamiento de:

- Equipos gobernados por PSIM: cámaras, control de accesos, etc.
- Equipos gobernados por el PCIV: paneles digitales, interfonía, megafonía, megafonía de emergencia y plataforma de gestión de contenidos multimedia.
- Equipos gobernados por el SCADA de VyP: máquinas billeteiras, pasos de pantalla móvil, torniquetes, pasos de movilidad reducida, portón.
- Equipos gobernados por el sistema de PCI: detección de incendio, extinción de incendio, salidas de emergencia y sondas.

Paralelamente al control de estaciones centralizado que ofrece SACE, existe una solución de control local basado en IHM industriales que permite la monitorización y control de las estaciones. Esta solución permite garantizar la monitorización y control de las estaciones incluso en caso de pérdida de comunicaciones. Cuando se produzca pérdida de comunicaciones y el SCADA centralizado no pueda comunicarse con el resto de plataformas será el IHM en combinación con la Unidad Maestra, los que dispondrán de interconexión directa con los equipamientos necesarios, asegurando que sea posible realizar todas las operaciones ligadas al desalojo de estación.

Como mecanismo de respaldo a SACE y aplicable en casos de funcionamiento degradado por mantenimiento o indisponibilidad de alguno de sus componentes o de las redes en las que se sustenta, se dispondrá en el perímetro estación de un entorno gráfico que posibilitará a un operador la visualización y gestión in situ de las instalaciones que la componen.

La evolución del HMI local, basado en la actualidad en un terminal de operador, se fundamentará en una interfaz web que soportará la utilización de dispositivos móviles itinerantes como teléfonos móviles o tablets. Para satisfacer este requerimiento se dispondrá en la estación de un controlador lógico programable que, por un lado, incorporará la capacidad de albergar un aplicativo (Docker, páginas HTML5 o similar) diseñadas ad hoc y que mostrará gráficamente los estados de cada instalación permitiendo al operador efectuar su mando con el fin de configurar la operativa deseada en la estación, y por otro lado, enlazará con la UM y UR de su perímetro con objeto de recopilar información de estado y enviar consignas mediante Modbus TCP. A través del acceso web podrá accederse al mando degradado de distintas formas: mediante un dispositivo físico tipo HMI (por ejemplo, modelo HMIST6400) instalado en algún

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

cuadro eléctrico local de estación, mediante equipos itinerantes como tablets, o desde la propia sala de control de estación a través de algunos de los equipos con acceso a la red de control.

No se requerirá ningún útil de diseño externo para el desarrollo web, el conjunto de páginas HTML5 y la aplicación de control que enlazará con la UM y UR formarán parte de un mismo proyecto de software que podrá transferirse al controlador HMI Local con una única operación de carga.

Los operadores deberán disponer de credenciales adecuadas para acceder al servidor web del controlador HMI Local y el acceso estará basado en una conexión HTTPS. El controlador HMI Local deberá proporcionar un mecanismo de enrollment de certificados X.509 mediante el cual una CA de Metro de Madrid firmará su certificado, de este modo los dispositivos itinerantes podrán establecer la conexión segura sin que para ello se precise ninguna intervención adicional. El controlador HMI Local deberá soportar la creación de hasta 20 usuarios y la asignación de roles para sólo visualización o visualización y control desde un punto centralizado.

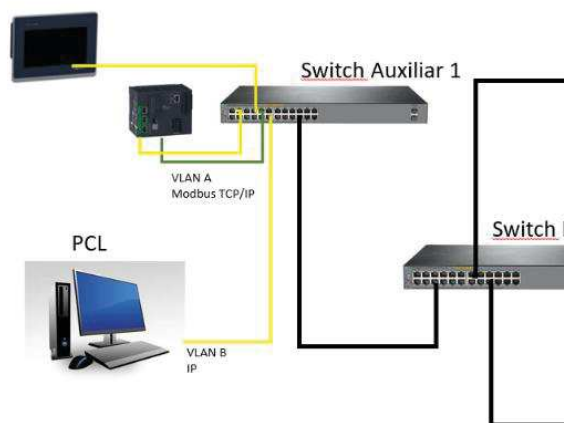


Ilustración 9 Conexión HMI

5.1.4 Fundamentos principales

Los ejes que articularán el software de SACE, metodología para integración de controladores y sus evoluciones y metodología para interoperabilidad con otros sistemas y SCADAs, deberán contemplar los aspectos que se describen a continuación:

- **Objetos por taxonomía:** Será la una parte esencial de SACE y compondrá la Librería estándar de Metro de Madrid. Constituirán el punto de partida para la creación del **gemelo digital** de las estaciones en el que las taxonomías estarán representadas por objetos que contendrán atributos que las describen. Los atributos de tiempo real de estos objetos tendrán como

propósito intercambiar de forma bidireccional información con los controladores en estaciones, los atributos de configuración definirán su comportamiento ante situaciones determinadas como desviación de parámetros o niveles fuera de lo permisible, los atributos históricos almacenarán datos de forma persistente, los atributos de visualización presentarán una imagen de estados y alarmas al operador de un modo organizado y los atributos de enlace IT mantendrán un diálogo en emisión y recepción con otros sistemas y SCADA. Cabe destacar que el conjunto de atributos descrito será capaz de suplir la función de los actuales TCE y COMMIT, dicho de otro modo, un único objeto contendrá la totalidad de atributos y representaciones gráficas necesarias para efectuar la operación de instalaciones (TCE) y seguir las tareas de su mantenimiento (COMMIT).

- **Integración de estaciones:** Los atributos de tiempo real que describen las taxonomías se mantendrán en constante actualización con los datos que poseen los controladores programables ubicados en las estaciones, por tal motivo, su estrategia de adquisición de información soportará equipos heterogéneos y que emplean protocolos no unificados. De forma adicional, estos atributos de tiempo real asegurarán que la transición a nuevo hardware y protocolos actuales como OPC UA se efectúe conservando el modo de presentación, almacenamiento y procesamiento de la información sin que sea perceptible diferencia alguna entre un enlace con controladores de distinto fabricante o, aun siendo controladores del mismo fabricante, que pertenezcan a distintas generaciones de hardware. Además, el cambio de la comunicación de controladores no implicará reingeniería más allá de la asignación de direcciones IP y selección del protocolo.
- **Enlace con SADEC:** El Sistema de Adquisición de Datos de Equipos de Campo recibirá de y enviará a los atributos de enlace IT de SACE datos en tiempo real de modo que ambos, SADEC y SACE, se encontrarán permanentemente sincronizados.
- **Integración de otros SCADA en SACE:** Tomando como base el concepto de que SACE constituye un SCADA de SCADAS, las facetas operación y mantenimiento serán dos de las diferentes esferas SCADA que, a futuro, compondrán la totalidad de SACE. Su misión será actuar de forma colaborativa con el resto de las esferas SCADA y, por ello, podrá compartir en tiempo real información con las esferas de Información al Viajero, Seguridad, Venta y Peaje CCTV, Interfonía, Megafonía, etc.

5.2.1 Modelo funcional y operativo

Actualmente, el modelo de gestión de METRO está basado en 12 líneas operativas según la siguiente tabla:

[illegible]

Ilustración 10 Líneas operativas de Metro

5.2.2.1 Arquitectura Lógica

Para una primera integración de una sola línea, deberán sentarse las bases que permitan el crecimiento paulatino incorporando más equipamiento progresivamente, evolucionando hacia una solución final que se adecue a la estructura funcional y modelo organizativo que posee Metro, basado en la gestión de líneas operativas (actualmente, se consideran 12 líneas operativas).

Deberá tenerse en cuenta la disponibilidad de dos entornos operativos: **preproducción** y **producción**. Por lo tanto, se definirán una arquitectura que contemple ambos entornos y que permita trabajar y evolucionar según se ha definido adaptándose al modelo de gestión de metro, indicando equipamiento hardware de partida, servidores lógicos de operación y licencias necesarias en cada caso.

Se deberán especificar los componentes que formarán parte de la arquitectura lógica con su función en el sistema, siempre contemplando la escalabilidad para llegar a una solución final completa que cubra el modelo organizativo de todas las líneas de metro.

5.2.2.2 Arquitectura Funcional

A nivel de arquitectura desde un punto de vista funcional, el sistema deberá cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Disponer de un **núcleo funcional** que implemente el motor de eventos en tiempo real, la gestión de alarmas y el registro del histórico de datos. En este núcleo funcional se incluirán también las tareas de correlación de la información básica que se puedan trasladar a esta capa.
- Contener una **capa de integración** que permita el intercambio de información con los equipamientos industriales y con otros sistemas corporativos del ecosistema de METRO.
- Disponer de **módulos de valor añadido** que enriquezcan el núcleo del SCADA con funcionalidad adicional necesaria para completar requerimientos. Fundamentalmente, un módulo de gestión de notificaciones a usuarios y un módulo de gestión de flujos de trabajo.
- La **capa de presentación** deberá proporcionar un conjunto de aplicaciones destinadas a los usuarios finales del sistema, incluyendo las pantallas de operación del SCADA, pantallas del centro COMMIT, apps para dispositivos móviles, aplicaciones web de distinta naturaleza y herramientas de administración del sistema.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

SACE deberá ser un sistema centralizado, pero modular, formado por diversos productos y componentes, y compatible con una arquitectura de sistemas de información estándar:

- Con servidores SCADA que se encargarán de la comunicación con los equipos de campo, tanto de los equipos de los que SACE es propietario, como de los pertenecientes a otros sistemas.
- Con servidores web que se encargarán de gestionar los clientes de visualización de las aplicaciones, que pueden ser accedidas desde puestos fijos y/o dispositivos móviles.
- Con servidores de historización se encarga de almacenar el archivo histórico operacional.
- Además, deberán contemplarse otros servidores para hospedar otros sistemas, si aplican, como la gestión de informes, sistemas especializados para flujos de trabajo, la herramienta para la reproducción de datos históricos, un módulo de notificaciones, etc.

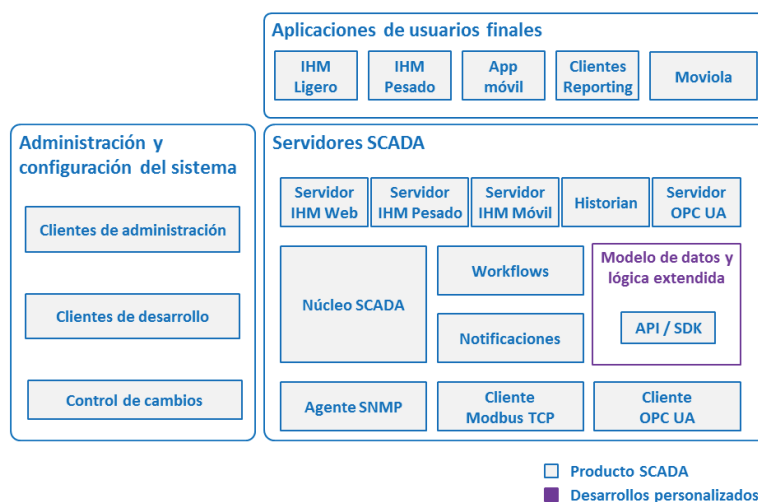


Ilustración 11 Arquitectura funcional de SACE (ilustrativa)

5.2.3 Comunicaciones

Para la comunicación con los equipos, SACE tomará dos vías de actuación:

- Comunicación directa con los equipos, a través de la UM o la UR. Este enfoque será el utilizado para los equipos de los que SACE es el sistema propietario, es decir los equipos electromecánicos, utilizando el protocolo OPC UA. Como las UM actuales utilizan protocolo Modbus/TCP, se contempla la necesidad de implementar un mecanismo que tenga en cuenta esta situación transitoria.
- Comunicación con otros sistemas propietarios a través de protocolo seguro y normalizado.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- Los sistemas deberán estar alojados de manera centralizado en los DC de Metro de Madrid garantizando que se llega a los equipos finales de manera segura, eficiente y sobre todo que se garantiza la operatividad de la solución en todo momento.

5.2.3.1 Comunicación con equipos electromecánicos

SACE incluirá un motor de comunicaciones que garantizará su capacidad para alimentar los atributos de tiempo real de las instancias que modelizan activos con información proveniente de los controladores existentes. Operará de forma que no suponga interrupción en su funcionamiento, reprogramación de los controladores ni saturación de su capacidad de comunicaciones.

En el despliegue se hará, comunicando con los sistemas electromecánicos utilizando el protocolo OPC UA. Para aquellas UM o UR que no soporte este modelo, el sistema deberá contemplar un mecanismo de abstracción del hardware basado en una pasarela Modbus TCP a OPCUA. En la siguiente figura ilustrativa, se muestra un esquema de la comunicación entre SACE y los equipos electromecánicos:

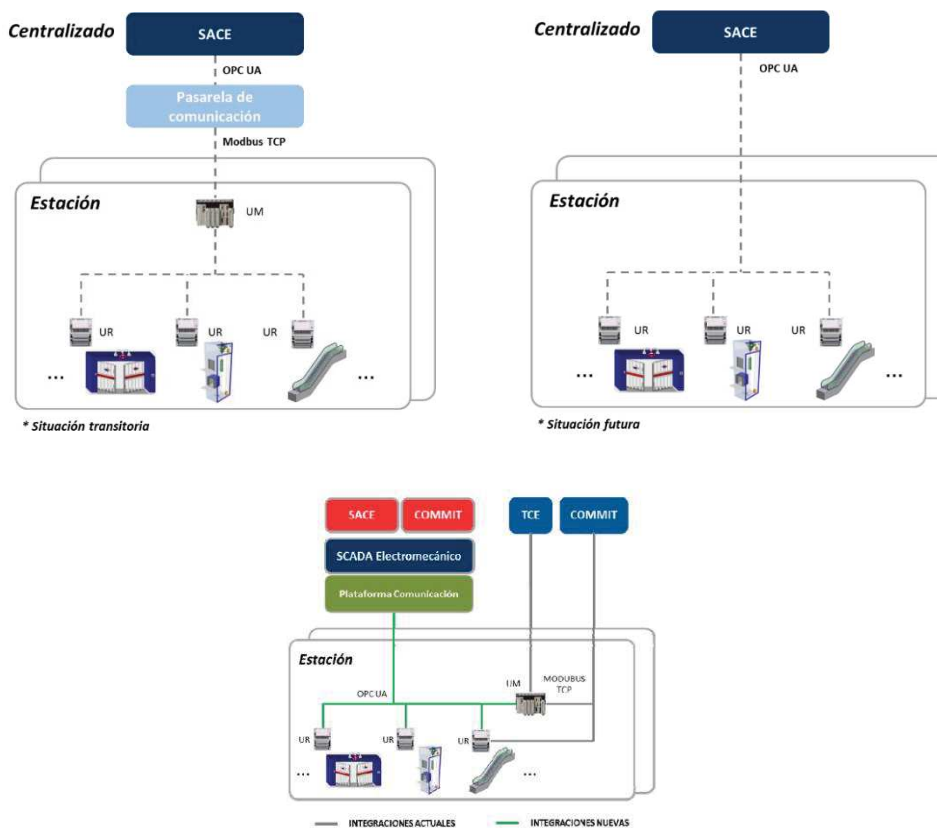


Ilustración 12 Comunicación entre SACE y equipos electromecánicos

5.2.3.2 Comunicación con otros sistemas

La solución deberá soportar la interoperabilidad entre SACE y el resto de sistemas de METRO. Según el tipo de información, la Plataforma deberá ofrecer una solución válida:

- Para el intercambio de datos en tiempo real con otros sistemas
- Para la solicitud al centro COMMIT, aquel que permita la mínima interferencia en las funcionalidades y funciones del Centro COMMIT evitando en la medida de lo posible los desarrollos o adecuaciones en este centro.
- Por último, para la visualización y representación de pantallas, aquel protocolo que permita la securización de la comunicación.

La función de SACE, como SCADA de SCADAs, se sustentará en su capacidad para intercambiar información con otros sistemas, manteniendo independencia de elementos propios de un sistema con el resto de los sistemas. La plataforma deberá contemplar la utilización de los siguientes estándares para interoperabilidad con sistemas no electromecánicos:

- **OPC UA cliente y servidor**
- **MQTT**
- **Otros**

5.2.4 Políticas de Seguridad

El observatorio tecnológico nacional define la **seguridad de la información** como “el conjunto de medidas técnicas, organizativas y legales que permiten a la organización asegurar la **confidencialidad, integridad y disponibilidad** de su sistema de información”.

Todos los diseños propuestos deben seguir políticas estrictas que garanticen la seguridad de la información.

5.2.4.1 Confidencialidad

El Instituto Nacional de Ciberseguridad (INCIBE) define confidencialidad como “la propiedad de la información, por la que se garantiza que está accesible únicamente a personal autorizado a acceder a dicha información”.

En SACE, se emplearán mecanismos de cifrado para garantizar una adecuada confidencialidad en las comunicaciones. Dentro de los sistemas de cifrado de la información, los más habituales son los sistemas de criptografía asimétrica. Estos sistemas de cifrado cuentan con dos claves: una clave privada y otra pública. La clave privada es custodiada por el propietario, mientras que

la pública es conocida por el otro extremo de la comunicación. Se denomina asimétrica porque la información encriptada con la clave privada solo puede ser descifrada por la pública, y viceversa. Por tanto, se utilizarán protocolos como HTTPS y OPC UA en comunicaciones.

También deben ser encriptados los repositorios de datos que contengan información confidencial, en cualquiera de sus formas: ficheros de texto, archivos de bases de datos, copias de seguridad, etc.

Dentro de este apartado, también se tendrán en cuenta otros aspectos como la autenticación y autorización de usuarios del sistema, es decir, el control de acceso a las distintas funcionalidades: monitorización, control, gestión de informes, administración de sistemas, desarrollo de los sistemas, etc. Estos aspectos se detallan en el siguiente apartado.

5.2.4.2 Autenticación y autorización de usuarios

El INCIBE define autenticación como “el procedimiento para comprobar que alguien es quién dice ser cuando accede a un ordenador o a un servicio online. Este proceso constituye una funcionalidad característica para una comunicación segura”.

Dentro del alcance de SACE, los mecanismos de autenticación de usuarios resultan fundamentales para garantizar la identificación del usuario que, combinando con los mecanismos de autorización, permitirán determinar los permisos que el usuario tiene para realizar determinadas operaciones.

La forma más directa de garantizar una implementación segura del mecanismo de autenticación es utilizar de forma estricta las indicaciones del fabricante en cuanto a integración con el directorio corporativo, y evitar la sustitución de dichos mecanismos por desarrollos personalizados, ya que cualquier implementación a medida en materia de seguridad puede incurrir en errores de software que no estarán soportados por el fabricante.

Respecto la forma en la que se gestionará la autorización (roles y permisos) de los usuarios, SACE permitirá vincularlos a los propios grupos de usuarios del directorio activo para facilitar su gestión y disponer de una visión corporativa de la operativa que pueden realizar los usuarios. No obstante, en la práctica, puede ser necesario implementar determinados aspectos de la gestión de permisos dentro de SACE, ya que no es viable o práctico añadir estos detalles al directorio corporativo.

Se deberá tener en consideración aspectos como la longitud de la contraseña, periodos de validez de contraseña, bloqueo de cuentas por exceder el número de intentos de acceso, no reutilización de contraseñas y requerimientos de complejidad en la creación de contraseñas.

Todas estas normas y estándares deberán aplicar al modelo y perfilado de usuarios que se implementará según el listado reflejado en el capítulo 3. Para ellos el ofertante tendrá que proponer el modelo adecuado sobre el que construir este modelo de roles, privilegios y accesos sobre los que garantizar las normas aplicables, garantizando la trazabilidad completa de todos los procesos de accesos.

5.2.4.3 Disponibilidad

Otra de las dimensiones de la seguridad de la información que se debe considerar es la disponibilidad. El INCIBE define disponibilidad como “la capacidad de un servicio, un sistema o una información, a ser accesible y utilizable por los usuarios o procesos autorizados cuando éstos lo requieran”.

La arquitectura de SACE está planteada como tolerante a fallos y de alta disponibilidad, y se utilizan productos comerciales, robustos y diseñados para la monitorización y control de infraestructuras críticas.

Las partidas de HW, SW y licencias necesarias para la puesta en funcionamiento de esta solución deben garantizar la disponibilidad del sistema en 24x7x365 días. Este punto es clave, puesto que se trata de un sistema crítico dentro de la red de METRO y en consecuencia se debe garantizar su disponibilidad en todo momento.

5.2.4.4 Integridad

El INCIBE define la integridad como “la propiedad de la información, por la que se garantiza la exactitud de los datos transportados o almacenados, asegurando que no se ha producido su alteración, pérdida o destrucción, ya sea de forma accidental o intencionada, por errores de software o hardware o por condiciones medioambientales”.

Dentro de las medidas a emplear para garantizar una adecuada integridad, es importante que SACE esté adecuadamente protegido a nivel del sistema de ficheros y de los permisos de base de datos, para evitar que puedan ser borrados o alterados, de forma accidental o premeditada. Para asegurar una adecuada integridad, se deberán emplear los siguientes mecanismos:

- **Protección de los registros:** Es importante que los registros de trazabilidad se encuentren encriptados para que no sean susceptibles de ser modificados, o bien se encuentren protegidos contra escritura de otros sistemas.
- **Permisos en la base de datos:** Se deberá establecer permisos para denegar el acceso, a las bases de datos donde se almacenará la información sensible, a usuarios no autorizados.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- Cifrado de la información: Debido a la implementación del protocolo OPC UA y a SSL en las comunicaciones, se asegurará que la información intercambiada no sufre alteraciones gracias al cifrado de los mensajes en las comunicaciones.
- Garantizando que la comunicación entre los sistemas SACE y los equipos finales se hace de manera segura, cifrada y garantizando la operatividad de la solución en todo momento.

5.2.4.5 Trazabilidad

Para garantizar que existe evidencia en todas las acciones que ejecuta el SACE, el sistema debe garantizar la evidencias e información que permita asegurar los datos y las secuencias de acciones y eventos procesados por SACE. Estos sistemas de registros aportan la posibilidad de configurar el formato y la ruta donde se almacenarán. Se contemplan los siguientes registros:

- Órdenes: se registrarán los parámetros relativos a la emisión de una orden en sistema.
- Accesos: Se registrarán los eventos de acceso para los componentes del sistema SACE. Se recogerán todos los accesos por parte de los usuarios a SACE, además se registrarán los intentos de accesos fallidos.
- Bases de datos históricos: Se almacenará la información de los usuarios que acceden tanto a consulta como a escritura en las bases de datos.
- Funcionamiento del sistema: Se recogerán datos de eventos del sistema operativo en el que se ejecuta SACE como, por ejemplo, fallos del sistema, reinicios, apagados, etc.
- Cambios de configuración del sistema: Se realizará utilizando las capacidades del SACE para gestionar su propia configuración.

De forma adicional, en caso de solicitarlo los responsables de METRO, podría ser necesario utilizar algún tipo de software que monitorice los registros generados, establezca métricas y permita analizar los resultados.

5.2.4.6 Ciberseguridad

La Asociación de Auditoría y Control sobre los Sistemas de la Información (ISACA, *Information Systems Audit and Control Association*) define el término ciberseguridad como “la protección de activos de información, a través del tratamiento de amenazas que ponen en riesgo la información que es procesada, almacenada y transportada por los sistemas de información que se encuentran interconectados”.

Para garantizar la información de modo seguro serán necesario diseñar una arquitectura no solo robusta, sino que garantice la seguridad en todo momento. Deberá tenerse en cuenta la norma ANSI/ISA-62443 o equivalente, para realizar la distribución de los servidores del sistema SACE

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

de manera que no sea posible el acceso a las zonas más críticas de las instalaciones de METRO con fines malintencionados. Por lo tanto, será necesario dividir por zonas la arquitectura de redes y comunicaciones, contemplando las siguientes zonas según la norma y teniendo en cuenta desacoplar la zona corporativa de la zona industrial:

- Zona corporativa o dominio TI, donde se incluirán los sistemas que dan soporte a la lógica de negocio.
- Zona desmilitarizada (DMZ), donde se incluirán los servicios necesarios para garantizar la conexión por parte de los usuarios finales, como pueden ser los servidores web y de movilidad.
- Zona industrial, donde se situarán la mayoría de los servidores que componen el SACE, por ejemplo, los servidores de adquisición de datos, el historian, el módulo de informes, etc. Además, desde esta zona se accederá a la capa de integración de servicio, que permitirá el acceso a la información del resto de sistemas.
- Zona de control, que es la zona de máxima criticidad del sistema ya que es donde se encontrarán los dispositivos finales.

La segmentación de estas zonas se realizará usando firewalls que permitirán gestionar el tráfico de red y protegerán los distintos sistemas. En función de las reglas y políticas configuradas en cada firewall, se podrán denegar conexiones por IP, MAC, etc., mediante el uso de listas de control de acceso (ACL, *Access Control List*). Además, se podrá restringir el tráfico o favorecer la comunicación entre determinados elementos (QoS, *Quality of Service*).

Se deberá mantener actualizado el software SCADA en producción siempre que el fabricante implemente una nueva actualización o parche, a fin de minimizar los riesgos en materia de seguridad.

5.3 FUNCIONALIDADES

5.3.1 Introducción

Los componentes de base de SACE y, en particular, las esferas de operación y mantenimiento, actualmente TCE y COMMIT, deberán ser componentes de software que modelizarán de forma lógica cada taxonomía, para ello encapsularán datos en forma de atributos y funciones que en tiempo de ejecución determinarán el estado y comportamiento del componente. Cada componente u objeto tendrá una identidad única y se derivará de la clase que define las características abstractas de las diferentes taxonomías, es decir, cada objeto será una instancia específica que representa un activo concreto y que, a su vez, modeliza de forma normalizada por Metro de Madrid sus taxonomías. El conjunto de atributos que componen un objeto será

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

acondicionado de modo que sus funciones se beneficien de la abstracción del hardware del que provienen, satisfaciendo así el requerimiento de poder operar con controladores programables de distinta naturaleza desplegados en Metro de Madrid.

Las funciones encapsuladas en los objetos de software procesarán sus atributos en base a reglas establecidas en tiempo de diseño y que podrán ser parametrizadas en tiempo de ejecución por el operador, su propósito será evaluar estados y condiciones cuyo resultado indicará la situación de los activos en tiempo real. A partir de este procesado, la información será presentada en forma de sinópticos gráficos, cuadros de mando y alertas en dispositivos móviles, de forma adicional, en función de las reglas de procesado configuradas se ejecutarán de forma automatizada acciones para informar a otros sistemas y SCADAs.

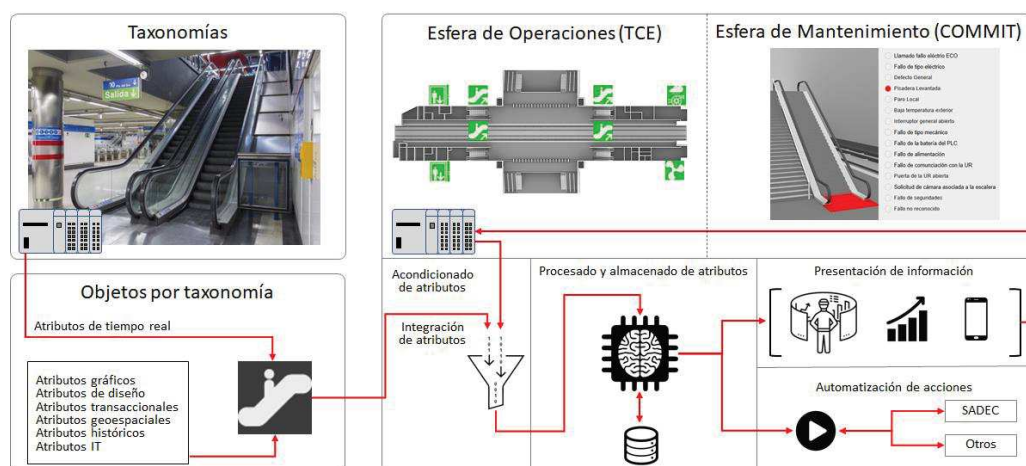


Ilustración 13 Esquema funcional de SACE

5.3.2 Atributos

Cada objeto encapsulará atributos que determinarán el comportamiento de sus funciones y el comportamiento de las funciones de otros objetos relacionados. Las taxonomías de Metro de Madrid se describirán mediante los siguientes atributos:

- **Atributos de tiempo real:** Contendrán datos adquiridos desde controladores programables desplegados en las estaciones y datos a enviar como consignas y modos de marcha a dichos controladores, proporcionarán a cada instancia de objetos que modelizan activos una imagen a tiempo real de los estados para su presentación a los operadores mediante esquemas que contendrán atributos gráficos. Cuando el atributo esté configurado para desencadenar una alarma en función de su estado o nivel así se procederá y se notificará de modo espontáneo de tal evento a otros atributos relacionados.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- **Atributos gráficos:** Representarán activos mediante iconos y paneles que reflejarán de un modo simple el tipo de taxonomía de la que derivan. Su aspecto facilitará el reconocimiento del modo de funcionamiento y estado del activo sin que suponga dificultades a operadores con alteraciones en la agudeza visual.
- **Atributos de diseño:** Tendrán la capacidad de ajustar parámetros del conjunto de atributos de tiempo real y atributos transaccionales con el objetivo de cubrir la totalidad de taxonomías y variantes de taxonomía en Metro de Madrid. Como atributo de diseño tendremos una identificación única (nombre del activo y ubicación en la jerarquía), tipo de la taxonomía (tipo escalera, tipo ascensor), variante (fabricante X, fabricante Y), versión de la taxonomía (primera generación, nueva versión), datos de enlace con el controlador programable que gestiona el activo (dirección de red, protocolo Modbus TCP, OPCUA), OID y texto representativo para enlace con otros sistemas.
- **Atributos transaccionales:** Definirán de qué modo los atributos de tiempo real interaccionan con otros atributos de modo que, de forma colaborativa, se produzcan efectos a partir de causas, por ejemplo, tras la aparición de una determinada alarma en un activo se desencadenará un efecto consistente en enviar un conjunto de datos a otro sistema.
- **Atributos geoespaciales:** Consistirán en metadatos para cada instancia de objetos de modo que la ubicación física del activo quedará descrita de forma unívoca, ello permitirá construir una jerarquía organizada de la estación en la que reside y posibilitará su inclusión en mapas en formato OGC (*Open Geospatial Consortium*). En tiempo de ejecución, por un lado, facilitarán a operarios itinerantes la localización del activo donde intervenir mediante dispositivos wearables y, por otro lado, permitirá a herramientas BIM (*Building Information Management*) de Metro de Madrid la inclusión de la representación digital y características funcionales de los activos.
- **Atributos históricos:** Contendrán información almacenada que facilitará la recreación de sucesos del pasado proyectándolos sobre la misma visualización gráfica que la empleada para presentar estados en tiempo real, constituyendo de este modo una efectiva moviola, mediante la que el operador podrá seleccionar el periodo del pasado a reproducir y su velocidad de reproducción, de forma que se simplifique el diagnóstico de causas raíz en secuencias de múltiples eventos en cascada. Estos atributos supondrán a futuro, además, la base para análisis de comportamiento de cada activo mediante el reconocimiento de patrones y detección de desviaciones.
- **Atributos IT:** Contendrán conjuntos de datos para intercambio de información con otros sistemas empleando para ello los estándares descritos en el apartado de comunicaciones.

5.3.3 Presentación de la información

El HMI (Human-machine interface) es la interfaz de usuario mediante la que se interactúa con SACE. Esta interacción se llevará a cabo usando una o más aplicaciones de escritorio, web y movilidad cuyo diseño debe ser operativo, intuitivo y amigable. Los diseños de los interfaces estarán basados en la normativa vigente para lo cual se tendrá en cuenta que hay distintos roles y puestos de trabajo.

La normativa principal a usar será:

- UNE-EN ISO 11064-4: “Ergonomic design of control centres: Layout and dimensions of workstations”, o equivalente.
- UNE-EN ISO 11064-5: “Ergonomic design of control centres: Displays and controls”, o equivalente.
- UNE-EN ISO 9241: Normativa de ergonomía para trabajo con pantallas incluidas las interacciones táctiles y hápticas, o equivalente.

Los puestos de trabajo principales (por número de usuarios y tiempo de uso) desde los que se accederá a la aplicación serán 4:

- Centros de mando: Tanto el puesto central como los TICS
- Puestos fijos en la estación: Será el PC fijo en las estaciones
- Puestos móviles: Acceso por los operadores desde un dispositivo móvil
- Puestos de gestión, y análisis: Acceso desde oficinas que coordinan trabajos, analizan información y diseñan procesos relacionados con los equipos y las instalaciones

Es importante destacar que el resultado de las interfaces de usuario debe ser amigable, intuitivo y de fácil comprensión por parte del personal de METRO ya que se considera importante para evitar errores por falta de comprensión. Ligado a esto, irá asociada la baja necesidad de tiempo requerido para la formación.

También tendrán un papel importante las pantallas de tipo cuadro de mando que sean capaces de aportar información agrupada y que permitan de un vistazo localizar la información de interés (alarmas, estados anómalos, etc.).

Hay que destacar que las diferentes pantallas del SACE podrán ser invocadas desde el propio interfaz del sistema o ser llamadas desde el centro COMMIT por lo que la información debe contextualizarse para cada caso.

Independientemente del número de activos a monitorizar o del número de fuentes de atributos la presentación de información deberá asegurar que los operadores puedan detectar y gestionar

adecuadamente los eventos mostrados, más aún cuando el entorno es de gran tamaño y distribuido geográficamente, por ello, el componente que actuará como interfaz de operador será un entorno gráfico constituido por paneles que mostrarán la información de un modo organizado y permitirán una interacción natural con el operador. Los usuarios podrán identificar fácilmente los equipamientos, estaciones, líneas, alarmas y entidades y atributos presentados en cualquier interfaz, mediante el empleo de una nomenclatura homogénea y normalizada, en base a las especificaciones de METRO.

El estilo de presentación de la información al operador, se implementará de forma que se muestre sólo aquello que sea preciso en cada momento, teniendo en cuenta tanto el rol del operador como las actividades a realizar en cada momento por éste, evitando inundar la visualización con datos superfluos que puedan generar confusión, para ello se utilizará una iconografía minimalista, una combinación de colores y tipos de letra basada en las recomendaciones del consorcio ASM (*Abnormal Situation Management*) y unos esquemas simples pensados para facilitar el proceso cognitivo/evaluativo y la toma de decisiones.

Este entorno de visualización soportará la operación en varios monitores y también adaptará dinámicamente su estructura y resolución dependiendo de los dispositivos desde lo que se acceda, admitiendo equipos de sobremesa, paneles industriales como cliente ligero o dispositivos itinerantes como tabletas o móviles.

5.3.3.1 Navegación

El acceso a la información gráfica quedará estructurado en torno a distintos niveles de detalle ordenados en profundidad en base a la ubicación, que serán global Metro, línea, estación, zona y activo y que ofrecerán navegación jerárquica. Cada nivel ofrecerá una visualización y mando específicos del perímetro que constituya su alcance, permitiendo que a voluntad del operador sea posible acceder a otros niveles de mayor detalle. También se podrá navegar por sistemas (electromecánicos, información al viajero, Protección contra incendios, seguridad, venta y peaje) y por sus respectivos subsistemas, así como por estructura operativa (TICs, red, coordinación, ...).

El usuario del SACE y de COMMIT podrá navegar de forma sencilla por las diferentes pantallas de la interfaz de usuario para cada nivel. Estas pantallas mostrarán por defecto la información que, acorde a su rol y puesto de trabajo, aporte mayor utilidad, si bien con las acciones adecuadas (filtros o navegación) podrá acceder a toda la información disponible para dicho usuario. Cada rol tendrá pre-configurado el alcance de los usuarios ante la visualización y control de la información, por ejemplo, el personal de seguridad no puede mandar consignas, mantenimiento tiene acceso a las alarmas etiquetadas de cierta manera, etcétera.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

En todo momento el usuario tendrá formas de volver a pantallas anteriores y existirán también mecanismos similares a los navegadores web, en los que el usuario puede decidir si desea acceder a la nueva información en la misma ventana o desea mostrar la nueva información en una ventana diferente.

Si la información a mostrar en el HMI incluye enlaces HTTP a páginas web que no pertenecen al sistema HMI, el sistema abrirá dicho enlace en el navegador predeterminado del puesto de operación. En el caso en que el HMI se esté visualizando ya en el navegador web, se abrirá una nueva pestaña para mostrar el contenido del enlace externo.

Si la información a mostrar incorpora un nombre de fichero, se abrirá una instancia del programa predeterminado para la extensión de dicho fichero.

Para el caso de listados de datos provenientes de fuentes externas, la información se mostrará preferentemente en forma de tabla o rejilla de datos (grid).

Respecto a la información visualizada en las pantallas HMI, es importante señalar que pueden combinar información de varios tipos: estática y dinámica (asociada a tags, interna y externa).

El sistema visualizará correctamente caracteres especiales (tildes, diéresis, ñ, Ç, €, etcétera) en todas las pantallas e informes. Además, el sistema debe tener capacidad de trabajar con múltiples idiomas. Para ello, se deben utilizar los mecanismos de **internacionalización y localización** definidos por los fabricantes en los manuales de los sistemas operativos, productos SCADA, lenguajes de programación, middlewares u otras tecnologías.

Se utilizará la codificación de caracteres UTF-8 en ficheros de texto, bases de datos, serialización de datos en comunicaciones, capas de presentación (sea cual sea la tecnología, escritorio, web o dispositivo móvil), informes, etcétera.

Se habilitarán las capacidades de compartir la pantalla para que otro usuario pueda acceder al punto deseado sin tener que acceder desde la pantalla de login.

5.3.3.2 Diseño general de pantallas

La barra de título estará localizada en la parte superior de la pantalla y mostrará información relevante para identificar el contexto de la pantalla. También se incluyen botones estándar para minimizar, maximizar o cerrar la ventana.

En la barra de navegación se podrá trazar la actividad y volver a pantallas anteriores. La barra también incluye botones contextuales para mostrar otras informaciones, como la programación horaria, manuales o acceso a aplicaciones externas. También pueden encontrarse acciones de control globales, como el desalojo de una estación.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Las pantallas permitirán la visualización de mensajes que se emitan para la información del usuario o de grupos de trabajo por motivos diversos (ej. avisos de incidencias, averías, eventos, emergencias, etc.).

Las pantallas, en la medida de lo posible, deben tener un diseño orientado a objetos que permita un desarrollo por plantillas y carga dinámica de datos.

5.3.3.3 Diseño de pantallas de información agrupada

Con el objetivo de facilitar la toma de decisiones se generarán pantallas de información agrupada de forma que los usuarios puedan localizar de forma eficaz los puntos de interés. Las pantallas tendrán distinto nivel de agrupación (Red, Línea, Coordinación, grupo de estaciones) y se adaptarán para los distintos roles, perfiles, puestos, etc., que sean necesarios para que solo muestre a cada usuario la información que requiere. Un ejemplo de estas pantallas sería el estado de apertura/cierre de las cancelas de la red de METRO.

Se considera que este tipo de pantallas debe ser el que aparezca por defecto para cada usuario cada vez que se registra en la aplicación. Este tipo de pantallas debería ser parametrizada para cada usuario en función de variables como rol, puesto, ubicación de conexión, etc.

Este tipo de pantallas de información agrupada permitirá también la aplicación de filtros con selecciones sencillas o múltiples, así como la navegación contextualizada (ej. clic sobre ascensores, en la pantalla agrupada de todos los electromecánicos, debería llevar a la información agrupada por líneas de los ascensores)

5.3.3.4 Diseño de pantallas globales

El panel principal ocupará la mayor parte de la pantalla y mostrará el mapa de la red de METRO, vistas en planta de estaciones, listados de elementos lógicos o físicos (escaleras, ascensores, extintores), etcétera.

Se desarrollará una colección completa de planos de estación en varios formatos incluido BIM. Los planos han de soportar zoom y deberán estar detallados de manera que aparezcan todos los cuartos de estación. Será necesario poder acceder a un descriptivo de cada cuarto indicando su información detallada. Muchos de los elementos mostrados permitirán realizar acciones de navegación.

El panel de control incluirá controles para filtrar la información mostrada en el panel principal.

Con el fin de agilizar tareas comunes que no requieran validaciones extra, desde este tipo de pantallas se dispondrá de capacidad de realizar tareas frecuentes de telemando. La realización

de este tipo de acciones se accederá desde menús contextuales (con clic derecho sobre el equipo). Las acciones posibles dependerán del tipo de subsistema y el rol/usuario.

5.3.3.5 Diseño de pantallas de detalle

Al igual que las pantallas globales, las pantallas de detalle seguirán un diseño o layout genérico, en la medida de lo posible, con los mismos objetivos de facilidad de uso.

El comportamiento de la barra de título y la barra de navegación es el mismo al definido en el apartado anterior dedicado a las “Diseño general de pantallas”.

El panel principal ocupa la mayor parte de la pantalla y permite alternar entre:

- Diagrama o imagen visual del subsistema. Los datos y alarmas en tiempo real pueden mostrarse localizados sobre el subsistema para mejorar la claridad de la información. En este panel se muestra el máximo detalle de información
- Visualización de la/s cámaras CCTV asociadas al subsistema
- Visualización de información de otros equipos relacionados que pueda ser de interés
- Visualización de incidencias relativas al equipo que se esté visualizando
- Información de acciones remotas realizadas sobre ese equipo (órdenes de telemando)
- Mensajes que hayan dejado otros usuarios relativos a dicho equipo
- Histórico de funcionamiento del equipo (ya sea en gráficas para facilitar su visualización o en tabla para comprobar los datos exactos)

El panel de resumen muestra la información en tiempo real más importante para operaciones (señales y alarmas fundamentales), así como estados calculados claves, KPIs (Key Performance Indicator), indicadores clave de rendimiento, etcétera.

El panel de control muestra las acciones disponibles en el contexto actual. Se diseñará de forma que se pueda distinguir entre consignas emitidas (se ha enviado la consigna, pero aún no se ha ejecutado en el dispositivo remoto), ejecutadas con éxito o fallidas y su capacidad para realizar estas tareas de manera asincrónica, sin bloquear la interfaz del usuario.

El panel histórico de alarmas/eventos muestra la información histórica más reciente de eventos y alarmas, filtrada para el elemento seleccionado y situándose en la parte superior la información más importante.

Se podrá minimizar o maximizar los paneles anteriores en caso de querer acceder a más funcionalidades.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

La barra de estado se usará para información sobre el funcionamiento del sistema: si está conectado al central, la identidad del usuario, barras de progreso, fecha y hora, etcétera.

5.3.3.6 Cuadros de mando

Deberán implementarse en SACE pantallas tipo resumen donde se representará la información de forma gráfica y resumida, de manera que, a modo de matriz y mediante el empleo de iconos y códigos de color se dará información del estado de cada sistema / subsistema / ubicación.

Así, por ejemplo, en la parte superior de esta pantalla se representará, de forma esquemática, el estado de toda la línea de metro, mediante el Esquema de Línea. En este esquema están representadas las estaciones y ubicaciones que se consideren necesarias por Metro. Para representar cada tipo de instalación se utilizará el mismo icono que en el Esquema General de Línea.

Cada icono estará acompañado por el acrónimo de la instalación correspondiente, y se coloreará mediante un código de colores que indicará, a modo de resumen, el estado de los dispositivos de cada una de las instalaciones.

La representación y operaciones posibles sobre los iconos del Esquema de Línea serán equivalentes a las del esquema de línea del Sinóptico General de Línea, con que se inicializa el Entorno de Operación. El resto de la pantalla presentará el resumen de incidencias de la línea. Este resumen consistirá en una matriz, donde las columnas representan las instalaciones y las filas los diferentes subsistemas pertenecientes a dichas instalaciones. En cada celda de la matriz existirá un icono que muestre, mediante un código de colores, un resumen del estado de los dispositivos de dicho tipo para la instalación correspondiente.

5.3.3.7 Paleta de colores

La iconografía de equipos sobre el plano cambiará de color según el estado que tenga el objeto que representa. Se empleará una paleta de colores definida por METRO para representar el sistema.

5.3.3.8 Presentación de alarmas

En caso de producirse una alarma, el sistema mostrará en las consolas de alarmas correspondientes (de la red de METRO, línea, estación y equipo). El sistema permitirá la utilización de filtros selectivos, tanto por equipo como por estación, línea, etcétera.

SACE permitirá la supervisión de alarmas, avisos y eventos de los activos, los cuales podrán seleccionarse y filtrarse desde diferentes perspectivas que incluirán la jerarquía global, línea y

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

estación, lo(s) sistemas / subsistemas supervisados (transporte, pozos, cuadros eléctricos, ...) y las diferentes severidades de las alarmas.

En cualquier momento el operador podrá proceder al silenciado temporal de alarmas si dispone de los privilegios correspondientes de modo que se evitará la aparición de alarmas repetitivas por incidencias, por ejemplo, durante el mantenimiento de un activo o por fallos conocido en un activo concreto hasta que estos sean convenientemente subsanados.

El ciclo de vida de las alarmas y eventos quedará almacenado para posterior estudio e incluirá en cada registro, y marcado en tiempo, los valores que contenía el controlador a la aparición del defecto, su retorno al estado normal, el reconocimiento del defecto, la estación y línea a la que pertenece el activo, su criticidad, un texto identificativo, la causa de la alarma (valor bajo, valor alto, desviación, estado), el nombre del operador que la ha atendido, un comentario descriptivo y el nodo desde el que ha sido reconocido.

Deberá existir un total de 6 niveles de severidades, siendo el 6 la severidad de alarma más crítica. A la hora de gestionar una alarma, no solo se tendrá en cuenta su severidad, sino que podrá variar dependiendo del rol del usuario o el contexto.

Las alarmas se podrán agrupar de manera que únicamente aparezca una alarma por equipamiento, estación o línea. Por otra parte, las alarmas que han generado el suceso se historiarán para poder ser consultadas posteriormente si fuese necesario.

Los atributos históricos de SACE almacenarán y administrarán datos en series de tiempo adquiridos a través de variables procedentes de los equipos de campo y/o de otras fuentes de datos. El componente de tratamiento de históricos de SACE aportará potentes funciones para proporcionar un resumen rápido de los valores registrados, incluyendo periodos que pueden abarcar varios años. Con las funciones de análisis integradas, los operadores podrán recuperar información como ocurrencias de averías, tiempos de resolución, valores analógicos promedio casi instantáneamente beneficiándose de informes predefinidos en forma de plantillas cuyo formato se basará en un esquema XML y que mostrarán con criterios de línea, estación o activos individuales la información almacenada.

5.3.3.9 Auditoría de acciones de usuario

El sistema deberá registrar las actividades relevantes realizadas por el operador, como accesos al sistema, reconocimiento de alarmas, consignas a equipos o cambios en la parametrización de los sistemas.

Los registros de eventos se podrán consultar desde una herramienta de SACE con tal propósito y será posible su exportación en formato no propietario para almacenamiento histórico. Este

mecanismo complementará los registros históricos operacionales incorporando información del sistema.

5.3.3.10 Movilidad

Con el fin de proporcionar al personal de las mayores capacidades, se dotará a los operadores, que estén habitualmente en campo, de dispositivos móviles que les permitan acceder a la aplicación. Los equipos más apropiados se determinarán tras un estudio oportuno. Este estudio hará hincapié en tres factores clave:

- **Ergonomía:** El dispositivo debe tener en cuenta el tipo de trabajo que realiza el operador y por lo tanto no debe entorpecer el resto de tareas.
- **Agilidad de uso:** Debe ser factible realizar tareas de uso frecuente en un periodo de tiempo muy corto y sin necesidad de mucha navegación. Para conseguir este objetivo se propone implementar una interfaz adaptada a la movilidad. Esta será la interfaz a la que tendrán acceso por defecto los dispositivos móviles
- **Potencia:** Sin menoscabo de la agilidad, debe ser capaz de poder realizar cualquier operación. Por lo tanto, se propone tener acceso también a la interfaz estándar de los puestos fijos.

5.3.4 Automatización de acciones

Los desarrollos deberán incluir interfaces que permitan a los usuarios agilizar tareas que, de otra forma, requerirían intervenciones manuales rutinarias e ineficientes. Desde la identificación de estas tareas, se deberá implementar la solución de forma que facilite la intervención del operador siempre acorde a los procedimientos establecidos.

En este sentido, SACE deberá ejecutar las funciones lógicas asociadas a elementos de modo que la detección de condiciones en base a unas reglas parametrizables, se desplieguen acciones automatizadas de forma orquestada y sitúen las instalaciones en un estado que refleje un determinado escenario, como puesta en marcha, puesta fuera de servicio o puesta en modo emergencia en una estación. Estas secuencias de órdenes deberán poder lanzarse manualmente por el operador o automáticamente: por evento, en función de un calendario o también formando parte de otra secuencia.

Del mismo modo las automatizaciones deberán seguir los protocolos de seguridad que se implementen como pueden ser la jerarquía y unicidad de mando, así como la notificación a los usuarios que corresponda la gestión de dichas acciones.

Dentro de los procedimientos o procesos en la operativa de METRO, se han identificado los siguientes casos de uso relativos al rol de PCC (Puesto de Control Central), que son susceptibles de ser automatizados:

- Apertura de servicio:
 - Comprobación apertura de cancelas
 - Comprobación puesta en servicio de ascensores exteriores
 - Comprobación de apagado de túnel
 - Comprobación escaleras mecánicas
 - Comprobación de máquinas billetteras
- Cierre de servicio:
 - Comprobación de cierre de cancelas
 - Comprobación de ascensores
 - Comprobación de escaleras mecánicas
 - Encendido Alumbrado de túnel

5.3.5 Programación horaria

SACE deberá disponer de una herramienta para la gestión de la programación horaria, mediante la cual se podrá, por ejemplo, programar la ejecución de automatización de acciones (como la apertura y el cierre de servicio) o programar tareas que realizan los usuarios de manera manual (tareas recurrentes u ocasionales en el propio sistema o sobre dispositivos).

Dependiendo del tipo de equipo y la operación correspondiente la responsabilidad de la programación horaria puede recaer en el autómata del equipo, esto nos permitirá implementar en SACE un modelo de control degradado, en el cual, adicionalmente a la programación horaria del propio autómata se podrá cambiar de manera ágil la programación horaria de manera general de una estación/línea ante un cambio de horario debido a días festivos, fines de semana, etc.

Adicionalmente los autómatas permitirán la inhibición de los horarios planificados por defecto, en cuyo caso funcionarán bajo órdenes de telemando. Esta capacidad permitirá la implementación de un funcionamiento centralizado y orquestado en función de las variables que se quieran considerar, como por ejemplo el cierre de una estación tras el paso del último tren y video-análisis de la no presencia de viajeros.

Esta combinación de funcionamiento (residente en el autómata y dinámica) permitirá la optimización de funcionamiento pudiendo configurar el modo de funcionamiento más adecuado a cada situación (por ejemplo, apertura de cancelas según un horario fijo y cierre por paso del último tren).

5.3.6 Jerarquía de Mando

Deberá implementarse en el sistema una gestión integral del mando. Esto implica que tan solo un operador podrá estar actuando sobre un dispositivo, aunque el resto de los operadores con permisos verán los cambios de estados resultantes. Además, teniendo en cuenta que SACE convivirá con TCE y COMMIT a lo largo de su desarrollo y evolución temporal, también deberá gestionarse el control del mando entre sistemas.

Para poder enviar una orden a un determinado dispositivo, primero deberemos tener el control de este equipo. SACE, implementará una jerarquía de usuarios de manera que, si un usuario tiene el control de un dispositivo y otro usuario de menor o igual jerarquía pide el control, éste le sea denegado. Por el contrario, si alguien de jerarquía superior pide el control, éste le será retirado al que lo tenía de jerarquía inferior.

Existirán dos tipos de cesión de control:

- Desde el propio sistema SACE entre sus usuarios por jerarquías de mando
- Entre sistemas TCE, COMMIT y SACE, bloqueando dispositivos cuando se asuma el control

El control de un dispositivo podrá ser revocado por diferentes motivos:

- Un usuario de mayor jerarquía adquiere el control exclusivo
- El usuario que adquiere el control exclusivo indica un tiempo máximo de retención y dicho tiempo expira.
- El equipamiento tiene configurado un tiempo máximo de retención y dicho tiempo expira.
- El tiempo máximo de retención por defecto expira (configurado globalmente para todo el sistema).

5.3.7 Servicios digitales

Deberá integrarse en el sistema un servicio de pizarra digital que permita el intercambio del conocimiento y de la información de manera que los operadores puedan colaborar a la hora de la gestión de una avería, gestionar el control de un dispositivo, etc.

Con ella, los operadores deberán poder realizar las siguientes operaciones:

- Disponer de un chat de mensajería, muro o panel de comentarios gestionable y con registro de modificaciones en el histórico de operaciones.

- Colaborar en tiempo real individualmente o a través de grupos para compartir información que crean necesaria de la línea o resolver problemas.
- Podrán crear un repositorio de archivos por temas, listas de distribución.
- Podrán crear hipervínculos a las diferentes pantallas o dispositivos del SCADA, pudiendo acceder a las mismas pulsando desde el enlace.
- Podrán gestionar a que operadores les interesa dicha información.

En los mensajes, además del texto, se incluirán la fecha, la hora de publicación y el nombre del usuario.

5.3.8 Gestión de usuarios y permisos

SACE deberá vincular los propios grupos de usuarios del Directorio Activo de Metro y gestionar la autorización (roles y permisos) de los usuarios, para facilitar y disponer de una visión corporativa de la operativa que pueden realizar los operadores.

Esta gestión unificada de usuarios deberá permitir disponer de diferentes roles de operación definidos para los operadores de cada área de trabajo, según los privilegios y capacidades y atendiendo al nivel de responsabilidad que se otorgue a cada usuario. La gestión de usuarios, grupos, permisos o roles se realizará de forma centralizada y se aplicará automáticamente a todos los componentes en el alcance de SACE.

En base al rol que tenga el usuario logado en SACE, éste tendrá acceso restringido a un grupo de estaciones, conjunto de líneas o tendrá acceso a toda la red de Metro. Podrá navegar a través de los mapas o planos y/o cuadros de mando o subsistemas, según le corresponda. Igualmente, esta restricción de acceso afectará a la visualización y gestión de las alarmas, a la explotación de la información histórica en sus distintas opciones, a la herramienta de mensajería y a la gestión de la jerarquía del mando.

A modo de resumen, los permisos de acceso y operación con las diferentes pantallas y funciones de SACE, serán configurables para cada rol de usuario definido, por lo que a priori no habrá ninguna restricción impuesta por el propio sistema, sino que será la propia configuración de permisos, acordada con METRO, la que determinará a qué tiene acceso y a qué no cada usuario.

5.4 INTEGRACIONES

5.4.1 Afectaciones y propuesta de minimización

Uno de los puntos a considerar en el proceso de despliegue del nuevo SACE es el posible impacto que este pudiera tener, tanto sobre los equipos y sistemas actualmente conectados al TCE y a COMMIT, como sobre las operativas que se realizan de forma habitual en las estaciones.

Para ello, entre otras acciones, se minimizarán las actuaciones que puedan suponer pérdidas parciales de funcionalidad, agrupando en la medida de lo posible dichas actuaciones y/o realizándolas en las ventanas de tiempo en que, por la dinámica de la operativa de METRO, su impacto en la explotación sea menor, siempre de forma consensuada con la Dirección Facultativa. En cualquier caso, el despliegue del SACE no supondrá pérdida de funcionalidad ni de integración de los actuales TCE y COMMIT con otros sistemas.

El despliegue del SACE en el entorno de producción se realizará de forma escalonada por estaciones, y dentro de cada estación también se desplegarán de forma escalonada los distintos equipo y sistemas integrados en SACE. Durante este tiempo se producirá la coexistencia de los actuales TCE y COMMIT con el nuevo SACE, y estarán vigentes las propuestas de mínima afectación.

5.4.2 Relación entre SACE y TCE

La implantación de SACE deberá ser mínimamente invasiva para TCE, por lo que se planteará una solución escalable que permita la integración paulatina de estaciones con la menor afectación posible. Se irá trasladando funcionalidad por cada estación incorporada a SACE, teniendo en cuenta la gestión del mando entre sistemas.

Desde el punto de vista de informes, SACE implementará un mecanismo para asegurar el envío de las señales historiadas que se consideren necesarias de los equipos electromecánicos que se vayan incorporando, a la herramienta “*Informes TCE*”, de manera que desde esta herramienta se podrán seguir realizando informes con los datos de los equipos de todas las estaciones de la red de METRO.

Será necesario considerar todos los sistemas actualmente conectados al TCE, para garantizar que durante el periodo de coexistencia no habrá pérdida de funcionalidad ni de integración del TCE con estos sistemas.

Actualmente, los sistemas integrados en TCE a considerar son los siguientes:

- Transporte Vertical (Escaleras y Ascensores)
- Gestión de los accesos
- Salidas de Emergencia
- Pozos de Ventilación
- Pozos de Bombeo
- Cajas de Dotación
- Carteles Teleindicadores
- Megafonía
- Interfonía
- Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV)
- Sistemas de control de acceso
- Sistema de anti-intrusión
- Sistemas de control de rondas
- SCADA de Venta y Peaje
- IHM local
- Sistema de Centralización de Protección Civil (SCPCi)
- Sistema de Telecontrol Telefónico Inalámbrico (TCTI)
- Alumbrado de túnel
- Alumbrado de andenes

5.4.3 Relación entre SACE y COMMIT

COMMIT es la plataforma para la gestión del mantenimiento de instalaciones fijas de METRO. Actualmente, COMMIT tiene su propio SCADA iFIX, que lee vía ModBus el conjunto de señales que necesita de los equipos de estación.

Deberá plantearse una propuesta de evolución que permita a SACE ser quien proporcione la información de los equipos de las estaciones que se vayan incorporando, así como integrar la operativa del SCADA de COMMIT. Esta integración deberá ser lo más transparente posible para las capas superiores de COMMIT y requerirá de unos mínimos ajustes.

Deberán analizarse las señales y alarmas requeridas por COMMIT y crear los mecanismos para el envío a SADEC de dichas señales a través de protocolos seguros (sin contemplar la opción OPC UA, ya que actualmente la solución COMMIT no soporta este tipo de comunicación).

Desde SACE deberá recogerse de campo y codificarse la información básica que necesita COMMIT como son al menos los siguientes campos:

- Campo NODO: con la información ID GEMA que aplica al equipo

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- Class: con la información relativa al tipo de equipo (por ejemplo 301 escaleras)
- Alert Group: con la información relativa al grupo alarma (Pasamanos, Accionamiento, Servicios Técnicos, Frenos, etc.)
- AlertKey: donde se introduce un código de alarma ya normalizado
- Severity: con la información relativa a la severidad en base al código de alarma
- Summary: con un detalle general de la señal.
- Type: con la información asociada a si es un fallo, o una resolución (New, OK)
- ExpireTime: si tiene un tiempo de vida estipulado
- Servicio: para hacer referencia al tipo de servicio al que pertenece (trasporte vertical, venta y peaje, etc.)

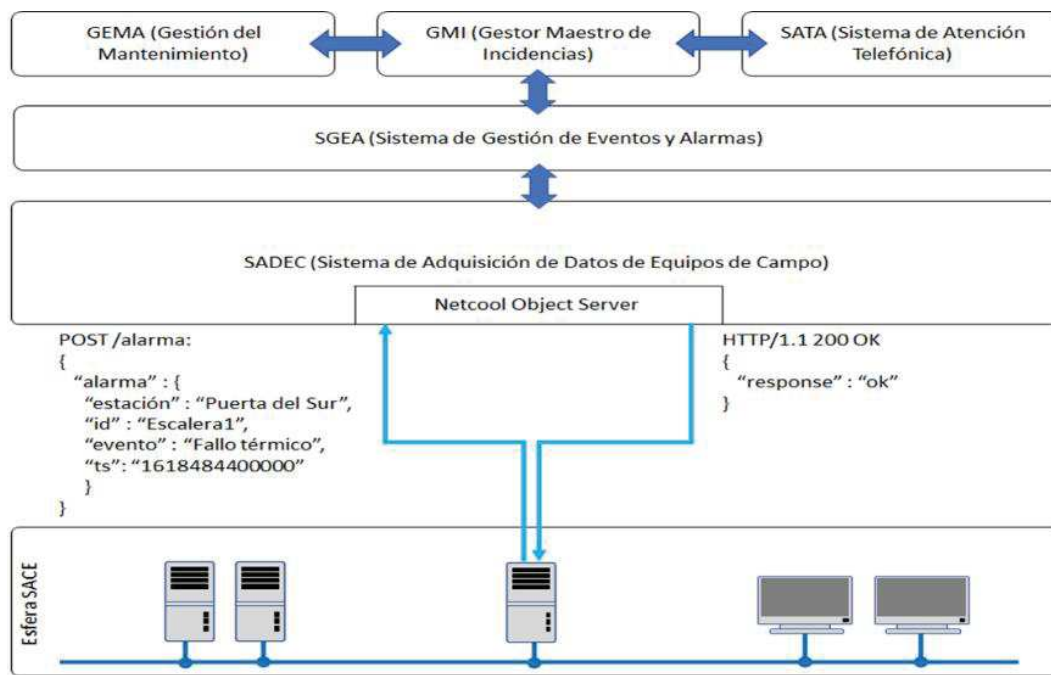


Ilustración 14 Enlace de SADEC con COMMIT

5.4.3.1 Sistema WebSpace

El sistema WebSpace recopila la información de las taxonomías en una sola pantalla. Sin embargo, con el nuevo SCADA hará falta que, independientemente de si la información del elemento viene a través de este, o del antiguo iFIX, todo sea visto de manera unificada.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

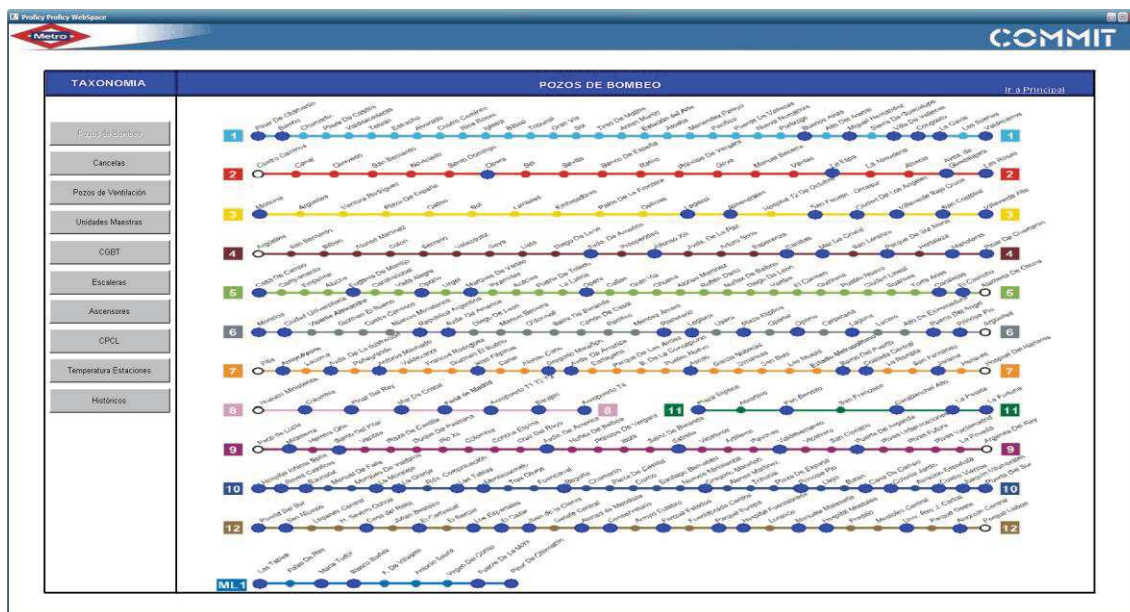


Ilustración 15: ejemplo pantalla WebSpace para la taxonomía: pozos de bombeo

El objetivo sería cambiar las llamadas a los equipos que estén migrados al nuevo SACE cuando este esté operativo. Las acciones que se llevarán a cabo serán, puesto que las pantallas son estáticas y solo dan información de si los equipos están monitorizados en las estaciones, hacer una llamada para que desde WebSpace se pueda acceder a la información final del equipo que estará ya migrado a SACE. Esto es una llamada a las URL del nuevo SACE.

5.4.3.2 Gestor Inteligente de Ventilación (GIV)

Será necesario actualizar la información asociada a historian e interfaces y la adecuación de la información que necesita GIV, puesto que habrá que proporcionales los detalles de los equipos migrados.

Es necesario contemplar el poder presentarle a GIV los datos de la misma manera para que actualice la información y después la parte de programaciones. Después de que GIV analiza los datos se genera una tabla con las programaciones que tienen que ejecutar los equipos. Esa programación deberá continuar enviándose de manera transparente, bien corresponda a equipos de Línea 11 como al resto de líneas.

5.4.3.3 Cloudera

En cuanto al procedimiento para exportar datos a Cloudera, actualmente se consultan los datos y se escriben en una tabla que luego consulta Cloudera. El nuevo SACE hará lo mismo, escribirá en la misma tabla los mismos datos de los equipos migrados.

5.5 EQUIPAMIENTO NECESARIO

5.5.1 Suministros de Software

A partir de lo comentado en los apartados anteriores, se desprende que será necesaria la adquisición de toda una serie de aplicativos y herramientas software que proporcionen las funcionalidades necesarias. Como mínimo deberán considerarse las siguientes:

- Software y licencias sistema SCADA
- Software y licencias sistema de historificación
- Software y licencias para los clientes de operación
- Software y licencias para Drivers o protocolos específicos
- Software y licencias para sistema de gestión de versiones
- Licencias de desarrollo del sistema
- Software y licencias de sistema operativo
- Software y licencias para BBDD

Deberán tenerse en cuenta los dos entornos de trabajo (Producción y Preproducción), con una propuesta de licenciamiento para cada caso. Además, deberá considerarse el mantenimiento y soporte de fabricante, así como la disponibilidad a últimas versiones de productos.

En la parte de preproducción, deberá contemplarse la simulación.

5.5.2 Suministros de Hardware

Deberá considerarse la adquisición de la infraestructura de virtualización necesaria para cumplir con la arquitectura definida y que permita la escalabilidad a futuro para completar la integración de todas las líneas en el sistema. Como requisitos básicos deberán contemplarse:

- Infraestructura virtual hiperconvergente.
- Clúster de servidores físicos con dos ubicaciones distintas.
- Redundancia de virtualización para trabajar en Alta Disponibilidad.
- Sistema escalable para permitir integración a futuro de todas las líneas.

Para el funcionamiento de SACE, además de la infraestructura de virtualización, SACE necesitará de puestos de usuario para el acceso remoto a las aplicaciones por parte de todos los usuarios de METRO implicados. Este equipamiento formará parte del despliegue para este primer proyecto de integración.

Los equipos a considerar son:

- HMI local que servirá para la monitorización y control de la estación en caso de pérdida de comunicaciones con el servidor central, con comunicación directa a las UMs.

Los productos suministrados deberán ser productos de mercado de fabricantes reconocidos y se tendrá que garantizar la disponibilidad de los mismos, o de soluciones similares y que cumplan los mismos requisitos, durante 10 años tras el anuncio de su comercialización.

5.6 DESARROLLOS DE SOFTWARE

Para cubrir completamente la funcionalidad requerida, será necesario que el nuevo SACE cubra completamente con el funcionamiento actual del TCE y con el SCADA de COMMIT, para lo cual será necesario que este sistema pueda desarrollar:

- Plantillas, objetos, atributos, reglas de alarmas, scripts y otros artefactos, según el modelo de configuración del sistema SCADA.
- Paneles, controles de usuarios, gráficos, ficheros de imagen y scripts, según el modelo de desarrollo de las pantallas de visualización IHM.
- Informes, cuadros de mando, consultas SQL y otros artefactos, según el modelo de desarrollo de informes y explotación de datos históricos.
- Extensiones, desarrolladas en algún lenguaje de programación de propósito general.
- Configuración de servicios, APIs, microservicios u otras integraciones entre sistemas de METRO, y hospedadas en la Plataforma IIoT.
- Ficheros de texto, registros de bases de datos y otras parametrizaciones.

Los desarrollos deben seguir unos criterios muy estrictos de calidad, que garanticen la estabilidad, tolerancia a fallos, el rendimiento y que sean fáciles de mantener y evolucionar.

Para todos los diseños, configuraciones y desarrollos que se realicen específicamente en el SACE para Metro de Madrid, serán propiedad de METRO. Deberá entregarse software base, ficheros de configuración y licencias, así como código fuente de los desarrollos de módulos y componentes generados y un entorno de desarrollo configurado que permita compilar y crear nuevas versiones. Deberá contemplarse un sistema de control de versiones soportado por las tecnologías utilizadas.

En aquellos casos en los que se requiera escribir código de programación, y no se utilice el **lenguaje de desarrollo** incluido en el sistema SCADA, se recomienda utilizar el lenguaje de programación más cercano a la arquitectura del producto SCADA. Aun así, se desaconseja el uso de lenguajes que generan código nativo³ (ejemplos: C/C++), y se recomiendan lenguajes administrados⁴ (ejemplos: .NET/Java), siempre que la interoperabilidad con el sistema SCADA esté bien documentada y soportada por el fabricante.

³ Código nativo se refiere a aquellos lenguajes que compilan directamente al código máquina de una determinada arquitectura.

⁴ Aunque el término administrado (*managed*) es específico de Microsoft, se puede aplicar a todos aquellos lenguajes de programación que se compilan a un código intermedio, y requieren un intérprete o una máquina virtual (de procesos) en tiempo de ejecución.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Si se utilizan **bibliotecas de desarrollo de terceros**, se dará preferencia a bibliotecas de programación de fuentes abiertas, pero garantizando la calidad de las mismas y su soporte y mantenimiento por alguna entidad relevante. Es obligatorio que las licencias de software abierto sean permisivas (Apache License 2.0, MIT, CPOL, BSD, etc.) y no puedan entrar en conflicto con las políticas de METRO o con las licencias de otros sistemas.

Todos los desarrollos deben estar **documentados**. Si aplica, se debe fomentar la generación automática de documentación, como parte de la integración continua, y se debe incorporar y mantener la documentación dentro de la biblioteca de conocimiento de METRO.

5.7 DOCUMENTACIÓN

Se deberá generar y entregar documentación de forma continua al desarrollo del proyecto, siguiendo la estructura, formato y codificación designados por METRO. La documentación deberá seguir un ciclo de aprobación en las condiciones y forma que se hayan acordado previamente.

La documentación deberá redactarse en idioma español y será entregada en papel y en soporte digital, en el formato del procesador de textos Word de Microsoft, así como en formato PDF, según los criterios de organización establecidos por la Dirección Facultativa.

A continuación, se listan los paquetes documentales mínimos a entregar:

- Proyecto definitivo (As-Built).
- Manuales de uso del SACE y todos sus componentes.
- Manuales de instalación de los componentes software del SACE.
- Relación de equipos suministrados.
- Relación de hardware, software y licencias.
- Relación de planos de estación.
- Protocolos de pruebas realizadas.
- Plan de Calidad.
- Plan de Mantenimiento.
- Códigos y software.

Los desarrollos software serán parte de la documentación a entregar, tanto código como como las herramientas necesarias de desarrollo (incluido los procesos de compilación), modificación, mantenimiento y control de versiones, y deberán ser contempladas para sólo la formación específica que se imparta al personal designado por Metro a este fin.

5.8 PLAN DE MANTENIMIENTO, SOPORTE Y GARANTÍA

5.8.1 Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento debe cumplir con el estándar “ISO/IEC 14764 – Procesos del ciclo de vida del software – Mantenimiento”, o equivalente, que define el siguiente **proceso de mantenimiento** del software:

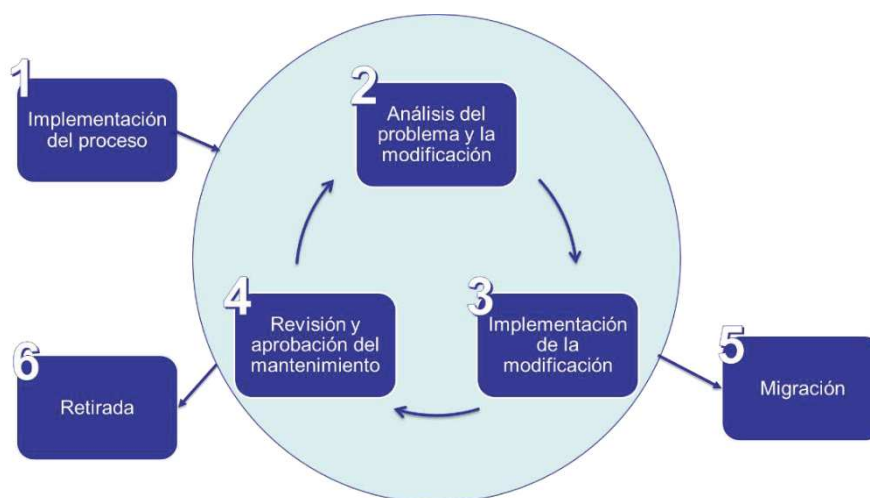


Ilustración 16 Proceso de mantenimiento del software

Tal y como indica la norma, se deben incorporar las actividades de mantenimiento tan pronto como sea posible durante el desarrollo. El proceso de mantenimiento cubrirá todas las etapas del desarrollo del software. La implementación (paso 1 de la figura anterior) se realiza en las primeras etapas del proyecto y debe estar alineada, igualmente, con la arquitectura de desarrollo y estructura organizativa de los equipos. Además, el proceso resultante debe tener en consideración los planes de mantenimiento y soporte particulares de los productos software incluidos en SACE, como las actualizaciones de los componentes del sistema SCADA, sistemas operativos, bases de datos, desarrollos personalizados, bibliotecas en tiempo de ejecución, etc.

Los **tipos de mantenimiento** se resumen en cumplimiento con METRICA v3:

- **Mantenimiento correctivo**, en respuesta a problemas o incidencias, presentes o potenciales, de mayor o menos criticidad. Engloba correctivo, preventivo y de emergencia del estándar ISO/IEC 14764 o equivalente.
- **Mantenimiento evolutivo**, que incluye los tipos adaptativo y perfectivo del estándar ISO/IEC 14764 o equivalente, y son mejoras, evoluciones o cambios necesarios para ampliar o modificar el alcance funcional del sistema.

5.8.2 Garantía

La duración de la garantía deberá ser de veinticuatro (24) meses, contados individualmente para las distintas instalaciones y desde que sea efectiva la recepción provisional de las mismas.

Durante el periodo de garantía deberá corregirse cualquier fallo o defecto de los desarrollos realizados o los suministros proporcionados, cubriendo la reparación o sustitución de los elementos averiados, incluyendo materiales, mano de obra, programación y/o configuración. Deberá mantenerse la interlocución necesaria con los fabricantes o proveedores de los productos software y/o hardware suministrados, y que estarán respaldados por las propias garantías de los fabricantes.

5.8.3 Soporte

Desde el primer despliegue en entorno de producción y durante el periodo de garantía, deberá mantenerse la estructura de apoyo necesaria para dar soporte a las incidencias producidas en todos los ámbitos del proyecto, es decir, tanto en los servicios proporcionados como en los materiales suministrados cubiertos por la garantía.

Por lo tanto, durante este periodo deberá proporcionarse atención de segundo nivel 24x7 para asistencia en incidencias críticas y para apoyo técnico al servicio de mantenimiento de primer nivel ofrecido por terceros.

Se considerarán averías críticas, aquellas que impactan en una funcionalidad principal y causen afectación en el servicio de transporte. Para el resto de las incidencias el soporte estará limitado al horario de oficina.

De no ser posible la resolución o diagnóstico remoto, la atención de segundo nivel deberá personarse en las instalaciones de METRO para realizar los trabajos in situ.

5.9 PLAN DE FORMACIÓN

5.9.1 Perfiles y cursos

Al tratarse SACE de una aplicación software nueva, será necesario abordar un plan de formación que permita a los usuarios el aprendizaje de la herramienta. La formación deberá ser personalizada dependiendo de las funciones a desempeñar y las atribuciones de los diferentes roles de usuarios de SACE, considerando los siguientes:

- Supervisor comercial.
- Jefe de línea.
- Personal de TICS.
- Personal de puesto de mando.
- Personal de COMMIT.
- Personal de protección civil.
- Personal de mantenimiento.
- Personal de ingeniería.
- Personal de ACTI (o mantenimiento - software).

Deberán plantearse cursos con contenido orientado a usuarios o explotadores más directos del sistema, así como contenidos orientados a la formación del personal técnico para que conozca el sistema SACE en profundidad y pueda llevar a cabo los trabajos de revisión integral de los equipos y la localización y reparación de averías.

Para ello, será necesario proponer un itinerario formativo según perfil, basado en la combinación de módulos de contenido específico. Como mínimo deberán considerarse los siguientes módulos para la configuración de los cursos e itinerarios formativos:

- Navegación
- Visualización
- Teleactuación Básica
- Teleactuación Avanzada
- Herramientas Básicas
- Herramientas Avanzadas
- Herramientas de Reportes
- Mantenimiento y diagnóstico

Es importante que se genere una estación virtual de pruebas a modo de simulador y entorno de formación.

Se deberá entregar la documentación asociada a los cursos con el contenido según el módulo impartido en cada caso.

5.9.2 Necesidades formativas según perfil

5.9.2.1 Supervisor comercial

La formación, para los usuarios que tengan rol de supervisor comercial, estará centrada en la utilización de la herramienta, y sus capacidades, a nivel de estación. Con la formación el usuario deberá de ser capaz de:

- Navegar a través de las pantallas que son de aplicación.
- Visualizar la información necesaria de los equipos de la estación, como el estado de los equipos, alarmas, incidencias, etc., tanto a nivel de estación como a nivel de equipo.
- Realizar operaciones de teleactuación sobre los equipos.
- Gestionar las incidencias que se produzcan en la estación.
- Visualizar la información propia de la estación como la documentación asociada a los equipos de la estación, los procedimientos periódicos que se realizarán en la estación, etc.
- Abrir incidencias producidas sobre los equipos pertenecientes a su área de gestión.
- Realizar comentarios sobre equipos de la estación.

5.9.2.2 Jefe de línea

La formación, para los usuarios que tengan rol de jefe de línea, estará centrada en la utilización de la herramienta, y sus capacidades, a nivel de línea. Con la formación el usuario deberá de ser capaz de:

- Navegar a través de las pantallas de SACE, diferenciando entre navegación por mapa y navegación por cuadro de mando o subsistemas.
- Visualizar, de forma global, la información de los equipos de las estaciones de METRO que gestionen.
- Realizar operaciones de teleactuación sobre los equipos.
- Gestionar las incidencias que se produzcan en la estación.
- Realizar operaciones de teleactuación sobre los equipos que gestionen, incluyendo operaciones masivas como la apertura de las cancelas de toda una línea, etc.
- Abrir incidencias producidas sobre los equipos pertenecientes a su área de gestión.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- Visualizar la información propia de la estación como la documentación asociada a los equipos de la estación, los procedimientos periódicos que se realizarán en la estación, etc.
- Realizar comentarios sobre equipos de la estación.
- Impartir formación básica de las capacidades de SACE para supervisores comerciales y jefes de sector que no hayan podido realizar el curso de formación correspondiente.

5.9.2.3 Personal de TICS y PM

La formación, para los usuarios pertenecientes al rol TICS y al rol PM, estará centrada en la utilización de la herramienta y sus capacidades, a nivel global. Con la formación el usuario deberá de ser capaz de:

- Navegar a través de las pantallas de SACE, diferenciando entre navegación por mapa y navegación por cuadro de mando o subsistemas.
- Visualizar, de forma global, la información de los equipos de las estaciones de METRO que gestionen.
- Realizar operaciones de teleactuación sobre los equipos que gestionen, incluyendo operaciones masivas como la apertura de las cancelas de toda una línea, etc.
- Realizar informes utilizando los datos historificados de los equipos de METRO que gestionen.
- Modificar y consultar la programación horaria de los equipos de METRO que gestionen.
- Abrir incidencias producidas sobre los equipos pertenecientes a su área de gestión.
- Realizar comentarios sobre equipos de la estación.
- Visualizar la información propia de la estación como la documentación asociada a los equipos de la estación, los procedimientos periódicos que se realizarán en la estación, etc.

5.9.2.4 Personal de puesto de mando

La formación, para el personal con rol de puesto de mando, estará centrada en la utilización de la herramienta, y sus capacidades, a nivel global. Con la formación el usuario deberá de ser capaz de:

- Navegar a través de las pantallas de SACE, diferenciando entre navegación por mapa, navegación por cuadro de mando o subsistemas.
- Visualizar la información necesaria de los equipos de la estación, como el estado de los equipos, alarmas, incidencias, etc., tanto a nivel de estación como a nivel de equipo.
- Realizar operaciones de teleactuación sobre los equipos que gestionen.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- Notificar incidencias producidas sobre los equipos pertenecientes a su área de gestión.
- Realizar comentarios sobre equipos de la estación.

5.9.2.5 Personal de COMMIT

La formación, para el personal con rol COMMIT, estará centrada en la utilización de la herramienta y sus capacidades, a nivel global. Con la formación el usuario deberá de ser capaz de:

- Navegar a través de las pantallas de SACE, diferenciando entre navegación por mapa y navegación por cuadro de mando o subsistemas.
- Visualizar, de forma detallada, las alarmas y los estados de todos los equipos de todas las estaciones de la red de METRO.
- Abrir incidencias producidas sobre los equipos pertenecientes a su área de gestión.
- Realizar operaciones de teleactuación sobre los equipos que gestionen.
- Visualizar la información propia de la estación como la documentación asociada a los equipos de la estación, los procedimientos periódicos que se realizarán en la estación, etc.

5.9.2.6 Personal de mantenimiento

La formación, para el personal de mantenimiento, estará centrada en la utilización de la herramienta y sus capacidades de forma detallada. Con la formación el usuario deberá ser capaz de:

- Navegar a través de las pantallas de SACE, diferenciando entre navegación por mapa, navegación por cuadro de mando o subsistemas.
- Visualizar, de forma detallada, las alarmas y los estados de todos los equipos de todas las estaciones de la red de METRO.
- Abrir incidencias producidas sobre los equipos pertenecientes a su área de gestión.
- Realizar operaciones de teleactuación sobre los equipos que gestionen.
- Visualizar la información propia de la estación como la documentación asociada a los equipos de la estación, los procedimientos periódicos que se realizarán en la estación, etc.

5.9.2.7 Personal de ingeniería

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

La formación, para el personal con rol personal de ingeniería, estará centrada en la utilización de la herramienta, y sus capacidades, a nivel global. Con la formación el usuario deberá ser capaz de:

- Navegar a través de las pantallas de SACE, diferenciando entre navegación por mapa, navegación por cuadro de mando o subsistemas.
- Visualizar, de forma detallada, las alarmas y los estados de todos los equipos de todas las estaciones de la red de METRO.
- Realizar operaciones de teleactuación sobre los equipos que gestionen.
- Apertura de incidencias en los equipos pertenecientes a su área de gestión.
- Validar y/o realizar desarrollos de la herramienta en el entorno de preproducción y producción.

5.9.2.8 Personal de protección civil

La formación, para el personal con rol de protección civil, estará centrada en la utilización de la herramienta y sus capacidades, a nivel global. Con la formación el usuario deberá ser capaz de:

- Navegar a través de las pantallas de SACE, diferenciando entre navegación por mapa, navegación por cuadro de mando o subsistemas.
- Visualizar, de forma detallada, las alarmas y los estados de todos los equipos, haciendo énfasis en los equipos de protección contra incendios, de todas las estaciones de la red de METRO.
- Realizar operaciones de teleactuación sobre los equipos que gestionen.

5.9.2.9 Personal de mantenimiento del software

La formación, para el personal con rol de mantenimiento del software, estará centrada en la utilización de la herramienta y sus capacidades, a nivel global. Con la formación el usuario deberá ser capaz de:

- Verificar y modificar el código fuente.
- Configurar la herramienta.
- Posibles modificaciones y desarrollos a medida.

5.10 CENTRO DE COMPETENCIA

Además de la tecnología, los proveedores deben alinear también su metodología, estructura organizativa y planificación a los requisitos de METRO, se deberá crear un Centro de Competencias, para gobernar el ciclo de vida de SACE. De esta forma, se pretende conseguir una colaboración estrecha y sin fisuras entre operaciones, mantenimiento y desarrolladores, y la ejecución de entregas continuas de software desde las primeras iteraciones.

El Centro de Competencias deberá estar formado por personal de METRO, personal del integrador y personal del fabricante de la herramienta tecnológica seleccionada para el desarrollo de SACE. Además de definir y gestionar la evolución de SACE, conjuntamente definirán cuáles son las metodologías de desarrollo concretas que se prefieran implantar en cada fase de proyecto y la componente incremental e iterativa, así como la frecuencia de las iteraciones, al margen de unas u otras “etiquetas” a la hora de definir tales metodologías. No obstante, el contratista deberá proponer las que a su entender son en cada momento las mejores.

5.11 GESTIÓN DEL CAMBIO

Uno de los puntos a considerar en el proceso de despliegue del nuevo SACE es el posible impacto que este pudiera tener, tanto sobre los equipos y sistemas actualmente conectados al TCE, como sobre las operativas que se realizan de forma habitual en las estaciones.

Aunque el despliegue de SACE en toda la red de METRO deberá realizarse de forma progresiva, dado el alto número de operadores afectados por la sustitución de TCE por SACE, será necesario realizar una gestión del cambio óptima del proyecto que minimice el impacto sobre la operativa.

El despliegue del nuevo SACE se planificará de modo que el impacto sobre los actuales sistemas en producción y en la operativa diaria de METRO sea mínimo, e idealmente nulo.

Para mitigar los efectos del cambio se estima necesario, al menos, las siguientes actividades:

- Propuestas de minimización de actuaciones.
- Coordinación con otros proyectos ejecutados en paralelo.
- Plan de coexistencia con otros sistemas: gestión del mando, integración con COMMIT...
- Actualización de los procesos operativo de METRO.
- Redefinir los roles de operadores en relación al cambio operativo debido a la introducción de SACE.
- Campaña de comunicación interna con el objetivo de explicar a todo el personal de METRO qué es y para qué sirve SACE, además de cuándo se realizará su implantación (fecha de inicio y fecha prevista de fin de implantación en la red).
- Planes de formación descritos en el apartado 5.9

6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

SACE será el sistema encargado de monitorizar y controlar, de forma centralizada, los sistemas y servicios de la estación, permitiendo comprobar de forma rápida y sencilla, el estado de los equipos de la red de METRO.

Para el diseño y desarrollo de SACE se ha optado por la utilización de un sistema **SCADA comercial de arquitectura abierta** con gran presencia en la industria. Utilizar un producto comercial de estas características, permite eliminar las dependencias existentes al utilizar un desarrollo personalizado por un único proveedor, al existir un gran número de empresas integradoras de la solución comercial.

SACE tendrá una arquitectura centralizada que, dado que el coste de este tipo de soluciones, depende tanto del número de señales como del número de servidores utilizados, es más económica frente a la arquitectura distribuida, que necesita de mayor número de servidores. También reduce los costes de desarrollo y mantenimiento, ya que se trabaja con un menor número de instancias de sistemas.

Para la historificación de datos se utilizará una herramienta, que proporcionará un repositorio robusto y eficiente de los datos de planta, y permitirá recopilar, archivar y distribuir grandes volúmenes de información en tiempo real y a gran velocidad. La historificación permitirá realizar operaciones de auditorías, teniendo una trazabilidad de las operaciones realizadas sobre los equipos, accesos al sistema, etc.

Para las comunicaciones se utilizará el protocolo **OPC UA entre SACE y equipos finales**, que consiste en un protocolo estándar y abierto. OPC UA implementa un modelo de seguridad que garantiza la confidencialidad de la información y la protección frente a operaciones no autorizadas. Esto incluye autenticación de sistemas participantes en la comunicación y la encriptación de datos de comunicaciones. Es fácil de configurar en las infraestructuras de redes (firewalls, routers...) ya que utiliza un único puerto TCP para las comunicaciones. Gracias a la tecnología orientada a servicios, OPC UA es independiente de plataforma y habilita la implementación en dispositivos empotrados, sistemas de control, PLCs, pasarelas de comunicaciones o paneles de operación. Además, los mecanismos de publicación/suscripción reducen la latencia de la comunicación al mismo tiempo que reducen el ancho de banda necesario para transmitir los datos, lo que mejora el rendimiento de las comunicaciones.

Por último, SACE **mejorará la funcionalidad** del operador, esta mejora está basada en las nuevas herramientas características de la Era Digital actual. Para ello, se ha realizado un diseño de la solución teniendo en cuenta el acceso a las funcionalidades de SACE desde dispositivos móviles. La utilización de dispositivos móviles permite un cambio en el modelo operativo de las estaciones, donde los operadores podrán acceder a la funcionalidad del SACE sin tener que estar en una ubicación concreta.

7. RESULTADOS FINALES

La implantación de un sistema SCADA de propósito general cubre los requisitos más estrictos en cuanto a la monitorización y control de equipos. El desarrollo del mismo tendrá que seguir los requisitos descritos en este documento, alinearse a los estándares definidos por Metro.

Su arquitectura abierta permitirá a METRO desarrollar, mantener y evolucionar el sistema durante un período de tiempo extenso.

La elección de un producto comercial, de una empresa puntera en el sector, garantiza una gran disponibilidad de integradores y servicios de soporte que cubrirán el ciclo de vida del producto.

La monitorización y control de las estaciones se realizará en interfaces de usuario modernizadas, que mejorarán la experiencia de usuario, cumpliendo con la normativa referente a ergonomía y facilitando la operación de los sistemas. El personal de METRO dispondrá de una visión más clara del estado de las instalaciones y de las actuaciones que deben priorizar.

La implantación de un sistema especializado para la gestión de datos históricos operacionales permitirá a METRO conocer el funcionamiento de sus instalaciones con mucho más detalle y mejorar los procedimientos y la calidad del servicio a los viajeros. Así mismo, se tendrá una mayor información técnica de gran utilidad para el mantenimiento de los sistemas y se posibilitará la realización de auditorías de calidad y seguridad de los sistemas.

La gestión de informes y las notificaciones mejorarán la visibilidad y disponibilidad de la información, teniendo en cuenta la diversidad de los roles del personal de METRO. Los usuarios tendrán un mayor control de qué información quieren ver y en qué momento desean ser notificados. También mejorará la colaboración entre los distintos grupos de trabajo.

8. PLANIFICACIÓN

8.1 PLAN ORIENTATIVO

El plazo definido para el suministro, montaje, pruebas y puesta en servicio de la nueva configuración asociada a SACE para el alcance de línea 11 es de unos 21 meses tras la firma del contrato.

Se procede a exponer un plan orientativo que sirva como referencia, no obstante, se requerirá un plan de obra detallado por parte del contratista en el que se expongan las etapas de instalación, pruebas y puesta en servicio.

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21
DESCRIPCIÓN DE FASES																					
FASE 1 AUDITORÍA Y ESTUDIOS PREVIOS																					
FASE 2 DISEÑO E INGENIERÍA																					
FASE 3 PREPRODUCCION Y PRUEBAS SAT																					
FASE 4 DESPLIEGUE ENTORNO DE FORMACIÓN																					
FASE 5 ENTORNO DE PRODUCCIÓN																					
FASE 6 INTEGRACIÓN ESTACIÓN Y TICS PILOTO																					
FASE 7 DESPLIEGUE EN RED DE METRO																					
FASE 8 DOCUMENTACIÓN																					
FASE 9 FORMACIÓN																					

Ilustración 17 Planificación SACE

8.2 HITOS SACE

A continuación, se describen los hitos más importantes del proyecto y las cuestiones más relevantes para su desarrollo que habrá que tener en cuenta en un planning detallado, considerando los siguientes aspectos:

- Firma del contrato y lanzamiento de proyecto
- Centro de competencia
- Arquitectura y Entornos
- Diseño, desarrollo y pruebas unitarias
- Pruebas integradas y despliegue en producción
- Formación a usuarios
- Garantía

8.2.1 Firma del contrato y lanzamiento del proyecto

Tras la firma del contrato será necesario preparar un lanzamiento de proyecto donde se establecerán las líneas maestras de trabajo, se identificarán necesidades y riesgos, se concretará la planificación base y se presentará a los interlocutores clave de cada una de las partes.

8.2.2 Centro de Competencia

Deberá constituirse un Centro de Competencia formado por personal de METRO, personal del integrador y personal del fabricante de la herramienta tecnológica seleccionada para el desarrollo de SACE.

El objetivo del Centro de Competencia será establecer las líneas base, estándares, normalizaciones y diseños técnicos que permitan el despliegue y la evolución de SACE con garantías. Algunas de las funciones principales del Centro de Competencia tendrán que ver con el aseguramiento de calidad de la obra en general y del software en particular. En particular:

- Diseñar y asegurar la aplicación de estándares industriales y buenas prácticas de desarrollo para las aplicaciones del proyecto.
- Cooperar en los desarrollos asociados a la integración de cualquier tipología de equipo que requiera integrarse en el sistema.
- Coordinar con otros proyectos de Metro las posibles interrelaciones funcionales y técnicas de los desarrollos que afecten a los equipos integrados en la aplicación.
- Facilitar que el desarrollo y la puesta en marcha del proyecto sea ágil.
- Crear y mantener un repositorio de desarrollos y control de código fuente.
- Diseñar una hoja de ruta tecnológica y metodológica.
- Desarrollar o coordinar la creación de una biblioteca de objetos.
- Validar que los desarrollos se realizan acorde a los requisitos definidos en el Centro de Competencias.
- Asegurar la reutilización de plantillas de objetos.
- Gestionar el ciclo de vida de los desarrollos del proyecto.
- Proporcionar o coordinar el soporte necesario para el sistema implementado.

La función del Centro de Competencia se extenderá a lo largo de toda la duración del proyecto y se prolongará hasta el fin del periodo de garantía. Las decisiones del Centro de Competencia serán vinculantes y se respetarán los mandatos que se deriven.

8.2.3 Auditorías

La fase inicial del proyecto deberá llevarse a cabo mediante un proceso de auditorías. Este proceso permitirá poner una base sólida sobre la que diseñar las arquitecturas y entornos, con la intención de, poder así, minimizar posibles problemas en las siguientes fases del proyecto.

Inicialmente se realizará una auditoría general, en la que se deberán verificar todos los sistemas implicados con SACE. Luego, más pormenorizadamente, y entrando a bajo nivel, deberán auditarse de manera individual de cada uno de estos sistemas identificados.

El proyecto en global, se ha subdividido según unas fases (ver presupuesto), comenzando con la fase de auditoría. Cada una de estas fases supone un hito en el proyecto que requerirá la aprobación de Metro para continuar.

Este proceso, al igual que el resto de fases, deberán documentarse meticulosamente y entregarse a Metro.

8.2.4 Arquitectura y Entornos

Tras la constitución del Centro de Competencia se iniciarán los trabajos de definición y diseño, confirmando en un principio arquitectura definitiva, para realizar el acopio de software y hardware necesario.

A partir de disponer de la infraestructura necesaria, se instalarán y configurarán los entornos de trabajo: Se considerarán los siguientes hitos:

- Despliegue del sistema SCADA base en alta disponibilidad sobre los DataCenter de Metro de Madrid.
- Configuración de los servidores de visualización
- Configuración de los servidores de proceso
- Instalación y configuración del archivo histórico de datos (historian).
- Instalación y configuración de los servidores para la gestión de informes.

Paralelamente a esta tarea, se realizará el diseño y construcción de una maqueta, cuyo objetivo será validar la implementación de las funcionalidades base de SACE, verificar y testear nuevas funcionalidades o integraciones y utilizarse como plataforma de formación.

8.2.5 Diseño, desarrollo y pruebas unitarias

En esta fase deberán realizarse trabajos de diseño, desarrollo y pruebas para los distintos sistemas a integrar en SACE.

Deberá abordarse el diseño y desarrollo de las funcionalidades generales de SACE y sus componentes comunes. Deberá considerarse una evolución de forma incremental, añadiendo nuevas funcionalidades en cada iteración, que se desplegarán de forma aditiva sobre el entorno de preproducción. Se tendrán en cuenta los siguientes hitos:

- Implementación del núcleo del sistema SCADA: configuración del mapa de señales, alarmas, órdenes, etc.
- Implementación de pasarelas de comunicaciones.
- Integración de SACE con COMMIT
- Desarrollo de módulos especializados para la gestión avanzada de alarmas, jerarquía de mando, servicios digitales, etc.
- Implementación de los sistemas IHM locales de estación (para modo degradado).

Para cada una de las funcionalidades deberán realizarse pruebas unitarias en el entorno de preproducción.

8.2.6 Pruebas integradas y despliegue en Producción

Con el global de los desarrollos y las pruebas unitarias finalizadas, deberán realizarse pruebas integradas por estaciones para validar el paso a entorno de producción.

Después de la validación de las pruebas integradas completa por estaciones verificada, deberá realizarse el despliegue sobre el entorno de producción de la configuración completa para cada uno de los sistemas y equipos integrados en SACE.

Durante esta etapa, se producirá la coexistencia de TCE y COMMIT con SACE (sistema nuevo), así que deberán establecerse mecanismos para garantizar la seguridad de las operaciones durante esta fase de coexistencia.

8.2.7 Formación a usuarios

Deberá considerarse la realización de un plan de formación personalizado por roles que permita a los usuarios el aprendizaje de la nueva herramienta, especificando una ruta y/o contenido formativo para cada uno de los colectivos de usuarios del SACE.

8.3 EQUIPO DE PROYECTO

8.3.1 Organigrama del Proyecto

Se deberá presentar un organigrama de proyecto con el equipo de trabajo en el que queden claros los roles y dependencias, así como las colaboraciones con fabricantes si fuera necesario.

8.3.2 Perfiles y responsabilidades

Para la ejecución del despliegue de SACE con el alcance definido se requerirán como mínimo los siguientes perfiles:

- **Director de proyecto** (PMO, *Project Management Office*) que, entre otras tareas, se encargará de:
 - Gestión del proyecto: Interlocución con la dirección de METRO y definición conjunta de directrices estratégicas. Seguimiento y aseguramiento del alineamiento con los objetivos de METRO.
 - Dirección técnica: Gestión técnica del proyecto, de acuerdo con las directrices de METRO, y según lo establecido en las metodologías a aplicar en el mismo.
 - Asegurar el nivel de calidad de los trabajos.
 - Presentar a METRO resultados parciales y finales de la realización del trabajo.
 - Dirigir y controlar a todos los empleados adscritos a la prestación de trabajos.
 - Garantizar la rápida resolución y priorización de las incidencias graves.
 - Asegurar el cumplimiento de la Planificación general y de los compromisos de contrato en los diferentes aspectos.
 - Mantener una visión completa del proyecto a nivel estratégico.
 - Deberá tener un interlocutor por parte de Metro con quien mantendrá la comunicación, interlocución y resolución de problemas.
- **Jefe de proyecto** que, entre otras tareas, se encargará de:
 - Diseñar y desarrollar soluciones para resolver problemas técnicos de ingeniería, considerando las limitaciones impuestas por la práctica, la regulación, la seguridad y el coste.
 - Concebir, modelar y escalar soluciones de problemas apropiadas
 - Ejecutar proyectos de ingeniería mediante la gestión de equipo y proveedores
 - Coordinar recursos internos y de terceros para la ejecución del proyecto.
 - Asegurar que el proyecto cumpla con los estándares de calidad, requerimientos de cliente, tiempo de entrega y presupuesto establecido.
 - Asistir en la definición del alcance y los objetivos del proyecto.
 - Garantizar la disponibilidad y asignación de recursos.

- **Consultor PMO** que, entre otras tareas, se encargará de:
 - Asignar trabajo, proporcionar instrucciones de asesoramiento técnico / empresarial, así como orientación al personal del proyecto.
 - Gestionar y monitorizar la ejecución de los trabajos y evaluar el trabajo terminado para verificar la exactitud y la calidad de los resultados requeridos.
 - Asegurarse de que todas las líneas de trabajo entienden y cumplen las expectativas de METRO.
 - Crear e implementar estrategias a corto y largo plazo en términos de crecimiento tecnológico.
 - Liderar la implementación y el soporte de soluciones tecnológicas.
- **Consultor / Analista Senior** que, entre otras tareas, se encargará de:
 - Capturar requisitos de los usuarios.
 - Comprender los requisitos y traducirlos a soluciones tecnológicas y de negocio.
 - Entregar diseños funcionales de calidad y asegurar que la solución tecnológica cubre los requisitos de negocio presentes y futuros.
 - Diseñar, construir, ensamblar y configurar componentes de aplicaciones o de arquitecturas técnicas usando los requisitos de negocio.
 - Proporcionar asesoramiento técnico y orientación al personal del proyecto.
 - Utilizar tendencias tecnológicas en las soluciones.
- **Desarrollador** que, entre otras tareas, se encargará de:
 - Diseñar, construir, ensamblar y configurar componentes de aplicaciones o de arquitecturas técnicas usando los requisitos de negocio.
 - Construir y aprovechar elementos reutilizables para futuros usos.
 - Soporte, desarrollo y programación de la solución adoptada.
 - Apoyar en la generación de documentación funcional y de diseño
 - Transferir el conocimiento por el traspaso del proyecto a Metro.

En la siguiente tabla se muestra el número mínimo de personas necesarias para cada tipo de rol para el despliegue inicial de SACE:

TIPO DE ROL	NÚMERO DE PERSONAS
Director de proyecto	1
Jefe de proyecto	1
Consultor PMO	1
Consultor / Analista senior	3
Desarrollador	6

Tabla 2: Número de personas por rol para el equipo de proyecto

8.4 EQUIPO DEL CENTRO DE COMPETENCIA

El Centro de Competencia deberá estar formado por personal del integrador, personal del fabricante de la herramienta tecnológica seleccionada para el desarrollo de SACE, así como personal de METRO.

Como mínimo, se requerirán los siguientes perfiles para cubrir el Centro de Competencia:

- **Consultor** con experiencia en consultoría y dirección de proyectos utilizando la tecnología seleccionada.
- **Ingeniero** con experiencia en el desarrollo, soporte e implantación de proyectos con la tecnología seleccionada.
- **Especialista fabricante** como experto en la tecnología seleccionada y conocedor de las guías de buenas prácticas para el uso de la plataforma.
- **Diseñador UI/UX** con experiencia en la creación de interfaces y experiencia de usuario para aplicaciones de supervisión y control en tiempo real para entornos industriales y de infraestructuras.

En la siguiente tabla se muestra el número mínimo de personas necesarias para cada tipo de rol para la creación del Centro de Competencias.

TIPO DE ROL	NÚMERO DE PERSONAS
Consultor	1(*)
Ingeniero	1(*)
Especialista fabricante	1(*)
Diseñador UI/UX	1(*)

Tabla 3: Número de personas por rol para el Centro de Competencias

(*) Para los roles de Consultor, Ingeniero y Especialista fabricante deberá considerarse una participación mínima de un 70% durante los 12 primeros meses y un 25% durante los meses restantes. Mientras que para el rol de diseñador UI/UX deberá considerar una participación mínima de un 40% durante los 12 primeros meses.

8.5 MEDIDAS DE ACOMPAÑAMIENTO

Es posible que, durante el despliegue e implantación de SACE no se encuentren disponibles todos los servicios necesarios para los operadores, o que, para garantizar la integración de SACE con los sistemas actuales, haya que realizar ciertas modificaciones en estos sistemas. Por tanto, existirán medidas de acompañamiento, es decir, una serie de actividades a realizar sobre sistemas de METRO ya existentes, o sobre los nuevos a implantar, que permitirán a los usuarios operar con las herramientas, existentes y nuevas, de forma plena, sin limitaciones.

Las medidas de acompañamiento que se contemplan son:

- Modificaciones y adaptaciones en las UMs para garantizar la integración desde SACE y la coexistencia temporal entre SACE y TCE.
- Uso simultáneo de SACE y TCE en los puestos centrales
- Envío de información historificada desde SACE a la herramienta *“Informes TCE”* de METRO. Como SACE es el sistema propietario de la información de los equipos electromecánicos, para garantizar que desde la aplicación de informes TCE se puedan realizar informes con los datos de los equipos de todas las estaciones de la red de METRO, se deberá asegurar el envío de las señales historificadas de los equipos electromecánicos, que se consideren necesarios, a la herramienta *“Informes TCE”*.
- Implementación de servicios para habilitar la integración entre SACE y los equipos no electromecánicos.
- Uso de los sistemas COMMIT para prestar la visión del estado del equipamiento no electromecánico.
- Auditorías y levantamientos de campo adicionales.

9. ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

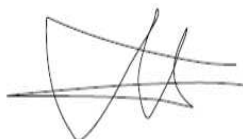
El orden sobre la prioridad de los documentos básicos del proyecto es el siguiente:

- Presupuesto
- Pliego de Prescripciones Técnicas
- Memoria
- Planos

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Madrid, septiembre de 2023

Director de proyecto:



D. Fernando Morales Aguirre

Autores del proyecto:



D. Rubén Sancho Acevedo

Responsable de Área de Ingeniería:



D. Dionisio Izquierdo Bravo

ANEXO I

MATRIZ DE REQUISITOS

Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid



Cofinanciado por
la Unión Europea



Fondos Europeos



Comunidad
de Madrid



ANEXO I – MATRIZ DE REQUISITOS

REQUISITOS DE PRODUCTO - SACE (Sistema SCADA Centralizado de Estación)

Nombre proyecto: SACE

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RF_001	Agregador	SACE deberá estructurarse en torno a un componente, el Agregador, que englobará todo el sistema e incluirá ordenadores (servidores y PC de los puestos de operación), así como servicios y componentes que se ejecutan tanto en tiempo real como durante el desarrollo del sistema.	Funcional
SACE_RF_002	Constituyentes del agregador	El Agregador debe estar compuesto por Entornos de Hardware, Motores de Ejecución y Objetos (plantillas, instancias y atributos) que se definirán específicamente para la aplicación y proporcionarán recursos computacionales y de operación para perímetros concretos. Deberá ser factible subdividir aplicaciones de gran tamaño en diferentes Agregadores de modo que la carga global se pueda balancear entre ellos. Cada Agregador estará identificado por un nombre único y albergará un espacio de nombres en el que residirán los Objetos de la Aplicación, los cuales a su vez contendrán identificadores de atributos únicos que modelizarán de forma lógica los activos físicos. Gracias a este identificador y su espacio de nombres varios Agregadores podrán conectarse entre sí, en configuración uno a uno, y, del mismo modo será posible la configuración de uno a N, permitiendo así generar un sistema Multi Agregador en el que desde un punto centralizado sea posible supervisar y controlar las aplicaciones de la totalidad de Agregadores sin que este hecho resulte perceptible al operador.	Funcional
SACE_RF_003	Gestor de agregadores	SACE deberá incorporar herramientas para la gestión centralizada de diferentes Agregadores, el Gestor de Agregadores, y contendrá la base de datos que constituye la aplicación, que deberá estar basada en Microsoft SQL Server. El Gestor de Agregadores no debe requerir un Entorno de Hardware dedicado para este propósito y podrá ser compartido con otros servicios o componentes. El Gestor de Agregadores deberá proporcionar un Entorno de Desarrollo centralizado para mantener plantillas y objetos de aplicación, la jerarquía de objetos, la configuración de servidores en tiempo de ejecución con balanceo de cargas y redundancia y genealogía de los objetos. El Gestor de Agregadores se utilizará únicamente para la configuración y, como tal, se podrá desconectar de un sistema en ejecución sin afectar la operación de dicho sistema.	Funcional
SACE_RF_004	Entornos de hardware	La arquitectura de SACE deberá estar compuesta por Entornos de Hardware, siendo este constituyente todos los ordenadores que componen un Agregador (servidores y PC de operación) utilizados en tiempo de ejecución como nodos de cliente o servidor. El sistema debe permitir la existencia de tantos Entornos de Hardware como sean necesarios en un Agregador, garantizando con ello la escalabilidad y flexibilidad de SACE. Los Entornos de Hardware albergarán los Motores de ejecución en procesos independientes y, en función de sus características, tendrán roles que abarcarán Servidores de Objetos de Aplicación, Servidores de Comunicaciones, Servidores de Visualización y Servidores de Históricos.	Funcional
SACE_RF_005	Seguridad de los entornos de hardware	Los dispositivos que formen parte del Entorno de Hardware deberán utilizar TLS 1.2 y admitirán certificados X.509, que serán generados automáticamente o proveídos por IT, para autenticar y fortificar la comunicación entre ellos. El acceso o publicación de información en el que intervengan sistemas externos al Agregador admitirá asimismo TLS 1.2.	Funcional
SACE_RF_006	Objetos de aplicación	El Entorno de Desarrollo del Agregador deberá proporcionar medios para desarrollar plantillas de Objetos de Aplicación de modo que constituirán modelos lógicos de activos físicos. Estas Plantillas se utilizarán para crear las instancias individuales de los Objetos de Aplicación que, en tiempo de ejecución, realizarán tareas específicas en el Agregador. Las Plantillas de Objetos podrán contener otras Plantillas de Objetos en una relación jerárquica (padre/hijo).	Funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RF_007	Objetos de comunicaciones	El Agregador deberá alojar Objetos de Comunicación que permitan enlazar los atributos de los Objetos de Aplicación con los diferentes drivers de comunicaciones y, consecuentemente, con equipos de campo. Los cambios de estado de los atributos deberán soportar el marcado de tiempo en origen proporcionado por los equipos de campo, de forma adicional, los atributos calculados que deriven de atributos de comunicación deberán respetar la marca de tiempo de origen.	Funcional
SACE_RF_008	Objetos de comunicaciones redundante	Deberá existir un Objeto de Comunicaciones redundante que permita enlazar los atributos de los Objetos de Aplicación con una configuración redundada de Objetos de Comunicación. A su vez, este Objeto de Comunicaciones redundante estará asociado con un controlador de comunicaciones que permitirá configuraciones adicionales de redundancia, aumentando de 1 a N las capacidades de redundancia global en el nivel de adquisición de datos con equipos de campo. El Objeto de Comunicaciones redundante debe operar según el principio de configuración activo-activo, gracias a ello, quedará garantizado que no se añade ningún tipo de latencia ni se pierde información en el momento conmutar de un Objeto de Comunicación primario a uno standby. El Objeto de Comunicaciones redundante deberá optimizar la comunicación adquiriendo información a través de un enlace solamente pese a estar el enlace activo en ambos.	Funcional
SACE_RF_009	Motores de ejecución	Deberán existir en la arquitectura de SACE Motores de Ejecución que alberguen los Objetos de Aplicación y Objetos de Comunicaciones, constituyendo de este modo el espacio donde estos objetos desempeñarán su cometido. Los Motores de ejecución que se desplegarán en los Entornos de Hardware deberán admitir su configuración en modo activo-activo para efectuar balanceo de carga de modo que el trabajo computacional a realizar se reparta entre ellos. En caso de fallo en un Entorno de Hardware o en los Motores de ejecución asignados se deberá producir una reconfiguración automática con el objetivo de que el resto de los Entornos de Hardware y Motores de ejecución asuman la carga en su totalidad. El diseño del sistema deberá permitir la implementación paulatina y gradual de nuevos Motores de Ejecución y, consecuentemente, nuevos Entornos de Hardware que los alojen de modo que la escalabilidad del sistema no conlleve dificultad alguna más allá de la adición de recursos de computación y almacenamiento.	Funcional
SACE_RF_010	Motores de aplicación	Los Motores de Aplicación serán Motores de Ejecución alojados en un Entorno de Hardware en el que se desplegarán los Servidores de Objetos de Aplicación cuya función será contener y ejecutar las instancias de objetos que modelizan las instalaciones. El sistema deberá admitir que coexistan varios Servidores de Objetos de Aplicación en diferentes Motores de Aplicación para distribución de carga, redundancia, o ambos. Los Servidores de Objetos de Aplicación deberán poder ser distribuidos por parejas de Motores de Aplicación, en cuyo caso deberán admitir el uso de una doble conexión de red, una para la conexión que enlazará todos los nodos de los Entornos de Hardware y otra dedicada a mensajería de redundancia para mantener sincronizados en todo momento los Motores de Aplicación con rol de primario con su standby. El sistema deberá garantizar que no hay pérdida de comunicación durante la conmutación.	Funcional
SACE_RF_011	Motores de comunicaciones	Los Motores de Comunicación serán Motores de Ejecución alojados en un Entorno de Hardware en el que se desplegarán los Servidores de Comunicación y que alojará y ejecutará los Objetos de Comunicación. El sistema deberá admitir que coexistan varios Motores de Comunicaciones para distribución de carga, redundancia, o ambos. De forma análoga a los Motores de Aplicación, se deberá utilizar como mínimo una doble conexión de red, una para el enlace con todos los Entornos de Hardware y otra para la conexión a equipos OT e IT en campo.	Funcional
SACE_RF_012	Drivers de los motores de comunicaciones	Los Servidores de Comunicación deberán asegurar, por un lado, la interoperabilidad con la base instalada en METRO, y, por otro lado, deberán soportar nuevos estándares de comunicación de forma nativa, consecuentemente, no se precisará de drivers externos para el acceso a información de campo. En el perímetro industrial se deberán soportar como mínimo Modbus TCP, IEC60870-5-104, IEC 61850 y OPC UA, en el perímetro IT se deberán soportar MQTT como publicador y suscriptor y métodos POST y GET sobre HTTPS.	Funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RF_013	Motores de visualización	Los Motores de Visualización serán Motores de Ejecución alojados en un Entorno de Hardware en el que se desplegarán los Servidores de Visualización cuya función será ejecutar las aplicaciones gráficas que presentarán información a los clientes de operación. Deberán admitir Remote Desktop Services de Microsoft para la conexión de los diferentes clientes de operación mediante Thin Clients, dicha conexión se deberá beneficiar de autenticación y cifrado, adicionalmente, deberá permitir configurar una conexión redundante a nivel de RDS enlazando con dos Motores de Visualización. Además de los Thin Clients, el sistema deberá admitir que los puestos de operación empleen clientes completos, por tanto, será factible la instalación mínima de un Entorno en el puesto de operación permitiendo de este modo que el propio puesto de operación ejecute localmente el Motor de Visualización. Deberá cubrir el caso de que se precise no tener ninguna pequeña latencia, pese a ser del orden de pocos segundos, en el caso de caída de un Motor de Visualización primario hasta que se inicia el standby, por ello, el sistema deberá admitir trabajar con virtualización apoyándose en un esquema Fault Tolerant. De esta forma, se deberá permitir operar con Thin Clients que, por un lado, simplificarán la infraestructura y, por otro lado, facilitarán las tareas de mantenimiento del sistema en las que se deberá poder alcanzar una redundancia de Servidor de Visualización A y B.	Funcional
SACE_RF_014	Puestos de operación	Los Servidores de Visualización tendrán como misión permitir a los operadores interactuar con los atributos gráficos de los Objetos de Aplicación desde los Puestos de Operación de modo que sea posible visualizar en contexto, gestionar el sistema en tiempo real y acceder a datos históricos. La información mostrada en los Puestos de Operación deberá estar organizada de modo que, con independencia del número de subsistemas y fuentes de datos que incluya, los operadores sean capaces de detectar y gestionar su entorno de forma rápida. El estilo de presentación de la información al operador se deberá implementar de modo que se muestre sólo aquello que sea preciso en cada momento, evitando informar con datos superfluos o innecesarios que pueden generar confusión. Para ello se utilizará una iconografía simplista, una combinación de colores estudiada y unos dibujos sencillos pensados para dirigir la mirada del operador sólo donde sea necesario según las recomendaciones del consorcio ASM.	Funcional
SACE_RF_015	Motores de históricos	Los Motores de Históricos serán Motores de Ejecución alojados en un Entorno de Hardware que ejecutarán el proceso de adquisición y almacenamiento persistente de históricos, albergarán la base de datos relacional de alarmas, eventos y tendencias y pondrán a disposición de los clientes de visualización los datos historizados, alarmas y eventos, ya sea pertenecientes al Agregador en el que residen o en Agregadores externos.	Funcional
SACE_RF_016	Servidor de licencias	SACE debe contener un servidor de Licencias el cual gestionará las licencias de los componentes del Agregador de forma centralizada. No deberá requerir un servidor dedicado, por lo que podrá ser compartido con otros servicios. No deberá excluir la posibilidad de que los Servidores de Visualización de los puestos de operación puedan gestionar de forma local sus propias licencias. Este servidor se deberá conectar con otros nodos Servidores de certificados X.509 para autenticar y cifrar las comunicaciones mediante TLS 1.2 entre todos los nodos que conforman un Agregador. Los certificados podrán ser generados automáticamente y también se aceptarán certificados proporcionados por una CA corporativa.	Funcional
SACE_RF_017	Áreas	La subdivisión de perímetros en un Agregador deberá estar soportada por Áreas, la cuales permitirán organizar de forma lógica la jerarquía funcional física. Su uso será requerido para efectuar el registro de históricos, alarmas y eventos de atributos de Objetos de Aplicación de modo que deberá facilitar su anidamiento según la jerarquía física. En tiempo de consulta garantizarán el filtrado y visualización de manera consistente con dicha jerarquía, asimismo, las respuestas a consultas de datos históricos reflejarán la jerarquía y facilitarán de este modo las tareas de análisis de información desde el propio Agregador o desde sistemas externos.	Funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RF_018	Multiagregador	La arquitectura Multi Agregador deberá permitir configurar y operar con un sistema distribuido y escalable que abarcará varios Agregadores aportando así el beneficio de la segmentación a sistemas de gran tamaño donde los diferentes Agregadores deberán operar de forma autónoma y sin interferirse mutuamente. Los enlaces de red entre Agregadores deberán emplear autenticación y cifrado y se deberán poder configurar para proporcionar redundancia y resiliencia de cada enlace, así como distribución de carga. Deberá permitir utilizar clientes de ingeniería en un puesto central para trabajar con Agregadores en nodos remotos y admitir configurar la conectividad para múltiples Agregadores, buscar atributos en múltiples espacios de nombres correspondientes a diferentes Agregadores y suscribirse a atributos en tiempo de ejecución en Agregadores remotos. Su configuración deberá ser simple y permitirá operar con Agregadores por separado y sin que ello interfiera con el resto de los Agregadores aun en el caso de fallos en uno de ellos.	Funcional
SACE_RF_019	Canales para la redundancia del motor de aplicación	<p>En la arquitectura de SACE cada Motor de Aplicación deberá tener asociada una serie de Servidores de Aplicación, los cuales contendrán los Objetos de Aplicación y Objetos de Comunicación. Los Motores de Aplicación deberán disponer de dos interfaces de red, Primary Network y Redundancy Message Channel. La Redundancy Message Channel será una red dedicada para la comunicación entre los dos Motores de Aplicación y se utilizará para la sincronización de los Servidores de Aplicación Activo y Standby. Se deberá sincronizar y redundar entre ambos: Los Objetos de Aplicación en ejecución</p> <ul style="list-style-type: none"> •El estado y marca de tiempo de las alarmas. •Los datos a tiempo real •Los estados de ambos Motores •El buffer de datos históricos que permitirá Store & Forward <p>El otro canal utilizado para la redundancia será el Primary Network, el cual será la red de comunicación con el resto de los Entornos de Hardware del Agregador. Cada Motor de Aplicación con rol de Standby deberá utilizar la Primary Network para enviar “bits de vida” que chequearán si el Motor con rol de primario está activo.</p> <p>Se deberán utilizar estos dos canales de comunicación de modo que se imposibilite que dos Motores de Aplicación tengan el rol de primario de forma simultánea gracias al canal de vigilancia mutua.</p>	Funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RF_020	Redundancia del Motor de Aplicación con balanceo de carga	<p>La redundancia se deberá realizar a través de los dos canales, Primary Network y Redundancy Message Channel, descritos en el punto anterior. Los datos y objetos sincronizados y redundados por Redundancy Message Channel deberán permitir que no sea el Servidor de Aplicación el que se redunde, sino que el nivel de atomización será mayor, puesto que se deberá redundar cada uno de los Motores de Aplicación. Por este motivo, desde un punto de vista funcional, será posible dedicar un Motor de Aplicación por sistema, proceso o área de METRO.</p> <p>Además, deberá ser factible añadir balanceo de cargas por pareja de Servidores de Aplicación y deberán soportar un modelo de activo-activo, de forma que la carga total del Motor de Aplicación con rol de Activo sea homogénea entre ambos.</p> <p>El fallo en la ejecución del Motor de Aplicación con el rol de Activo, el fallo en la ejecución de sus Objetos de Aplicación, o el fallo del Servidor de Aplicación asociado deberá provocar la conmutación del Motor de Aplicación forma inmediata, sin que produzca pérdida de datos a historizar, ni alarmas o eventos, o información en tiempo real.</p> <p>Una vez se restablezca el fallo en la Motor de Aplicación, este deberá volver a un estado de activo en Standby, sin que se produzca conmutación.</p> <p>En todo momento se deberá ofrecer información de diagnóstico sobre el estado de los Motores de Aplicación, identificándose su configuración como Primary y Backup, así como su estado actual a nivel Activo o Standby. Además, se ofrecerá la posibilidad de gestionar las conmutaciones de forma manual, para, por ejemplo, realizar tareas de mantenimiento en un Servidor de Aplicación.</p> <p>El sistema también ofrecerá la posibilidad de enviar avisos por situaciones anómalas configuradas tanto a nivel de Servidor de Aplicación, Motor de Aplicación u Objetos de Aplicación.</p>	Funcional
SACE_RF_021	Redundancia del Motor de Aplicación y Motor de Comunicaciones con balanceo de carga	<p>A diferencia de los Motores de Aplicación que tienen configuración Primary/Backup, con roles activo y standby, a nivel Motor de Comunicaciones se deberán configurar de forma independiente cada uno de ellos y trabajarán ofreciendo redundancia activo-activo. Cada Motor de Comunicaciones deberá albergar Objetos de Comunicaciones, los cuales enlazarán con el driver de comunicaciones, y que, a su vez, admitirán dos enlaces redundantes.</p> <p>Por este motivo, los Motores de Comunicaciones con sus respectivos Objetos de Comunicaciones, estarán siempre activos, lo cual permitirá que no haya ningún tipo de latencia en la conmutación ya que la comunicación con los controladores de campo deberá estar siempre activa pese a que el flujo de información deberá ser solo a través de uno de los Objetos de Comunicaciones. El sistema deberá garantizar que no haya pérdida de datos en caso de conmutación por fallo de hardware, software, del driver primario, infraestructura de red o fallos en cualquier otro componente del Entorno de Hardware.</p> <p>Además, deberá permitir que incluso la redundancia en adquisición de datos se pueda implementar con protocolos diferentes, enlazando cada Objetos de Comunicaciones con un driver de comunicaciones que emplee distintos protocolos en cada caso.</p>	Funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RF_022	Redundancia con el Objeto de Comunicaciones redundante	En la Arquitectura de SACE cada Motor de Aplicación tendrá grupos de Objetos de Aplicación que deberán tener asociado un Objeto de Comunicaciones redundante. Estos deberán enlazar con dos Objetos de Comunicaciones, en caso de cualquier tipo de fallo en uno de ellos, se producirá una conmutación. Una vez se restablezca el fallo no se volverá a realizar una nueva conmutación. Debido a estar el Objeto de Comunicaciones redundante en un Motor de Aplicación al conmutar éste por un posible fallo el Objeto de Comunicaciones redundante también conmutará. Gracias a que los Objetos de Comunicaciones asociados al Objeto de Comunicaciones redundante están siempre activos, no se deberá producir ningún tipo de latencia en la adquisición de datos en tiempo real ya que trabajan con redundancia activo-activo.	Funcional
SACE_RF_023	Pérdida de comunicación con el Servidor de Históricos Tier 1	Por diseño, los Motores de Aplicación de SACE se deberán comportar como clientes del Servidor de Históricos local, este modo llevará implícito que, en caso de fallo de la comunicación entre ambos, se deberá activar el mecanismo de almacenamiento local y reenvío (store & forward) en el Motor de Aplicación asegurando la no pérdida de información. El mecanismo de store & forward no deberá afectar al rendimiento ni su capacidad estará limitada más que por el espacio en disco. El Motor de Aplicación con rol activo deberá mantener actualizado el contenido de store & forward del Motor de Aplicación con rol pasivo, de este modo, si el activo entra en fallo y el pasivo adquiere el rol de activo no habrá pérdida de datos como consecuencia de la conmutación. Su utilización en entornos virtualizados con High Availability deberá ser factible por lo que los Servidores de Históricos se deberán comportar de forma transparente al sistema y tecnología utilizada, adicionalmente, gracias al uso de store & forward, deberá quedar garantizada la no pérdida de información ni en aquellos casos en que se produzca una conmutación de servidores virtualizados. Para mayor disponibilidad deberá ser posible implementar el mecanismo store & forward desde Motores de Aplicación redundados hacia dos Servidores de Históricos independientes.	Funcional
SACE_RF_024	Redundancia del Servidor de Visualización con balanceo de carga	Con independencia de si se trata de clientes de operación pesados o ligeros deberán soportar la configuración de un Servidor de Visualización como Primario y un segundo como Backup. Ambos Servidores de Visualización deberán tener un rol pasivo en esta comunicación, por lo que será el cliente quien gestionará con qué servidor enlazar. Se deberá soportar balanceo de carga en la configuración que se realice en los clientes para acceder al Servidor de Visualización Primario y Backup, de modo que además de disponer de redundancia, se maximizará el uso de la infraestructura de servidores.	Funcional
SACE_RF_025	Monitorización de las escaleras mecánicas	SACE monitorizará el estado de las escaleras mecánicas, incluyendo, entre otras, el estado de la marcha, dirección de subida/bajada, los indicadores de alarma y, en general, el subconjunto de las señales ofrecidas por la automatización industrial, relevantes para la operación	Funcional
SACE_RF_026	Control de las escaleras mecánicas	SACE controlará las escaleras mecánicas, pudiendo arrancar o parar el equipamiento, cambiar el estado de la marcha u otras operaciones disponibles. En cumplimiento con la normativa vigente y las políticas de METRO, SACE ayudará al usuario a realizar la maniobra de forma segura, permitiendo la visualización en la interfaz de usuario de la cámara asociada a la escalera e integrando cualquier sistema externo de análisis de vídeo que permita automatizar la detección de ocupación de la escalera.	Funcional
SACE_RF_027	Monitorización de los ascensores	SACE monitorizará el estado de los ascensores, incluyendo, entre otras, el estado de la marcha, dirección de subida/bajada, nivel de planta, los indicadores de alarma y, en general, el subconjunto de las señales ofrecidas por la automatización industrial, relevantes para la operación.	Funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RF_028	Control de los ascensores	SACE controlará los ascensores, pudiendo poner en servicio o fuera de servicio el equipamiento u otras operaciones ofrecidas por la automatización industrial (como acceder a la programación horaria de los mismos).	Funcional
SACE_RF_029	Monitorización de las cancelas	SACE monitorizará el estado de las cancelas, incluyendo, entre otras, el estado de apertura/cierre, los indicadores de alarma y, en general, el subconjunto de las señales ofrecidas por la automatización industrial, relevantes para la operación.	Funcional
SACE_RF_030	Control de las cancelas	SACE controlará las cancelas, pudiendo poner en servicio o fuera de servicio (abrir/cerrar) el equipamiento u otras operaciones ofrecidas por la automatización industrial (como acceder a la programación horaria de las mismas).	Funcional
SACE_RF_031	Monitorización del alumbrado de túnel	SACE monitorizará el estado del alumbrado de túnel, básicamente, si este se encuentra apagado o encendido y el estado del mando (local o remoto).	Funcional
SACE_RF_032	Control de alumbrado de túnel	SACE controlará el alumbrado de túnel (apagar/encender) y el cambio de estado (local o remoto).	Funcional
SACE_RF_033	Monitorización de la caja de dotación	SACE monitorizará el estado de apertura de la caja de dotación.	Funcional
SACE_RF_034	Control de la caja de dotación	SACE podrá abrir la caja de dotación y se podrá modificar la programación horaria.	Funcional
SACE_RF_035	Monitorización de las salidas de emergencia	SACE monitorizará el estado de las salidas de emergencia y los indicadores de alarma ofrecidos por la automatización industrial. Se podrán obtener informes sobre el estado disminuido o fuera de servicio, incluyendo la fecha desde la que se encuentra así.	Funcional
SACE_RF_036	Control de las salidas de emergencia	SACE podrá abrir las salidas de emergencia, podrá activar y desactivar el mantenimiento de las mismas, se podrán cerrar siempre que se cumplan unas condiciones mínimas de seguridad (con alguien presencial).	Funcional
SACE_RF_037	Monitorización de la presurización de las salidas de emergencia	SACE monitorizará el estado de los sistemas de presurización de las salidas de emergencia y los indicadores de alarma ofrecidos por la automatización industrial.	Funcional
SACE_RF_038	Control de la presurización de las salidas de emergencia	SACE podrá controlar la presurización de las salidas de emergencia, según las operaciones ofrecidas por la automatización industrial.	Funcional
SACE_RF_039	Monitorización de las puertas mamapras automáticas	SACE monitorizará el estado de las puertas mamapras automáticas y los indicadores de alarma ofrecidos por la automatización industrial.	Funcional
SACE_RF_040	Control de las puertas mamapras automáticas	SACE podrá controlar las puertas mamapras automáticas y realizar las operaciones de apertura, cierre o bloqueo en función de las necesidades de cada momento.	Funcional
SACE_RF_041	Monitorización de los pozos de bombeo	SACE monitorizará el estado de los pozos de bombeo (pluviales y fecales), incluyendo, entre otras, el estado de arranque de las bombas, caudales de entrada/salida, niveles de depósito, indicadores de alarma y, en general, el subconjunto relevante para la operación de las señales ofrecidas por la automatización industrial.	Funcional
SACE_RF_042	Control de los pozos de bombeo	SACE podrá controlar los pozos de bombeo (pluviales y fecales), según las operaciones ofrecidas por la automatización industrial.	Funcional
SACE_RF_043	Monitorización de los pozos de ventilación	SACE monitorizará el estado de los pozos de ventilación, incluyendo, entre otras, el estado de arranque de los ventiladores, revoluciones, indicadores de alarma y, en general, el subconjunto relevante para la operación de las señales ofrecidas por la automatización industrial.	Funcional
SACE_RF_044	Control de los pozos de ventilación	SACE podrá controlar los pozos de ventilación, según las operaciones ofrecidas por la automatización industrial.	Funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RF_045	Control de los pozos de ventilación desde GIV	El control de los pozos se realizará a través del GIV, si bien SACE podrá interactuar con este sistema para gestionar la posibilidad de tomar el control ante posibles incidencias o emergencias.	Funcional
SACE_RF_046	Monitorización de las máquinas de venta	SACE monitorizará el estado de las máquinas de venta (METTAs y VAPes), incluyendo, entre otras, su estado de funcionamiento, indicadores de alarma y, en general, el subconjunto relevante para la operación de las señales ofrecidas por el sistema de venta y peaje.	Funcional
SACE_RF_047	Control de las máquinas de venta	SACE podrá controlar las METTAs, VAPes, MAVes y MARTTP, según las operaciones ofrecidas por el sistema de venta y peaje, anticipando acciones como la puesta en servicio o fuera de servicio y el reinicio de máquinas de venta. Se contemplan también otras órdenes más complejas como las operaciones relacionadas con la gestión de transacciones comerciales. La interacción con los sistemas de venta y peaje se realizará a través del SCADA de VyP utilizando la plataforma de integración de AD.	Funcional
SACE_RF_048	Monitorización de peajes	SACE monitorizará el estado de los peajes, incluyendo, entre otras, el contador de pasos, el estado del modo anti-pánico, indicadores de alarma y, en general, el subconjunto relevante para la operación de las señales ofrecidas por el sistema de venta y peaje.	Funcional
SACE_RF_049	Control de peajes	SACE podrá controlar el equipamiento de peaje, según las operaciones ofrecidas por el sistema de venta y peaje, anticipando la apertura de pasos de emergencia, apertura del portón, etc.	Funcional
SACE_RF_050	Monitorización de los paneles digitales	SACE monitorizará el estado de los paneles digitales, incluyendo la imagen del cartel y los indicadores de alarma, según las capacidades técnicas ofrecidas por los sistemas sabiendo que puede haber sistemas no modernizados que tengan capacidades distintas a las actualizadas en el proyecto Estación 4.0	Funcional
SACE_RF_051	Control de los paneles digitales	SACE podrá modificar el estado de los paneles digitales, según las capacidades técnicas ofrecidas por los sistemas, sabiendo que puede haber sistemas no modernizados que tengan capacidades distintas a las actualizadas en el proyecto Estación 4.0.	Funcional
SACE_RF_052	Monitorización de la megafonía	SACE monitorizará el estado de la megafonía, incluyendo los indicadores de alarma, según las capacidades técnicas ofrecidas por los sistemas sabiendo que puede haber sistemas no modernizados que tengan capacidades distintas a los actualizados en el proyecto Estación 4.0.	Funcional
SACE_RF_053	Control de la megafonía	SACE podrá emitir audio pregrabado en la megafonía, según las capacidades técnicas ofrecidas por los sistemas sabiendo que puede haber sistemas no modernizados que tengan capacidades distintas a los actualizados en el proyecto Estación 4.0.	Funcional
SACE_RF_054	Monitorización de los interfonos	SACE monitorizará el estado de los interfonos, incluyendo los indicadores de alarma, según las capacidades técnicas ofrecidas por los sistemas sabiendo que puede haber sistemas no modernizados que tengan capacidades distintas a los actualizados en el proyecto Estación 4.0.	Funcional
SACE_RF_055	Control de los interfonos	SACE facilitará las operaciones con los sistemas de interfonía, incluyendo el establecimiento de llamadas usando las propias interfaces de usuario de SACE, según las capacidades técnicas ofrecidas por los sistemas sabiendo que puede haber sistemas no modernizados que tengan capacidades distintas a los actualizados en el proyecto Estación 4.0.	Funcional
SACE_RF_056	Monitorización de las cámaras de seguridad	SACE podrá gestionar la visualización de imágenes de las cámaras de seguridad en los monitores y paneles de los puestos de control locales, TICS y PCC. También requerirá incorporar otras informaciones como el estado de funcionamiento de las cámaras, para determinar si están operativas	Funcional
SACE_RF_057	Monitorización de los controles de acceso	SACE monitorizará el estado de los controles de acceso, según las capacidades técnicas ofrecidas por los sistemas sabiendo que puede haber sistemas no modernizados que tengan capacidades distintas a los actualizados en el proyecto Estación 4.0.	Funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RF_058	Control de los controles de acceso	SACE no podrá actuar sobre los controles de acceso para ejecutar órdenes de apertura, si bien si se puede implementar acciones de actualización de listas sobre los sistemas heredados(los que no estén bajo el control de PSIM).	Funcional
SACE_RF_059	Monitorización de los sistemas de detección y extinción de incendios	SACE monitorizará el estado de los sistemas de detección y extinción de incendios. Los desarrollos iniciales de SACE contemplan la monitorización de estos sistemas a través de la centralita de incendios, si bien se contemplarán las medidas de acompañamiento necesarias para monitorizar sistemas que no estén actualizados y funcionen bajo el sistema de PCI actual.	Funcional
SACE_RF_060	Control de los sistemas de detección y extinción de incendios	SACE podrá actuar sobre los sistemas de detección y extinción de incendios (activación/desactivación de la descarga de agua nebulizada en escaleras mecánicas). Los desarrollos iniciales de SACE contemplan el control de estos sistemas a través de la centralita de incendios, si bien se contemplarán las medidas de acompañamiento necesarias para monitorizar sistemas que no estén actualizados y funcionen bajo el sistema de PCI actual. Se podrá activar el estado de mantenimiento y obtener informes de estado disminuido o fuera de servicio con las fechas desde que se produjeron esos estados.	Funcional
SACE_RF_061	Monitorización de sondas	SACE monitorizará el estado de las condiciones ambientales de las estaciones y túneles, ofrecidas por sondas de temperatura, humedad, etc.	Funcional
SACE_RF_062	Monitorización de la posición de los terminales móviles (geolocalización)	SACE monitorizará la ubicación actual (aproximada: estación/vestíbulo) de los terminales móviles para permitir la optimización de operativas, como determinar a qué terminal se notifica una determinada actuación. También será posible la monitorización de la cámara de vídeo, pero solo bajo demanda del usuario del terminal. Esta capacidad estará disponible intercambiando información con AD quien proporcionará la ubicación técnica lo más exacta posible.	Funcional
SACE_RF_063	Monitorización del estado de las comunicaciones	SACE gestionará adecuadamente los escenarios en el que se pierde la comunicación con los equipamientos industriales, identificando, con la máxima precisión posible y notificando este hecho a los usuarios mediante la activación de alarmas específicas de comunicación. El sistema debe mantener en memoria las últimas variables de estado conocidas de los equipamientos.	Funcional
SACE_RF_064	Monitorización de la automatización industrial	SACE monitorizará el estado de las unidades maestras, incluyendo la hora del autómatas y el estado de las comunicaciones con los equipos remotos. También monitorizará señales como las que indican que el autómatas no acepta control remoto o se encuentra en mantenimiento.	Funcional
SACE_RF_065	Sincronización horaria de los equipos industriales	SACE podrá sincronizar, manual o automáticamente, la hora de las unidades maestras y de las unidades remotas, según las capacidades ofrecidas por la automatización industrial.	Funcional
SACE_RF_066	Variables calculadas en tiempo real	SACE podrá calcular y agregar información, en tiempo real, y almacenarla en variables calculadas o virtuales. Es decir, variables que no están conectadas a un equipamiento físico, sino que son generadas por el propio sistema SCADA, usando fórmulas aritméticas y lógicas, scripts y/o lenguaje de programación.	Funcional
SACE_RF_067	Publicación de datos en tiempo real	SACE pondrá toda la información de monitorización de equipamientos a disposición de otros sistemas, incluyendo estados o alarmas, en tiempo real.	Funcional
SACE_RF_068	Integración de datos de los sistemas de mantenimiento	SACE complementará la información de monitorización de equipamientos, presentada a los usuarios, con datos de mantenimiento de los equipos, incluyendo las incidencias recientes de un equipo/ubicación técnica.	Funcional
SACE_RF_069	Integración de datos del inventario de activos u otros sistemas	SACE complementará la información de monitorización de equipamiento, presentada a los usuarios, con datos de detalle de los equipamientos, relevantes para la operación y ofrecidos por otros sistemas. Estas informaciones pueden ser detalles del inventario de equipos, detalles de configuración o parametrización del sistema que gestiona dicho equipamiento, detalles de mantenimiento, documentación, manuales de procedimientos, etc.	Funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RF_070	Monitorización de cámaras externas	SACE proporcionará, si están disponibles, las cámaras metropolitanas asociadas a una estación o sus accesos, y mostrará al operador, bajo demanda, la imagen de vídeo de dicha cámara. La aplicación debe incluir, en la medida de lo posible, la disponibilidad de dichas cámaras.	Funcional
SACE_RF_071	Monitorización de datos meteorológicos	SACE accederá a la información meteorológica ofrecida por servicios propios o externos. Como mínimo, se anticipa la necesidad de obtener información sobre previsión meteorológica, precipitación, temperatura y humedad.	Funcional
SACE_RF_072	Árbol de navegación	La navegación por los activos de SACE deberá efectuarse de forma nativa mediante una aplicación que esté basada en la jerarquía utilizada y que se cree y actualice automáticamente. Permitirá navegar por todos los objetos que forman la aplicación y seleccionar la zona que se desea visualizar.	Funcional
SACE_RF_073	Ayudas a la navegación	El entorno HMI de SACE deberá incorporar funciones de zoom, pan y decluttering de forma nativa para facilitar a los operadores la visualización de entorno gráficos complejos.	Funcional
SACE_RF_074	Interfaz multitáctil	El entorno de tiempo de ejecución deberá admitir gestos de interfaz HMI comunes, como pellizcar para hacer zoom y desplazarse, deslizar, girar y comandos de doble toque.	Funcional
SACE_RF_075	Autodiagnóstico del software	SACE deberá disponer de herramientas de autodiagnóstico del sistema de forma nativa dentro del mismo entorno HMI.	Funcional
SACE_RF_076	Programación horaria centralizada	SACE será capaz de realizar todas las funciones de control de equipamientos de forma automática, de acuerdo con una programación horaria centralizada.	Funcional
SACE_RF_077	Programación horaria de grupos de equipamientos	SACE implementará la programación horaria de múltiples equipamientos del mismo tipo, dentro de la misma estación, dentro de la misma línea o en toda la red de estaciones.	Funcional
SACE_RF_078	Calendario de la programación horaria	SACE facilitará la gestión de la programación horaria, no solo en actividades periódicas, sino también en festivos, fines de semana o, incluso, fechas arbitrarias de relevancia para la operación de estaciones.	Funcional
SACE_RF_079	Control exclusivo de un equipamiento	SACE será capaz de otorgar el control exclusivo de un equipamiento a un único usuario. Cuando un usuario tiene el control exclusivo de un equipamiento, SACE imposibilitará el control remoto del equipamiento por cualquier otro usuario.	Funcional
SACE_RF_080	Prioridad del control exclusivo	SACE implementará una jerarquía de mando para el control exclusivo de equipamientos, de forma que será capaz de determinar si un usuario tiene mayor prioridad que otro, a la hora de obtener y retener el control exclusivo.	Funcional
SACE_RF_081	Revocación del control exclusivo	El control exclusivo será revocado si se cumple, al menos, una de las siguientes condiciones: - El usuario que adquiere el control exclusivo indica un tiempo máximo de retención y dicho tiempo expira. - El equipamiento tiene configurado un tiempo máximo de retención y dicho tiempo expira. - El tiempo máximo de retención por defecto expira (configurado globalmente para todo el sistema). - Un usuario de mayor jerarquía adquiere el control exclusivo.	Funcional
SACE_RF_082	Colaboración entre miembros de la jerarquía	SACE facilitará la colaboración entre usuarios para evitar conflictos en la gestión del control exclusivo. Para ello, debe apoyarse en la mensajería asíncrona, por ejemplo, a través de las pizarras digitales.	Funcional
SACE_RF_083	Gestión de alarmas en cumplimiento de IEC 62682	SACE dispondrá de la capacidad para gestionar alarmas, de acuerdo con la funcionalidad definida en el estándar "IEC 62682:2014 - Management of alarm systems for the process industries", o equivalente, incluyendo las capacidades de: - Activación/desactivación. - Reconocimiento de alarmas. - Supresión manual (shelving). - Supresión por diseño. - Supresión por mantenimiento.	Funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RF_084	Visualización de alarmas	Las alarmas se deberán mostrar mediante un objeto de resumen de alarmas configurable por el operador. La configuración del visor de alarmas deberá incluir parámetros con casillas de verificación para seleccionar y habilitar o deshabilitar cómo aparecen las alarmas en tiempo de ejecución. Las alarmas deberán estar codificadas por colores según recomendaciones de ASM según el estado y la severidad de la alarma, incluyendo una alarma reconocida, una alarma no reconocida y una alarma que ha vuelto a la normalidad pero que aún no ha sido reconocida.	Funcional
SACE_RF_085	Alarmas históricas y en tiempo real	Las alarmas deberán poder mostrarse como alarmas en tiempo real o como alarmas históricas utilizando el mismo visor, el cual deberá adquirir datos instantáneos de METRO o datos del historial de alarmas.	Funcional
SACE_RF_086	Superposición de alarmas	El visor de alarmas de SACE deberá permitir la superposición de la información de alarmas, eventos y tendencias en una única visualización para facilitar a los operadores la identificación y resolución de problemas.	Funcional
SACE_RF_087	Purga de alarmas	Se deberá proporcionar un servicio de purga de alarmas para purgar automáticamente y, opcionalmente, archivar las alarmas que tengan una antigüedad superior a un periodo de días en línea definido por el operador.	Funcional
SACE_RF_088	Filtro de alarmas por operador	El visor de alarmas deberá incluir de forma obligatoria el filtrado de alarmas en función del operador, que permitirá, que éste reciba únicamente las alarmas de una zona concreta de la jerarquía.	Funcional
SACE_RF_089	Información de alarmas	Las alarmas deberán ser detectadas y comunicadas por un Servicio de Gestión de Alarmas que deberá incluir como mínimo la fecha y hora en la que se producen, el área en la cual se han producido, así como el activo asociado y su tipo.	Funcional
SACE_RF_090	Reconocimiento de alarmas	Se deberá ofrecer la funcionalidad de reconocimiento de alarmas, habilitando a los usuarios introducir un comentario al reconocer una alarma. Este comentario y el usuario que ha hecho el reconocimiento también quedarán registrado.	Funcional
SACE_RF_091	Agregación de alarmas	El sistema deberá incluir de forma nativa la agregación de alarmas siguiendo los niveles de la jerarquía del sistema. Esta agregación además deberá hacerse separando por severidad/prioridad de las alarmas.	Funcional
SACE_RF_092	Navegación contextual por alarmas	La representación de las alarmas en el sistema HMI deberá contener navegación contextual y permitirá que estando en cualquier pantalla sea factible tener siempre el contexto de las alarmas que hay activas por zonas. Además de poder desplazarte a la zona de nivel inferior donde la alarma seleccionada estará representada automáticamente.	Funcional
SACE_RF_093	Filtrado de alarmas	La plataforma deberá incluir la posibilidad de filtrar alarmas mediante diferentes criterios como son la severidad, el periodo de consulta o las áreas supervisadas.	Funcional
SACE_RF_094	Silenciado de alarmas	El sistema deberá ofrecer la posibilidad de forma nativa de archivar las alarmas para que los operadores autorizados puedan eliminar temporalmente las alarmas seleccionadas de la lista de alarmas activas y suprimirlas durante un período determinado. El sistema deberá solicitar a los operarios que introduzcan un motivo para archivarlas. El sistema deberá proporcionar la capacidad de suprimir opcionalmente las alarmas basadas en los estados seleccionados de la planta para evitar que se muestren alarmas molestas no válidas durante estados específicos.	Funcional
SACE_RF_095	Alarmas Situational Awareness	Para la gestión de las alarmas la plataforma implementará un modelo basado en el principio de Situational Awareness. Siguiendo este principio se deberá de poder tener de forma rápida un conocimiento integral de la situación en las que se encuentra la instalación en cada momento y se deberá también de poder hacer un pronóstico de cómo va a evolucionar.	Funcional
SACE_RF_096	Reglas de activación de alarmas: variables dinámicas	SACE será capaz de activar/desactivar alarmas en función de la información monitorizada de los equipamientos, en tiempo real.	Funcional
SACE_RF_097	Reglas de activación de alarmas: variables estáticas	SACE será capaz de activar/desactivar alarmas en función de la información del árbol de activos u otros sistemas, esto es, las entidades que representan a los equipamientos, estaciones, líneas y demás ubicaciones técnicas, y las relaciones existentes entre ellas.	Funcional
SACE_RF_098	Reglas de activación de alarmas: otras alarmas	SACE será capaz de activar/desactivar alarmas en función de la información de otras alarmas.	Funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RF_099	Reglas de activación de alarmas: ventanas de tiempo	SACE será capaz de activar/desactivar alarmas, no solo en función de la información actual, sino de sucesos ocurridos anteriormente. Se incluyen en esta casuística las ventanas deslizantes de tiempo (por ejemplo: en los últimos 15 minutos).	Funcional
SACE_RF_100	Reglas de activación de alarmas: sucesos complejos	SACE será capaz de activar/desactivar alarmas combinando todos los casos anteriores, esto es, combinando la información dinámica, estática y alarmas, y teniendo en consideración no solo el instante actual, sino los sucesos anteriores.	Funcional
SACE_RF_101	Reglas de activación de alarmas: severidad variable	SACE será capaz de calcular la severidad de una alarma como parte de las reglas de activación, de forma que no esté necesariamente predefinida, sino que pueda ser calculada en el momento de su activación.	Funcional
SACE_RF_102	Reconocimiento manual de alarmas	SACE debe permitir el reconocimiento de alarmas, esto es, la indicación del usuario de que está al tanto del suceso que provoca la alarma.	Funcional
SACE_RF_103	Reconocimiento automático de alarmas	SACE reconocerá las alarmas de forma automática, sin necesidad de intervención del operador, aquellas alarmas cuya severidad no supere un determinado umbral.	Funcional
SACE_RF_104	Agrupación de alarmas	SACE será capaz de agrupar alarmas de equipamientos, esto es, suprimir por diseño un conjunto de alarmas de un equipamiento, una estación o una línea, y activar una alarma, de menor detalle, pero representativa del suceso. En todo caso, debe ser posible consultar qué alarmas de detalle provocaron el suceso. Un caso de uso concreto de este requisito, pero no el único cubierto, es la avalancha de alarmas, en las que un determinado suceso provoca multitud de alarmas, siendo todas ellas de escaso interés hasta que se resuelva el suceso original.	Funcional
SACE_RF_105	Enriquecimiento de alarmas	SACE será capaz de enriquecer la información ofrecida por una instancia de alarma, incorporando nuevos atributos, como los valores concretos que activaron la alarma u otra información de interés.	Funcional
SACE_RF_106	Archivo histórico de operaciones	SACE implementará un histórico de operaciones (denominado historian) en el que se guardarán: - Los estados e indicadores de alarmas recibidos de los equipamientos electromecánicos. - Las alarmas, incluyendo los estados y transiciones definidos en la norma IEC-62682, o equivalente, junto con todos los atributos de la instancia de alarma: severidad, fechas de ocurrencia del suceso, reconocimiento, datos enriquecidos por la lógica de gestión de alarmas, etc. - Las órdenes enviadas a los equipamientos, distinguiendo las etapas que transcurren desde la emisión de la orden hasta su ejecución: emisión, validación, envío al autómata, confirmación de recepción y confirmación de actuación. - Los eventos ocurridos durante la jerarquía de mando: solicitud y revocación del control exclusivo, etc. - Los mensajes compartidos entre usuarios a través de las aplicaciones correspondientes. - Los accesos a la aplicación: login, logout, errores de acceso, etc.	Funcional
SACE_RF_107	Herramientas de consulta	SACE implementará herramientas de consulta a la información contenida en el histórico de operaciones.	Funcional
SACE_RF_108	Herramientas reproducción de datos históricos	SACE implementará la capacidad de reproducir estados pasados de los equipos que habrán sido almacenados en las herramientas de historificación. Estas herramientas deben ser capaces de reproducir dichos estados históricos, usando las mismas interfaces de usuario que las utilizadas para la operación. La reproducción puede realizarse, a discreción de los usuarios, a mayor, menor o igual velocidad que los sucesos originales. Adicionalmente esta capacidad deberá dar solución también a la capacidad de reproducir hechos históricos simulados con fines formativos.	Funcional
SACE_RF_109	Recuperación de datos históricos	El historiador de datos deberá adquirir los datos mediante métodos automáticos y manuales. La adquisición automática de datos se deberá realizar a través de transportes de datos estándar de la industria. Se deberá admitir la adquisición de datos OPC, además de los transportes patentados. El método de recuperación de datos deberá ser el lenguaje de consulta estructurado (SQL) y deberá incluir extensiones relativas a recuperar información basada en tiempo.	Funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RF_110	Visualización de datos históricos	Se deberá incluir una herramienta cliente independiente que permita a los usuarios ver cualquiera o todos los nombres de etiquetas historizadas en un gráfico de tendencias o en formato tabular. La herramienta cliente deberá tener una interfaz de usuario que permita seleccionar fácilmente los nombres de las etiquetas. El usuario deberá poder trazar los datos históricos de cualquier nombre de etiqueta o grupo de nombres simultáneamente de etiqueta en la base de datos basándose en cualquier hora de inicio y parada seleccionada por el usuario. Deberá incluir herramientas para facilitar al usuario el análisis como cursores que proporcionen el valor exacto y el intervalo de tiempo entre ambos, eje superpuesto o separado, ejes autoescalables, pasar de una vista en tiempo real a un modo de visualización histórico, valores estadísticos de los datos, zoom...	Funcional
SACE_RF_111	Resumen datos históricos	El historizador de datos deberá proporcionar un resumen de los datos configurable por el operador para datos analógicos, discretos y string, y para automatizar la recogida de información histórica agregada. Se deberán proporcionar planificaciones de resumen predefinidas de uno, cinco, quince minutos, por hora, por turno y diariamente. El resumen analógico deberá contener el valor inicial y la marca de tiempo, el valor máximo y la marca de tiempo en el máximo, el valor mínimo y la marca de tiempo en el mínimo, la media, la desviación estándar, la integral y el porcentaje de valores con buena calidad en el cálculo del resumen. Los resúmenes de estados discretos, enteros y string deberán contener el total de transiciones a un estado, los tiempos totales, máximos, mínimos y medios en cada estado. Deberán resumir un número mínimo de diez estados.	Funcional
SACE_RF_112	Gestión en la nube de datos históricos	El software deberá tener una integración perfecta con la plataforma en la nube y permitir que la aplicación local se conecte de forma segura y sin problemas. La plataforma en la nube deberá proporcionar la capacidad de almacenar, visualizar datos en tiempo real, crear cuadros de mando, HMI y añadir alertas. El sistema deberá recoger y agregar los datos de todas sus operaciones, incluidos los dispositivos de edge, y los deberá visualizar en la nube, donde la IA y el aprendizaje automático deberán de poder añadirse y permitir una rápida toma de decisiones.	Funcional
SACE_RF_113	Herramientas para la gestión de informes	SACE incluirá un producto o herramienta para la gestión de informes, incluyendo capacidades de diseño usando herramientas visuales, publicación y colaboración entre usuarios.	Funcional
SACE_RF_114	Fuentes de datos para informes: histórico de operaciones	Los informes de SACE podrán incluir datos almacenados en el histórico de operaciones.	Funcional
SACE_RF_115	Fuentes de datos para informes: VyP	Los informes de SACE podrán incluir datos almacenados por el sistema de venta y peaje (VyP), como históricos de funcionamiento de las máquinas de venta, pasos, portones u otras informaciones en su alcance. Esta información corresponderá siempre a la que reciba por defecto para su señalización el SACE.	Funcional
SACE_RF_116	Fuentes de datos para informes: equipamientos de información al viajero	Los informes de SACE podrán incluir datos almacenados por los equipamientos de información al viajero, como históricos de funcionamiento de los paneles digitales u otras informaciones en su alcance. Esta información corresponderá con la que reciba SACE para su funcionamiento.	Funcional
SACE_RF_117	Fuentes de datos para informes: equipamientos de seguridad	Los informes de SACE podrán incluir datos almacenados de los sistemas seguridad, como histórico de funcionamiento de las cámaras, controles de acceso u otras informaciones en su alcance. Esta información corresponderá siempre a la que reciba por defecto para su señalización el SACE.	Funcional
SACE_RF_118	Fuentes de datos para informes: mantenimiento	Los informes de SACE podrán incluir datos almacenados por los sistemas de mantenimiento, como incidencias u otras actuaciones de mantenimiento. Esta información corresponderá siempre a la que reciba por defecto para su señalización el SACE.	Funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RF_119	Informes predefinidos	<p>El sistema deberá incorporar determinados informes predefinidos. Se anticipan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estado resumido de equipos por red/línea/coordinación/estación/ Telecontrol de Instalaciones y Control de Seguridad (TICS). - Estaciones con problemas de acceso a Pasos de Movilidad Reducida (PMR). - La recaudación de una estación (sin agregar o acumulado en periodos). - Información del peaje de una jornada (sin agregar o acumulado en periodos). - Información sobre las cancelas que no se han podido abrir al iniciar el servicio. - Información sobre las cancelas que no se han podido cerrar al finalizar el servicio. - Información sobre escaleras mecánicas que no se han podido poner en marcha al iniciar el servicio. - Información sobre escaleras mecánicas que no se han podido poner en marcha al finalizar el servicio. - Información sobre ascensores fuera de servicio. - Información sobre alumbrado de túnel encendido al iniciar el servicio. - Información sobre alumbrado de túnel encendido al finalizar el servicio. - Señales y estados de alarmas de un equipo en un intervalo de tiempo seleccionado. 	Funcional
SACE_RF_120	Exportación de informes	Los informes de SACE podrán ser exportados a otros formatos, como mínimo, Excel, PDF y CSV. También será posible enviar el fichero exportado por correo electrónico al propio usuario o a otros (ver capítulo dedicado a notificaciones).	Funcional
SACE_RF_121	Notificaciones bajo demanda y autorizadas	El sistema permitirá realizar notificaciones a usuarios y/o grupos de usuarios en respuesta a eventos (alarmas u otros sucesos), planificados por programación horaria o bajo demanda de determinados usuarios autorizados.	Funcional
SACE_RF_122	Canales para la notificación	SACE podrá enviar las notificaciones tanto por email como vía SMS, según las configuraciones particulares definidas para cada usuario.	Funcional
SACE_RF_123	Notificación de informes	El sistema de notificación podrá ser utilizado para el envío de informes.	Funcional
SACE_RF_124	Gestión de listas de distribución	<p>El sistema de notificación debe permitir la gestión de listas de distribución:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crear y borrar listas de distribución. - Añadir y eliminar usuarios individuales a las listas de distribución. - Añadir y eliminar grupos de usuarios de las listas de distribución. 	Funcional
SACE_RF_125	Automatización de procesos	SACE posibilitará la creación de flujos de trabajo que automaticen o guíen los procedimientos de operación.	Funcional
SACE_RF_126	Orquestación de procesos	SACE posibilitará la creación de flujos de trabajo orquestados con eventos de SACE o de otros sistemas.	Funcional
SACE_RF_127	Gestión de órdenes simultáneas	SACE permitirá la emisión de órdenes simultáneas a varios equipos, con el fin de automatizar procesos, que desencadenen acciones sobre varios equipos/tipos de equipos. Por ejemplo, procesos como el cierre de servicio, la apertura de servicio o la puesta en emergencia.	Funcional
SACE_RF_128	Pizarras de operación	SACE permitirá la colaboración entre los usuarios de una estación o de una línea, mediante el uso de un muro o panel de comentarios o conversaciones entre usuarios. SACE implementará la gestión de dichas conversaciones, incluyendo la publicación, edición o borrado de los mensajes y manteniendo un registro de modificaciones en el histórico de operaciones.	Funcional
SACE_RF_129	Acceso por hipervínculos a pantallas	SACE permitirá el envío de hipervínculos de cualquiera de las pantallas del propio SCADA de forma que el usuario que acceda a ese hipervínculo abrirá la pantalla del SCADA si tiene los permisos y perfiles adecuados.	Funcional
SACE_RF_130	Envío de mensajes	SACE permitirá el envío de mensajes a un operador o grupos de operadores del broadcast.	Funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RF_131	Parametrización de datos de trabajo	Se implementarán mecanismos para facilitar las actualizaciones de configuración de las estaciones (aumento o disminución del número de equipos de cualquier sistema), incluyendo técnicas de autodespliegue y/o autodescubrimiento y manejando ficheros de configuración y BBDD.	Funcional
SACE_RF_132	Interoperabilidad entre sistemas heredados	Para todos los requisitos planteados anteriormente, se deberán diseñar y ejecutar medidas de acompañamiento que maximicen la operabilidad de los sistemas ante situaciones de incompatibilidad con sistemas heredados, así como los mecanismos necesarios que aseguren su coexistencia durante periodos de transición entre las distintas evoluciones, y su retirada una vez que las incompatibilidades se resuelvan. Además, en SACE se deberán desarrollar las medidas de acompañamiento necesarias para para cubrir la operativa actual, por lo cual se deben implementar los sistemas de los que se encarga TCE y no han sido caso de desarrollo en el piloto inicial entre los que se encuentran los CGBT, SAI, climatizadores industriales y alumbrado de estación.	Funcional
SACE_RNF_01	Escalabilidad del sistema	SACE deberá ser un sistema escalable, horizontal y verticalmente. Deberá estar preparado, por diseño, a la incorporación de nuevos equipamientos, estaciones, líneas y usuarios.	No funcional
SACE_RNF_02	Disponibilidad del sistema	El sistema deberá estar disponible el mayor tiempo posible siempre y cuando se tengan en cuenta los costes a incurrir. Por disponibilidad se entiende el tiempo que un sistema estará preparado para ser usado. SACE se considerarán como aplicación de alta disponibilidad.	No funcional
SACE_RNF_03	Comunicaciones encriptadas	Las comunicaciones entre los componentes cliente y los servidores deberán estar encriptadas.	No funcional
SACE_RNF_04	Integración con el directorio corporativo	La gestión de usuarios del sistema estará integrada con el directorio corporativo de METRO, de acuerdo con las capacidades ofrecidas por el producto concreto que implementa dicho directorio.	No funcional
SACE_RNF_05	Roles de usuario	La gestión de usuarios deberá implementar los siguientes roles: - Supervisor comercial. - Personal de TICS. - Personal de puesto de mando. - Personal de mantenimiento. - Personal de Centro de Operaciones de Mantenimiento y Monitorización de Instalaciones y Telecomunicaciones (COMMIT). - Personal de seguridad. - Personal de protección civil. - Personal de ingeniería. - Personal de puestos de gestión y análisis (técnicos). También se contempla el acceso temporal de proveedores o usuarios invitados para los cuales se implementarán los roles adecuados a las necesidades. En ningún caso se permitirá el acceso anónimo (sin autenticación).	No funcional
SACE_RNF_06	Permisos de acceso a la jerarquía de activos	Los usuarios tendrán acceso restringido a un subconjunto de estaciones, subconjunto de líneas o podrán acceder a toda la red, según su rol.	No funcional
SACE_RNF_07	Permisos de accesos para el control de equipamientos	Los usuarios tendrán acceso restringido a determinadas operaciones de control, según su rol.	No funcional
SACE_RNF_08	Permisos de acceso a datos históricos	Los usuarios tendrán acceso restringido a determinadas datos históricos, según su rol.	No funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RNF_09	Permisos de acceso a la gestión de alarmas	Los usuarios tendrán acceso restringido a la gestión de alarmas, según su rol.	No funcional
SACE_RNF_10	Gestión de usuarios y permisos centralizada	La gestión de usuarios, grupos, permisos o roles deberá realizarse de forma centralizada y aplicarse automáticamente y de forma inmediata a todos los componentes en el alcance de SACE.	No funcional
SACE_RNF_11	Autenticación usando Single-Sign-On	Se agilizará el acceso a múltiples aplicaciones por parte de un usuario utilizando mecanismos de Single-Sign-On (SSO), en la medida de lo posible.	No funcional
SACE_RNF_12	Monitorización y control local en modo degradado	Deberá ser posible la monitorización y control de equipamientos en condiciones de comunicación degradadas con el sistema central, desde la propia estación. No obstante, bajo estas condiciones, solo se considerarán en el alcance determinadas funcionalidades críticas para la operación, según los criterios que establezca METRO. Este requisito puede ser necesario cubrirlo con sistemas locales de estación fuera del alcance del desarrollo del propio SCADA, pero debe asegurarse que SACE será perfectamente compatible con estos otros sistemas en cualquier situación.	No funcional
SACE_RNF_13	Mantenibilidad del modelo de datos	La configuración del modelo de datos del sistema SCADA, en ocasiones denominado mapa de señales o tagmap, deberá ser fácil de mantener, teniendo en cuenta que gestionará unos 30.000 equipamientos y más de 500.000 señales de ingeniería. Estará basado en el modelo de datos TRANSMODEL y debe tener en consideración en primera instancia las señales destinadas a operaciones si bien tiene que tenerse en consideración que dicho modelo de datos puede ampliarse a otras instancias de Metro como puede ser el área de mantenimiento.	No funcional
SACE_RNF_14	Reutilización de elementos del modelo de datos	El modelado de señales deberá facilitar la reutilización de elementos y facilitar la incorporación de multitud de equipamientos de la forma más automatizada posible.	No funcional
SACE_RNF_15	Sincronización del modelo de datos	Las entidades y relaciones que manejarán el sistema, deberán estar sincronizadas con otros maestros de la información (ejemplo: CMDDB) u otros sistemas de gestión (ejemplo: venta y peaje), de la manera más eficiente y automatizada posible, evitando duplicados o inconsistencias entre sistemas, y respondiendo reactivamente a cambios en los modelos almacenados externamente.	No funcional
SACE_RNF_16	Auditoría del sistema	El funcionamiento del sistema SACE podrá ser auditado, usando los registros históricos operacionales, pero también registros de acceso, de sistemas, métricas de rendimiento, etc.	No funcional
SACE_RNF_17	Rendimiento en tiempo real	En el alcance de SACE, la monitorización y control en tiempo real se refiere a que la información de equipamientos está disponible en el sistema “lo más rápido posible”, en tiempos promedios aproximados al segundo.	No funcional
SACE_RNF_18	Presentación de datos en tiempo real	La información dinámica presentada en pantalla deberá ser actualizada de forma reactiva, y nunca mediante muestreos periódicos. Esto incluye todas las variables de estado e indicadores de alarma de los equipamientos, las alarmas, el estado de las comunicaciones, los mensajes entre operadores y cualquier elemento de información que sea transportado usando eventos.	No funcional
SACE_RNF_19	Rendimiento constante con el paso del tiempo	El rendimiento del sistema deberá mantenerse constante con el paso del tiempo. Esto aplica a la totalidad del sistema y, en particular, a la gestión de datos históricos, registros del sistema, registros de acceso y cualquier otro almacén de información que, por su naturaleza, es susceptible de crecer linealmente en el tiempo.	No funcional
SACE_RNF_20	Ergonomía de interfaces	Los diferentes sistemas facilitarán la operación de los usuarios. Se considerará la ergonomía de las interfaces, siendo su uso fácil e intuitivo.	No funcional
SACE_RNF_21	Capturar y compartir pantalla	SACE facilitará al operador la captura de la interfaz de usuario, tanto de la ventana completa como de determinados paneles que esté visualizando en ese momento, compartir dicha captura con otros usuarios o imprimirla.	No funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RNF_22	Orquestación con otros usuarios	SACE facilitará la orquestación de operaciones con otros usuarios, en situaciones como los cambios de turno de los operadores, de forma que el usuario que ingrese en la aplicación puede navegar fácilmente al contexto dejado por el compañero, siempre respetando los permisos de acceso de cada uno.	No funcional
SACE_RNF_23	Orquestación con otras aplicaciones	SACE facilitará la orquestación con aplicaciones externas, esto es, permitirá la navegación o apertura de aplicaciones externas, de forma que el usuario mantenga el contexto en dicha aplicación (por ejemplo: abrir escritorio remoto a máquina de venta y peaje seleccionada en SACE, abrir incidencias del equipamiento seleccionado usando una aplicación de mantenimiento, etc.).	No funcional
SACE_RNF_24	Contextualización para supervisores comerciales	SACE facilitará el acceso directo a una determinada pantalla de estación o detalle de equipamiento, en respuesta a la ubicación física del operador, o mediante la identificación de un equipamiento concreto.	No funcional
SACE_RNF_25	Navegación jerárquica	El usuario podrá navegar entre elementos de una misma jerarquía o hacia elementos de mayor detalle de forma fácil e intuitiva, y tendrá siempre la capacidad de volver hacia atrás. Se debe poder navegar: - Por ubicaciones: líneas, estaciones, vestíbulos u otras zonas de interés. - Por sistemas o subsistemas.	No funcional
SACE_RNF_26	Información destacada para el usuario	El diseño de pantallas priorizará las líneas, estaciones, alarmas y/o equipamientos que requieran la atención del operador, según su rol, y las actividades a realizar en cada momento, de acuerdo con los procedimientos de METRO.	No funcional
SACE_RNF_27	Cuadros de mando	SACE mostrará la información usando cuadros de mando, es decir, paneles donde se represente la información de forma gráfica y esquemática.	No funcional
SACE_RNF_28	Plano de red	Entre los mecanismos disponibles para navegar por la información destacada, deberá haber un plano de la red de METRO, donde se muestren las líneas y estaciones del área de responsabilidad del usuario.	No funcional
SACE_RNF_29	Plano de estación	Cuando el contexto de navegación es una estación en concreto, deberá existir una vista que muestre el plano de la estación. Los equipamientos se ubicarán en el plano ajustándose a su localización real, en la medida de lo posible. El plano tendrá capacidad de zoom y, en caso de que múltiples elementos se solapen, se agruparán en un único icono con información agregada. Puede ser de interés para operaciones ubicar elementos no monitorizados, como los extintores o las salidas.	No funcional
SACE_RNF_30	Pantallas de detalle de equipamientos	Los usuarios podrán acceder a información de detalle de los equipos, donde se mostrarán todos los estados y alarmas del equipamiento, junto con información de mantenimiento, relaciones con otros equipos, enlaces a documentación de interés, vídeo en tiempo real de las cámaras de seguridad (si está disponible), etc.	No funcional
SACE_RNF_31	Filtrado de la información	Tanto en cuadros de mando como en planos, paneles o listas de información, deberá ser posible filtrar la información usando estos criterios (según la pantalla o el rol de usuario, algunos no serán aplicables): - Ubicación: línea ferroviaria, línea de coordinación, estación. - Clasificación del sistema (las clasificaciones deben ser configurables globalmente). - Tipo de equipamiento (escalera, ascensor, METTA...).	No funcional
SACE_RNF_32	Ordenación de la información	Tanto en cuadros de mando como en planos, paneles o listas de información, deberá ser posible ordenar la información según los atributos que se están visualizando. En aquellos casos donde se muestren listas de estaciones, deberá existir la posibilidad de ordenarlas según la secuencia del trayecto ferroviario que, además, será el orden predeterminado en estos casos.	No funcional
SACE_RNF_33	Representación visual de alarmas	La representación visual de alarmas deberá cumplir con los aspectos de presentación de la norma IEC 62682, o equivalente. En particular, los colores utilizados para representar severidades de alarma no podrán ser utilizados o ser similares al resto de la paleta de colores.	No funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RNF_34	Enlaces directos en pizarras de operación	SACE facilitará la inclusión de referencias a equipamientos (o ubicaciones) en las pizarras de operación, de forma que, si un usuario hace un comentario sobre un determinado activo, este puede ser “pulsado” para acceder directamente a las pantallas de detalle de dicho equipamiento (o ubicación).	No funcional
SACE_RNF_35	Nomenclatura homogénea y normalizada	Los usuarios podrán identificar fácilmente los equipamientos, estaciones, líneas, alarmas y, en general, las entidades y atributos presentados en cualquier interfaz, gracias a una nomenclatura homogénea y normalizada, según las especificaciones de METRO.	No funcional
SACE_RNF_36	Confirmación en situaciones de riesgo	SACE informará a los usuarios adecuadamente, y solicitará confirmación a los mismos, antes de ejecutar actuaciones que puedan poner en riesgo la integridad física de las personas, los equipamientos o, simplemente, en cumplimiento de los procedimientos de METRO y la legislación vigente.	No funcional
SACE_RNF_37	Deshabilitar acciones que no puedan realizarse	SACE gestionará adecuadamente los escenarios en el que el control de un equipamiento esté deshabilitado (control remoto deshabilitado, equipo en mantenimiento, control exclusivo adquirido por otro usuario, etc.), haciendo visible este hecho al usuario y evitando proponer acciones que no pueden ser llevadas a cabo.	No funcional
SACE_RNF_38	Identificación de sistemas de información al viajero cercanos a un suceso	SACE ayudará a los operadores a determinar qué cartelería digital, zonas de megafonía e interfonos están más próximos a un equipamiento o ubicación técnica, de forma que facilite las actuaciones necesarias para informar a los viajeros de la ocurrencia de un suceso.	No funcional
SACE_RNF_39	Identificación y visualización de cámaras asociadas	SACE identificará, si existen, las cámaras de seguridad asociadas a un equipamiento, vestíbulo u otras ubicaciones técnicas, y facilitará el acceso al vídeo de dichas cámaras en las interfaces de usuario.	No funcional
SACE_RNF_40	Ayuda al usuario	SACE facilitará el soporte al usuario, ofreciendo ayuda en pantalla contextualizada y enlaces a sitios web para obtener más información.	No funcional
SACE_RNF_41	Ergonomía de las interfaces de usuario	El desarrollo de la interfaz gráfica de SACE seguirá los principios ergonómicos de las normas: - ISO 9241-210, titulada “Ergonomics of human-system interaction. Part 210: Human-centred design for interactive systems”, o equivalente. - UNE-EN ISO 11064, titulada “Ergonomic design of control centres”, o equivalente.	No funcional
SACE_RNF_42	Interfaces de usuario	Se deben desarrollar los interfaces necesarios para la correcta visualización en los siguientes dispositivos: - Puesto fijo de usuario (tipo PC o similar) - Tableta (de 8 o 10 pulgadas) - Smartphone - IHM local de cuarto de operador El grado de semejanza entre ellas debe ser el mayor posible.	No funcional
SACE_RNF_43	Metodologías de desarrollo	Se requiere una programación siguiendo referencia del lenguaje utilizado, uso apropiado de estructuras de datos y algoritmos, separación modular, inversión de control.	No funcional
SACE_RNF_44	Propiedad intelectual	Sin perjuicio de lo dispuesto por la legislación vigente en materia de propiedad industrial y de protección jurídica, tanto los diseños, configuraciones como los desarrollos serán propiedad de METRO con exclusividad y a todos los efectos.	No funcional
SACE_RNF_45	Ubicación entregables	La entrega de todos los componentes generados (documentación, desarrollos, configuración, información de carga) ha de realizarse de forma continua durante el periodo de vigencia del contrato, en las localizaciones y sistemas que designe la Dirección Facultativa de METRO.	No funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RNF_46	Horario y ubicación del equipo de trabajo	Los trabajos se realizarán tanto en las dependencias de METRO como en las instalaciones del contratista, en función de las necesidades establecidas en cada momento por la Dirección Facultativa de METRO. En ambos casos, corresponde al contratista dotar al personal asignado de todos los elementos necesarios para llevar a cabo el trabajo, tales como ordenadores, servicios de comunicación telefónica y de datos, servicios de impresión, material, etc. El horario de trabajo coincidirá con el establecido para los empleados de METRO participantes en este proyecto.	No funcional
SACE_RNF_47	Almacenamiento de logs	Permitirá el almacenamiento de logs fuera de los equipos locales para evitar limitaciones de espacio.	No funcional
SACE_RNF_48	Entornos operativos	Dispondrá de entornos de preproducción y producción para todas aquellas aplicaciones, entornos y sistemas que por su naturaleza lo permitan. Estos entornos han de residir en instalaciones de METRO.	No funcional
SACE_RNF_49	Protocolos estándar	Se deberán utilizar protocolos estándar no propietarios para cualquier comunicación de datos.	No funcional
SACE_RNF_50	Uso de guías de buenas prácticas	La configuración de aplicaciones se realizará basándose exclusivamente en guías de buenas prácticas del fabricante correspondiente y empleo de los elementos nativos presentes en el Out Of The Box (OOTB) de cada producto.	No funcional
SACE_RNF_51	Backups de configuraciones	El sistema tendrá la capacidad de realizar y programar backup de configuraciones.	No funcional
SACE_RNF_52	Sistema de control de usuarios	La solución dispondrá de un sistema de control de usuarios y claves de acceso sincronizado con los sistemas de Metro de Madrid.	No funcional
SACE_RNF_53	Perfiles de acceso	Se permitirá la administración de diferentes perfiles de acceso, con capacidades distintas.	No funcional
SACE_RNF_54	Registro de acciones y eventos	Se realizará un registro de logs de acciones de usuario, eventos del sistema, registros de auditoría, etc.	No funcional
SACE_RNF_55	Pasos a entorno de producción	Los pasos a producción se realizarán mediante paquetización de componentes en entorno de preproducción.	No funcional
SACE_RNF_56	Tipología y nomenclatura en documentación	Los documentos se redactarán empleando la tipología y nomenclatura de mantenimiento normalizada.	No funcional
SACE_RNF_57	Procedimientos de pruebas documentadas	Se documentarán los procedimientos de pruebas y resultado de las mismas, incluyendo las pruebas de aceptación en fábrica (FAT) y de instalación (SAT).	No funcional
SACE_RNF_58	Documentación de instalación y diseño	Se entregará la documentación en la que se recopile el proceso de instalación. Esta incluirá: esquemas lógicos, especificaciones técnicas de la instalación realizada, guías de buenas prácticas, ficheros de configuración, listado de ejecutables, ficheros de logs, modelos de datos y esquemas físicos de las bases de datos, diseños técnicos y funcionales de los productos instalados.	No funcional
SACE_RNF_59	Plan de gestión de riesgos	Plan de gestión de riesgos, incluyendo la identificación, análisis y tratamiento de riesgos desde la perspectiva del mantenimiento.	No funcional
SACE_RNF_60	Instrucciones de mantenimiento	Se proporcionarán las instrucciones y fichas técnicas para la realización de operaciones de mantenimiento, identificando los servicios afectados por la realización de las actividades de mantenimiento preventivo.	No funcional
SACE_RNF_61	Identificación y documentación de licencias	Se identificarán las licencias HW y SW aplicables, con la documentación administrativa necesaria para su mantenimiento: certificados de propiedad, condiciones de uso, soporte y mantenimiento, códigos de las licencias, activos relacionados con las licencias, certificados de compliance de la instalación por parte del fabricante de cada producto.	No funcional
SACE_RNF_62	Entrega de SW, licencias y ficheros de configuración	Se entregará el software de instalación en las diferentes plataformas, junto con los ficheros de configuración y soportes de las licencias que requieran activación física.	No funcional
SACE_RNF_63	Código fuente	Se entregará el código fuente e instrucciones de compilación y generación de los productos y componentes cuya propiedad industrial sea de METRO. La estructura del código habrá de tener integrado un esquema de control de versiones.	No funcional
SACE_RNF_64	Plan de formación	Desarrollo de un plan de formación general, incorporando los contenidos básicos y las certificaciones profesionales.	No funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RNF_65	Necesidades formativas según perfil	Disponibilidad de un itinerario formativo con módulos específicos para impartir según perfiles, considerando los roles: Supervisor comercial, Jefe de sector, Jefe de línea, Personal de TICS, Personal de puesto de mando, Personal de COMMIT, Personal de protección civil, Personal de mantenimiento, Personal de ingeniería, Personal de puestos de gestión y análisis.	No funcional
SACE_RNF_66	Programas de certificación	Existencia de programas de certificación oficiales para los productos.	No funcional
SACE_RNF_67	Duración garantía	La garantía durará veinticuatro meses contados individualmente para las instalaciones y puesta en marcha de los sistemas objeto del contrato, y comenzará a contar desde que sea efectiva la recepción.	No funcional
SACE_RNF_68	Coberturas garantía	La garantía asociada ha de contemplar: defectos en el equipamiento, defectos en la instalación, soporte técnico para las actuaciones de mantenimiento realizadas por METRO.	No funcional
SACE_RNF_69	Actualizaciones de los productos y documentación de SW	Se requiere acceso a las actualizaciones de software durante el periodo de vida y vigencia de los contratos de garantía y mantenimiento. Se proporcionará de forma proactiva acceso a las últimas revisiones del software de los productos, así como acceso a sus manuales de referencia.	No funcional
SACE_RNF_70	Propiedad industrial	Se establecerá la propiedad industrial para METRO de todos los desarrollos y parametrizaciones realizadas de forma específica.	No funcional
SACE_RNF_71	Estabilidad de condiciones y precios	El fabricante se comprometerá a la estabilidad de condiciones de licenciamiento, precios de mantenimiento de licencias, y precios de servicios de reparación de las componentes.	No funcional
SACE_RNF_72	Repuestos hardware	El fabricante se comprometerá a la disponibilidad de repuestos hardware.	No funcional
SACE_RT_001	Sistemas operativos compatibles	El software de SACE deberá soportar las últimas versiones del sistema operativo y de la base de datos relacional de Microsoft disponibles en el mercado, así como capacidad para tener compatibilidad con versiones anteriores de al menos dos versiones.	Técnico
SACE_RT_002	Hoja de ruta del software	El proveedor deberá tener una declaración definida y una hoja de ruta para la compatibilidad con el actual sistema operativo. El proveedor de software deberá proporcionar una lista actualizada de las actualizaciones y/o parches del sistema operativo de Microsoft que estén aprobados para su despliegue en la solución de SACE.	Técnico
SACE_RT_003	Coexistencia de versiones	Con el objetivo de facilitar las actualizaciones, la plataforma deberá permitir la coexistencia de varias versiones de software. Esto deberá aplicar tanto para los diferentes Agregadores (componente que engloba todo el sistema incluyendo los servidores y servicios que se ejecutan a tiempo real) que puedan formar parte de un Multi Agregador (arquitectura que engloba varios Agregadores conectados) como para un determinado Agregador.	Técnico
SACE_RT_004	Soporte de virtualización	La plataforma de SACE será totalmente compatible con entornos de virtualización, incluyendo todas sus partes en cualquiera de las capas (visualización, historización, servidores de comunicación, servidores de aplicación) y todos los módulos asociados. Deberá permitir que se ejecuten en entornos virtualizados separando las diferentes capas mencionadas facilitando así su alineamiento con IEC62443. No deberá existir ninguna dependencia en el comportamiento del sistema al ser virtualizado.	Técnico
SACE_RT_005	Soporte a entornos de virtualización	Como mínimo se deberán soportar V-Sphere y Hyper-V, ofreciendo capacidades de virtualización en la nube (como Azure). Los entornos virtuales deberán soportar arquitecturas con configuraciones de Alta Disponibilidad (HA), Tolerancia a fallos (FT), recuperación ante Desastres (DR) y podrán trabajar total o parcialmente en entornos virtualizados en Cloud.	Técnico
SACE_RT_006	Recuperación de SACE y disponibilidad	La recuperación ante incidencias deberá poder localizarse de forma dispersa geográficamente y el procedimiento en sí no deberá tardar más de 7 minutos. La disponibilidad deberá ser al menos del 99,99%, lo que supondrá aproximadamente 8 horas al año de un funcionamiento degradado.	Técnico

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RT_007	Integración de equipamientos electromecánicos	<p>El sistema comunicará con los equipamientos electromecánicos usando OPC UA. Esto incluye escaleras, ascensores, cancelas, pozos de bombeo, pozos de ventilación, alumbrado, salidas de emergencia, presurización, mamparas automáticas y cajas de dotación. La nueva arquitectura busca minimizar los costes de mantenimiento comunicando directamente el sistema central con las URs. Inicialmente, la integración con los equipamientos se realizará a través de las UMs. Además, para facilitar las evoluciones, se contempla la posibilidad de desplegar una pasarela de comunicaciones centralizada, que comunique vía Modbus TCP con los autómatas, y vía OPC UA, aguas arriba, con SACE.</p> <p>Se identifican los siguientes riesgos que deben ser mitigados con medidas de acompañamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limitaciones del programa de las UM para controlar de forma simultánea varios equipamientos del mismo tipo. - Limitaciones para coexistir con los sistemas heredados, como el IHM local y el TCE. 	Técnico
SACE_RT_008	Integración de equipamientos no electromecánicos	<p>El sistema comunicará con el resto de sistemas y equipamientos, combinando “inteligentemente” OPC UA, servicios web y mensajería asíncrona.</p> <p>Se han identificado los siguientes riesgos que, al menos, deberán ser mitigados con medidas de acompañamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comunicación de la UM para desalojo de estación con el sistema degradado en relación con algunos sistemas implicados en dicha situación como son sistemas de información al viajero y peaje. - Complejidad de integración de los equipamientos actualmente integrados al TCE usando técnicas RPC: información al viajero y los equipamientos en el alcance de PCI. 	Técnico
SACE_RT_009	Técnicas para la integración de vídeo	<p>Aunque para la integración de vídeo desde las cámaras de las estaciones, se priorizará el uso del estándar ONVIF (ofrecidas por el futuro PSIM), se permite el uso de cualquier mecanismo ofrecidos por los sistemas heredados para la integración del vídeo en el propio IHM de SACE.</p> <p>Como mínimo, es necesario implementar las mismas técnicas ofrecidas actualmente a los sistemas heredados, esto es, control de los sistemas de vídeo para visualizar la imagen de las cámaras en paneles y monitores de estación, TICS y PCC.</p>	Técnico
SACE_RT_010	Técnicas para la geolocalización	<p>La técnica preferente para determinar la ubicación de los operadores será usando las asociaciones de los terminales móviles con los puntos de acceso Wi-Fi, direcciones IP asignadas a los mismos u otras técnicas que no requieran la instalación de infraestructura especializada. Esta precisión deberá ser suficiente para determinar en qué estación/vestíbulo se encuentra el operador y cubrir los requisitos funcionales y no funcionales planteados.</p>	Técnico
SACE_RT_011	Integración de nuevo equipamiento	<p>Durante el desarrollo de SACE, se incluirá equipamiento que no ha sido contemplado en el diseño actual de SACE. Los equipos susceptibles a incluir son: Cuarto General de Baja Tensión (CGBTs), Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAIs), climatizadores industriales y alumbrado de estación. La inclusión de estos equipamientos se acometerá para aquellos equipos que tengan disponibilidad para integrarse (conectividad ethernet, etc.). En el caso concreto de los CGBTs se integrarán aquellos que se encuentren ya integrados en COMMIT.</p>	Técnico
SACE_RT_012	Niveles de severidad de alarmas	<p>Para la gestión de alarmas, SACE utilizará un rango de severidades desde 1 hasta 6, ambas inclusive, siendo 6 la severidad de la alarma más crítica.</p> <p>NOTA: Actualmente, se encuentra en consideración la incorporación de un séptimo nivel de severidad.</p>	Técnico

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RT_013	Cambios en la severidad de alarma	La solución técnica para la gestión de alarmas tendrá en cuenta que la importancia de una alarma no solo viene determinada por su severidad “global”, sino que puede también tener en consideración el rol del usuario o el contexto operativo, de forma que, en un determinado momento, una alarma puede ser crítica para un usuario, pero irrelevante para otro.	Técnico
SACE_RT_014	Avalanchas de alarmas	El Servicio de Gestión de Alarmas deberá soportar la correcta gestión de avalanchas de alarmas. No deberá soportar menos de 200 visualizaciones simultaneas; en caso de avalancha deberá ser capaz de mostrar hasta 1000 alarmas nuevas en los 10 segundos posteriores a la detección de estas. En el caso de avalancha se deberán poder agrupar las alarmas por la jerarquía de tal forma que un operador reciba solamente las principales alarmas y se deberá poder configurar que el reconocimiento de alarmas de nivel superior implique el reconocimiento de las de nivel inferior.	Técnico
SACE_RT_015	Servicios de historificación	El software de SACE deberá proporcionar un historizador en base de datos relacional en tiempo real para el almacenamiento a largo plazo de los datos. Deberá almacenar datos de tipo analógico, discreto y string además de eventos, alarmas y configuración. Cada registro histórico deberá incluir la calidad del dato y su marca de tiempo. La base de datos del historizador deberá adquirir y almacenar los datos de METRO a plena resolución, con opciones para almacenar en banda muerta de tiempo, banda muerta de valor (deberá soportar una resolución de 1 milisegundo) o Swinging Door. La base de datos del historizador deberá incluir tablas de extensión normalizadas para los datos en tiempo real e incluir un conjunto de herramientas de cliente para el análisis de datos y la elaboración de informes.	Técnico
SACE_RT_016	Funcionamiento del historizador	El historiador de datos deberá ser capaz de funcionar en modo autónomo sin conexión al resto de componentes de SACE. Aunque siempre haya factores físicos limitantes, como el espacio en disco, no deberá haber ningún límite a la cantidad de datos que pueden almacenarse en línea. Además, no deberá haber ninguna penalización de rendimiento para el almacenamiento de datos a largo plazo.	Técnico
SACE_RT_017	Compresión de datos históricos	La base de datos deberá soportar la adquisición de datos a alta velocidad y la compresión de datos eficiente. La compresión de datos para el historizador no deberá utilizar ningún algoritmo que no permita el almacenamiento de los datos de objetos a su velocidad de exploración. Los registros de datos almacenados deberán ser capaces de recrear los datos del proceso en un formato sin pérdidas.	Técnico
SACE_RT_018	Entrada de datos del archivo histórico	El archivo histórico operacional deberá soportar, al menos, las siguientes entradas de datos: - Desde el sistema SCADA. - Desde un servidor OPC UA arbitrario. - Importar datos desde otras fuentes de datos relacionales (ODBC, etc.). - Importar datos desde un servicio web HTTP (REST/SOAP, XML/JSON). - Importar datos desde ficheros (como mínimo, Excel y CSV).	Técnico
SACE_RT_019	Estructura de históricos	Cada variable de proceso tendrá su propio Bloque de Historial, para series en tiempo real, y contará de forma nativa con mecanismos avanzados para absorber y tratar gran cantidad de datos analógicos (que varían de forma continua o con una frecuencia muy alta), incluyendo medias consolidadas, interpolación y bandas muertas. El método de registro podrá ser por tiempo, por excepción (banda muerta) o por porcentaje de cambio durante un tiempo determinado (swinging door).	Técnico
SACE_RT_020	Mecanismo de almacenamiento y reenvío	En caso de fallo de la comunicación entre un Motor de Aplicación y un Servidor de Históricos se activará el mecanismo de almacenamiento local y reenvío una vez reestablecida la conexión, sin que ello afecte al rendimiento de ninguno de los servidores.	Técnico

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RT_021	Integridad de la información historizada	Para cada registro se garantizará la integridad del dato, incluyéndose información relativa a VTQ (Valor Tiempo Calidad), de tal forma que será posible identificar si el valor del dato se puede utilizar para análisis al ser de buena calidad, o en caso de no serlo mostrará información que así lo indique. La resolución de los registros deberá ser de 1 milisegundo.	Técnico
SACE_RT_022	Limitación de históricos	No deberá imponer ningún límite programático a la cantidad de datos que pueden almacenarse en línea, además, no deberá haber ninguna penalización de rendimiento para el almacenamiento de datos a largo plazo.	Técnico
SACE_RT_023	Tasa de adquisición de datos	El sistema de almacenamiento deberá admitir una tasa de adquisición de datos continua de 150.000 actualizaciones por segundo. Además, permitirá una tasa de ráfaga de 300.000 actualizaciones por segundo durante 1 segundo. Todos los datos para procesar en tiempo real serán tratados como una tarea de alta prioridad que nunca se interrumpirá. Un servidor de históricos local deberá admitir hasta 2.000.000 de variables (tags).	Técnico
SACE_RT_024	Repositorio de datos persistente	El servidor empleará SQL de Microsoft como interfaz para la consulta de datos, se fundamentará en consultas 100% estándar de SQL incluso a pesar de que los datos se registrarán en un método propietario para mejorar el rendimiento de SQL tanto a nivel de registro como de consultas y del espacio de almacenamiento requerido en disco. La exportación deberá emplear formatos estándar e incluirá CSV y XML.	Técnico
SACE_RT_025	Organización Tier 1 - Tier 2	El Servidor de Históricos admitirá replicar a otros servidores todas la variables almacenadas o parte de ellas, y de estas todos sus valores (replica total), o sumalizaciones por periodo de tiempo, que incluirán el valor máximo, media y mínimo en ese periodo de tiempo. De este modo, se admitirán configuraciones de arquitecturas Tier 1 – Tier2, donde el Tier 1 representará el Servidor de Históricos de un Agregador y el Tier2 será el del entorno Multi Agregador, el cual consolidará la información de todos los históricos locales para análisis globales.	Técnico
SACE_RT_026	Réplica Tier 1 - Tier 2	A nivel de replicación se incluirá el VTQ de cada registro (valor tiempo calidad) en el Tier1, por lo que el dato mostrado en el Tier1 será exactamente el mismo al mostrado en el Tier2, garantizando además la confidencialidad del dato.	Técnico
SACE_RT_027	Continuidad de servicio	SACE deberá estar diseñado para tolerar interrupciones en la comunicación entre el Servidor de Históricos y sus fuentes de datos y comportarse de forma predecible al restablecimiento del enlace, aun cuando este sea intermitente. Aceptará los datos entregados de una fuente remota sin que sea precisa la intervención del operador.	Técnico
SACE_RT_028	Contenido de los mensajes de la pizarra digital	Para el muro de comentarios o pizarra digital, se visualizará para cada mensaje: el texto del mensaje, la fecha y hora de la publicación, y el nombre de usuario que realiza el comentario.	Técnico
SACE_RT_029	Servicios digitales usando productos de terceros	De cara a implementar la mensajería instantánea y/o las pizarras digitales, se buscará conseguir una buena usabilidad e integración con el IHM evitando desarrollos ad-hoc, por lo que se recomienda proponer algún producto software existente en el mercado.	Técnico
SACE_RT_030	Desarrollo multiusuario	El Entorno de Desarrollo deberá proporcionar la posibilidad de trabajar en modo multiusuario donde los usuarios cooperen de forma simultánea. Los usuarios estarán sujetos a los permisos de seguridad que tengan asignados. El desarrollo concurrente no deberá tener ningún problema de bloqueo, el desarrollo en una parte no afectará al resto; aunque dos usuarios no podrán editar un mismo Objeto de Aplicación al mismo tiempo. Un usuario podrá marcar y bloquear los objetos que esté editando para que no se produzcan problemas de inconsistencias.	Técnico

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RT_031	Configuración centralizada	El Entorno de Desarrollo deberá de contar una gestión y configuración centralizada de los ajustes del software. Esta deberá incluir aspectos como configuración de estilos estándar para elementos gráficos, configuración de estilos estándar para el formato numérico y para las alarmas, la organización de alarmas en categorías y su prioridad, selección de las alarmas que pueden o no ser archivadas según su prioridad, lo mismo para la historización y la selección de iconos para las prioridades. Además, deberá incluir una biblioteca de estilos que establezca los estilos visuales de la aplicación dando coherencia a aspectos como el tipo de letra, el color y el tamaño del texto, el color, el peso y el grosor de las líneas, el patrón o el color de relleno de las formas, el patrón, el color del contorno y el estilo numérico.	Técnico
SACE_RT_032	Modelo de objetos	El entorno de desarrollo deberá utilizar el paradigma de orientación a objetos. Estos objetos podrán representar dispositivos del mundo real como escaleras mecánicas, ascensores, cancelas y otras taxonomías mediante Objetos de Aplicación. Los Objetos de Aplicación mantendrán actualizados los estados de campo mediante Objetos de Comunicaciones. Los Objetos de Aplicación deberán modelar estrechamente la representación física de los equipos y dispositivos físicos y no deberán estar vinculados a una topología de "sólo etiquetas". Esto deberá incluir la capacidad de crear estructuras de datos complejas y multivariables.	Técnico
SACE_RT_033	Integridad de la configuración	El entorno de desarrollo deberá permitir a los usuarios con derechos de configuración ver los objetos y deberá garantizar que sólo una persona pueda editar una plantilla u objeto de aplicación específico en cualquier momento.	Técnico
SACE_RT_034	Importación / exportación	El Entorno de Desarrollo deberá soportar la importación y exportación del modelo de aplicación y plantillas de objetos y gráficas en un formato legible para los usuarios, como csv, para poder ser editado externamente con herramientas como Excel. Se deberá poder instanciar plantillas de Objetos de Aplicación a partir de la importación de csv, rellenando adecuadamente las columnas apropiadas, así como la configuración de los ya instanciados. Se deberá poder exportar plantillas de objetos y plantillas gráficas de forma protegida para que terceros puedan hacer uso de ellas, pero no modificarlas.	Técnico
SACE_RT_035	Vistas en el entorno de desarrollo	El Entorno de Desarrollo deba de contar con diferentes vistas que agilicen la búsqueda de los objetos. Al menos tendrán una vista en la que se muestre la genealogía de los objetos viendo el objeto padre de cada uno de ellos hasta el objeto base; una vista desde una perspectiva de despliegue de Objetos de Aplicación y Objetos de Comunicaciones con los dispositivos I/O y una vista desde la perspectiva del modelo lógico de METRO. Además, contará con una vista independiente para organizar las plantillas de objetos y plantillas de gráficos de visualización.	Técnico
SACE_RT_036	Control de estados y alarmas	En tiempo de desarrollo se deberá soportar la configuración de objetos para supervisar el estado de cualquier taxonomía de METRO o atributo de nombre jerárquico en el sistema y realizar funciones específicas basadas en el tipo y el estado de una condición de alarma.	Técnico
SACE_RT_037	Lógica de control y mando	El software de SACE deberá soportar la configuración de objetos que realicen el control de la aplicación y permitan cambiar el estado de puntos discretos, mostrar ventanas emergentes, invocar y detener otros programas de aplicación como Excel, Word. El sistema deberá soportar scripts embebidos en objetos que podrán ser ejecutados cuando se inicie o se apague el objeto instanciado, cuando este entre o salga en exploración, en una condición de verdadero o falso, mientras una condición sea verdadero o falso y periódicamente.	Técnico
SACE_RT_038	Lógica de control condicional	SACE deberá soportar la configuración de objetos que realicen el control de la aplicación basándose en un estado de un objeto y atributo definible por el operador o en el resultado de una expresión que implique múltiples atributos de distintos objetos o nombres jerárquicos, evaluando estados on/off, estados de alarma o equivalencias a un valor específico.	Técnico

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RT_039	Scripts condicionales	Deberá ser posible definir scripts que se ejecuten una vez cuando la expresión de la condición se convierta en verdadera, una vez cuando la expresión de la condición se convierta en falsa, mientras la condición sea verdadera, mientras la condición sea falsa, a una velocidad definida por el usuario de 50 milisegundos como mínimo, o como un script basado en eventos que se ejecute en el momento de cambio de un valor.	Técnico
SACE_RT_040	Despliegue de objetos	El Entorno de Desarrollo deberá poder desplegar los objetos, siendo esto la instanciación remota de cualquier Objeto de Aplicación, sus hijos, dependencias y cualquier otro objeto necesario y vinculado al objeto principal para que este funcione correctamente, incluidos entre otros los controles .NET y las bibliotecas de enlace dinámico (DDL).	Técnico
SACE_RT_041	Estado de los objetos	El Entorno de Desarrollo deberá proporcionar información visual sobre el estado de despliegue de cualquier objeto que componga SACE.	Técnico
SACE_RT_042	Desarrollo de pantallas gráficas	La herramienta de diseño gráfico de SACE deberá ser capaz de ejecutarse en un Escritorio Remoto en una sesión de Terminal Services.	Técnico
SACE_RT_043	Reutilización de gráficos	El editor de gráficos debe permitir al usuario desarrollar su propia biblioteca de objetos gráficos complejos reutilizables y configurables. Los objetos gráficos deberán poder contener otros objetos gráficos y serán capaces de exponer y manipular sus atributos y propiedades. Una plantilla gráfica deberá poder asignarse a distintos Objetos de aplicación maximizando la reutilización, además, se deberá poder crear plantillas de objetos gráficos asociados a áreas que permitan definir gráficos de zona, sistema o estaciones comunes que pueden ser instanciadas y modificadas.	Técnico
SACE_RT_044	Administración, mantenimiento y desarrollo	La plataforma deberá permitir que se ejecuten simultáneamente tareas de administración y mantenimiento con tareas de desarrollo dentro de un mismo Agregador y de un mismo servidor de objetos de aplicación.	Técnico
SACE_RT_045	Integración de aplicaciones de terceros	El proveedor del software deberá proporcionar una solución que facilite el uso de controles de terceros para extender funcionalidades de la aplicación de SACE.	Técnico
SACE_RT_046	Repositorio de objetos	El entorno de desarrollo deberá utilizar un repositorio centralizado para las plantillas y los objetos de la aplicación, la jerarquía de objetos, la configuración del despliegue y la genealogía. También deberá proporcionar la opción de utilizar el mismo repositorio para el almacenamiento y la gestión de las plantillas gráficas y la aplicación de visualización.	Técnico
SACE_RT_047	Plantillas de objetos base	El entorno de desarrollo deberá proporcionar plantillas de objetos base, que serán aquellas proporcionadas por el fabricante del software y de las que se derivarán los objetos de aplicación específicos de SACE.	Técnico
SACE_RT_048	Plantillas de objetos para SACE	El entorno de desarrollo deberá proporcionar mecanismos para la creación de plantillas de Objetos de Aplicación, las cuales se utilizarán para crear las instancias de los objetos, y objetos gráficos. Los gráficos formarán parte de la plantilla del objeto o podrán ser una plantilla independiente, facilitando así que, por ejemplo, aquellos aspectos gráficos comunes a varios objetos de aplicación puedan reutilizar la misma plantilla gráfica. Las plantillas de objetos deberán tener las propiedades de encapsulación, polimorfismo y herencia.	Técnico
SACE_RT_049	Asistente de SACE	El software de SACE debe incluir de forma nativa una herramienta que permita enlazar los campos de E/S que tengan los Objetos de Aplicación con su dirección correspondiente en el controlador, basándose para ello en las plantillas creadas. Para esto se utilizará una serie de reglas generadas para las plantillas y no mediante scripting en los objetos.	Técnico

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RT_050	Herencia de objetos	La propiedad de herencia deberá existir tanto para las plantillas de objetos como para las instancias de estas, formando así una jerarquía de objetos. La modificación de cualquier nivel de la jerarquía, es decir, plantilla, deberá heredar de su plantilla padre todas sus características y además deberá de poder tener características propias. Lo heredado por un hijo además deberá de poder ser anulado o personalizado con respecto al padre de forma individual y controlada. El Entorno de Desarrollo deberá ser capaz de bloquear atributos específicos para permitir que los cambios en la plantilla padre pasen a la nueva instancia y a todos los hijos de la nueva instancia. Los atributos bloqueados no podrán ser modificados en la plantilla hija.	Técnico
SACE_RT_051	Seguridad de objetos	Las herramientas de desarrollo deberán ser capaces de configurar la seguridad dentro del modelo de objetos y deberán soportar un modelo jerárquico. Este modelo deberá permitir la creación de grupos de seguridad que contengan Objetos de Aplicación asignados. El modelo deberá permitir la creación de roles de operador que puedan ser asignados a los grupos de seguridad. Los roles de operador deberán permitir la asignación de permisos de configuración de la base de datos, y de permisos operativos en tiempo de ejecución.	Técnico
SACE_RT_052	Configuración de datos históricos	El modelo de objetos deberá permitir el almacenamiento de datos históricos de atributos mediante una simple configuración como puede ser una casilla de verificación. Deberá estar incluido en el objeto, no realizarse mediante ninguna herramienta independiente.	Técnico
SACE_RT_053	Configuración de datos de alarma	El modelo de objetos deberá permitir mediante una sencilla configuración como puede ser una casilla de verificación la conexión de los atributos seleccionados con el subsistema de alarmas. Este subsistema deberá admitir alarmas orientadas a eventos y a condiciones.	Técnico
SACE_RT_054	Gráficos integrados en objetos	La plantilla de objetos deberá permitir la asociación y configuración de una o más representaciones gráficas para la visualización. La propia aplicación de visualización podrá ser representada y contenida por una plantilla de objetos. Las representaciones gráficas deberán poder estar estrechamente asociadas a los atributos del Objeto de Aplicación. El desarrollador deberá de tener la posibilidad de escoger cuál de las posibles representaciones gráficas de un mismo objeto de aplicación se va a estar contenido en el entorno en tiempo de ejecución. Todos los objetos gráficos complejos deben ser escalables a cualquier tamaño y podrán incluir enlaces de animación para proporcionar una respuesta dinámica basada en datos en tiempo real o en la acción del usuario. El motor gráfico debe admitir el desarrollo de gráficos basados en vectores que mantengan una alta resolución.	Técnico
SACE_RT_055	Scripts de lógica	Las Plantillas de Objetos deberán permitir la asociación y configuración de uno o más scripts lógicos. El editor de scripts deberá proporcionar capacidades de autocompletar. Se deberá disponer de un botón de validación para garantizar una sintaxis adecuada y proporcionar una indicación de errores para eliminar cualquier problema en tiempo de ejecución. El lenguaje de scripting debe admitir el uso de llamadas a funciones de script de Microsoft .NET en línea.	Técnico
SACE_RT_056	Configuración de E/S	El Entorno de Desarrollo deberá proporcionar un gestor para los Objetos de Comunicación de modo que la conectividad con servidores de datos remotos sea fácilmente configurable. Facilitará la activación de la configuración y las operaciones, así como una amplia resolución de problemas de diagnóstico del protocolo. El Entorno de Desarrollo deberá proporcionar la capacidad de asignar automáticamente objetos de aplicación a los dispositivos y de especificar las fuentes de entrada y los destinos de salida en los atributos.	Técnico
SACE_RT_057	Número estimado de usuarios concurrentes	Dentro del alcance de la red de Metro, y para asegurar el trabajo simultáneo de los usuarios, será necesario disponer de unas 350 licencias de visualización concurrentes para SACE, destinadas indistintamente a clientes móviles y/o fijos.	Técnico

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RT_058	Número estimado de equipamientos, señales y velocidad de eventos	De cara a cumplir con los requisitos de rendimiento y escalabilidad, se tendrán en cuenta estas consideraciones: - En toda la red de Metro hay aproximadamente 30.000 equipamientos. - Se estiman unas 500.000 señales de ingeniería para la red de Metro. Hasta disponer de datos empíricos, se asume una velocidad de 50.000 eventos/segundo para la todas las líneas que conforman la red de Metro.	Técnico
SACE_RT_059	Evoluciones	Todo el software utilizado deberá permitir construir aplicaciones apoyándose en la escalabilidad intrínseca al sistema. Una aplicación deberá poder unirse a una gran red de control distribuida, o ampliarse con el apoyo de servidores de aplicaciones redundantes y con balanceo de carga, servidores de bases de datos y servidores de comunicación únicos o redundantes que proporcionen información a múltiples clientes de estaciones de trabajo. Deberá tener una arquitectura abierta extensible para crear aplicaciones, drivers y compatible con los últimos sistemas operativos Microsoft Windows Server. Deberá ser capaz de interactuar fácilmente con bases de datos externas, modelado y simulación, gestión de activos empresariales (EAM), monitorización basada en la condición (CBM), sistemas de gestión de mantenimiento (CMMS), flujo de trabajo...	Técnico
SACE_RT_060	Mecanismos de autenticación	De cara a implementar un mecanismo seguro de autenticación, pero también cómodo e intuitivo, se contempla el uso de mecanismos para "Single-Sign-On" (SSO), tarjetas RFID o identificaciones biométricas, preferentemente integradas con el propio sistema operativo del terminal del usuario. En el caso de los dispositivos móviles, se contempla el uso de tecnología NFC (que es una especialización de la tecnología RFID), para facilitar la identificación del usuario del terminal móvil.	Técnico
SACE_RT_061	Seguridad del entorno de desarrollo	El Entorno de Desarrollo deberá soportar de forma nativa mecanismos de seguridad y autenticación de los usuarios basados en Active Directory, asegurando que solo los usuarios con permisos puedan modificar y visualizar objetos y datos. Los mecanismos de seguridad deberán englobar todos los componentes de un Agregador.	Técnico
SACE_RT_062	Seguridad en explotación	El sistema tiene que poder permitir o denegar el acceso a datos y funcionalidades en runtime a usuarios con diferentes capacidades, funciones y responsabilidades. Las restricciones de seguridad deberán ser proporcionadas por las capacidades inherentes del software.	Técnico
SACE_RT_063	Seguridad de los datos	El acceso a la aplicación y la confidencialidad de los datos se deberá garantizar basándose en perfiles o roles de usuario, permitiendo a los usuarios acceder y/o modificar datos dependiendo su rol o perfil de usuario. La plataforma deberá de asegurar la confidencialidad, disponibilidad e integridad de los datos no solo para los datos de tiempo real sino también para los históricos.	Técnico
SACE_RT_064	Seguridad del operador	El puesto de trabajo del operador deberá utilizar el modelo de seguridad definido por la base de datos de configuración. El software deberá utilizar la seguridad a nivel de datos, donde la capacidad de modificar un punto de ajuste u otro valor se determina en la base de datos de configuración. Cualquier cambio en el modelo de seguridad a nivel de datos deberá ser visto por todas las estaciones de operador sin necesidad de modificarlas. El sistema de seguridad deberá ser capaz de deshabilitar el acceso a todos los controles de Microsoft Windows (menú de archivo, cerrar, minimizar, etc.) y los comandos del teclado (Ctrl-ESC, Alt-Tab y limitar el acceso al sistema externo a través de Ctrl-Alt-Del).	Técnico
SACE_RT_065	Requisitos de acceso	Los usuarios deberán iniciar sesión antes de que sea permitido cualquier cambio en cualquier atributo del objeto que haya sido restringido.	Técnico

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RT_066	Auditoría de edición de objetos	El Entorno de Desarrollo deberá proporcionar trazabilidad para auditar del historial de modificaciones y revisiones de cada plantilla u Objeto de Aplicación, y deberá incluir el ID de usuario de la persona que realizó los cambios, el sello de fecha y hora, y un resumen detallado de los cambios realizados.	Técnico
SACE_RT_067	Auditoría del tiempo de ejecución	Se deberá poder incluir la auditoría al sistema de forma que cualquier modificación o cambio realizada en tiempo de ejecución sobre una variable quede registrado guardando el valor anterior y el posterior al cambio y el usuario el cual lo ha realizado. Los atributos configurados para la verificación deberán de guardar también el ID de usuario encargado de realizar la verificación. Los eventos se deberán registrar en una base de datos de Microsoft SQL Server. Los elementos que se registrarán, además del propio evento, deberán incluir la fecha y la hora del evento y la prioridad de este.	Técnico
SACE_RT_068	Auditoría del sistema	La solución HMI deberá garantizar la trazabilidad de las acciones iniciadas por el usuario y de las actividades internas del sistema. El sistema deberá registrar eventos como cambios en el sistema de seguridad, apertura/cierre de pantallas, operaciones de informes o advertencias del sistema.	Técnico
SACE_RT_069	Trazabilidad	La solución deberá contener soporte integrado para crear aplicaciones que cumplan con el 21CFR parte 11 de trazabilidad y firmas electrónicas.	Técnico
SACE_RT_070	Mecanismos técnicos para la alta disponibilidad de sistemas	La solución para alta disponibilidad propuesta deberá estar alineada con las indicaciones de los fabricantes de los productos software, evitando soluciones desarrolladas “ad-hoc” para METRO.	Técnico
SACE_RT_071	Cultura DevOps	La propuesta deberá estar alineada con la cultura DevOps, permitiendo una estrecha colaboración entre el desarrollo, la operación y el mantenimiento del sistema, y hacer uso de plataformas tecnológicas que habiliten la entrega continua de software. Como mínimo: - Entornos de desarrollo integrados. - Control de cambios del software (repositorio de código fuente, bug tracker...). - Integración continua (automatización de la compilación y generación de versiones). - Ejecución automatizada de pruebas. - Despliegue de software semi-automatizado. Se valorará también la integración con la metodología seleccionada (puede ser ágil o en cascada, a discreción de METRO), de forma que se pueda trazar todo el ciclo de vida del desarrollo de software.	Técnico
SACE_RT_072	Desarrollo de interfaces de usuarios: vista de diseño	SACE facilitará el diseño y desarrollo de interfaces de usuario, tanto de pantallas de operación (IHM) como de informes, usando herramientas visuales (WYSIWYG – what you see is what you get).	Técnico
SACE_RT_073	Desarrollo de interfaces de usuario: reutilización	SACE facilitará el diseño y desarrollo de interfaces de usuario, en particular, en las pantallas de operación (IHM), permitiendo estructurar en paneles y componentes visuales reutilizables.	Técnico
SACE_RT_074	Desarrollo de interfaces de usuario: planos de estación	La incorporación de planos de estación extraídos de las herramientas CAD deberá ser posible y muy eficiente en cuanto a los esfuerzos de desarrollo.	Técnico
SACE_RT_075	Clientes ligeros	Salvo situaciones excepcionales, se implementarán interfaces de usuario web, compatibles con la tecnología HTML5 y las últimas versiones de los navegadores habituales (Chrome, Firefox).	Técnico
SACE_RT_076	Navegación en múltiples ventanas y monitores	SACE permitirá continuar la navegación en la propia ventana o abrir nuevas pantallas en ventanas diferentes, a discreción del usuario. En el caso del navegador, se contempla la apertura en nueva pestaña. También se debe contemplar la presentación usando múltiples monitores.	Técnico
SACE_RT_077	Clientes móviles	Se contempla la utilización de apps del proveedor de SCADA para responder a las necesidades de IHM móvil. Las interfaces para dispositivos móviles deberán hacer un buen uso de las pantallas táctiles y “multi-touch”.	Técnico

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RT_078	Soporte de múltiples monitores y tipos de dispositivo	SACE permitirá continuar la navegación en la propia ventana o abrir nuevas pantallas en ventanas diferentes, a discreción del usuario. En el caso del navegador, se contempla la apertura en nueva pestaña.	Técnico
SACE_RT_079	Concurrencia	SACE será capaz de soportar la presentación de información proyectándola en uno o varios monitores y también de adaptar dinámicamente su estructura dependiendo de los dispositivos desde lo que se acceda, ya sean equipos de sobremesa o paneles industriales con diferente resolución. Deberá soportar nativamente y de forma indistinta la interacción desde dispositivos táctiles o teclado y ratón, aportando en ambos casos funciones de navegación (desplazamiento, ampliación/reducción, multigestual, multipunto) y mostrando paneles estáticos o deslizantes a partir de los que será posible acceder a un activo en particular, tanto de forma gráfica como utilizando un asistente para su búsqueda por nombre.	Técnico
SACE_RT_080	Técnicas para la identificación de equipamientos	La técnica preferente para la identificación de equipamientos, en operaciones con terminales móviles, será usando códigos QR. No se descartan otras técnicas como el uso de tecnologías RFID (como NFC).	Técnico
SACE_RT_081	Resolución de pantalla	Las interfaces de usuario, en los clientes de visualización fijos, se diseñarán asumiendo una resolución de pantalla de 1920x1080. En los clientes de visualización móvil, se tendrán en cuenta las capacidades de los terminales seleccionados por METRO.	Técnico
SACE_RT_082	Localización e internacionalización	Todos los desarrollos deberán utilizar adecuadamente los mecanismos de localización e internacionalización disponibles, y codificar los textos usando el juego de caracteres UTF-8 para representar correctamente caracteres especiales. El software deberá posibilitar la creación de aplicaciones multi-idioma que sean capaces de cambiar de idioma en runtime. Se deberán poder configurar más de dos idiomas entre los cuales se podrá seleccionar qué textos de los objetos gráficos deberán de incluirse en el cambio de idioma en tiempo de ejecución, así como los mensajes de alarma. Los textos de los que no se disponga el equivalente en el idioma seleccionado se mostrarán en el idioma por defecto.	Técnico
SACE_RT_083	Intelligence	La plataforma presentada deberá tener la capacidad de integrarse con un software específico para el tratamiento masivo de datos, es decir Big Data. Deberá permitir la automaización de cálculos, contextualización y almacenamiento relacionado con KPIs de tiempo real y datos históricos.	Técnico
SACE_RT_084	Flujos de trabajo	La plataforma presentada deberá tener la capacidad de incluir una herramienta avanzada de flujos de trabajo. Esta deberá permitir la digitalización de procesos manuales y automatizados con una sencilla configuración y desarrollo.	Técnico
SACE_RT_085	BIM	La plataforma deberá permitir la integración con modelos BIM. Esta integración ha de ser bidireccional, así los activos que estén definidos en el modelo BIM deberán estar disponible en la plataforma y a su vez los que se hayan generado en la plataforma deberán de poder incorporarse al modelo BIM, y la visualización de valores y estados de dichos activos en tiempo real en el modelo BIM.	Técnico
SACE_RT_086	Team Works	La plataforma debe poder incluir una pieza de software que permita crear un repositorio de conocimiento digitalizado que estandarice y almacene las mejores prácticas además del conocimiento detallado de los procesos. Permitiendo realizar tareas, lograr retener el aprendizaje, identificar y gestionar problemas y documentar estándares.	Técnico
SACE_RT_087	Analítica avanzada	La plataforma debe de tener la capacidad de incluir una herramienta con la que realizar cuadros de mando (dashboard), mejorar el rendimiento, utilizar análisis OEE, gráficos del rendimiento de activos, visualización de condiciones anormales, análisis de series de tiempo y utilizar de modelos predictivos de analítica automática, guiada, basada en condición y avanzada.	Técnico

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RT_088	Diseño de las medidas de acompañamiento	De cara al diseño de medidas de acompañamiento, debidas principalmente al despliegue de SACE sin desplegar el resto de plataformas implicadas en el proyecto Estación E4.0, la nueva estrategia deberá habilitar la integración de sistemas heredados en SACE. Para las medidas de acompañamiento que se correspondan con capacidades implicadas en el proyecto Estación 4.0 deberán seguirse las directrices y diseños especificados en dicho proyecto. Para aquellas funcionalidades implicadas en el proyecto Estación 4.0 será requisito la utilización de productos homologados. Las medidas de acompañamiento que afecten a los desarrollos de SACE deben permitir la coexistencia de equipamiento modernizado y monitorizado mediante dichas medidas de acompañamiento.	Técnico
SACE_RT_089	Integración con Metrovisión	Para el control automatizado de escaleras mecánicas, SACE deberá integrarse con el sistema de análisis de vídeo actual, Metrovisión. Esta integración permitirá entre otras capacidades necesarias la analítica de presencia sobre la escalera. Para ello, se realizarán las medidas de acompañamiento necesarias para que SACE se integre de forma análoga a cómo lo hace el sistema actual TCE.	Técnico
SACE_RT_090	Integración con UM de cancelas	Debido a la existencia de cancelas que comunican a través de una UM propia que solo comunica por Profibus, se deberán de desarrollar las medidas de acompañamiento necesarias para dotar de comunicación Modbus/TCP la comunicación de SACE con dichas UMs. Adicionalmente será necesario implementar las medidas necesarias correspondientes para monitorizar las cancelas bajo el paraguas de estas maestras de forma análoga a las del resto de cancelas.	Técnico
SACE_RT_091	Fijación de cámaras	Para la fijación de cámaras en las pantallas de puestos centrales y videowalls, se realizarán las medidas de acompañamiento necesarias para que desde SACE se pueda realizar la acción de fijar cámara tanto en los monitores de videowalls como de los puestos de estación. Dicha integración se hará contra los gestores de video o contra los clientes de estación. Para dicha integración se utilizarán las APIs proporcionadas por el proveedor de VMS.	Técnico
SACE_RT_092	Integración de cámaras	Se implementarán las medidas de acompañamiento que permitan visualizar el streaming de las cámaras. Para dicha integración se realizarán las modificaciones oportunas en el SACE para recoger las imágenes del gestor de vídeo en lugar de realizar las llamadas oportunas al PSIM.	Técnico
SACE_RT_093	Integración con megafonía	Para la emisión de mensajes pregrabados bajo demanda, se realizarán las medidas de acompañamiento necesarias para que SACE se integre, de forma análoga a cómo lo hace el TCE, con el sistema de megafonía, existiendo una situación híbrida de mensajes y estaciones con capacidades con la UM de intermediaria y estaciones con intermediario de sistema de teleindicadores y ocasiones en los que el TCE interacciona directamente contra la matriz. Esta integración permitirá entre otras capacidades emitir los mensajes necesarios tanto para maniobrar una escalera y también el desalojo de estación. También será necesario dar solución a la emisión de audio en directo a través del micrófono de la estación. Para dicha medida será necesario adaptar SACE para que interactúe contra la unidad maestra de forma análoga a como lo realiza actualmente el TCE.	Técnico
SACE_RT_094	Integración con interfonía	Se realizarán las medidas de acompañamiento necesarias para recoger la información de los estados de los interfonos. Adicionalmente para las estaciones que fuera necesario se implementarían las medidas necesarias para realizar la operación de descolgar una llamada. La integración estaría basada en el intercambio de información a través de la UM de forma análoga a como la realiza actualmente el TCE.	Técnico
SACE_RT_095	Integración con carteles teleindicadores	Será necesario realizar las medidas de acompañamiento necesarias para comunicarse con el sistema de teleindicadores para su monitorización y para tener la capacidad de emitir mensajes bajo demanda para la situación de desalojo de estación. Los trabajos afectan a SACE que deberá integrarse de forma análoga a como lo realiza el TCE en la actualidad.	Técnico

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RT_096	Integración con PCI	Se deben implementar las medidas de acompañamiento en SACE que permitan comunicar con el PCI de estación. Las medidas contemplarán, entre otras, las modificaciones en SACE para que funcione de forma similar a como está diseñado con las centralitas. La integración de SACE con el PCI de estación será similar a como lo realiza en TCE actualmente. La integración, como se ha dicho anteriormente, permitirá la coexistencia en SACE estaciones con centralita y estaciones con PCI.	Técnico
SACE_RT_097	Integración con Gestor de Intrusión y Rondas	Será necesario realizar medidas de acompañamiento en SACE que permitan la integración con el GIR para, al menos, tener la capacidad de enviarle las alarmas que genera en la actualidad el TCE (por violaciones en controles de acceso, caja de dotación, etc.).	Técnico
SACE_RT_098	Integración con control-ID	Se realizarán las medidas de acompañamiento necesarias para la integración de SACE con Control-ID y con los controles de accesos, de forma que, al menos, se permitirá descargar las listas blancas de Control-ID y cargarlas en los controles de acceso. Así mismo será capaz de leer los accesos y procesar las alarmas de forma análoga a como lo realiza en la actualidad el TCE.	Técnico
SACE_RT_099	Integración con directorio activo	Se desarrollarán las medidas de acompañamiento necesarias para la integración de SACE con el directorio activo de METRO. Esta medida de acompañamiento se realizará utilizando los mismos mecanismos/recursos que se definen en el proyecto E4.0.	Técnico
SACE_RT_100	Integración con otras bases de datos	Dado que el despliegue transversal de SACE se realizará durante 24 meses, por lo que habrá momentos en los que SACE y TCE convivirán (cada uno en unas estaciones y en una misma estación para validación). Para conservar la integridad y unicidad de la información será necesario realizar medidas que permitan a los usuarios tener la información disponible en un solo punto. Las medidas de acompañamiento consistirán en recoger información de TCE para volcarla a la nueva base de datos de SACE en la cual se generarán los informes pertinentes	Técnico
SACE_RT_101	Integración de equipos en caso de pérdida de comunicaciones	Para garantizar la operatividad de SACE en el desalojo de estación, en caso de pérdida de comunicación con los servidores centrales, se deberán realizar las medidas de acompañamiento necesarias para disponer de la capacidad de desalojo de estación. Para dicha operación será necesario tener integrados localmente los siguientes subsistemas: peaje, cancelas, carteles teleindicadores, megafonía, alumbrado de túnel y salidas de emergencia.	Técnico
SACE_RT_102	Adaptación de la unidad maestra	La unidad maestra requerirá de medidas que permitan el correcto funcionamiento según las necesidades de SACE para la Estación 4.0 entre las que se encuentran el funcionamiento bajo el modelo de objetos y la ejecución de ordenes contra varios equipos del mismo subsistema de forma simultánea.	Técnico
SACE_RT_103	Creación del entorno de preproducción	Se deberá de crear un entorno de preproducción deberá cubrir las mismas capacidades que tendrá SACE en su posterior despliegue, aunque de manera reducida. Este entorno como el de producción deberá estar alineado con las herramientas de desarrollo continuo, instaladas a tal efecto, permitiendo el versionado de desarrollos, automatización de despliegues y gestión de parches.	Técnico
SACE_RT_104	Características del entorno de preproducción	Las características técnicas de los servidores del entorno de preproducción deberán ser idénticas a las que tendrán los servidores de SACE en su posterior despliegue.	Técnico
SACE_RT_105	Licencias entorno de preproducción	Dentro del alcance del entorno de preproducción será necesario disponer de aquellas licencias que permitan replicar un entorno similar al de producción (licencias de todos los productos con todas las capacidades) con el objetivo principal de validar los desarrollos previamente a su despliegue en producción. Adicionalmente, se dispondrá de 5 licencias de desarrollo para el uso de los distintos colectivos de METRO.	Técnico
SACE_RT_106	Número de señales del entorno de preproducción	Se deberá de proveer las licencias necesarias para disponer de 10.000 señales en el entorno de preproducción.	Técnico

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_RT_107	Creación del Centro de Competencias	Se deberá crear un Centro de Competencias que facilite el desarrollo y el despliegue de SACE. La duración todas las funciones de este Centro de Competencias se deberá extender, en modo de garantía ampliada, hasta el fin del periodo de garantía.	Técnico
SACE_RT_108	Funciones del Centro de Competencias	<p>El Centro de Competencias, como mínimo, deberá realizar las siguientes funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseñar y asegurar la aplicación de estándares industriales y buenas prácticas de desarrollo de las aplicaciones en el proyecto. - Cooperar en los desarrollos asociados a la integración de cualquier tipología de equipo que requiera integrarse en el sistema. - Coordinar con otros proyectos de Metro las posibles interrelaciones funcionales y técnicas, de los desarrollos que afecten a los equipos integrados en la aplicación. - Facilitar que el desarrollo y la puesta en marcha del proyecto sea ágil. - Crear y mantener un repositorio de desarrollos, control de código fuente y modificaciones del mismo. - Diseñar una hoja de ruta tecnológica y metodológica. - Desarrollar o coordinar la creación de una biblioteca de objetos. - Validar que los desarrollos se realizan acorde a los requisitos definidos en el Centro de Competencias. - Asegurar la reutilización de plantillas de objetos. - Gestionar el ciclo de vida de los desarrollos del proyecto. - Proporcionar o coordinar el soporte necesario para el sistema implementado. 	Técnico
SACE_RT_109	Duración del Centro de Competencias	El Centro de Competencias se creará al comienzo del proyecto y persistirá a lo largo de toda su duración	Técnico
SACE_CMT_01	Integración con sistemas COMMIT	Desde SACE se podrán abrir las aplicaciones del centro COMMIT. El objetivo es que desde este sistema se puedan abrir las diferentes aplicaciones que usa COMMIT.	Funcional
SACE_CMT_02	Consulta de incidencias en Remedy	Desde SACE se podrá abrir el gestor de incidencias de COMMIT (Remedy). De esta manera se podría consultar las incidencias que tenga el equipo, abiertas o históricas.	Funcional
SACE_CMT_03	Creación de incidencias en Remedy	Desde SACE se podrá abrir el gestor de incidencias de COMMIT (Remedy) y se podrá crear una incidencia sobre el equipo.	Funcional
SACE_CMT_04	Inventario de equipos	Desde SACE se podrá abrir la herramienta de inventario para consultar las propiedades del equipamiento (atributos) con los que trabaja el centro COMMIT.	Funcional
SACE_CMT_05	Acceso a Tivoli para visualización de alarmas por equipos	Desde SACE se podrá abrir la herramienta de monitorización del centro (Tivoli) y así poder conocer las alarmas que tiene el equipo, poder crear una incidencia de manera automática y/o poder ejecutar órdenes en remoto si el equipo las tiene programadas.	Funcional
SACE_CMT_06	Acceso a Tivoli para visualización de alarmas por estación	Desde SACE se podrá abrir la herramienta de monitorización del centro (Tivoli) y así poder ver el listado de alarmas activas que hay en la estación (de todo el equipamiento, filtrado por criticidad....)	Funcional
SACE_CMT_07	Acceso a consultas de KPI's	Se podría habilitar el acceso a la herramienta de servicios técnicos para poder consultar los KPI asociados a la prestación de los servicios técnicos modelados en el sistema.	Funcional
SACE_CMT_08	Acceso al gestor inteligente de ventilación (GIV)	Poder acceder desde el equipo asociado a ventilación, la herramienta GIV para poder consultar los detalles de programación y grado de cumplimiento respecto a las programaciones así como el tiempo de funcionamiento.	Funcional

ID REQUISITO	NOMBRE DEL REQUISITO	DESCRIPCIÓN	TIPO REQUISITO (Funcional / No Funcional / Técnico)
SACE_CMT_09	Acceso a histórico de trazas de telemando por equipo	Se podría consultar el histórico de trazas de tele-actuación sobre el equipo.	Funcional
SACE_CMT_10	Acceso a histórico de cambios de estado de las señales monitorizadas por equipo	Se podrían consultar los datos de Historian sobre el equipo.	Funcional
SACE_CMT_11	Acceso a paneles informativos	Se podrá customizar un acceso en SACE para poder consultar las notificaciones informativas que maneja el centro COMMIT. De este modo se sabrá si hay intervenciones planificadas, si hay averías en las que ya se esta trabajando, etc. De este modo se enriquece con una visión mas transversal con información de toda la red.	Funcional

PRESUPUESTO

Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid



Cofinanciado por
la Unión Europea



Fondos Europeos



**Comunidad
de Madrid**



PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1	AUDITORÍA Y ESTUDIOS PREVIOS			
1.1	ud Auditoría funcional del sistema Realización de una auditoría global y general de todo el conjunto de sistemas involucrados en el proyecto. El objetivo es evaluar el funcionamiento de los diferentes sistemas para abordar el proyecto de manera eficiente y efectiva. El equipo de auditoría llevará a cabo un análisis exhaustivo de la arquitectura, funcionalidades y procesos para identificar posibles cuellos de botella, debilidades, riesgos y oportunidades de mejora. Se generarán informes detallados con los resultados y las recomendaciones para optimizar el rendimiento, que detalle los logros de la auditoría y sus contribuciones al proyecto, así como garantizar la calidad del sistema. Además, se contemplarán al menos las siguientes tareas: 1. Planificación de la auditoría: Definir el alcance, los objetivos y los criterios de evaluación de la auditoría. 2. Preparación del equipo de auditoría: Seleccionar y capacitar al equipo de auditores con las habilidades y conocimientos necesarios. 3. Recopilación de información: Obtener la documentación relevante, incluyendo especificaciones, manuales y registros de desempeño. 4. Análisis de riesgos: Identificar y evaluar los riesgos asociados a la operación del sistema. 5. Ejecución de la auditoría: entrevistas, pruebas y análisis en profundidad del funcionamiento de los sistemas. 6. Elaboración de informes: Documentar los hallazgos, conclusiones y recomendaciones. 7. Presentación de resultados: Comunicar los resultados de la auditoría a la alta dirección y equipos involucrados.			
		1,00	8.223,99	8.223,99

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.2	<p>ud Identificación de alto nivel de las integraciones existentes</p> <p>Realizar una auditoría exhaustiva de los sistemas con los cuales será necesario establecer integraciones o intercambiar información con SACE. El propósito de esta auditoría es identificar las interfaces y puntos de conexión entre los sistemas existentes y el SACE para garantizar una integración fluida y eficiente.</p> <p>Se deberá revisar la arquitectura de los sistemas actuales, así como los protocolos y formatos de comunicación utilizados.</p> <p>Se llevarán a cabo una identificación de conectividad y de los datos intercambiados para asegurar la coherencia y precisión de la fase de integraciones.</p> <p>Se identificarán posibles brechas de seguridad y se propondrán soluciones para mitigar riesgos en la transferencia de datos, que darán paso a la auditoría de ciberseguridad.</p> <p>Los resultados de esta auditoría permitirán establecer una base sólida para el diseño e implementación de las integraciones necesarias, asegurando una interoperabilidad adecuada entre los sistemas involucrados y el SACE.</p> <p>Además, se contemplarán al menos las siguientes tareas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión de documentación: Analizar la documentación existente sobre los sistemas y el SACE para comprender sus funcionalidades y requerimientos. 2. Identificación de puntos de integración: Detectar los puntos clave donde se requiere la integración o intercambio de información con el SACE. 3. Análisis de protocolos de comunicación: Evaluar los protocolos de comunicación utilizados por los sistemas y el SACE para garantizar su compatibilidad. 4. Pruebas de conectividad: Realizar pruebas de conectividad entre los sistemas y el SACE para verificar la comunicación efectiva. 5. Validación de datos: Verificar la calidad y precisión de los datos intercambiados para asegurar la integridad de la información. 6. Evaluación de seguridad: Identificar posibles vulnerabilidades en las integraciones propuestas y proponer medidas de seguridad adecuadas. 7. Elaboración de informes: Documentar los hallazgos de la auditoría, identificando y señalando cada una de las integraciones que deberán ser realizadas. 8. Colaboración con equipos técnicos: Trabajar en conjunto con los equipos técnicos responsables de los sistemas y el SACE para implementar las integraciones de manera eficiente. 9. Establecimiento de cronograma: Definir un cronograma para la implementación de las integraciones, teniendo en cuenta las dependencias y requisitos del proyecto. 	1,00	8.223,99	8.223,99

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.3	<p>ud Auditoría de ciberseguridad</p> <p>Auditoría exhaustiva de ciberseguridad para analizar y evaluar las amenazas a las que está expuesto el sistema.</p> <p>Se deberán identificar las vulnerabilidades y riesgos potenciales que puedan comprometer la seguridad de los sistemas y la información almacenada.</p> <p>Se realizará un análisis detallado de la infraestructura, arquitectura y políticas de seguridad implementadas.</p> <p>Se identificarán posibles puntos débiles, brechas de seguridad y se evaluará la efectividad de las medidas de protección existentes.</p> <p>Además, se evaluará el cumplimiento de las normativas y regulaciones de seguridad aplicables.</p> <p>Los resultados de esta auditoría deben permitir tomar medidas adecuadas para mitigar las amenazas y garantizar la integridad, confidencialidad y disponibilidad de los sistemas y datos.</p> <p>Además, se contemplarán al menos las siguientes tareas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación de la infraestructura de seguridad: Analizar la infraestructura de seguridad existente, incluyendo firewalls, sistemas de detección de intrusiones y políticas de acceso. 2. Pruebas de vulnerabilidad: Realizar pruebas de penetración y análisis de vulnerabilidades para detectar posibles brechas de seguridad. 3. Análisis de registros y logs: Revisar registros de actividad y logs para detectar patrones inusuales o actividades sospechosas. 4. Revisión de políticas de seguridad: Evaluar las políticas y procedimientos de seguridad implementados para asegurar su adecuación y efectividad. 5. Análisis de cumplimiento normativo: Verificar si el sistema cumple con las normativas y regulaciones de ciberseguridad aplicables. 6. Propuesta de medidas correctivas: Sugerir y desarrollar soluciones para abordar las vulnerabilidades y mejorar la postura de seguridad del sistema. 7. Planificación de contingencia: Desarrollar planes de contingencia y recuperación ante posibles incidentes de seguridad. 	1,00	8.223,99	8.223,99

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.4	<p>ud Auditoría revisión de normas aplicables</p> <p>Auditoría detallada para identificar la normativa de aplicación relevante a los sistemas contemplados en este proyecto.</p> <p>Se deberá asegurar el cumplimiento de las leyes, regulaciones y estándares pertinentes que afectan a los sistemas involucrados.</p> <p>Se revisará exhaustivamente las leyes y regulaciones relacionadas con la industria y el ámbito en el que operan los sistemas del proyecto.</p> <p>Se identificarán las normas técnicas, de seguridad, privacidad y cualquier otro marco regulatorio aplicable.</p> <p>Además, se analizará cómo estas normas impactan en el diseño, desarrollo y operación de los sistemas.</p> <p>Los resultados de esta auditoría deben permitir garantizar que los sistemas cumplen con los requisitos legales y regulatorios, minimizando riesgos legales y asegurando la integridad y confiabilidad del proyecto.</p> <p>Además, se contemplarán al menos las siguientes tareas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación normativa: Realizar una exhaustiva investigación de las leyes, regulaciones y estándares pertinentes a la industria y los sistemas en el proyecto. 2. Análisis de requisitos: Identificar y comprender los requisitos específicos que deben cumplir los sistemas según la normativa aplicable. 3. Evaluación de conformidad: Analizar el estado actual de los sistemas para determinar si cumplen con las normas identificadas. 4. Revisión de políticas y procedimientos: Evaluar las políticas y procedimientos implementados para asegurar el cumplimiento normativo. 5. Propuesta de ajustes: Sugerir ajustes y mejoras necesarias en los sistemas para asegurar el cumplimiento normativo. 6. Asesoramiento legal: Trabajar en colaboración con expertos legales para interpretar y aplicar correctamente la normativa relevante. 7. Desarrollo de planes de acción: Establecer planes de acción para corregir cualquier incumplimiento normativo identificado. 	1,00	8.223,99	8.223,99

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.5	<p>ud Establecimiento de matriz de requisitos</p> <p>Auditoría exhaustiva para la revisión y cierre de requisitos funcionales y no funcionales del proyecto.</p> <p>Se deberá asegurar que todos los requisitos del sistema estén claramente definidos, validados y documentados en una matriz de requisitos estructurada y completa.</p> <p>Se revisarán todos los requisitos previamente establecidos, tanto funcionales como no funcionales.</p> <p>Se evaluará la consistencia, coherencia y viabilidad de cada requisito, asegurando que sean alcanzables y alineados con los objetivos del proyecto. Además, se identificarán posibles requisitos faltantes o ambiguos para su inclusión en la matriz de requisitos.</p> <p>La matriz de requisitos se convertirá en un documento central que servirá como base para el diseño, desarrollo y pruebas del sistema, garantizando que todos los aspectos esenciales estén debidamente cubiertos y validados por las partes interesadas.</p> <p>Además, se contemplarán al menos las siguientes tareas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recopilación de requisitos: Revisar la documentación existente y entrevistar a las partes interesadas para recopilar todos los requisitos funcionales y no funcionales (incluye el actualizar aquellos obsoletos). 2. Análisis de requisitos: Evaluar cada requisito en términos de su claridad, coherencia y adecuación para el proyecto. 3. Validación con stakeholders: Validar los requisitos con las partes interesadas para asegurar que reflejen sus necesidades y expectativas. 4. Priorización de requisitos: Establecer una jerarquía de prioridades para los requisitos con base en su importancia y criticidad para el éxito del proyecto. 5. Eliminación de duplicados: Identificar y eliminar requisitos duplicados o redundantes que puedan generar confusiones o conflictos. 6. Cierre de requisitos: Asegurar que todos los requisitos estén finalizados y acordados por todas las partes interesadas. 7. Documentación en la matriz de requisitos: Incluir todos los requisitos validados en la matriz, asegurando que estén bien estructurados y fácilmente accesibles para el equipo de desarrollo. 8. Gestión de cambios: Implementar un proceso para gestionar cambios posteriores a la matriz de requisitos, asegurando que se realicen de manera controlada y documentada. 9. Comunicación del estado de los requisitos: Mantener a todas las partes interesadas informadas sobre el estado de los requisitos y cualquier cambio que se realice en la matriz. 10. Revisión final: Realizar una revisión exhaustiva de la matriz de requisitos con el equipo de desarrollo y las partes interesadas para garantizar su aprobación y aceptación. 	1,00	8.223,99	8.223,99

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.6	<p>ud Auditoría de intergración con equipos de estación y puesto central</p> <p>Auditoría completa de los elementos electromecánicos de estación que requerirán integraciones o intercambio de información con el SACE, incluyendo Unidades Maestras y Unidades Remotas.</p> <p>Se revisará minuciosamente los elementos electromecánicos presentes en las estaciones y el puesto central, que deben interactuar con el SACE.</p> <p>Se verificará la compatibilidad y adecuación de las Unidades Maestras y Unidades Remotas con el sistema de monitoreo y control.</p> <p>Además, se evaluará el funcionamiento de los protocolos de comunicación y la calidad de la información transmitida.</p> <p>Se deberá asegurar la correcta operatividad de los equipos de estación y el puesto central en conjunto con el SACE, garantizando una comunicación confiable y una interacción efectiva entre ellos.</p> <p>Además, se contemplarán al menos las siguientes tareas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inventario de equipos: Realizar un inventario detallado de los elementos electromecánicos en las estaciones y el puesto central que necesitarán integrarse con el SACE. 2. Análisis de protocolos: Evaluar los protocolos de comunicación utilizados en la actualidad por las Unidades Maestras y Unidades Remotas para asegurar la compatibilidad con el futuro protocolo para SACE. 3. Pruebas de integración: Realizar pruebas de integración para verificar la correcta comunicación y operatividad de los equipos con el sistema central. 4. Validación de datos: Verificar la calidad y exactitud de la información intercambiada entre los equipos de estación y el SACE. 5. Evaluación de seguridad: Identificar posibles vulnerabilidades en las integraciones y proponer medidas de seguridad para proteger la integridad de los datos. 6. Análisis de rendimiento: Evaluar el rendimiento de las Unidades Maestras y Unidades Remotas en conjunto con el SACE para optimizar la eficiencia operativa. 7. Resolución de problemas: Detectar y resolver posibles problemas de comunicación y compatibilidad que puedan surgir durante la auditoría. 8. Documentación de la integración: Registrar y documentar todas las configuraciones y ajustes necesarios para asegurar una futura referencia. 9. Recomendaciones de mejora: Proponer recomendaciones y mejoras para optimizar la integración y la eficiencia de los sistemas involucrados. 	1,00	8.223,99	8.223,99

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.7	<p>ud Auditoría de intergración con COMMIT</p> <p>Se revisarán detalladamente las interfaces existentes entre los sistemas locales y COMMIT, identificando protocolos y posibles incompatibilidades. Se evaluará la calidad y la confiabilidad de las señales y datos transmitidos a través de estas interfaces.</p> <p>Además, se verificará que la información relevante se esté enviando de manera oportuna y precisa para facilitar la detección y resolución eficiente de fallos.</p> <p>Se deberán identificar y proponer correcciones a los posibles problemas operativos, mejorando así la eficiencia y el rendimiento general del sistema.</p> <p>Además, se contemplarán al menos las siguientes tareas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de requerimientos: Evaluar los requerimientos funcionales y no funcionales de las interfaces para asegurar que satisfagan las necesidades de COMMIT. 2. Verificación de protocolos e intercambios de información entre capas: Asegurar que los protocolos de comunicación utilizados sean adecuados y compatibles con las necesidades de COMMIT. 3. Evaluación de la seguridad: Identificar posibles vulnerabilidades en las interfaces y proponer medidas de seguridad para proteger la integridad de los datos. 4. Coordinación con equipos técnicos: Trabajar en colaboración con los equipos técnicos responsables de los sistemas locales y COMMIT para resolver problemas y ajustar las configuraciones de las interfaces. 5. Documentación de la integración: Registrar y documentar todos los detalles de las interfaces para futuras referencias y seguimiento. 6. Propuesta de mejoras: Proponer recomendaciones para optimizar la eficiencia y la fiabilidad de las interfaces, si se detectan áreas de mejora. <p>Seguimiento post-auditoría: Realizar un seguimiento para verificar que las recomendaciones y ajustes se implementen correctamente y que la integración con COMMIT funcione de manera óptima.</p>	1,00	8.223,99	8.223,99

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.8	<p>ud Elaboración de informe inicial de auditoría</p> <p>Informe inicial de auditoría, que incluirá todos los resultados de auditorías previas, análisis y conclusiones relevantes.</p> <p>Deberá proporcionar una visión completa y detallada del estado actual del proyecto, identificando áreas de mejora, riesgos y oportunidades para su optimización.</p> <p>Se deberán revisar y consolidar los resultados de todas las auditorías previas realizadas en diferentes áreas del proyecto.</p> <p>Se analizarán los hallazgos y se compararán con los objetivos y requisitos iniciales establecidos para evaluar el grado de cumplimiento y desempeño del proyecto hasta la fecha.</p> <p>El informe inicial de auditoría presentará una descripción precisa de las fortalezas y debilidades del proyecto, así como cualquier desviación o incumplimiento de requisitos identificado. Además, se incluirán recomendaciones y acciones correctivas sugeridas para abordar los problemas detectados y mejorar la eficiencia y efectividad del proyecto.</p> <p>Además, se contemplarán al menos las siguientes tareas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recopilación de resultados de auditorías previas: Obtener y revisar todos los informes y resultados de auditorías previas realizadas en diferentes etapas del proyecto. 2. Análisis de resultados: Analizar en detalle los hallazgos de las auditorías anteriores para identificar patrones, tendencias y áreas críticas de mejora. 3. Comparación con objetivos y requisitos: Evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos y requisitos iniciales del proyecto en base a los resultados de las auditorías. 4. Identificación de desviaciones: Detectar cualquier desviación o incumplimiento significativo que pueda afectar el éxito del proyecto. 5. Evaluación de riesgos: Identificar posibles riesgos asociados a las áreas problemáticas detectadas durante las auditorías. 6. Propuesta de acciones correctivas: Sugerir medidas y acciones correctivas para abordar las deficiencias y mitigar los riesgos identificados. 7. Elaboración del informe: Redactar el informe inicial de auditoría de manera clara y concisa, incluyendo un resumen ejecutivo, análisis detallado y conclusiones relevantes. 8. Presentación del informe: Comunicar los resultados y recomendaciones del informe a la alta dirección y otras partes interesadas relevantes. 9. Seguimiento y monitoreo: Establecer mecanismos para realizar seguimiento y monitoreo de las acciones correctivas implementadas con el fin de verificar su efectividad. 	1,00	4.299,54	4.299,54

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.9	<p>ud Documentación</p> <p>Creación y gestión de una completa colección de documentos e informes de auditoría y seguimiento de todas las actividades desarrolladas durante la fase de Auditorías y Estudios previos.</p> <p>El propósito de esta documentación es mantener un registro exhaustivo y organizado de cada paso realizado, los hallazgos, las decisiones tomadas y los resultados obtenidos.</p> <p>Se registrarán detalladamente los informes y resultados de cada auditoría realizada durante la fase del proyecto.</p> <p>También incluirá los informes de seguimiento de actividades, actualizaciones de estado, acciones correctivas implementadas y cualquier otra información relevante.</p> <p>La documentación recopilada será esencial para una adecuada trazabilidad y transparencia del progreso del proyecto, facilitando la toma de decisiones informadas, el cumplimiento de requisitos y la comunicación efectiva con las partes interesadas.</p> <p>Además, se contemplarán al menos las siguientes tareas:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Diseño de plantillas de informes: Desarrollar plantillas estandarizadas para los informes de auditoría y seguimiento con el fin de asegurar la consistencia y profesionalismo en la presentación.2. Recopilación de datos: Obtener y compilar los datos y resultados de las auditorías y actividades de seguimiento realizadas durante la fase.3. Organización y clasificación: Mantener una estructura organizada de la documentación para facilitar el acceso y búsqueda de información relevante.4. Control de versiones: Implementar un sistema de control de versiones para garantizar la integridad y trazabilidad de los documentos a lo largo del tiempo.6. Respaldo y almacenamiento seguro: Establecer un sistema de respaldo y almacenamiento seguro para proteger la documentación de pérdidas o daños.7. Presentación ejecutiva: Preparar informes ejecutivos para presentar el estado y avance del proyecto en un formato claro y conciso.	1,00	4.299,54	4.299,54
TOTAL 1.....				66.167,01

PRESUPUESTO GENERAL SACE

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2	DISEÑO, DESARROLLO E INGENIERÍA			



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.1	<p>ud Diseño funcional, arquitectura del sistema, IHM y ergonomía</p> <p>Ingeniería de diseño de alto nivel de la arquitectura del sistema, considerando tanto los aspectos de software como hardware.</p> <p>El diseño contemplará la Interfaz Humano-Máquina (IHM) de contingencia, la ergonomía, el mantenimiento y las interacciones con otros sistemas.</p> <p>Incluye realizar un análisis detallado de los requisitos funcionales y no funcionales del proyecto.</p> <p>A partir de este análisis, se definirá la arquitectura del sistema, identificando los componentes de hardware y software necesarios para su implementación.</p> <p>Se prestará especial atención al diseño de la IHM, asegurando que sea intuitiva, eficiente y adecuada para el personal que interactuará con el sistema.</p> <p>Además, se considerará la ergonomía para garantizar que el diseño del sistema sea cómodo y seguro para su uso.</p> <p>La arquitectura del sistema también tomará en cuenta las necesidades de mantenimiento, asegurando que sea fácil de mantener y actualizar a lo largo del tiempo.</p> <p>Además, se diseñarán las interfaces y protocolos para permitir una integración efectiva con otros sistemas existentes.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de requisitos: Realizar un análisis exhaustivo de los requisitos funcionales y no funcionales del proyecto. 2. Definición de arquitectura: Diseñar la arquitectura del sistema, incluyendo la distribución de componentes de hardware y software. 3. Diseño de IHM: Desarrollar el diseño de la Interfaz Humano-Máquina (IHM) con un enfoque en la facilidad de uso y eficiencia. 4. Consideraciones de ergonomía: Asegurar que el diseño del sistema sea ergonómico y seguro para el personal que lo utilizará. 5. Planificación de mantenimiento: Diseñar la arquitectura del sistema considerando las necesidades de mantenimiento y actualizaciones futuras. 6. Integración con otros sistemas: Definir las interfaces y protocolos para permitir la integración con otros sistemas existentes. 7. Pruebas de usabilidad: Realizar pruebas de usabilidad para evaluar la eficiencia y satisfacción del personal con la IHM. 8. Evaluación de seguridad: Considerar las medidas de seguridad necesarias para proteger el sistema y la información que maneja. 9. Planificación de implementación: Establecer un plan detallado para la implementación del diseño funcional y la arquitectura del sistema. 10. Documentación del diseño: Elaborar una documentación detallada del diseño funcional, arquitectura del sistema y consideraciones de IHM y ergonomía para referencia futura. 	1,00	17.270,47	17.270,47

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.3	<p>ud Diseño infraestructura TI e interfaces con terceros sistemas</p> <p>Diseño de ingeniería de arquitectura de TI de bajo nivel, incluyendo tanto la parte de software como hardware, así como el diseño de interfaces con terceros sistemas.</p> <p>Se deberá definir la arquitectura de TI en detalle, seleccionando los componentes de hardware y software necesarios para la infraestructura del sistema.</p> <p>Además, se diseñarán y configurarán las interfaces para permitir la interacción y comunicación efectiva con los sistemas de terceros.</p> <p>La ingeniería de arquitectura TI considerará el modelo de datos, perfilado de usuario, ergonomía y navegación para asegurar que el sistema sea eficiente, seguro y fácil de usar para los usuarios finales.</p> <p>También se realizará el diseño y definición de taxonomías, lo que implica establecer una estructura jerárquica para organizar y clasificar los datos y contenidos del sistema.</p> <p>Además, se desarrollarán aplicaciones especiales según las necesidades específicas del proyecto.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de requisitos de infraestructura TI: Realizar un análisis detallado de los requisitos funcionales y no funcionales para definir la infraestructura TI necesaria. Incluye análisis de requisitos de hardware, evaluando los requisitos de hardware necesarios para soportar las aplicaciones y funcionalidades de la plataforma de preproducción, teniendo en cuenta la capacidad de procesamiento, memoria, almacenamiento y conectividad requeridos. 2. Selección de componentes de hardware y software: Evaluar y seleccionar los componentes de hardware y software adecuados para la infraestructura del sistema. 3. Diseño de interfaces con terceros sistemas: Establecer las interfaces y protocolos de comunicación para integrar el sistema con sistemas de terceros. 4. Modelo de datos y taxonomías: Diseñar el modelo de datos del sistema y definir las taxonomías para organizar y clasificar los datos y contenidos. 5. Perfilado de usuario y ergonomía: Definir perfiles de usuario, considerando las necesidades y preferencias de los usuarios finales, y diseñar la interfaz de usuario para garantizar una experiencia ergonómica. 6. Navegación y flujo de trabajo: Diseñar la navegación del sistema y definir los flujos de trabajo para facilitar la realización de tareas por parte de los usuarios. 7. Desarrollo de aplicaciones especiales: Crear aplicaciones especiales según los requerimientos específicos del proyecto. 8. Evaluación de seguridad: Considerar las medidas de seguridad necesarias para proteger la infraestructura TI y la información del sistema. 9. Pruebas de integración: Realizar pruebas de integración para verificar la interoperabilidad con sistemas de terceros y la funcionalidad general del sistema. 10. Documentación de diseño de infraestructura TI: documentación detallada de todo el diseño de infraestructura TI y las interfaces con terceros siste- 			

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	mas para referencia futura.			
2.4	<p>ud Diseño de la integración con equipos de estación e IHM</p> <p>Ingeniería de diseño de integración con los elementos electromecánicos de la estación y la Interfaz Humano-Máquina (IHM). El diseño se enfocará en las Unidades Remotas según la descripción del Proyecto, y se incluirá el diseño de estaciones completas.</p> <p>Se deberá definir y desarrollar la integración de los equipos electromecánicos de la estación con el sistema general del proyecto. Se considerarán los protocolos de comunicación, las interfaces necesarias y la compatibilidad con el SCADA utilizado por las Unidades Remotas.</p> <p>El diseño de la IHM será realizado para garantizar una interacción intuitiva y eficiente entre el personal y los equipos de estación, facilitando la supervisión, el control y la respuesta a contingencias.</p> <p>Además, se diseñarán bajo el punto de vista de estaciones completas, asegurando una configuración adecuada y una implementación coherente de los elementos electromecánicos y la IHM.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de requisitos de integración: Realizar un análisis detallado de los requisitos funcionales y técnicos para la integración de los equipos de estación con el sistema general. 2. Configuración de interfaces: Establecer las interfaces entre los equipos de estación y el sistema central para permitir la comunicación bidireccional. 3. Validación de compatibilidad: Verificar la compatibilidad de los equipos electromecánicos de la estación con el SCADA y otros sistemas del proyecto. 4. Diseño de la IHM de estación: Crear el diseño de la Interfaz Humano-Máquina (IHM) de la estación considerando las necesidades del personal y los requerimientos operativos. 5. Implementación de controles de contingencia: Diseñar controles e interfaces de contingencia para responder a situaciones inesperadas. 6. Coordinación con proveedores: Colaborar con los proveedores de equipos electromecánicos para asegurar una integración adecuada con el sistema general. 7. Configuración de estaciones completas: Diseñar la configuración y manera de conexión completa de los autómatas dentro de las estaciones. 8. Evaluación de seguridad: Considerar las medidas de seguridad necesarias para proteger la integridad y confidencialidad de los datos y sistemas involucrados. 10. Documentación de diseño: Elaborar una documentación detallada de todo el diseño de integración, la IHM y las estaciones completas para referencia futura. 	1,00	45.678,49	45.678,49
		1,00	28.338,49	28.338,49

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.5	<p>ud Diseño de la integración con COMMIT</p> <p>Diseño de bajo nivel de los interfaces y protocolos necesarios para integrarse con el COMMIT, reemplazando el SCADA actual en la línea especificada en proyecto.</p> <p>El diseño se realizará siguiendo la descripción detallada en el Proyecto y asegurando que no se pierdan funcionalidades durante la transición.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño de interfaces y protocolos: Definir las interfaces y protocolos de comunicación necesarios para la integración con COMMIT y el reemplazo del SCADA actual. 2. Integración con Netcool Object Server y WebSpace: Diseñar y realizar las modificaciones necesarias para la integración con las capas de recolección de datos y pantallas de consulta existentes, asegurando un acceso unificado a la información de los equipos desde una única pantalla. 3. Transición entre el nuevo SCADA e iFIX: Planificar y diseñar el proceso de transición para garantizar la convivencia temporal de ambos sistemas, asegurando la continuidad y disponibilidad de la información final del equipo. 4. Integración con GIV (Gestor Inteligente de Ventilación): Diseñar la integración con GIV, incluyendo la actualización de la información asociada a historial e interfaces, y asegurando que la información requerida por GIV sobre los equipos migrados se encuentre adecuadamente disponible para su procesamiento. 5. Ejecución de programaciones generadas por GIV: Diseñar y asegurar que las programaciones generadas por GIV puedan ser ejecutadas por los equipos, permitiendo un funcionamiento sin problemas y una correcta coordinación entre ambos sistemas. 6. Exportación de datos a Cloudera: Mantener la funcionalidad de exportar datos a Cloudera desde el nuevo SCADA, garantizando que los datos de los equipos migrados se escriban en la misma tabla de manera coherente y consistente. 7. Adaptación para MQTT/Impact: Realizar las modificaciones necesarias para habilitar la funcionalidad de MQTT/Impact y asegurar una correcta comunicación y envío de datos según los requerimientos establecidos. 8. Validación y pruebas: diseño de pruebas exhaustivas para validar el diseño y asegurar su correcto funcionamiento antes de su implementación. 9. Documentación del diseño: Elaborar una documentación detallada del diseño de integración con COMMIT y las diferentes modificaciones realizadas para referencia futura. 	1,00	38.538,49	38.538,49

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.6	<p>ud Análisis de riesgos</p> <p>Estudio de identificación y análisis de riesgos asociados al proyecto. El análisis de riesgos permitirá identificar las posibles amenazas y eventos no deseados que podrían afectar el desarrollo del proyecto y causar retrasos.</p> <p>Se realizará una evaluación exhaustiva de todas las fases y actividades del proyecto, identificando posibles fuentes de riesgos y causas que puedan desencadenar eventos no deseados.</p> <p>Se evaluará la probabilidad de que ocurran estos eventos y el impacto que tendrían en el desarrollo del proyecto.</p> <p>A partir del análisis de riesgos, se priorizarán los riesgos según su severidad y se desarrollarán planes de mitigación y contingencia para abordarlos de manera proactiva.</p> <p>Estos planes ayudarán a prevenir o reducir los posibles daños y retrasos, asegurando una gestión eficiente de los riesgos identificados.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación de riesgos: Realizar un proceso de identificación sistemático para detectar todos los posibles riesgos asociados al proyecto. 2. Análisis de causas: Investigar y analizar las causas subyacentes que podrían llevar a la ocurrencia de los eventos no deseados. 3. Evaluación de probabilidad e impacto: Determinar la probabilidad de ocurrencia y el impacto potencial de cada riesgo identificado. 4. Priorización de riesgos: Clasificar los riesgos según su severidad y prioridad para enfocar los esfuerzos en los más críticos. 5. Planes de mitigación y contingencia: Desarrollar planes de acción para mitigar los riesgos o establecer respuestas de contingencia en caso de que se materialicen. 6. Asignación de responsabilidades: Definir claramente las responsabilidades de cada miembro del equipo para la implementación de las acciones de mitigación y contingencia. 7. Monitoreo continuo: Establecer un proceso de monitoreo constante para evaluar la efectividad de las medidas adoptadas y ajustar los planes según sea necesario. 8. Comunicación de riesgos: Informar a las partes interesadas sobre los riesgos identificados, las medidas de mitigación y los planes de contingencia. 9. Registro de riesgos: Mantener un registro actualizado de todos los riesgos identificados y las acciones tomadas para su gestión. 10. Revisión periódica: Realizar revisiones periódicas del análisis de riesgos para tener en cuenta cambios en el proyecto y nuevos riesgos que puedan surgir. 	1,00	15.780,25	15.780,25

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.7	<p>ud Análisis de RAMS</p> <p>Análisis de RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, and Safety) en el proyecto.</p> <p>El análisis de RAMS es una metodología que aborda la confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad del sistema a lo largo de su ciclo de vida.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Legislación y marco normativo: Investigar y analizar la legislación y el marco normativo aplicable al proyecto. Esto incluye regulaciones y estándares específicos relacionados con la confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad del sistema. 2. Análisis del ciclo de vida del sistema: Evaluar todas las etapas del ciclo de vida del sistema, desde el diseño y desarrollo hasta la operación, mantenimiento y desmantelamiento, identificando los aspectos de RAMS en cada fase. 3. Plan de disponibilidad: Desarrollar un plan detallado para asegurar la disponibilidad del sistema, estableciendo objetivos y metas para la cantidad de tiempo que el sistema estará en funcionamiento y listo para su uso. 4. Implementación de RAMS en el proyecto: Integrar los conceptos de RAMS en todas las actividades del proyecto, asegurando que se tomen en cuenta los aspectos de confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad desde el diseño inicial hasta la implementación final. 5. Cálculos de RAMS: Realizar cálculos y análisis cuantitativos para evaluar la confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad del sistema. Estos cálculos deben incluir el cálculo de índices de confiabilidad, tiempos medios entre fallas, tiempos medios de reparación, entre otros. 6. Evaluación de riesgos de seguridad: Identificar y evaluar los riesgos de seguridad asociados al sistema y proponer medidas para mitigarlos y garantizar la seguridad de las operaciones. 7. Seguimiento y monitoreo: Establecer un sistema de seguimiento y monitoreo para evaluar continuamente el rendimiento de RAMS del sistema y realizar ajustes según sea necesario. 8. Documentación y reporte: Elaborar informes detallados que contengan los resultados del análisis de RAMS, las medidas propuestas y los cálculos realizados para presentarlos a las partes interesadas y cumplir con los requisitos normativos. 9. Actualización constante: Mantener actualizado el análisis de RAMS a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los cambios en el proyecto, las leyes y normativas aplicables, y las lecciones aprendidas durante la operación del sistema. 	1,00	15.780,25	15.780,25

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.8	<p>ud Diseño de Ciberseguridad</p> <p>Ingeniería de diseño de medidas preventivas y correctivas para fortalecer la seguridad de la información y garantizar la continuidad operacional del proyecto frente a posibles amenazas cibernéticas.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de riesgos cibernéticos: Identificar y evaluar los riesgos cibernéticos que podrían afectar la seguridad de la información y la continuidad operacional del proyecto. 2. Diseño de medidas preventivas: Desarrollar un conjunto de medidas preventivas para mitigar los riesgos identificados. Estas medidas pueden incluir la implementación de firewalls, sistemas de detección de intrusos, cifrado de datos, autenticación de usuarios, entre otras. 3. Diseño de medidas correctivas: Definir un plan de acción para abordar las posibles brechas de seguridad y responder ante incidentes de ciberseguridad que puedan surgir. 4. Plan de seguridad y vulnerabilidad: Establecer un plan de seguridad que incluya la descripción detallada de las medidas preventivas y correctivas, las políticas de seguridad, las normativas y los procedimientos a seguir. 5. Implementación de medidas de seguridad: Realizar la implementación efectiva de las medidas de seguridad definidas en el plan, asegurando que todos los sistemas y equipos involucrados cumplan con los estándares de ciberseguridad establecidos. 6. Monitoreo continuo: Establecer un sistema de monitoreo continuo para detectar y responder rápidamente a posibles amenazas y ataques cibernéticos. 7. Auditorías de seguridad: Realizar auditorías periódicas para evaluar la efectividad de las medidas de ciberseguridad implementadas y asegurarse de que se cumplan los estándares de seguridad establecidos. 8. Actualización constante: Mantener actualizado el diseño de ciberseguridad a medida que surjan nuevas amenazas y tecnologías, asegurando la adaptación a los cambios del entorno de ciberseguridad. 9. Documentación y reporte: Elaborar informes detallados que contengan el diseño de ciberseguridad, el plan de seguridad y vulnerabilidad, y los resultados de las auditorías de seguridad, para presentarlos a las partes interesadas y cumplir con los requisitos normativos. 	1,00	15.780,25	15.780,25

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.9	<p>ud Diseño plan de pruebas global</p> <p>Diseño detallado del plan de implantación y pruebas, con una descripción técnica del procedimiento para asegurar el correcto despliegue y funcionamiento del sistema.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Despliegue en entorno pre-producción: Planificar y ejecutar el despliegue del sistema en un entorno pre-producción para realizar pruebas iniciales y validar su funcionamiento en un ambiente controlado. 2. Pruebas unitarias de comunicaciones: Realizar pruebas detalladas para verificar la comunicación entre los diferentes componentes del sistema, asegurando que la transmisión de datos y la integración entre ellos sean correctas. 3. Pruebas unitarias de taxonomías: Verificar las taxonomías definidas para organizar y clasificar los datos, asegurando su correcta implementación y funcionalidad. 4. Pruebas integradas por estación: Realizar pruebas exhaustivas para validar la interacción y comunicación entre las estaciones y los sistemas centrales, garantizando la integridad y coherencia de los datos en todo el sistema. 5. Despliegue sobre entorno producción: Llevar a cabo el despliegue del sistema en el entorno de producción una vez finalizadas las pruebas en el entorno pre-producción y se hayan corregido las posibles fallas y errores. 6. Pruebas integradas con usuarios: Involver a los usuarios clave para realizar pruebas integradas en un entorno de prueba realista, asegurando que el sistema cumpla con los requisitos y expectativas del usuario final. 7. Soporte a usuarios en puesta en marcha y producción: Brindar asistencia y soporte a los usuarios durante la puesta en marcha y producción del sistema, asegurando una transición sin problemas y un funcionamiento óptimo. 8. Documentación del plan de pruebas: Elaborar una documentación detallada del plan de pruebas global, incluyendo la descripción técnica de cada tipo de prueba, los criterios de aceptación y los procedimientos a seguir. 9. Ejecución de pruebas: Implementar y ejecutar el plan de pruebas de acuerdo con la metodología definida, asegurando una cobertura adecuada y un registro detallado de los resultados. 10. Reporte de resultados: Elaborar informes con los resultados de las pruebas, incluyendo las incidencias encontradas y las acciones correctivas implementadas, para informar a las partes interesadas y garantizar la transparencia del proceso. 			
		1,00	15.780,25	15.780,25

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.10	<p>ud Diseño plan de trabajo para despliegue</p> <p>Diseñar el plan de trabajo detallado necesario para llevar a cabo el proyecto de despliegue. El plan de trabajo incluirá la definición de los objetivos, los procesos y los tiempos de entrega para cada tarea involucrada en el despliegue del sistema.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Definición de objetivos: Establecer de manera clara y precisa los objetivos del proyecto de despliegue. Estos objetivos deben ser medibles y alineados con los resultados esperados. 2. Identificación de tareas: Identificar todas las tareas necesarias para llevar a cabo el despliegue del sistema. Cada tarea debe ser desglosada en actividades específicas para facilitar su ejecución. 3. Secuenciación de tareas: Establecer el orden y la secuencia en que se deben realizar las tareas, asegurando que existan dependencias lógicas entre ellas. 4. Asignación de recursos: Determinar los recursos necesarios para cada tarea, incluyendo personal, equipos, herramientas y materiales. 5. Estimación de tiempos de entrega: Estimar el tiempo requerido para completar cada tarea, considerando factores como la complejidad de la actividad, la disponibilidad de recursos y los posibles riesgos. 6. Definición de hitos: Establecer hitos o puntos de referencia clave en el cronograma, que indicarán el progreso y el cumplimiento de objetivos importantes. 8. Coordinación y comunicación: Establecer mecanismos efectivos de coordinación y comunicación entre los miembros del equipo y las partes interesadas para garantizar una ejecución eficiente del plan. 9. Aprobación y validación: Obtener la aprobación y validación del plan de trabajo por parte de las partes interesadas antes de su implementación. 10. Seguimiento y ajuste: Realizar un seguimiento constante del progreso del plan de trabajo, identificando posibles desviaciones y ajustando el plan según sea necesario para mantener el cumplimiento de los plazos y objetivos. 	1,00	14.210,47	14.210,47

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.21	<p>ud Diseño de plataforma para gemelo digital y asistente virtual IA</p> <p>Diseñar una plataforma de procesado que permita la creación e implementación de un gemelo digital y un asistente virtual con inteligencia artificial (IA).</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de requisitos: Identificar y comprender los requisitos y funcionalidades necesarios para el gemelo digital y el asistente virtual, considerando las necesidades específicas del proyecto. 2. Selección de tecnologías: Evaluar y seleccionar las tecnologías más adecuadas para el desarrollo del gemelo digital y el asistente virtual, teniendo en cuenta la compatibilidad y la escalabilidad de la plataforma. 3. Diseño de arquitectura: Definir la arquitectura de la plataforma, incluyendo la infraestructura, las bases de datos, los servicios web, y los módulos de procesamiento de datos y de IA. 4. Integración de datos: Diseñar la integración de datos desde diversas fuentes para alimentar el gemelo digital y enriquecer la base de conocimientos del asistente virtual. 5. Desarrollo de modelos de IA: Crear modelos de IA para el asistente virtual, permitiéndole realizar tareas de análisis y toma de decisiones. 6. Implementación del gemelo digital: Desarrollar y configurar el gemelo digital, asegurando que refleje de manera precisa y en tiempo real el comportamiento del sistema físico. 7. Interfaz de usuario: Diseñar una interfaz de usuario amigable para interactuar con el gemelo digital y el asistente virtual, facilitando su uso y comprensión. 8. Pruebas y validación: Realizar pruebas exhaustivas para validar el funcionamiento del gemelo digital y el asistente virtual, garantizando su precisión y eficacia. 9. Seguridad y privacidad: Implementar medidas de seguridad y privacidad para proteger los datos y la información del gemelo digital y el asistente virtual. 10. Documentación y formación: Elaborar una documentación detallada de la plataforma y proporcionar formación al personal para su correcto uso y mantenimiento. 	1,00	46.563,00	46.563,00

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.11	<p>ud Documentación: guía de diseños, especificaciones técnicas, arquitecturas y pruebas</p> <p>Recopilación, correlación y guía de todos los diseños previamente descritos en el proyecto, incluyendo guías de diseño, planos, especificaciones técnicas, arquitecturas, pruebas y cualquier otro documento o herramienta necesaria para llevarlos a cabo.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recopilación de diseños previos: Reunir todos los diseños previamente elaborados, como el diseño funcional, el diseño de arquitectura, el diseño de ciberseguridad, el diseño de integración con COMMIT, el diseño de infraestructura TI, entre otros. 2. Correlación de diseños: Analizar y correlacionar los distintos diseños para garantizar que estén alineados entre sí y cumplan con los requisitos y objetivos del proyecto. 3. Guía de diseños: Elaborar una guía de diseños que describa los diferentes aspectos técnicos y funcionales de los diseños, proporcionando una visión general del proyecto y cómo se relacionan entre sí. 4. Especificaciones técnicas: Detallar las especificaciones técnicas de cada componente, sistema o módulo del proyecto, incluyendo características técnicas, funcionalidades y requisitos de rendimiento. 5. Planos y diagramas: Crear planos y diagramas técnicos que ilustren la arquitectura del sistema, la disposición de los equipos, las conexiones de red y otros aspectos relevantes. 6. Documentación de pruebas: Describir los procedimientos y criterios de las pruebas realizadas en el proyecto, incluyendo los resultados obtenidos y las acciones correctivas implementadas. 7. Informes técnicos: Elaborar informes técnicos detallados que documenten el diseño, la implementación y las pruebas realizadas en cada fase del proyecto. 8. Herramientas y plantillas: Proporcionar herramientas y plantillas para facilitar la documentación y el seguimiento de los diferentes aspectos del proyecto. 9. Validación de la documentación: Realizar una revisión y validación exhaustiva de la documentación para asegurar su precisión, coherencia y completitud. 10. Entrega y almacenamiento: Entregar la documentación a las partes interesadas y garantizar su adecuado almacenamiento y respaldo para futuras referencias. 			
		1,00	14.210,47	14.210,47
	TOTAL 2.....			267.930,88

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3	PREPRODUCCIÓN Y PUEBAS SAT			
3.1	<p>Despliegue plataforma de preproducción (arquitectura)</p> <p>Realizar el despliegue del hardware necesario para la plataforma de preproducción del proyecto.</p> <p>El despliegue incluirá la adquisición, configuración e instalación de los equipos y materiales necesarios para la arquitectura de la plataforma.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de requisitos de hardware: Evaluar los requisitos de hardware necesarios para soportar las aplicaciones y funcionalidades de la plataforma de preproducción, teniendo en cuenta la capacidad de procesamiento, memoria, almacenamiento y conectividad requeridos. 2. Suministro de equipos y materiales: Suministro de los equipos y todos los materiales necesarios para la plataforma de preproducción, incluyendo servidores, sistemas de almacenamiento, unidades de red, dispositivos de comunicación, entre otros. 3. Configuración de hardware: Realizar la configuración de los equipos y dispositivos de acuerdo con las especificaciones técnicas y las necesidades del proyecto. 4. Instalación, montaje y puesta en marcha: Llevar a cabo la instalación, montaje físico y puesta en marcha de los equipos en el lugar designado para la plataforma de preproducción. 5. Pruebas de funcionamiento: Realizar pruebas de funcionamiento para asegurar que todos los equipos y dispositivos operen correctamente y estén interconectados adecuadamente. 6. Seguridad y protección: Implementar medidas de seguridad y protección física para resguardar los equipos y materiales de la plataforma de preproducción. 7. Documentación y etiquetado: Documentar detalladamente la configuración y disposición de los equipos y materiales, así como etiquetarlos de manera adecuada para facilitar su identificación. 8. Almacenamiento, transporte y logística: Coordinar y gestionar el almacenamiento, transporte y logística de los equipos y materiales desde el lugar de adquisición hasta el sitio de instalación. 9. Registro y garantía: Mantener un registro actualizado de todos los equipos y materiales desplegados, así como gestionar las garantías correspondientes para asegurar su buen funcionamiento a lo largo del tiempo. 			
		1,00	97.957,89	97.957,89

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.2	<p>Despliegue plataforma de preproducción (aplicaciones)</p> <p>Despliegue, instalación, configuración y preparación de la plataforma de preproducción con los elementos diseñados de las aplicaciones. Esto incluye todo el licenciamiento necesario y la instalación de entornos de preproducción para asegurar la correcta funcionalidad y compatibilidad de las aplicaciones antes de su implementación en el sistema SCADA.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Despliegue de aplicaciones: Realizar el despliegue de las aplicaciones desarrolladas y diseñadas previamente para la plataforma de preproducción. 2. Instalación y configuración de aplicaciones: Llevar a cabo la instalación y configuración de las aplicaciones en los servidores de virtualización de la plataforma de preproducción. 3. Pruebas de funcionamiento: Realizar pruebas exhaustivas para asegurar que las aplicaciones funcionen correctamente en el entorno de preproducción y cumplan con todas las funcionalidades requeridas. 4. Preparación de la plataforma: Asegurar que la plataforma de preproducción esté debidamente preparada y configurada para recibir las aplicaciones y permitir su funcionamiento óptimo. 5. Instalación de entornos de preproducción: Configurar entornos de preproducción separados para cada aplicación, asegurando que cada una de ellas funcione de manera independiente y sin interferencias. 6. Licenciamiento de aplicaciones: Gestionar todo el licenciamiento necesario para la implantación del nuevo sistema SCADA, asegurando que todas las funcionalidades requeridas estén cubiertas y cumpliendo con los términos y condiciones de los proveedores de software. 7. Seguridad y protección: Implementar medidas de seguridad y protección para resguardar las aplicaciones y los datos de la plataforma de preproducción. 8. Documentación y registro: Documentar detalladamente el proceso de despliegue, instalación y configuración de las aplicaciones, así como mantener un registro actualizado de las licencias utilizadas. 9. Validación y aceptación: Realizar una validación y aceptación final de la plataforma de preproducción con las aplicaciones instaladas, asegurando que todo esté listo para su posterior implementación en el sistema SCADA. 	1,00	34.544,99	34.544,99

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.3	<p>Integración equipamiento de estación para pruebas en CTE</p> <p>Instalación de elementos de preproducción en el Centro de Tecnologías de Estación (CTE) para realizar pruebas y validar el funcionamiento del equipamiento de estación antes de su implementación final.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Preparación del equipamiento: Asegurar que el equipamiento de estación esté debidamente preparado y configurado para ser instalado en el CTE. 2. Transporte y logística: Coordinar el transporte y logística del equipamiento desde su lugar de origen hasta el CTE, garantizando un traslado seguro y eficiente. 3. Instalación en el CTE: Realizar la instalación física del equipamiento en el CTE, asegurándose de que todos los componentes estén conectados adecuadamente. 4. Configuración y puesta en marcha: Configurar y poner en marcha el equipamiento de estación en el CTE, asegurando que funcione correctamente y esté listo para las pruebas. 5. Pruebas de funcionamiento: Realizar pruebas exhaustivas para validar el funcionamiento del equipamiento de estación en el CTE, asegurándose de que cumpla con las especificaciones y requisitos establecidos. 6. Pruebas de integración: Verificar la integración del equipamiento de estación con otros sistemas o componentes relevantes en el CTE, asegurando su interoperabilidad y compatibilidad. 7. Validación y aceptación: Realizar una validación y aceptación final del equipamiento de estación en el CTE, asegurando que esté listo para su implementación final en el proyecto. 8. Documentación y reporte: Documentar detalladamente todo el proceso de instalación, configuración y pruebas del equipamiento de estación en el CTE, así como elaborar informes con los resultados obtenidos. 	1,00	34.544,99	34.544,99

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.4	<p>Desarrollo y despliegue de la integración con equipos de estación e IHM</p> <p>Desarrollo y despliegue de la integración entre los elementos de estación e Interfaz Humano-Máquina (IHM).</p> <p>También incluye el desarrollo y despliegue de las taxonomías, estaciones completas, aplicaciones especiales y la configuración del equipamiento, actualización de Unidades Maestras, pasarelas y protocolos necesarios para asegurar la correcta funcionalidad del sistema.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo de integración: Desarrollar las interfaces y protocolos necesarios para permitir la comunicación e intercambio de información entre los equipos de estación e IHM, asegurando una integración sin problemas. 2. Despliegue de integración: Implementar la integración desarrollada en los equipos de estación y la IHM, asegurando su correcta configuración y funcionamiento. 3. Desarrollo de taxonomías: Diseñar y desarrollar las taxonomías necesarias para organizar y clasificar la información generada por los equipos de estación y la IHM. 4. Despliegue de taxonomías: Implementar las taxonomías en el sistema, asegurando su correcto funcionamiento y adecuada categorización de los datos. 5. Desarrollo de estaciones completas: Diseñar y desarrollar las estaciones completas, que incluyen todos los equipos y componentes necesarios para el funcionamiento de cada estación. 6. Despliegue de estaciones completas: Instalar y configurar las estaciones completas en su ubicación definitiva, asegurando que todos los componentes estén interconectados y funcionen adecuadamente. 7. Desarrollo de aplicaciones especiales: Crear aplicaciones especiales que brinden funcionalidades específicas requeridas para el proyecto. 8. Despliegue de aplicaciones especiales: Implementar y configurar las aplicaciones especiales en los equipos de estación e IHM, asegurando su correcto funcionamiento y cumplimiento de los requisitos. 9. Desarrollo de HMI de contingencia: Diseñar y desarrollar interfaces de contingencia que permitan la operación del sistema en situaciones de emergencia o fallo. 10. Configuración de equipamiento y actualización de Unidades Maestras: Configurar los equipos y dispositivos para asegurar su compatibilidad con el sistema y realizar las actualizaciones necesarias (pasarelas incluidas) en las Unidades Maestras para asegurar su funcionamiento óptimo. 	1,00	34.544,99	34.544,99

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.5	<p>Desarrollo y despliegue de la integración con COMMIT</p> <p>Desarrollo y despliegue de la integración con COMMIT, incluyendo la configuración de equipamiento y pasarelas, el desarrollo y despliegue de taxonomías, aplicaciones especiales, y las modificaciones necesarias para implementar MQTT/Impact.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo de interfaces con COMMIT: Diseñar y desarrollar los interfaces necesarios para permitir la comunicación e intercambio de datos con el sistema COMMIT. 2. Despliegue de interfaces con COMMIT: Implementar y configurar los interfaces desarrollados en los equipos del sistema para garantizar una correcta integración con COMMIT. 3. Configuración de equipamiento: Configurar los equipos y dispositivos para asegurar su compatibilidad con el sistema COMMIT y garantizar la comunicación sin problemas. 4. Configuración de pasarelas y protocolos: Establecer las pasarelas y protocolos de comunicación necesarios para conectar el sistema con COMMIT de manera eficiente y segura. 5. Desarrollo de taxonomías: Diseñar y desarrollar las taxonomías necesarias para organizar y clasificar la información que será intercambiada con COMMIT. 6. Despliegue de taxonomías: Implementar las taxonomías en el sistema, asegurando su correcta configuración y adecuada categorización de los datos. 7. Desarrollo de aplicaciones especiales: Crear aplicaciones especiales que brinden funcionalidades específicas requeridas para la integración con COMMIT. 8. Despliegue de aplicaciones especiales: Implementar y configurar las aplicaciones especiales en los equipos del sistema, asegurando su correcto funcionamiento y cumplimiento de los requisitos. 9. Modificaciones para MQTT/Impact: Realizar las modificaciones necesarias en el sistema para implementar el protocolo MQTT/Impact y asegurar la correcta transmisión de datos. 10. Integración con capas de recolección de datos y pantallas de consulta: Desarrollar e implementar la integración con Netcool Object Server y WebSpace, asegurando que el acceso a la información final del equipo se realice desde una única pantalla durante la convivencia del nuevo SCADA e iFIX. 11. Integración con GIV y actualización de información en historian e interfaces: Desarrollar la integración con GIV, actualizar la información en el historian e interfaces para los equipos migrados y las posteriores programaciones generadas por GIV. 12. Procedimiento de exportación de datos a Cloudera: Mantener la funcionalidad del nuevo SCADA para exportar datos a Cloudera, asegurando que los datos de los equipos migrados sean escritos en la misma tabla. 			
		1,00	35.798,56	35.798,56

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.6	<p>Desarrollo y despliegue de medidas de Ciberseguridad</p> <p>Desarrollo y despliegue de medidas de ciberseguridad en el entorno de preproducción del proyecto. Las medidas de ciberseguridad se implementarán para proteger el sistema y los datos contra posibles amenazas y asegurar la continuidad operacional del proyecto.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación de riesgos: Realizar una evaluación exhaustiva de los riesgos y vulnerabilidades presentes en el entorno de preproducción, identificando las posibles amenazas y puntos débiles. 2. Diseño del plan de ciberseguridad: Diseñar un plan de ciberseguridad que contemple las medidas y controles necesarios para mitigar los riesgos identificados y proteger el entorno de preproducción. 3. Implementación de cortafuegos y sistemas de detección: Configurar e implementar cortafuegos y sistemas de detección de intrusiones para proteger la red y los sistemas de posibles accesos no autorizados. 4. Configuración de políticas de seguridad: Establecer políticas de seguridad adecuadas para el entorno de preproducción, incluyendo el control de accesos, contraseñas seguras y permisos de usuarios. 5. Encriptación de datos: Implementar la encriptación de datos sensibles almacenados y transmitidos en el entorno de preproducción para garantizar su confidencialidad e integridad. 6. Actualización de software: Realizar la actualización de todos los software y sistemas en el entorno de preproducción con las últimas versiones y parches de seguridad. 7. Monitorización y auditoría: Establecer sistemas de monitorización y auditoría para detectar y responder ante posibles incidentes de seguridad en tiempo real. 8. Backup y recuperación de datos: Implementar soluciones de backup y recuperación de datos para asegurar la disponibilidad y continuidad operacional del entorno de preproducción. 9. Pruebas de seguridad: Realizar pruebas de seguridad controladas para evaluar la resistencia del entorno de preproducción ante posibles ataques y validar la efectividad de las medidas de ciberseguridad implementadas. 	1,00	34.544,99	34.544,99

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.7	<p>Desarrollo y despliegue IHM y ergonomía</p> <p>Desarrollo y despliegue de la Interfaz Humano-Máquina (IHM) y el diseño ergonómico en el entorno de preproducción del proyecto.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño de la IHM: Diseñar la interfaz gráfica de usuario que permita una interacción intuitiva y eficiente con el sistema, teniendo en cuenta las necesidades y requerimientos de los operadores. 2. Implementación de la IHM: Implementar el diseño de la IHM en el entorno de preproducción, asegurando su correcta funcionalidad y usabilidad. 3. Ergonomía de la IHM: Aplicar principios de ergonomía en el diseño de la IHM para optimizar la experiencia del usuario, minimizar la fatiga y reducir la posibilidad de errores. 4. Pruebas de usabilidad: Realizar pruebas de usabilidad con los operadores para evaluar la eficacia y eficiencia de la IHM en el entorno de preproducción. 5. Ajustes y mejoras: Realizar ajustes y mejoras en la IHM según los comentarios y sugerencias obtenidas durante las pruebas de usabilidad. 6. Validación y aceptación: Validar y aceptar la IHM implementada en el entorno de preproducción, asegurando que cumple con los requisitos y estándares establecidos. 7. Documentación de la IHM: Documentar detalladamente el diseño y la implementación de la IHM, proporcionando guías de uso y referencias para los operadores. 8. Capacitación del personal: Brindar capacitación al personal que operará la IHM en el entorno de preproducción, asegurando su correcto uso y aprovechamiento de las funcionalidades. 9. Seguridad y protección: Implementar medidas de seguridad y protección en la IHM para resguardar la información y prevenir accesos no autorizados. 10. Integración con otros sistemas: Integrar la IHM con otros sistemas relevantes en el entorno de preproducción, asegurando una comunicación fluida y eficiente. 	1,00	34.544,99	34.544,99

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.8	<p>Pruebas de la plataforma de preproducción (arquitectura)</p> <p>Pruebas en el entorno de preproducción de los elementos de la arquitectura definida para la solución.</p> <p>Se debe verificar el correcto funcionamiento de la arquitectura y asegurar su adecuado despliegue en el entorno de producción.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño de pruebas: Diseñar un conjunto de pruebas que cubran todos los aspectos relevantes de la arquitectura definida para la solución, incluyendo las pruebas unitarias de comunicaciones. 2. Pruebas unitarias de comunicaciones: Realizar pruebas específicas para verificar la comunicación y conectividad entre los diferentes componentes y módulos de la arquitectura. 3. Pruebas de interoperabilidad: Verificar la interoperabilidad de los distintos sistemas y componentes que conforman la arquitectura, asegurando su correcta integración. 4. Pruebas de rendimiento: Evaluar el rendimiento de la arquitectura en términos de velocidad, capacidad de respuesta y estabilidad bajo diferentes cargas y condiciones. 5. Pruebas de seguridad: Verificar la seguridad de la arquitectura, identificando posibles vulnerabilidades y asegurando que se cumplan los requisitos de protección de datos. 6. Pruebas de disponibilidad y continuidad: Evaluar la disponibilidad y continuidad operacional de la arquitectura, asegurando que sea capaz de mantener un funcionamiento ininterrumpido en caso de fallos o incidentes. 7. Pruebas de escalabilidad: Verificar la escalabilidad de la arquitectura, asegurando que pueda adaptarse y soportar crecimientos futuros en la carga de trabajo. 8. Pruebas de actualización y despliegue: Evaluar el proceso de actualización y despliegue de la arquitectura, asegurando que los cambios y mejoras puedan ser implementados de manera efectiva. 9. Registro y documentación de resultados: Documentar detalladamente los resultados de las pruebas, incluyendo los hallazgos, correcciones realizadas y observaciones relevantes. 10. Validación y aceptación: Validar y aceptar los resultados de las pruebas de la plataforma de preproducción, asegurando que la arquitectura esté lista para su implementación final en el entorno de producción. 	1,00	33.831,58	33.831,58

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.9	<p>Pruebas de la plataforma de preproducción (aplicaciones)</p> <p>Pruebas en el entorno de preproducción de las aplicaciones implementadas en el proyecto.</p> <p>Se debe verificar el correcto funcionamiento de las aplicaciones y asegurar su adecuada operatividad antes de ser implementadas en el entorno de producción.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño de pruebas: Diseñar un conjunto de pruebas que cubran todas las funcionalidades y casos de uso relevantes de las aplicaciones implementadas. 2. Pruebas de funcionalidad: Verificar que las aplicaciones cumplen con todas las funcionalidades y requerimientos especificados en su diseño y desarrollo. 3. Pruebas de rendimiento: Evaluar el rendimiento de las aplicaciones en términos de velocidad, capacidad de respuesta y estabilidad bajo diferentes cargas y condiciones. 4. Pruebas de usabilidad: Realizar pruebas de usabilidad con los usuarios del sistema para evaluar la facilidad de uso y la experiencia del usuario con las aplicaciones. 5. Pruebas de seguridad: Verificar la seguridad de las aplicaciones, identificando posibles vulnerabilidades y asegurando que se cumplan los requisitos de protección de datos. 6. Pruebas de integración: Verificar la correcta integración de las aplicaciones con otros sistemas o componentes relevantes en el entorno de preproducción. 7. Pruebas de interoperabilidad: Evaluar la interoperabilidad de las aplicaciones con otros sistemas o plataformas con las que deban interactuar. 8. Pruebas de escalabilidad: Verificar la escalabilidad de las aplicaciones, asegurando que puedan adaptarse y soportar crecimientos futuros en la carga de trabajo. 9. Registro y documentación de resultados: Documentar detalladamente los resultados de las pruebas, incluyendo los hallazgos, correcciones realizadas y observaciones relevantes. 10. Validación y aceptación: Validar y aceptar los resultados de las pruebas de la plataforma de preproducción de las aplicaciones, asegurando que estén listas para su implementación final en el entorno de producción. 	1,00	33.831,58	33.831,58

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.10	<p>Pruebas de la integración con equipos de estación e IHM</p> <p>Desarrollo de pruebas sobre la integración entre los equipos de estación e Interfaz Humano-Máquina (IHM). Las pruebas tienen como propósito verificar la correcta comunicación y funcionamiento conjunto de estos elementos en el entorno de preproducción.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pruebas unitarias de comunicaciones: Realizar pruebas específicas para verificar la comunicación y conectividad entre los equipos de estación e IHM, asegurando que puedan intercambiar información de manera efectiva. 2. Pruebas unitarias de taxonomías: Verificar que las taxonomías implementadas se ajusten adecuadamente a la organización y clasificación de los datos, asegurando su correcto funcionamiento. 3. Pruebas integradas por estación: Realizar pruebas que evalúen la integración de los equipos de estación y la IHM en cada una de las estaciones, asegurando su sincronización y funcionamiento global. 4. Pruebas integradas con usuarios: Evaluar la integración de los equipos de estación e IHM con la interacción de los usuarios, verificando la usabilidad y experiencia del usuario en el entorno de preproducción. 5. Pruebas de interoperabilidad: Verificar la interoperabilidad de los equipos de estación e IHM con otros sistemas o componentes relevantes en el entorno de preproducción. 6. Pruebas de rendimiento: Evaluar el rendimiento de la integración entre los equipos de estación e IHM, asegurando su velocidad y capacidad de respuesta bajo diferentes cargas y condiciones. 7. Pruebas de seguridad: Verificar la seguridad de la integración, identificando posibles vulnerabilidades y asegurando que se cumplan los requisitos de protección de datos. 8. Pruebas de escalabilidad: Verificar la escalabilidad de la integración, asegurando que pueda adaptarse y soportar crecimientos futuros en la carga de trabajo. 9. Registro y documentación de resultados: Documentar detalladamente los resultados de las pruebas, incluyendo los hallazgos, correcciones realizadas y observaciones relevantes. 10. Validación y aceptación: Validar y aceptar los resultados de las pruebas de la integración con equipos de estación e IHM, asegurando que estén listos para su implementación final en el entorno de producción. 			
		1,00	33.831,58	33.831,58

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.11	<p>Pruebas de la integración con COMMIT</p> <p>Pruebas sobre la integración con COMMIT en el entorno de preproducción.</p> <p>Se debe verificar la correcta comunicación y funcionamiento conjunto del nuevo sistema SCADA con COMMIT y validar la integración de pantallas WebSpace, historian e interfaces, así como la exportación de datos a Cloudera.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pruebas unitarias de comunicaciones: Realizar pruebas específicas para verificar la comunicación y conectividad entre el nuevo sistema SCADA y COMMIT, asegurando que puedan intercambiar información de manera efectiva con todas las capas de tratamiento de datos y de gestión de incidencias. 2. Pruebas unitarias de taxonomías: Verificar que las taxonomías implementadas en el nuevo sistema SCADA se ajusten adecuadamente a la organización y clasificación de los datos de COMMIT, asegurando su correcto funcionamiento. 3. Pruebas integradas por estación: Realizar pruebas que evalúen la integración del nuevo sistema SCADA con los equipos de estación, asegurando su sincronización y funcionamiento global en cada una de las estaciones. 4. Pruebas integradas con usuarios: Evaluar la integración del nuevo sistema SCADA con la interacción de los usuarios, verificando la usabilidad y experiencia del usuario en el entorno de preproducción. 5. Pruebas de integración en pantallas WebSpace: Verificar la integración de las pantallas del nuevo sistema SCADA con WebSpace, asegurando que la información se muestre correctamente y sea accesible desde una única pantalla. 6. Pruebas de integración con Historiam e interfaces: Evaluar la integración del nuevo sistema SCADA con historian e interfaces, asegurando la correcta captura y almacenamiento de datos históricos y su interacción con otros sistemas. 7. Pruebas de exportación de datos a Cloudera: Verificar que el nuevo sistema SCADA mantenga su funcionalidad de exportación de datos a Cloudera y que los datos de los equipos migrados sean escritos en la misma tabla. 8. Pruebas de rendimiento: Evaluar el rendimiento de la integración con COMMIT, asegurando su velocidad y capacidad de respuesta bajo diferentes cargas y condiciones. 9. Pruebas de seguridad: Verificar la seguridad de la integración, identificando posibles vulnerabilidades y asegurando que se cumplan los requisitos de protección de datos. 10. Registro y documentación de resultados: Documentar detalladamente los resultados de las pruebas, incluyendo los hallazgos, correcciones realizadas y observaciones relevantes. 11. Validación y aceptación: Validar y aceptar los resultados de las pruebas de la integración con COMMIT, asegurando que estén listos para su implementación final en el entorno de producción. 	1,00	41.071,64	41.071,64

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.12	<p>Pruebas sobre medidas de Ciberseguridad</p> <p>Pruebas sobre las medidas implementadas para la ciberseguridad en la plataforma de preproducción.</p> <p>Se debe verificar la efectividad de las medidas de ciberseguridad implementadas y asegurar que la plataforma esté protegida contra posibles amenazas y ataques cibernéticos.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pruebas de vulnerabilidades: Realizar pruebas específicas para identificar posibles vulnerabilidades en la plataforma de preproducción, como brechas de seguridad o configuraciones incorrectas. 2. Pruebas de evaluación controladas: Realizar pruebas de evaluación controladas para simular ataques cibernéticos y evaluar la capacidad de la plataforma para resistir y responder a dichos ataques. 3. Pruebas de detección de intrusiones: Verificar la efectividad de los sistemas de detección de intrusiones implementados, asegurando que puedan identificar y alertar sobre posibles intentos de acceso no autorizado. 4. Pruebas de autenticación y acceso: Evaluar la seguridad de los mecanismos de autenticación y acceso a la plataforma, asegurando que solo usuarios autorizados puedan acceder a los recursos. 5. Pruebas de cifrado de datos: Verificar la correcta implementación del cifrado de datos sensibles almacenados y transmitidos en la plataforma, asegurando su confidencialidad e integridad. 6. Pruebas de políticas de seguridad: Evaluar el cumplimiento de las políticas de seguridad establecidas para la plataforma, como políticas de contraseñas, control de accesos y permisos de usuarios. 7. Pruebas de seguridad de red: Verificar la seguridad de la red en la que se encuentra la plataforma, asegurando que esté protegida contra ataques como el acceso no autorizado o el robo de datos. 8. Pruebas de actualizaciones y parches: Evaluar la capacidad de la plataforma para aplicar de manera efectiva las actualizaciones y parches de seguridad necesarios. 9. Registro y documentación de resultados: Documentar detalladamente los resultados de las pruebas, incluyendo los hallazgos, correcciones realizadas y observaciones relevantes. 10. Validación y aceptación: Validar y aceptar los resultados de las pruebas sobre medidas de ciberseguridad, asegurando que la plataforma esté protegida adecuadamente antes de su implementación final en el entorno de producción. 	1,00	33.831,58	33.831,58

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.13	<p>Pruebas sobre IHM y ergonomía</p> <p>Pruebas sobre la Interfaz Hombre-Máquina (IHM) y la ergonomía implementadas en la plataforma de preproducción.</p> <p>Se debe verificar la eficacia y usabilidad de la IHM, así como la adecuación del diseño ergonómico para optimizar la experiencia del usuario.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pruebas de funcionalidad de la IHM: Verificar que la IHM cumpla con todas las funcionalidades especificadas en su diseño y que permita a los usuarios interactuar de manera efectiva con la plataforma. 2. Pruebas de usabilidad: Evaluar la facilidad de uso de la IHM y su capacidad para satisfacer las necesidades de los usuarios, identificando posibles áreas de mejora en términos de navegación, accesibilidad y claridad de la información. 3. Pruebas de diseño ergonómico: Evaluar la adecuación del diseño ergonómico de la IHM para minimizar la fatiga y el estrés del usuario durante su interacción con la plataforma. 4. Pruebas de accesibilidad: Verificar que la IHM sea accesible para todos los usuarios, incluyendo aquellos con discapacidades visuales, auditivas o motoras. 5. Pruebas de respuesta y tiempos de carga: Evaluar el tiempo de respuesta de la IHM y los tiempos de carga de las diferentes pantallas, asegurando que la plataforma sea ágil y rápida en su operación. 6. Pruebas de consistencia y estandarización: Verificar que la IHM siga patrones de consistencia y estandarización en su diseño, facilitando la familiaridad y comprensión por parte de los usuarios. 7. Pruebas de retroalimentación: Evaluar la retroalimentación proporcionada por la IHM al usuario, asegurando que las acciones del usuario sean comprendidas y confirmadas adecuadamente. 8. Pruebas con usuarios reales: Realizar pruebas con usuarios reales en el entorno de preproducción para obtener retroalimentación directa y observar su experiencia de uso. 9. Registro y documentación de resultados: Documentar detalladamente los resultados de las pruebas, incluyendo los hallazgos, correcciones realizadas y observaciones relevantes. 10. Validación y aceptación: Validar y aceptar los resultados de las pruebas sobre IHM y ergonomía, asegurando que la plataforma esté optimizada para la experiencia del usuario antes de su implementación final en el entorno de producción. 	1,00	33.831,58	33.831,58

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.14	<p>Documentación: revisión de diseños, desarrollos, guías de despliegue y pruebas</p> <p>Recopilación, correlación y guía de todos los desarrollos y pruebas anteriormente descritos, así como de los demás documentos o herramientas necesarios para llevar a cabo la correspondiente fase.</p> <p>Además, se realizarán revisiones de diseños, desarrollos, guías de despliegue y pruebas para asegurar la calidad y correcta implementación de cada aspecto del proyecto.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recopilación de documentos: Recolectar todos los documentos generados durante el desarrollo del proyecto, incluyendo los diseños, especificaciones técnicas, planos, guías de despliegue, resultados de pruebas y cualquier otro material relevante. 2. Correlación y organización: Organizar la documentación de manera lógica y coherente para facilitar su consulta y acceso por parte del equipo de proyecto y otros interesados. 3. Revisión de diseños y desarrollos: Realizar una revisión exhaustiva de los diseños y desarrollos implementados en el proyecto, asegurando que cumplan con los requisitos y estándares establecidos. 4. Revisión de guías de despliegue y pruebas: Verificar la precisión y completitud de las guías de despliegue y pruebas, asegurando que proporcionen instrucciones claras y detalladas para la implementación y evaluación de la solución. 5. Verificación de cumplimiento normativo: Asegurar que todos los documentos y desarrollos cumplan con la normativa y regulaciones aplicables. 6. Registro y documentación de hallazgos: Documentar los hallazgos de las revisiones realizadas y registrar las correcciones o mejoras necesarias. 7. Validación y aceptación: Validar y aceptar la documentación y revisiones, asegurando que estén listas para ser entregadas a los responsables de cada fase del proyecto. 8. Archivo y distribución: Archivar y distribuir la documentación de manera adecuada para su uso posterior y acceso por parte del equipo y otros involucrados en el proyecto. 9. Actualización de la documentación: Asegurar que la documentación se mantenga actualizada durante todo el ciclo de vida del proyecto, reflejando los cambios y mejoras realizadas. 10. Gestión de versiones: Gestionar las versiones de los documentos para mantener un seguimiento claro de las actualizaciones y cambios realizados. 			
		1,00	12.860,71	12.860,71
	TOTAL 3.....			529.571,65

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
4	ENTORNO DE FORMACIÓN			
4.1	<p>Integración del equipamiento instalado en el aula de estaciones</p> <p>Integración de los equipos necesarios en el aula de formación de Canillejas, garantizando que el entorno de formación disponga de la capacidad suficiente para impartir las sesiones en grupos de al menos 12 personas.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación de equipos necesarios: Identificar los equipos y dispositivos requeridos para llevar a cabo la formación en el aula de estaciones, asegurando que se disponga de todo el equipamiento necesario. 2. Adquisición de equipos: Realizar la adquisición de los equipos necesarios, asegurando que cumplan con los requisitos de rendimiento y funcionalidad para la formación. 3. Instalación y configuración: Instalar y configurar adecuadamente los equipos en el aula de formación, asegurando su correcto funcionamiento y conectividad. 4. Integración de sistemas: Integrar los equipos con los sistemas de formación y simulación, asegurando la interoperabilidad y la adecuada funcionalidad para las sesiones de formación. 5. Capacitación de instructores: Capacitar a los instructores en el uso y manejo del equipamiento y sistemas integrados, asegurando que estén preparados para impartir las sesiones de formación. 6. Verificación de capacidad: Verificar que haya suficiente recursos para todos los participantes. 7. Pruebas de funcionamiento: Realizar pruebas de funcionamiento para asegurar que todo el equipamiento y sistemas integrados estén operativos y listos para su uso en las sesiones de formación. 8. Documentación y guías: Preparar documentación y guías de referencia para el uso del equipamiento y sistemas integrados, facilitando la labor de los instructores y participantes en la formación. 9. Validación y aceptación: Validar y aceptar la integración del equipamiento en el aula de estaciones, asegurando que esté listo para ser utilizado en las sesiones de formación. 10. Soporte técnico: Brindar soporte técnico continuo para el mantenimiento y resolución de posibles incidencias durante el periodo de formación. 			
		1,00	13.599,55	13.599,55

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
4.2	<p>Plan de pruebas del entorno de formación</p> <p>Desarrollo del plan de pruebas para el equipo de formación, asegurando que el entorno de formación esté adecuadamente preparado y funcional para impartir las sesiones formativas de manera efectiva.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> Definición de objetivos de las pruebas: Establecer los objetivos claros y específicos que se pretenden alcanzar con las pruebas del entorno de formación. Identificación de casos de prueba: Identificar los casos de prueba necesarios para evaluar el rendimiento y funcionamiento del equipo de formación, teniendo en cuenta los diferentes escenarios que se presentarán durante las sesiones formativas. Diseño del plan de pruebas: Desarrollar el plan de pruebas detallado, que incluya la secuencia de ejecución, los recursos necesarios y los criterios de aceptación. Ejecución de las pruebas: Llevar a cabo la ejecución de las pruebas conforme al plan establecido, asegurando que se cumplan todos los casos de prueba previamente identificados. Registro y documentación de resultados: Documentar detalladamente los resultados de las pruebas, incluyendo los hallazgos, correcciones realizadas y observaciones relevantes. Validación y aceptación: Validar y aceptar los resultados del plan de pruebas, asegurando que el entorno de formación esté listo para ser utilizado en las sesiones formativas. Actualización del plan de pruebas: Actualizar el plan de pruebas en caso de ser necesario, para incluir nuevas funcionalidades o escenarios que surjan durante el desarrollo del proyecto. 	1,00	13.599,55	13.599,55

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
4.3	<p>Documentación</p> <p>Documentación del entorno de formación, incluyendo la elaboración de informes del despliegue del entorno y la recopilación de información relevante durante la fase de formación.</p> <p>El equipo encargado de la documentación del entorno de formación realizará las siguientes tareas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboración de informes del despliegue: Preparar informes detallados que describan todo el proceso de despliegue del entorno de formación, incluyendo la instalación y configuración de equipos, sistemas, y cualquier otro elemento necesario para su funcionamiento. 2. Registro de configuraciones: Registrar las configuraciones específicas del entorno de formación, incluyendo las versiones de software y hardware utilizadas, así como cualquier cambio realizado durante el proceso de despliegue. 3. Documentación de pruebas: Documentar los resultados de las pruebas realizadas sobre el equipo de formación, incluyendo el plan de pruebas, los casos de prueba, y los resultados obtenidos. 4. Recopilación de información relevante: Recopilar información relevante durante la fase de formación, como retroalimentación de los participantes, observaciones sobre el funcionamiento del equipo, y cualquier otra información que pueda ser útil para futuras mejoras. 5. Informes de incidencias y soluciones: Preparar informes sobre las incidencias que puedan surgir durante la fase de formación y las soluciones implementadas para resolverlas. 6. Guías y manuales de referencia: Elaborar guías y manuales de referencia para el uso y mantenimiento del entorno de formación, facilitando su manejo por parte de los instructores y usuarios. 7. Validación y aceptación: Validar y aceptar la documentación del entorno de formación, asegurando que esté completa y lista para su uso en futuras sesiones formativas. 8. Archivo y distribución: Archivar y distribuir la documentación de manera adecuada para su uso posterior y acceso por parte del equipo de formación y otros interesados. 9. Actualización de la documentación: Asegurar que la documentación se mantenga actualizada durante todo el ciclo de vida del proyecto, reflejando los cambios y mejoras realizadas. 			
		1,00	13.599,55	13.599,55
	TOTAL 4.....			40.798,65

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5	ENTORNO DE PRODUCCIÓN			
5.1	<p>ud Despliegue plataforma de producción (arquitectura)</p> <p>Despliegue del hardware necesario para el entorno de producción de cómputo, almacenamiento y virtualización, así como los equipos y licencias requeridos para la infraestructura de virtualización y HMI local.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Adquisición de hardware de cómputo: Realizar la adquisición de todos los equipos de cómputo y material adicional necesarios para el entorno de producción, asegurando que cumplan con los requisitos de rendimiento y capacidad establecidos. 2. Adquisición de hardware de almacenamiento: Adquirir el hardware de almacenamiento y material adicional necesario para el entorno de producción, garantizando que se disponga de suficiente capacidad de almacenamiento para los datos y aplicaciones. 3. Adquisición de hardware de virtualización: Realizar la adquisición de los equipos necesarios para la infraestructura de virtualización, incluyendo servidores y licencias de virtualización. 4. Adquisición de hardware y licencias de HMI local: Obtener los equipos de HMI local necesarios para la interacción con la plataforma de producción, así como las licencias de software correspondientes. 5. Instalación y configuración del hardware: Instalar y configurar adecuadamente el hardware en el entorno de producción, asegurando su correcto funcionamiento y conectividad. 6. Puesta en marcha y pruebas: Realizar la puesta en marcha del hardware y llevar a cabo pruebas para asegurar que todo el equipo esté operativo y funcionando de manera adecuada. 7. Registro y documentación de la instalación: Documentar detalladamente la instalación del hardware y las configuraciones realizadas, para contar con una guía de referencia para futuras acciones de mantenimiento o actualización. 8. Validación y aceptación: Validar y aceptar el despliegue de la plataforma de producción (arquitectura), asegurando que esté lista para su implementación y uso en el entorno de producción. 9. Almacenamiento, transporte y materiales: Asegurar que se cuente con el almacenamiento, transporte y materiales necesarios para la instalación y puesta en marcha del hardware, garantizando que se realice de manera segura y efectiva. <p>Garantía de Calidad de Equipos: Se establecerá un riguroso proceso de selección y evaluación de proveedores y fabricantes para adquirir equipos que cumplan con los más altos estándares de calidad.</p> <p>Se dará preferencia a marcas y proveedores reconocidos en la industria, con experiencia comprobada en suministrar soluciones tecnológicas a grandes corporaciones.</p> <p>Se exigirán certificaciones y garantías de calidad para asegurar que los equipos adquiridos posean un rendimiento, fiabilidad y durabilidad excepcionales, de manera acorde con las demandas y exigencias de un entorno de producción de alta complejidad.</p>			

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		1,00	97.957,89	97.957,89
5.2	<p>ud Despliegue plataforma de producción (aplicaciones)</p> <p>Despliegue e instalación de los elementos diseñados de las aplicaciones en la plataforma de producción, así como la instalación de los entornos de producción.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Despliegue e instalación de elementos de aplicaciones: Implementar los elementos diseñados de las aplicaciones en la plataforma de producción, asegurando su correcta instalación y configuración. 2. Instalación de entornos de producción: Establecer los entornos de producción necesarios para las aplicaciones, proporcionando un ambiente óptimo y seguro para su funcionamiento. 3. Licenciamiento del nuevo sistema SCADA: Adquirir las licencias necesarias para la implantación del nuevo sistema SCADA en los servidores de virtualización, garantizando que se cuente con todas las funcionalidades solicitadas en proyecto. 4. Licencias para recopilación, procesado, comunicaciones e historificación: Obtener todas las licencias necesarias para llevar a cabo las funciones de recopilación, procesado, comunicaciones e historificación de datos en la plataforma de producción. 5. Licencias de clientes de operación: Adquirir las licencias requeridas para los clientes de operación, asegurando que los usuarios puedan acceder y utilizar las aplicaciones de manera adecuada. 6. Validación de licencias: Verificar que todas las licencias adquiridas sean válidas y estén debidamente registradas para su uso en la plataforma de producción. 7. Registro y documentación de la instalación: Documentar detalladamente la instalación de los elementos de aplicaciones y las configuraciones realizadas, para contar con una guía de referencia para futuras acciones de mantenimiento o actualización. 8. Pruebas de funcionamiento: Realizar pruebas de funcionamiento para asegurar que todas las aplicaciones estén operativas y funcionen de manera adecuada en el entorno de producción. 9. Validación y aceptación: Validar y aceptar el despliegue de la plataforma de producción (aplicaciones), asegurando que esté lista para su uso en el entorno de producción. 			
		1,00	44.744,99	44.744,99

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.3	<p>ud Desarrollo y despliegue de la integración con equipos de estación e IHM</p> <p>Desarrollo y despliegue de la integración con los elementos de estación e IHM, asegurando su correcto funcionamiento y compatibilidad con el sistema SCADA.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo de integración con elementos de estación e IHM: Diseñar y desarrollar las interfaces y protocolos necesarios para la integración de los elementos electromecánicos de estación con el sistema SCADA. 2. Desarrollo y despliegue de taxonomías: Diseñar y desplegar las taxonomías necesarias para organizar y clasificar la información recopilada de los equipos de estación y asegurar su correcta visualización y análisis en el sistema SCADA. 3. Desarrollo y despliegue de estaciones completas: Implementar las configuraciones completas de las estaciones, incluyendo todos los equipos y dispositivos necesarios para su funcionamiento y la integración con el sistema SCADA. 4. Desarrollo y despliegue de aplicaciones especiales: Diseñar y desarrollar aplicaciones especiales que sean requeridas para satisfacer necesidades específicas del proyecto y asegurar un funcionamiento eficiente y óptimo del sistema SCADA. 5. Desarrollo y despliegue de HMI de contingencia: Implementar un HMI de contingencia que permita el acceso a la información del equipo en situaciones adversas o de emergencia, asegurando la continuidad operacional del sistema SCADA. 6. Configuración de equipamiento y actualización de Unidades Maestras: Configurar adecuadamente el equipamiento y actualizar las Unidades Maestras para garantizar su correcta comunicación con los elementos de estación y el sistema SCADA. 7. Configuración de pasarelas y protocolos: Establecer la configuración de las pasarelas de comunicación y los protocolos necesarios para la integración de los elementos de estación con el sistema SCADA. 8. Pruebas de funcionamiento: Realizar pruebas exhaustivas de funcionamiento para asegurar que la integración con los equipos de estación e IHM funcione de manera adecuada y cumpla con los requerimientos del proyecto. 9. Validación y aceptación: Validar y aceptar el desarrollo y despliegue de la integración con equipos de estación e IHM, asegurando que esté lista para su uso en el sistema SCADA. 	1,00	44.744,99	44.744,99

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.4	<p>ud Desarrollo y despliegue de la integración con COMMIT</p> <p>Desarrollo y despliegue de la integración con COMMIT, asegurando una transición fluida desde el SCADA actual de COMMIT al nuevo SCADA y garantizando la adecuada integración con las capas de recolección de datos y demás sistemas asociados.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo de la integración con COMMIT: Diseñar y desarrollar las interfaces y protocolos necesarios para la integración con COMMIT, asegurando el intercambio de datos y la compatibilidad entre ambos sistemas. 2. Despliegue de interfaces con COMMIT: Implementar y configurar los interfaces desarrollados en los equipos del sistema para garantizar una correcta integración con COMMIT. 3. Configuración de equipamiento y pasarelas: Realizar la configuración del equipamiento necesario para la integración con COMMIT, incluyendo la adecuada configuración de las pasarelas y protocolos de comunicación. 4. Desarrollo de taxonomías: Diseñar y desarrollar las taxonomías necesarias para organizar y clasificar la información que será intercambiada con COMMIT. 5. Despliegue de taxonomías: Implementar las taxonomías en el sistema, asegurando su correcta configuración y adecuada categorización de los datos. 6. Desarrollo de aplicaciones especiales: Crear aplicaciones especiales que brinden funcionalidades específicas requeridas para la integración con COMMIT. 7. Despliegue de aplicaciones especiales: Implementar y configurar las aplicaciones especiales en los equipos del sistema, asegurando su correcto funcionamiento y cumplimiento de los requisitos. 8. Adaptación a MQTT/Impact: Realizar las modificaciones necesarias para que la integración con COMMIT funcione bajo el protocolo MQTT/Impact, garantizando un intercambio de datos eficiente y seguro. En caso de no ser posible, se explorarán las alternativas posibles para garantizar el correcto y eficiente intercambio de datos. 9. Desarrollo de interfaces con capas de recolección y pantallas de consulta: Diseñar y desplegar interfaces que permitan la integración con Netcool Object Server y WebSpace, asegurando que el acceso a la información final del equipo se realice desde una única pantalla durante la convivencia del nuevo SCADA e iFIX. 10. Integración con GIV y actualización de información en historial e interfaces: Desarrollar la integración con GIV, actualizar la información en el historial e interfaces para los equipos migrados y las posteriores programaciones generadas por GIV. 11. Procedimiento de exportación de datos a Cloudera: Mantener la funcionalidad de exportación de datos a Cloudera desde el nuevo SCADA, asegurando que se escriban los mismos datos de los equipos migrados en la misma tabla para garantizar la consistencia y continuidad de la información. 12. Pruebas de funcionamiento e integración: Realizar pruebas exhaustivas para validar el funcionamiento de la integración con COMMIT y asegurar su correcta interacción con otras capas y sistemas asociados. 13. Validación y aceptación: Validar y aceptar el desarrollo y despliegue de la integración con COMMIT, asegurando que esté lista para su uso en el nuevo SCADA. 			

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.5	<p>ud Desarrollo y despliegue de medidas de Ciberseguridad</p> <p>Desarrollo y despliegue de medidas de ciberseguridad en el entorno de producción del proyecto.</p> <p>Las medidas de ciberseguridad se implementarán para proteger el sistema y los datos contra posibles amenazas y asegurar la continuidad operacional del proyecto.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación de riesgos: Realizar una evaluación exhaustiva de los riesgos y vulnerabilidades presentes en el entorno de preproducción, identificando las posibles amenazas y puntos débiles. 2. Diseño del plan de ciberseguridad: Diseñar un plan de ciberseguridad que contemple las medidas y controles necesarios para mitigar los riesgos identificados y proteger el entorno de preproducción. 3. Implementación de cortafuegos y sistemas de detección: Configurar e implementar cortafuegos y sistemas de detección de intrusiones para proteger la red y los sistemas de posibles accesos no autorizados. 4. Configuración de políticas de seguridad: Establecer políticas de seguridad adecuadas para el entorno de preproducción, incluyendo el control de accesos, contraseñas seguras y permisos de usuarios. 5. Encriptación de datos: Implementar la encriptación de datos sensibles almacenados y transmitidos en el entorno de preproducción para garantizar su confidencialidad e integridad. 6. Actualización de software: Realizar la actualización de todos los software y sistemas en el entorno de preproducción con las últimas versiones y parches de seguridad. 7. Monitorización y auditoría: Establecer sistemas de monitorización y auditoría para detectar y responder ante posibles incidentes de seguridad en tiempo real. 8. Backup y recuperación de datos: Implementar soluciones de backup y recuperación de datos para asegurar la disponibilidad y continuidad operacional del entorno de preproducción. 9. Pruebas de seguridad: Realizar pruebas de seguridad controladas para evaluar la resistencia del entorno de preproducción ante posibles ataques y validar la efectividad de las medidas de ciberseguridad implementadas. 	1,00	56.198,56	56.198,56
		1,00	34.544,99	34.544,99

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.6	<p>ud Desarrollo y despliegue IHM y ergonomía</p> <p>Desarrollo y despliegue de la Interfaz Humano-Máquina (IHM) y el diseño ergonómico en el entorno de producción del proyecto.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño de la IHM: Diseñar la interfaz gráfica de usuario que permita una interacción intuitiva y eficiente con el sistema, teniendo en cuenta las necesidades y requerimientos de los operadores. 2. Implementación de la IHM: Implementar el diseño de la IHM en el entorno de producción, asegurando su correcta funcionalidad y usabilidad. 3. Ergonomía de la IHM: Aplicar principios de ergonomía en el diseño de la IHM para optimizar la experiencia del usuario, minimizar la fatiga y reducir la posibilidad de errores. 4. Pruebas de usabilidad: Realizar pruebas de usabilidad con los operadores para evaluar la eficacia y eficiencia de la IHM en el entorno de producción. 5. Ajustes y mejoras: Realizar ajustes y mejoras en la IHM según los comentarios y sugerencias obtenidas durante las pruebas de usabilidad. 6. Validación y aceptación: Validar y aceptar la IHM implementada en el entorno de preproducción, asegurando que cumple con los requisitos y estándares establecidos. 7. Documentación de la IHM: Documentar detalladamente el diseño y la implementación de la IHM, proporcionando guías de uso y referencias para los operadores. 8. Capacitación del personal: Brindar capacitación al personal que operará la IHM en el entorno de producción, asegurando su correcto uso y aprovechamiento de las funcionalidades. 9. Seguridad y protección: Implementar medidas de seguridad y protección en la IHM para resguardar la información y prevenir accesos no autorizados. 10. Integración con otros sistemas: Integrar la IHM con otros sistemas relevantes en el entorno de producción, asegurando una comunicación fluida y eficiente. 			
		1,00	34.544,99	34.544,99
5.21	ud Despliegue de plataforma para gemelo digital y asistente virtual IA			
		1,00	34.935,00	34.935,00

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.7	<p>ud Pruebas de la plataforma de producción (arquitectura)</p> <p>Pruebas en el entorno de producción de los elementos de la arquitectura definida para la solución.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño de pruebas: Diseñar un conjunto de pruebas que cubran todos los aspectos relevantes de la arquitectura definida para la solución, incluyendo las pruebas unitarias de comunicaciones. 2. Pruebas unitarias de comunicaciones: Realizar pruebas específicas para verificar la comunicación y conectividad entre los diferentes componentes y módulos de la arquitectura. 3. Pruebas de interoperabilidad: Verificar la interoperabilidad de los distintos sistemas y componentes que conforman la arquitectura, asegurando su correcta integración. 4. Pruebas de rendimiento: Evaluar el rendimiento de la arquitectura en términos de velocidad, capacidad de respuesta y estabilidad bajo diferentes cargas y condiciones. 5. Pruebas de seguridad: Verificar la seguridad de la arquitectura, identificando posibles vulnerabilidades y asegurando que se cumplan los requisitos de protección de datos. 6. Pruebas de disponibilidad y continuidad: Evaluar la disponibilidad y continuidad operacional de la arquitectura, asegurando que sea capaz de mantener un funcionamiento ininterrumpido en caso de fallos o incidentes. 7. Pruebas de escalabilidad: Verificar la escalabilidad de la arquitectura, asegurando que pueda adaptarse y soportar crecimientos futuros en la carga de trabajo. 8. Pruebas de actualización y despliegue: Evaluar el proceso de actualización y despliegue de la arquitectura, asegurando que los cambios y mejoras puedan ser implementados de manera efectiva. 9. Registro y documentación de resultados: Documentar detalladamente los resultados de las pruebas, incluyendo los hallazgos, correcciones realizadas y observaciones relevantes. 10. Validación y aceptación: Validar y aceptar los resultados de las pruebas de la plataforma de producción, asegurando que la arquitectura esté lista para su implementación final. 	1,00	33.831,58	33.831,58

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.8	<p>ud Pruebas de la plataforma de producción (aplicaciones)</p> <p>Pruebas en el entorno de producción de las aplicaciones implementadas en el proyecto.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño de pruebas: Diseñar un conjunto de pruebas que cubran todas las funcionalidades y casos de uso relevantes de las aplicaciones implementadas. 2. Pruebas de funcionalidad: Verificar que las aplicaciones cumplen con todas las funcionalidades y requerimientos especificados en su diseño y desarrollo. 3. Pruebas de rendimiento: Evaluar el rendimiento de las aplicaciones en términos de velocidad, capacidad de respuesta y estabilidad bajo diferentes cargas y condiciones. 4. Pruebas de usabilidad: Realizar pruebas de usabilidad con los usuarios del sistema para evaluar la facilidad de uso y la experiencia del usuario con las aplicaciones. 5. Pruebas de seguridad: Verificar la seguridad de las aplicaciones, identificando posibles vulnerabilidades y asegurando que se cumplan los requisitos de protección de datos. 6. Pruebas de integración: Verificar la correcta integración de las aplicaciones con otros sistemas o componentes relevantes en el entorno de producción. 7. Pruebas de interoperabilidad: Evaluar la interoperabilidad de las aplicaciones con otros sistemas o plataformas con las que deban interactuar. 8. Pruebas de escalabilidad: Verificar la escalabilidad de las aplicaciones, asegurando que puedan adaptarse y soportar crecimientos futuros en la carga de trabajo. 9. Registro y documentación de resultados: Documentar detalladamente los resultados de las pruebas, incluyendo los hallazgos, correcciones realizadas y observaciones relevantes. 10. Validación y aceptación: Validar y aceptar los resultados de las pruebas de la plataforma de producción de las aplicaciones, asegurando que estén listas para su implementación final. 			
		1,00	33.831,58	33.831,58

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.10	<p>ud Pruebas de la integración con equipos de estación e IHM</p> <p>Desarrollo de pruebas sobre la integración con los equipos de estación e IHM.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pruebas unitarias de comunicaciones: Verificar la funcionalidad y la estabilidad de las comunicaciones entre los equipos de estación y la IHM. Se realizarán pruebas específicas para garantizar que los datos se transmitan correctamente y que no se produzcan interrupciones en la comunicación. 2. Pruebas unitarias de taxonomías: Evaluar la coherencia y precisión de las taxonomías implementadas en los equipos de estación y la IHM. Se verificará que las categorías, clasificaciones y atributos sean correctos y estén alineados con los requisitos del proyecto. 3. Pruebas integradas por estación: Realizar pruebas que involucren varios equipos de estación y la IHM de manera simultánea. Estas pruebas tienen como objetivo comprobar la interoperabilidad y la coherencia entre los distintos elementos en un entorno de producción. 4. Pruebas integradas con usuarios: Simular escenarios reales en los que los usuarios interactúen con los equipos de estación y la IHM. Se evaluará la usabilidad, la respuesta del sistema a las acciones de los usuarios y la experiencia general del usuario. <p>El equipo de pruebas documentará detalladamente los resultados de cada prueba, incluyendo cualquier problema identificado y las acciones correctivas tomadas.</p> <p>El objetivo es garantizar que la integración de los equipos de estación y la IHM funcione sin problemas en el entorno de producción y que cumpla con los estándares de calidad y rendimiento requeridos.</p>			
		1,00	33.831,58	33.831,58

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.11	<p>ud Pruebas de la integración con COMMIT</p> <p>Desarrollo de pruebas sobre la integración con COMMIT.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pruebas Unitarias de Comunicaciones: Verificar la correcta comunicación entre el nuevo SCADA y el sistema COMMIT a nivel de unidades individuales, asegurando que los datos se transmitan de manera confiable y precisa. 2. Pruebas Unitarias de Taxonomías: Validar la exactitud y coherencia de las taxonomías implementadas en ambos sistemas. Esto garantizará una clasificación uniforme de los datos intercambiados. 3. Pruebas Integradas por Estación: Evaluar la integración de los equipos de estación con el sistema COMMIT en un contexto operativo más amplio. Asegurar que los datos fluyan sin problemas y que los equipos funcionen de manera conjunta. 4. Pruebas Integradas con Usuarios: Realizar pruebas que simulen situaciones reales de uso por parte de los usuarios finales. Verificar que la integración cumpla con las expectativas y necesidades de los usuarios y que les permita realizar sus tareas de manera eficiente. 5. Pruebas de Integración en Pantallas WebSpace: Validar que la integración con las pantallas de consulta en WebSpace se realice correctamente. Asegurarse de que los usuarios puedan acceder y visualizar la información del sistema COMMIT de manera coherente con la información del nuevo SCADA. 6. Pruebas de Integración con Historian e Interfaces: Evaluar la interacción entre el sistema COMMIT y el historian, así como con otras interfaces y sistemas relevantes. Garantizar que los datos se almacenen y compartan de manera apropiada. 7. Pruebas de Exportación de Datos a Cloudera: Verificar que el proceso de exportación de datos desde el nuevo SCADA hacia Cloudera funcione según lo diseñado. Asegurarse de que los datos sean transferidos con precisión y consistencia. 8. Pruebas de Rendimiento y Carga: Evaluar el rendimiento de la integración bajo diferentes condiciones de carga y situaciones operativas. Asegurar que el sistema pueda manejar cargas de trabajo variables sin degradación significativa. 9. Pruebas de Seguridad: Realizar pruebas de seguridad para identificar posibles vulnerabilidades en la integración y asegurar que los datos estén protegidos durante la transmisión y el almacenamiento. 10. Pruebas de Escenarios Críticos: Simular escenarios críticos y situaciones excepcionales para verificar que la integración funcione correctamente en condiciones adversas y de emergencia. 11. Registro y Documentación de Resultados: Documentar detalladamente los resultados de las pruebas, incluyendo cualquier problema identificado, correcciones aplicadas y observaciones relevantes. 12. Validación y Aceptación: Validar y aceptar los resultados de las pruebas de integración con COMMIT, asegurando que la integración esté lista para su implementación en el entorno de producción. 	1,00	41.071,64	41.071,64

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.12	<p>ud Pruebas sobre medidas de Ciberseguridad</p> <p>Desarrollo de pruebas sobre las medidas implementadas para ciberseguridad.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pruebas de Evaluación de Riesgos: Realizar pruebas para validar que la evaluación de riesgos identificó adecuadamente las amenazas y vulnerabilidades presentes en el entorno de preproducción. Verificar que los puntos débiles identificados sean abordados mediante las medidas de ciberseguridad. 2. Pruebas de Plan de Ciberseguridad: Validar la implementación y eficacia del plan de ciberseguridad diseñado. Verificar que las medidas y controles establecidos en el plan se ejecuten correctamente y se alineen con los riesgos identificados. 3. Pruebas de Cortafuegos y Sistemas de Detección: Verificar que los cortafuegos y sistemas de detección de intrusiones estén configurados y funcionando adecuadamente. Evaluar su capacidad para detectar y prevenir accesos no autorizados. 4. Pruebas de Políticas de Seguridad: Evaluar la efectividad de las políticas de seguridad implementadas, incluyendo el control de accesos, contraseñas seguras y permisos de usuarios. Verificar que solo los usuarios autorizados tienen acceso a los recursos. 5. Pruebas de Encriptación de Datos: Validar la correcta implementación de la encriptación de datos sensibles almacenados y transmitidos en el entorno de preproducción. Asegurarse de que la confidencialidad e integridad de los datos estén protegidas. 6. Pruebas de Actualización de Software: Verificar que se han aplicado las últimas actualizaciones y parches de seguridad en todos los software y sistemas del entorno de preproducción. Evaluar la resistencia del entorno ante posibles vulnerabilidades conocidas. 7. Pruebas de Monitorización y Auditoría: Evaluar la eficacia de los sistemas de monitorización y auditoría para detectar y responder ante posibles incidentes de seguridad en tiempo real. Verificar que se registren y notifiquen adecuadamente los eventos sospechosos. 8. Pruebas de Backup y Recuperación de Datos: Validar las soluciones de backup y recuperación de datos implementadas. Asegurarse de que los datos puedan ser restaurados de manera efectiva en caso de pérdida o fallo. 9. Pruebas de Seguridad Controladas: Realizar pruebas controladas para evaluar la resistencia del entorno de preproducción ante posibles ataques. Estas pruebas deben simular diferentes tipos de ataques y evaluar cómo las medidas de ciberseguridad responden a ellos. <p>La realización de estas pruebas garantizará que las medidas de ciberseguridad implementadas sean efectivas y capaces de proteger el entorno de preproducción contra posibles amenazas y ataques cibernéticos. Cualquier problema identificado durante las pruebas será abordado y corregido para garantizar la seguridad y continuidad operativa del entorno.</p>	1,00	33.831,58	33.831,58

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.13	<p>ud Pruebas sobre IHM y ergonomía</p> <p>Desarrollo y ejecución de pruebas para garantizar que la Interfaz Humano-Máquina (IHM) diseñada y implementada cumple con los requisitos de usabilidad, ergonomía y eficiencia.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pruebas de Diseño de la IHM: Realizar pruebas para validar que el diseño de la IHM cumple con las necesidades y requerimientos de los operadores. Verificar que la disposición de elementos y la organización de la información sean intuitivas y eficientes. 2. Pruebas de Implementación de la IHM: Verificar que el diseño de la IHM se ha implementado correctamente en el entorno de producción. Asegurarse de que todos los elementos visuales y funcionales estén presentes y funcionen adecuadamente. 3. Pruebas de Ergonomía de la IHM: Evaluar cómo se aplican los principios de ergonomía en el diseño de la IHM. Verificar que se han considerado aspectos como la disposición de elementos, tamaño de botones y fuentes, colores utilizados, etc., para optimizar la experiencia del usuario. 4. Pruebas de Usabilidad: Realizar pruebas de usabilidad con los operadores en el entorno de producción. Observar cómo interactúan con la IHM y evaluar su eficacia, eficiencia y facilidad de uso. Identificar posibles puntos de confusión o dificultades. 5. Ajustes y Mejoras: Basándose en los resultados de las pruebas de usabilidad, realizar ajustes y mejoras en la IHM para abordar cualquier problema identificado y optimizar la experiencia del usuario. 6. Validación y Aceptación: Validar que la IHM implementada cumple con los requisitos y estándares establecidos. Asegurarse de que la IHM esté lista para su uso en el entorno de producción. 7. Documentación de la IHM: Documentar detalladamente el diseño y la implementación de la IHM. Proporcionar guías de uso y referencias para los operadores, asegurando que puedan aprovechar todas las funcionalidades de manera efectiva. 8. Capacitación del Personal: Brindar capacitación al personal que operará la IHM en el entorno de producción. Asegurarse de que comprendan cómo utilizar la IHM de manera adecuada y eficiente. 9. Seguridad y Protección: Implementar medidas de seguridad y protección en la IHM para garantizar la confidencialidad y la prevención de accesos no autorizados. 10. Integración con Otros Sistemas: Verificar la integración fluida y eficiente de la IHM con otros sistemas relevantes en el entorno de producción. Asegurar que la comunicación entre sistemas sea coherente y sin problemas. <p>La realización de estas pruebas asegurará que la IHM cumple con los estándares de usabilidad y ergonomía, y que los operadores pueden interactuar de manera eficiente y efectiva con el sistema en el entorno de producción</p>	1,00	33.831,58	33.831,58

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.20	ud Pruebas de plataforma para gemelo digital y asistente virtual IA			
		1,00	36.363,00	36.363,00
5.14	ud Documentación: revisión de diseños, desarrollos, guías de despliegue y pruebas			
	Entrega de recopilación, correlacionado y guiado de todos los desarrollos y pruebas anteriormente descritos y demás documentos o herramientas necesarias para llevarlos a cabo.			
	Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:			
	1. Recopilación de Diseños: Recolectar todos los diseños realizados durante las fases de ingeniería, incluyendo diagramas de arquitectura, interfaces, taxonomías, esquemas de integración y demás documentación técnica.			
	2. Recopilación de Desarrollos: Compilar los desarrollos realizados en cada etapa del proyecto, incluyendo código fuente, configuraciones, scripts y aplicaciones especiales creadas para la integración.			
	3. Correlación de Información: Relacionar y vincular los diseños con los desarrollos correspondientes para asegurar que la implementación siga las pautas y especificaciones definidas.			
	4. Guías de Despliegue: Consolidar todas las guías de despliegue creadas para el montaje e instalación de hardware y software en los entornos de preproducción y producción.			
	5. Documentación de Pruebas: Reunir todos los documentos generados durante las pruebas, incluyendo resultados, informes de errores, hallazgos y correcciones aplicadas.			
	6. Revisiones de Diseños y Desarrollos: Realizar revisiones exhaustivas de los diseños y desarrollos para asegurar la coherencia, completitud y cumplimiento de los requisitos establecidos.			
	7. Validación de Guías de Despliegue: Verificar que las guías de despliegue estén actualizadas y sean precisas, asegurando que los equipos puedan implementar la solución de manera correcta.			
	8. Consolidación de Documentación: Organizar la documentación de manera clara y accesible, categorizando por fases, componentes y tipos de documentos.			
	9. Creación de Índices y Referencias: Generar índices y referencias cruzadas para facilitar la búsqueda y consulta de información específica dentro de la documentación.			
		1,00	12.860,71	12.860,71
TOTAL 5.....				607.124,66

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
6	INTEGRACIÓN EN ESTACIÓN Y TICS PILOTO			
6.1	<p>Integración estación piloto</p> <p>Integración completa con la estación designada como piloto, con el objetivo de llevar a cabo pruebas y validación del sistema en un entorno controlado.</p> <p>El proceso de integración abarca la implementación de hardware y software específico, así como la realización de pruebas exhaustivas para asegurar el correcto funcionamiento del sistema en condiciones reales.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Suministro y Instalación de Hardware HMI Local: Se proporcionará e instalará el hardware necesario para el funcionamiento local de la Interfaz de Usuario Humano-Máquina (HMI) en la estación piloto. Deberá garantizar la visualización y operación eficiente de los sistemas en el lugar designado.2. Configuración y Pruebas: El equipo técnico se encargará de configurar y ajustar el hardware HMI local según los requerimientos del proyecto. Posteriormente, se llevarán a cabo pruebas exhaustivas para verificar su funcionamiento, asegurando una interacción fluida con el sistema y la correcta visualización de los datos.3. Licencias Necesarias: Todas las licencias requeridas para el funcionamiento integral de la estación piloto estarán incluidas en esta partida. Esto abarca las licencias de software y herramientas específicas para la completa ejecución del proyecto.4. Horarios Flexibles: La implementación y pruebas se realizarán en horarios que se adapten a los requisitos del servicio, lo que incluye trabajar en horarios nocturnos para minimizar el impacto en la operación regular. <p>Incluirán el suministro de hardware, licencias de software, horas de trabajo del equipo técnico y cualquier otro gasto relacionado con la implementación, suministros, portes, pruebas, configuración y ajustes.</p>			
		1,00	32.543,28	32.543,28

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
6.2	<p>Integración de puesto operador COMMIT piloto</p> <p>Integración sobre puesto acordado como operador piloto en COMMIT.</p> <p>Se encuentran contempladas las siguientes actividades dentro de la partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Integración del Puesto de Operador: Se llevará a cabo la configuración e instalación del puesto de operador en la estación piloto del sistema COMMIT. Esto incluirá el despliegue de hardware y software específico para permitir la operación del sistema desde el puesto de trabajo. 2. Licencias Necesarias: Todas las licencias requeridas para el funcionamiento integral del puesto de operador en el sistema COMMIT estarán incluidas en esta partida. Esto abarca las licencias de software y herramientas específicas mencionadas en la descripción del proyecto. 3. Ajustes y Personalización: El equipo técnico realizará ajustes y personalizaciones necesarias en el puesto de operador para asegurar que se adapte a las necesidades y flujos de trabajo específicos del sistema COMMIT. 4. Horarios Flexibles: La integración y configuración del puesto de operador se realizarán en horarios que se ajusten a los requerimientos del servicio, lo que incluye trabajar en horarios nocturnos si es necesario. <p>Incluye el despliegue del hardware y software necesario para el puesto de operador, todas las licencias requeridas, las horas de trabajo del equipo técnico y cualquier otro gasto relacionado con el suministros, portes, la integración o los ajustes.</p>	1,00	37.432,23	37.432,23
6.3	<p>Integración de puesto operador TICS piloto</p> <p>Integración sobre puesto acordado como operador piloto en TICS.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Integración del Puesto de Operador: Se llevará a cabo la configuración e instalación del puesto de operador en el entorno de TICS. Esto involucra la implementación de hardware y software específicos necesarios para la operación del sistema desde el puesto de trabajo. 2. Licencias Necesarias: Todas las licencias requeridas para el funcionamiento integral del puesto de operador en el entorno de TICS estarán incluidas en esta partida. Esto cubre las licencias de software y herramientas mencionadas en la descripción del proyecto. 3. Personalización y Ajustes: Se realizarán personalizaciones y ajustes en el puesto de operador para asegurar que se adapte a los flujos de trabajo y requisitos particulares del entorno de TICS. 4. Horarios Flexibles: La integración y configuración del puesto de operador se llevarán a cabo de acuerdo con los horarios requeridos por el servicio, lo que incluye disponibilidad para trabajar en horarios nocturnos si es necesario. <p>Incluye el despliegue del hardware y software necesario para el puesto de operador en el entorno de TICS, las licencias requeridas, las horas de trabajo del equipo técnico y cualquier otro gasto relacionado con la integración, suministros, portes, pruebas, configuración y ajustes.</p>	1,00	32.543,28	32.543,28

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
6.4	<p>Integración de puesto operador Puesto Central piloto</p> <p>Integración sobre puesto acordado como operador piloto en Puesto Central.</p> <p>1. Integración del Puesto de Operador: Se llevará a cabo la configuración e instalación del puesto de operador en el Puesto Central. Esto incluye la implementación de hardware y software específicos necesarios para operar el sistema desde el puesto de trabajo.</p> <p>2. Licencias Necesarias: Todas las licencias requeridas para el funcionamiento completo del puesto de operador en el Puesto Central estarán incluidas en esta partida. Esto abarca las licencias de software y herramientas mencionadas en la descripción del proyecto.</p> <p>3. Personalización y Ajustes: Se realizarán personalizaciones y ajustes en el puesto de operador para asegurar que se adapte a los flujos de trabajo y requisitos particulares del Puesto Central.</p> <p>4. Horarios Flexibles: La integración y configuración del puesto de operador se llevarán a cabo en función de los horarios necesarios para el servicio, lo que incluye disponibilidad para trabajar en horarios nocturnos si es requerido.</p> <p>Incluye el despliegue del hardware y software necesario para el puesto de operador en el Puesto Central, las licencias requeridas, las horas de trabajo del equipo técnico y cualquier otro gasto relacionado con la integración, suministro, portes, pruebas, configuración y ajustes.</p>	1,00	32.543,28	32.543,28
6.5	<p>Plan de pruebas</p> <p>Desarrollo del plan de pruebas intensivo y detallado para cada piloto (horario nocturno).</p> <p>Cada piloto se someterá a un conjunto de pruebas exhaustivas para validar su operación y detectar posibles problemas con el objetivo de:</p> <p>Evaluar la operación en condiciones de horario nocturno. Verificar la funcionalidad y rendimiento del sistema en situaciones realistas. Identificar y corregir posibles problemas antes de la implementación completa.</p> <p>Las actividades incluidas para ello son:</p> <p>1. Preparación del Entorno: Configuración de escenario de pruebas en los pilotos. Preparación de hardware y software para replicar condiciones.</p> <p>2. Pruebas Funcionales (en horario nocturno): Validación de todas las funcionalidades del sistema . Verificación de la correcta ejecución de tareas automatizadas y manuales. Comprobación de la respuesta del sistema a eventos y comandos.</p> <p>3. Pruebas de Interoperabilidad (en horario nocturno): Verificación de la integración fluida entre los diferentes componentes y subsistemas. Comprobación de la comunicación y transmisión de datos.</p>			

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	<p>4. Pruebas de Rendimiento (en horario nocturno): Evaluación del rendimiento del sistema bajo cargas simuladas. Medición de tiempos de respuesta y capacidad de procesamiento.</p> <p>5. Pruebas de Escalabilidad (en horario nocturno): Evaluación de la capacidad del sistema para manejar un aumento de la carga de trabajo.</p> <p>6. Pruebas de Recuperación y Continuidad (en horario nocturno): Simulación de fallos y pérdida de conexión para evaluar la capacidad de recuperación. Comprobación de la continuidad operacional durante posibles incidentes.</p> <p>7. Pruebas de Seguridad (en horario nocturno): Validación de medidas de seguridad y protección en condiciones. Comprobación de la detección de posibles amenazas y accesos no autorizados.</p> <p>8. Pruebas de Usuario Final (en horario según proceda): Involucramiento de usuarios finales para obtener retroalimentación directa.</p> <p>9. Registro y Documentación: Documentación detallada de cada prueba realizada y resultados obtenidos. Registro de problemas y observaciones, y su posterior corrección.</p>			
		1,00	31.549,54	31.549,54

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
6.6	<p>Despliegue y puesta en marcha en pilotos</p> <p>Despliegue y puesta en marcha de cada piloto con los siguientes objetivos:</p> <p>Implementar el sistema en el entorno del piloto de manera exitosa. Configurar y ajustar roles para cumplir con las necesidades específicas de cada cliente.</p> <p>Actividades incluidas:</p> <p>1. Preparación del Entorno: Verificación de la infraestructura y hardware necesarios para el piloto. Aseguramiento de la disponibilidad de licencias y recursos requeridos.</p> <p>2. Despliegue de Hardware y Software: Instalación y configuración del hardware necesario en el entorno del piloto. Implementación del software del sistema, incluyendo los módulos y componentes específicos.</p> <p>3. Configuración de Roles: Definición de roles y permisos según los usuarios y necesidades del cliente. Configuración de usuarios y grupos para garantizar el acceso adecuado a las funcionalidades.</p> <p>4. Ajustes Específicos por Cliente: Realización de ajustes y configuraciones específicas según las preferencias y necesidades del cliente. Personalización de la interfaz y configuración de alertas y notificaciones.</p> <p>5. Pruebas de Integración: Verificación de la integración de los módulos y componentes en el entorno del piloto. Comprobación de la comunicación y transmisión de datos entre los diferentes subsistemas.</p> <p>6. Puesta en Marcha: Inicialización del sistema en el piloto y activación de las funcionalidades. Validación de la funcionalidad básica y la respuesta del sistema a comandos y eventos.</p> <p>7. Pruebas de Usuario Final: Involucramiento de usuarios finales en la verificación de la operación del sistema. Obtención de retroalimentación sobre la usabilidad y la experiencia del usuario.</p> <p>Incluye el tiempo de trabajo del equipo técnico, la configuración de hardware y software, y cualquier otro recurso necesario para implementar el sistema en el entorno del piloto.</p>	1,00	10.578,66	10.578,66

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
6.7	<p>Documentación y Pruebas completas en pilotos</p> <p>Recopilación, correlacionado y guiado de todos las integraciones y pruebas anteriormente descritos y demás documentos o herramientas necesarias para llevarlos a cabo.</p> <p>Actividades:</p> <p>1. Recopilación de Información: Revisar y recopilar todos los documentos y registros relacionados con la integración en las estaciones pilotos y el sistema TICS. Reunir los resultados de las pruebas y las modificaciones realizadas en esta etapa.</p> <p>2. Correlación de Documentos: Correlacionar los documentos y registros con los diseños iniciales, desarrollos y guías de despliegue. Asegurarse de que todos los elementos estén alineados y cumplan con los requisitos.</p> <p>3. Organización y Estructuración: Organizar la documentación de manera estructurada y coherente, siguiendo un formato definido. Etiquetar y clasificar los documentos para facilitar su búsqueda y acceso.</p> <p>4. Generación de Informes: Generar informes completos que detallen las actividades realizadas en la integración en las estaciones pilotos y en el sistema TICS. Incluir descripciones de las integraciones, resultados de pruebas y ajustes realizados.</p> <p>5. Guías de Despliegue y Pruebas: Incluir guías de despliegue que describan los pasos necesarios para implementar las integraciones en las estaciones pilotos y en el sistema TICS. Agregar las guías de pruebas que detallen cómo ejecutar las pruebas y registrar los resultados.</p> <p>6. Revisiones y Validaciones: Realizar revisiones internas para verificar la precisión y coherencia de la documentación. Obtener validaciones de los responsables y posiblemente de expertos técnicos.</p> <p>7. Aprobación y Aceptación: Obtener la aprobación y aceptación de la documentación.</p>			
		1,00	10.578,66	10.578,66
	TOTAL 6.....			187.768,93

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
7	DESPLIEGUE SCADA EN RED DE METRO			
7.1	<p>Plan de despliegue masivo</p> <p>Desarrollo del plan de despliegue masivo, definiendo tareas, tiempos y otras necesidades relacionadas con la coordinación con las estaciones, TICS, Puesto Central y COMMIT.</p> <p>Actividades:</p> <p>1. Planificación y Coordinación: Definir un cronograma detallado que establezca las fechas y plazos para cada etapa del despliegue. Coordinar con los equipos de cada área involucrada (estaciones, TICS, Puesto Central, COMMIT) para asegurar una implementación sincronizada.</p> <p>2. Preparación de Equipos y Recursos: Asegurar que todos los equipos, licencias y recursos necesarios estén disponibles y listos para el despliegue. Verificar que el hardware y software de cada estación y sistema estén configurados de acuerdo a los requisitos.</p> <p>3. Despliegue en Estaciones: Implementar el sistema SCADA en cada estación, asegurando que la instalación, configuración y pruebas se realicen correctamente. Coordinar con el personal de cada estación para minimizar el impacto en las operaciones.</p> <p>4. Integración con TICS, Puesto Central y COMMIT: Realizar la integración del SCADA con la red TICS, el Puesto Central y el sistema COMMIT, asegurando la comunicación y funcionalidad adecuada. Coordinar con los equipos técnicos responsables de cada sistema para garantizar una integración fluida.</p> <p>5. Pruebas Integrales: Realizar pruebas integrales en cada área desplegada para verificar que todas las funcionalidades estén operativas y se cumplan los requisitos. Identificar y corregir cualquier problema o error detectado durante las pruebas.</p> <p>6. Validación y aceptación: Validar que todas las estaciones, TICS, el Puesto Central y COMMIT funcionen correctamente con el nuevo sistema SCADA. Obtener la aceptación formal de cada área involucrada una vez que se haya verificado el correcto funcionamiento.</p> <p>Incluye el despliegue del hardware y software necesario para el puesto de operador, todas las licencias requeridas, las horas de trabajo del equipo técnico y cualquier otro gasto relacionado con el suministros, portes, la integración o los ajustes.</p>			

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		1,00	14.658,66	14.658,66
7.2	<p>Despliegue masivo estaciones</p> <p>Despliegue masivo, configuración y puesta en marcha en todas las estaciones de línea 11.</p> <p>Incluye suministro, instalación, pruebas y configuración de hardware HMI local en cada estación.</p> <p>Actividades:</p> <p>1. Planificación: Definir un cronograma detallado que establezca las fechas y tiempos para el despliegue en cada estación. Coordinar con el equipo de cada estación para determinar los momentos más convenientes para realizar el despliegue.</p> <p>2. Suministro y Preparación: Asegurar que todo el hardware necesario esté disponible y en buenas condiciones. Verificar que todas las licencias requeridas estén listas y configuradas para su uso.</p> <p>3. Instalación y Configuración: Realizar la instalación de hardware HMI local en cada estación, siguiendo las especificaciones del proyecto. Configurar el hardware y software de acuerdo a los requisitos del sistema SCADA.</p> <p>4. Pruebas Iniciales: Realizar pruebas iniciales para asegurarse de que la configuración y el hardware funcionen correctamente en cada estación.</p> <p>5. Puesta en Marcha: Poner en marcha el sistema SCADA en cada estación, asegurando que todas las funcionalidades estén operativas.</p> <p>6. Configuración de Licencias: Configurar todas las licencias necesarias para la recopilación, procesamiento, comunicaciones, historificación y clientes de operación en cada estación.</p> <p>7. Pruebas de Funcionamiento: Realizar pruebas exhaustivas en cada estación para verificar el correcto funcionamiento del sistema SCADA y su integración con los equipos locales.</p> <p>8. Ajustes y Mejoras: Realizar ajustes y mejoras según los resultados de las pruebas y las necesidades específicas de cada estación.</p> <p>9. Validación y Aceptación: Validar que cada estación esté operando con el sistema SCADA de manera satisfactoria. Obtener la aceptación formal del personal de cada estación una vez que se haya verificado el correcto funcionamiento.</p>			

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Incluye el despliegue del hardware y software necesario para el puesto de operador, todas las licencias requeridas, las horas de trabajo del equipo técnico y cualquier otro gasto relacionado con el suministros, portes, la integración o los ajustes.			
7.3	Gestión de residuos	1,00	485.459,17	485.459,17
7.4	Documentación	1,00	16.698,66	16.698,66
	Recopilación, correlacionado y guiado de todo el despliegue y demás documentos o herramientas necesarias para llevarlos a cabo.			
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recopilación y Correlación de Documentos: Reunir todos los documentos relacionados con el proyecto, incluidos diseños, planes, requisitos, especificaciones técnicas y legales. 2. Guías de Despliegue y Puesta en Marcha: Elaborar guías detalladas que describan los pasos exactos para implementar y poner en marcha el sistema SCADA en cada etapa del proyecto. Estas guías deben ser comprensibles y fáciles de seguir. 3. Especificaciones Técnicas: Detallar las especificaciones técnicas de cada componente y equipo utilizado en el despliegue, incluyendo características, configuraciones y capacidades. 4. Planes y Cronogramas: Documentar los planes generales y cronogramas específicos para cada fase del despliegue, indicando tareas, responsabilidades y plazos. 5. Resultados de Pruebas: Registrar los resultados de todas las pruebas realizadas durante el proyecto, desde pruebas unitarias hasta pruebas integradas y de validación. 6. Registro de Configuraciones: Mantener un registro actualizado de las configuraciones utilizadas en cada estación y componente, incluidos cambios realizados durante el proceso. 7. Manuales de Usuario: Preparar manuales detallados de usuario para los operadores que interactuarán con el sistema SCADA, brindando instrucciones claras para su uso. 8. Informes de Incidentes: Registrar cualquier incidente o problema que surja durante el despliegue y cómo se resolvió. 9. Licencias y Contratos: Mantener una lista actualizada de las licencias de software utilizadas y los contratos relevantes. 10. Procedimientos de Respuesta ante Incidentes: Documentar los procedimientos para responder a posibles incidentes de seguridad o fallas en el sistema. 11. Registro de Cambios: Mantener un registro de los cambios realizados durante el proyecto, incluidas las razones detrás de esos cambios y su impacto en el proyecto. 12. Respaldo y Recuperación: Establecer procedimientos de respaldo y recuperación de datos y configuraciones. 			
		1,00	10.578,66	10.578,66

PRESUPUESTO GENERAL SACE

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
TOTAL 7.....				527.395,15



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
8	DOCUMENTACIÓN			
08.01	ud Documentación final de obra			
	Elaboración y entrega de documentación final de obra.			
	Actividades Incluidas:			
	1. Recopilación de Documentos: Reunir todos los documentos generados durante las diferentes etapas del proyecto, incluyendo planos, especificaciones, manuales, informes de pruebas, registros de configuraciones, contratos y otros documentos relevantes.			
	2. Organización y Clasificación: Organizar los documentos de manera estructurada y clasificarlos según su tipo y relevancia.			
	3. Revisión y Validación: Realizar una revisión exhaustiva de la documentación para asegurar su precisión y completitud. Validar que todos los documentos requeridos estén presentes y sean legibles.			
	4. Elaboración de Manuales: Preparar manuales detallados que proporcionen instrucciones claras sobre la operación, mantenimiento, solución de problemas y seguridad del sistema.			
	5. Generación de Informes: Crear informes finales que resuman los resultados de las pruebas, evaluaciones de riesgos y cualquier otro aspecto importante del proyecto.			
	6. Documentación de Configuraciones: Registrar las configuraciones finales de los sistemas, hardware y software implementados durante el proyecto.			
	8. Gestor de licencias: Listado registro de licencias asociadas a cada elemento.			
	9. As-Built Drawings (Planos As-Built): Generar planos actualizados que reflejen la construcción y configuración real del sistema, incluyendo cambios realizados durante la implementación.			
	10. Documentación de Licencias y Contratos: Recopilar y organizar las licencias de software, contratos y acuerdos relevantes relacionados con el proyecto.			
	11. Manual de Usuario Final: Preparar un manual de usuario final que sea completo y fácil de entender, proporcionando instrucciones paso a paso sobre la operación del sistema.			
	12. Documentación de Capacitación: Registrar los detalles de cualquier capacitación proporcionada al personal del cliente durante el proyecto.			
	13. Documentos Legales y Regulatorios: Incluir cualquier documento legal, regulador o de cumplimiento requerido por las autoridades correspondientes.			
		1,00	4.541,76	4.541,76
	TOTAL 8.....			4.541,76

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
9	FORMACIÓN			
09.01	ud Cursos de formación Sesiones formativas para personal de Metro. Los cursos de formación deben estar diseñados para abordar las necesidades específicas de cada perfil profesional involucrado en el proyecto. Además, deben ser flexibles para adaptarse a diferentes horarios de trabajo, incluido el nocturno, de acuerdo con las operaciones del Metro. Debe contemplar, al menos, los siguientes perfiles profesionales: Supervisor comercial. Jefe de línea. Personal de TICS. Personal de puesto de mando. Personal de COMMIT. Personal de protección civil. Personal de mantenimiento. Personal de ingeniería.			
		1,00	14.702,65	14.702,65
TOTAL 9.....				14.702,65

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
10	GARANTIA Y EVOLUTIVOS			
10.01	<p>ud Garantía y evolutivos</p> <p>Trabajos para la garantía y evolutivos de los desarrollos durante 2 años, con reservas de stock de materiales y repuestos.</p> <p>1. Mantenimiento y Soporte: Realización de mantenimientos preventivos y correctivos para asegurar el buen funcionamiento del sistema. Soporte técnico para resolver consultas y problemas que puedan surgir durante la operación diaria. Atención de incidentes y solicitudes de los usuarios, garantizando tiempos de respuesta acordados.</p> <p>2. Actualizaciones y Mejoras: Implementación de actualizaciones de software y parches de seguridad para mantener el sistema actualizado y protegido. Desarrollo e implementación de mejoras funcionales en respuesta a las necesidades y feedback de los usuarios.</p> <p>3. Reservas de Materiales y Repuestos: Mantenimiento de un stock de materiales y repuestos esenciales para la sustitución rápida en caso de fallos. Gestión y reposición de reservas para asegurar su disponibilidad en todo momento.</p> <p>4. Supervisión y Monitoreo: Establecimiento de sistemas de monitorización para supervisar el estado de los sistemas en tiempo real. Detección temprana de posibles problemas y capacidad de reacción rápida.</p> <p>5. Documentación Actualizada: Actualización constante de la documentación relacionada con los sistemas, incluyendo manuales, guías y procedimientos.</p> <p>6. Planificación de Evolutivos: Diseño y desarrollo de evolutivos que permitan la ampliación de funcionalidades y la adaptación a nuevas necesidades. Implementación de mejoras que potencien la eficiencia operativa y la experiencia del usuario.</p>			
		1,00	103.540,88	103.540,88
	TOTAL 10.....			103.540,88
	TOTAL			2.349.542,22

PRESUPUESTO GENERAL SACE

Presupuesto Ejecución Material

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
1	AUDITORÍA Y ESTUDIOS PREVIOS.....	66.167,01	2,82
2	DISEÑO, DESARROLLO E INGENIERÍA	267.930,88	11,40
3	PREPRODUCCIÓN Y PUEBAS SAT	529.571,65	22,54
4	ENTORNO DE FORMACIÓN	40.798,65	1,74
5	ENTORNO DE PRODUCCIÓN.....	607.124,66	25,84
6	INTEGRACIÓN EN ESTACIÓN Y TICS PILOTO	187.768,93	7,99
7	DESPLIEGUE SCADA EN RED DE METRO.....	527.395,15	22,45
8	DOCUMENTACIÓN	4.541,76	0,19
9	FORMACIÓN	14.702,65	0,63
10	GARANTIA Y EVOLUTIVOS	103.540,88	4,41
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		2.349.542,22	
Costes Directos		2.302.551,38	
Costes Indirectos		46.990,84	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de DOS MILLONES TRESCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS con VEINTIDÓS CÉNTIMOS



**PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN**

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		2.349.542,22
9,00	% Gastos generales	211.458,80
6,00	% Beneficio industrial.....	140.972,53
VALOR MÁXIMO ESTIMADO		SUMA 2.701.973,55
21% IVA		567.414,45
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		3.269.388,00

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de TRES MILLONES DOSCIENTOS SESENTA Y NUEVE MIL TRES-CIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS

Madrid, 15 septiembre de 2023

Por METRO DE MADRID

DIRECTOR DEL PROYECTO

D. Fernando Morales Aguirre

AUTOR DEL PROYECTO

D. Rubén Sancho Acevedo

RESPONSABLE DEL ÁREA

D. Dionisio Izquierdo Bravo