

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

**CONTRATACIÓN DE APOYO TÉCNICO PARA LA
REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES Y PROYECTOS
ASOCIADOS A LA ESTACIÓN 4.0 FINANCIABLE AL 50%
CON CARGO AL PROGRAMA OPERATIVO FEDER 2014-
2020 DE LA COMUNIDAD DE MADRID**



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Una manera de hacer Europa

CONTROL DOCUMENTAL:

Autor del proyecto:	Fernando Morales Aguirre / Marcelo Sanz Gonzalo	
Director del Proyecto:	Dionisio Izquierdo Bravo	
Edición	Fecha	Nº Actividad
V.1	Abril 2019	IO_18-098V

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES	3
2.	OBJETO	4
3.	ALCANCE	5
	INSPECCIONES	6
	PRUEBAS	6
	SUPERVISIÓN DE OBRA	7
	GESTIÓN Y ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN	8
	SIMULACIONES	9
	LEGALIZACIONES	10
	SOPORTE A PROTOTIPOS, PRUEBAS Y HOMOLOGACIONES	12
	ANÁLISIS DE DATOS	12
4.	NORMAS Y REFERENCIAS DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS	13
	NORMAS GENERALES	13
5.	CONTENIDO DE LA OFERTA	13
6.	CONDICIONES DE LA PRESTACIÓN	15
	CONDICIONES DE LICITACIÓN	15
	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	16
	6.1 JORNADA LABORAL Y LUGAR DE REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	16
	6.2 COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO	16



ÁREA DE INGENIERÍA

6.3	MODIFICACIONES EN LA COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO IMPUTABLES AL CONTRATISTA	17
6.4	MODIFICACIÓN EN LA COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO REQUERIDO POR METRO	17
	PLANIFICACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS TRABAJOS	18
6.5	PLANIFICACIÓN Y DIRECCIÓN	18
6.6	SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	18
	MEDIOS HUMANOS	19
	PLAN DE CALIDAD.....	23
	PROPIEDAD INTELECTUAL.....	23
	FORMA DE PAGO DE LOS TRABAJOS.....	23
7.	VIGENCIA DEL CONTRATO.....	24
8.	ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD.....	24
9.	PRESUPUESTO	24
10.	ANEXO I – DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS.....	26
	SACE (SCADA DE CONTROL DE ESTACIONES).....	27
	PSIM (PLATAFORMA CENTRALIZADA DE SEGURIDAD).....	31
10.1	SISTEMA DE GESTIÓN DE VIDEO (CCTV)	34
10.2	SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS, PRESENCIA Y RONDAS.....	34
10.3	SISTEMA DE ANTI-INTRUSIÓN.....	35
	PCIV (PLATAFORMA CENTRALIZADA DE INFORMACIÓN AL VIAJERO)	35
10.4	SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTENIDOS MULTIMEDIA (CMS)	38
10.5	PANELES DIGITALES.....	38
10.6	SISTEMA DE MEGAFONÍA	39
10.7	SISTEMA DE INTERFONÍA	40
	AD (ARQUITECTURA DIGITAL)	42



1. ANTECEDENTES

Una red de transporte público como la de Metro de Madrid, en adelante METRO, con cien años de historia, exige un continuo proceso de mejora y modernización de todas sus infraestructuras, sistemas de instalaciones y material móvil, además de seguir creciendo y aportando nuevos servicios que den respuesta a las necesidades y demanda de sus clientes.

En este sentido, el Área de Ingeniería, en adelante INGENIERÍA, es uno de los departamentos de la compañía encargado de analizar, estudiar, proponer, desarrollar y realizar proyectos y obras para dotar al servicio de METRO de la máxima calidad, siempre bajo los parámetros de eficacia y eficiencia.

INGENIERÍA presta un amplio catálogo de servicios a un conjunto heterogéneos de clientes, en donde las principales funciones desarrolladas son:

- Proyectos y Estudios.
- Dirección y Ejecución de Obras.
- Elaboración y participación en concursos de licitación, estudio de las ofertas y adjudicación de contratos de instalaciones.
- Cumplimiento/Gestión/Elaboración de los Planes de Inversión.
- Desarrollo/Seguimiento/Gestión del Sistema de Gestión de Calidad.
- Diseños de sistemas y homologaciones.
- Creación de grupos de trabajo para investigar/evaluar/proponer la implantación de instalaciones basadas en tecnologías nuevas o existentes, que permitan una mayor calidad de transporte, disponibilidad y prestaciones, junto con unos menores costes de mantenimiento.
- Colaboración en el diseño y mantenimiento de aplicaciones informáticas asociados a los sistemas de explotación y misión crítica.
- Realización de representaciones gráficas, animaciones y aplicaciones específicas.
- Consultas y solicitudes técnicas incluyendo soporte de nivel 3 (N3) a incidencias.
- Elaboración de documentación técnica asociada a instalaciones (Normas Técnicas, Fichas Técnicas, Protocolos de pruebas de instalaciones, etc.).
- Soporte técnico para medios de comunicación (revistas, Internet, foros, etc.).
- Evaluación de proveedores y productos.
- Planes de formación.



ÁREA DE INGENIERÍA

- Archivo, gestión y mantenimiento de toda la documentación asociada a todas estas actividades.
- Auditorías técnicas de instalaciones de explotación, control y telecomunicaciones.
- Consultoría para clientes internos, externos y organismos oficiales.
- Análisis de Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenimiento y Seguridad (RAMS).

Todas estas funcionalidades son precisamente las que convierten INGENIERÍA en un agente básico en el desarrollo de proyectos para la mejora del transporte público de METRO. Estas acciones requieren del apoyo técnico especializado para las actuaciones de cada uno de los proyectos y obras; realice la inspección, vigilancia y control de calidad de los trabajos, ejecute el seguimiento y control de los mismos en términos de tiempo, coste, alcance, riesgo, que faciliten la labor de INGENIERÍA y su eficiencia.

METRO está inmerso en una transformación digital sustentada sobre el paradigma de la Industria 4.0 evolucionando hacia soluciones estándar abiertas e interoperables que mejorarán progresivamente todos sus sistemas ferroviarios y de explotación.

Actualmente, INGENIERÍA está liderando los proyectos en los que se engloban todas las iniciativas (diseño e implantación) necesarias para esta evolución. En concreto, se articulan en el programa Estación 4.0. Para esta evolución el Centro de Tecnologías de Estación (CTE) es una pieza clave donde se prototipan y prueban estos nuevos diseños.

2. OBJETO

El objeto del presente pliego es la definición y valoración de las actividades de supervisión de obras y apoyo, en general, a los servicios operativos y estratégicos de INGENIERÍA para el programa Estación 4.0.

Se enumeran a continuación los principales proyectos e iniciativas a los que se dará soporte con este apoyo:

- Despliegue de los nuevos sistemas de información al viajero, seguridad y control de estaciones en la Línea 8.
- Despliegue de plataforma centralizada de video.
- Despliegue de plataforma centralizada PSIM.
- Despliegue de plataforma centralizada de comunicaciones colaborativas.
- Despliegue de plataforma centralizada de PCIV.
- Despliegue de plataforma centralizada SACE.



ÁREA DE INGENIERÍA

- Centro de Tecnologías de Estación (CTE): Homologación, prototipos, actualización de diseños y gestión del centro.

Se trata de aportar los medios técnicos y humanos necesarios para asumir la carga de trabajo que generen los citados proyectos en materia de documentación, pruebas, inspección, análisis, seguimiento, control, conocimiento, formación, comunicación y, en general, en todos aquellos ámbitos que permiten determinar y valorar el alcance de estos trabajos de INGENIERÍA.

Con todo ello, se pretende mejorar la productividad y eficiencia de INGENIERÍA, permitiendo a los técnicos centrarse en su actividad fundamental de desarrollo de proyectos, obras y servicios.

El servicio objeto de la contratación se desarrollará:

- Durante el periodo de inicio, que comprende el conocimiento de las necesidades del cliente, la toma de decisión del objetivo a conseguir y la definición del alcance y los requerimientos adecuados.
- Durante la planificación de los proyectos, con su correspondiente análisis de las situaciones previas, la organización del trabajo y la coordinación del equipo de trabajo y el desarrollo del plan para llevarlo a cabo.
- Su posterior ejecución y materialización si se llevase a cabo dentro del plazo previsto en esta licitación.
- Puesta en funcionamiento y servicio de las actuaciones desarrolladas, transfiriendo el proyecto al cliente, liberando los recursos y convirtiendo la experiencia en un activo.

Las actuaciones incluidas en este contrato podrán ser cofinanciadas al 50 % con cargo al Programa Operativo 2014-2020 FEDER de la Comunidad de Madrid, en concreto con cargo al Eje 2 (Mejorar el uso y la calidad de las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el acceso a ellas), PI 2c, OE 2.3.2 Reforzar el e-gobierno, e-cultura y la confianza en el ámbito digital.

3. ALCANCE

El alcance del presente pliego comprende realización de las actividades de apoyo técnico de ingeniería para la realización de proyectos, obras y servicios relacionados con la Estación 4.0.

Dentro de los proyectos enmarcados en el programa Estación 4.0 indicados anteriormente, INGENIERÍA es responsable de un gran número de sistemas heterogéneos los cuales se describen en el Anexo I. Las actividades a realizar en los distintos campos y sistemas relacionados se engloban en los siguientes grupos:



ÁREA DE INGENIERÍA

- Inspecciones.
- Pruebas.
- Supervisión de obra.
- Gestión y elaboración de documentación (informes, proyectos, planos, etc.).
- Simulaciones.
- Legalización.
- Soporte a prototipos, pruebas y homologaciones.
- Análisis de datos con la posibilidad, si así se requiere, de realizar algoritmos y desarrollos software asociados a prototipos y casos de uso

INSPECCIONES

Las empresas oferentes deberán acreditar disponer de personal cualificado en los distintos ámbitos competenciales, así como disponer de medios técnicos oportunos para realizar inspecciones exhaustivas de los sistemas implementados en las estaciones y descritos a lo largo del documento. Estas inspecciones podrán incluir lo siguiente:

- Toma de datos e inventariado de la instalación.
- Comprobación del estado general de los equipos pertenecientes al sistema, realización de pruebas y medidas de parámetros de las instalaciones en explotación, emisión de dictámenes técnicos, no conformidades y propuestas de mejora.
- Levantamiento y comprobación de planos.
- Revisión y actualización de documentación de las instalaciones.
- Revisión de las instalaciones de acuerdo a la normativa en vigor o normativas vigentes en la época de construcción.
- Reportaje fotográfico de los elementos examinados.
- Gestión procedimientos administrativos legales.
- Análisis acústicos, ruido e inteligibilidad.
- Análisis de redes y cobertura de radiocomunicaciones.

PRUEBAS

Dentro del alcance del servicio a contratar se podrá exigir la realización de comprobaciones “in situ” sobre los elementos y equipos que pertenecen a los distintos sistemas. Además, deberá aportar los medios necesarios para la realización de dichas pruebas, que incluirán:



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

ÁREA DE INGENIERÍA

- Definición de protocolo de pruebas.
- Manejo de equipos.
- Toma de medidas de parámetros.
- Elaboración de procedimientos e instrucciones técnicas.
- Pruebas funcionales y de integración conforme a los procedimientos de operación definidos en diferentes ámbitos:
 - Local a nivel de estación.
 - Centralizada a nivel de los diferentes Puestos de Mando.
- Estudios de cualquier tipo de sistemas, equipamientos, funcionalidades.

SUPERVISIÓN DE OBRA

Durante la ejecución de una obra (modificación sobre una instalación/sistema existente o una nueva instalación/sistema), el cometido del adjudicatario podrá ser la inspección, vigilancia y control de calidad de los sistemas, equipos e instalaciones objeto de la obra. Los tipos de supervisión a realizar sobre la obra serán los siguientes:

- Control cuantitativo, consistente en la medición de las diversas unidades de obra o constatación de suministro, comprobando que la misma corresponde a lo previsto en el proyecto y a las modificaciones autorizadas, en especial a aquellas partes y unidades que, por quedar ocultas, son de difícil comprobación posterior. Los resultados de estos controles y seguimientos tendrán su reflejo en la emisión y correspondiente firma de las certificaciones parciales.
- Control cualitativo, el cual consiste en garantizar que equipos, sistemas y materiales se ajusten a las prescripciones del proyecto, a la normativa vigente, a los estándares de calidad y a las modificaciones aprobadas. Este apartado incluirá el control sobre la entrega documental a METRO de todo aquello que se considere conveniente disponer para los posteriores trabajos de explotación y mantenimiento.

Genéricamente los trabajos a realizar por las empresas seleccionadas abarcarán:

- Estudio de la documentación de los proyectos y ofertas seleccionadas.
- Estudio de la ingeniería de sistemas a instalar.
- Propuesta de requerimientos de calidad a aplicar según normativa.
- Asistencia a las reuniones de seguimiento de Obra y elaboración de actas resumen.
- Asistencia a las diferentes fases de pruebas (FAT, Integración, validación) y aceptación generando informes de aceptación o no conformidad.



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

ÁREA DE INGENIERÍA

- Auditoría de sistemas de calidad de Contratistas.
- Estudio de los Planes de Seguridad y Salud que, conforme a la normativa vigente, presenten los Contratistas certificando su ajuste a normativa e indicando cuantas objeciones y modificaciones sean precisas para que el Contratista vele por su cumplimiento y tenga plena responsabilidad ante su no observancia.
- Seguimiento y control de la gestión de residuos.
- Estudio, control y plan de calidad de instalaciones (verificación de correcto almacenamiento de materiales en obra, montajes, pruebas, etc.).
- Estudio, control y seguimiento de todos los documentos o proyectos específicos que fueran necesarios para la obtención de aquellas licencias, permisos y legalizaciones precisos para la ejecución de la obra y la puesta en marcha, incluidas las licencias de Obras e Instalaciones
- Tratamiento, seguimiento e informe de las no conformidades detectadas.
- Tratamiento, seguimiento e informe derivados de nuevos requisitos o normativas.
- Colaboración en el seguimiento del proyecto y en la gestión de la calidad del mismo desde el origen, detectando preventivamente desviaciones de plazos y causas para corregirlas o minimizar sus consecuencias.
- Recepción de la obra.
- Elaboración o revisión de la documentación de obra terminada.
- Certificado final de Obra.

GESTIÓN Y ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Gran parte del trabajo a realizar dentro del servicio, consistirá en la elaboración de documentación de diversa índole:

- Realización de informes técnicos básicos.
- Análisis de viabilidad técnica, normativas y de productos.
- Realización de pliegos básicos o constructivos.
- Análisis de negocio y de retorno de inversión.
- Análisis de riesgos.
- Realización de documentación del sistema corporativo de calidad.
- Realización y modificación de planos en AutoCAD.



ÁREA DE INGENIERÍA

- Realización de presupuestos en PRESTO y actualización del precionario.
- Elaboración de inventariado de instalaciones y carga en los sistemas corporativos.
- Actualización de la base documental de sistemas, productos y normativas.
- Elaboración de fichas técnicas y actualización del catálogo de sistemas.
- Elaboración de presentaciones e infografías.
- Elaboración e impartición de formación presencial y on-line.
- Elaboración de documentación de supervisión de obra.
 - Informes periódicos de avance de trabajos.
 - Procedimientos y documentos recogidos dentro del Plan de Calidad de Ingeniería.
 - Procedimiento para la preparación y seguimiento de los protocolos de pruebas de instalaciones.
 - Procedimiento para la realización de pruebas de recepción de las instalaciones y entrega de documentación.

También se encargará de las labores de gestión administrativa, como es la gestión y organización de las tareas que impliquen las actividades de inspección y pruebas en campo anteriormente relacionadas, tales como, petición de permisos para acceder a las instalaciones, gestionar avisos, etc.

SIMULACIONES

Aunque los tipos de simulaciones a realizar pueden ser de ámbito variado, en base a lo que especifique el Director de Servicio de METRO, dentro de las posibles acciones contempladas en este servicio está la realización de las siguientes simulaciones específicas:

- Simulaciones computacionales de incendios, para predecir la evolución y las consecuencias de los diferentes escenarios de incendio que se puedan presentar, en función de las características particulares de las edificaciones y los riesgos existentes, visualizando movimiento de los humos, niveles de toxicidad, temperaturas alcanzadas, etc.
- Simulaciones computacionales de evacuación de ocupantes, con el fin de justificar tiempos y recorridos de evacuación aceptables.
- Simulaciones en el ámbito de seguridad e intrusión.
- Simulaciones en el ámbito de la megafonía para garantizar el cumplimiento de normativa de inteligibilidad y evacuación en espacios de pública concurrencia.



ÁREA DE INGENIERÍA

- Simulaciones de carga en redes y sistemas.
- Simulaciones de cobertura inalámbrica (Radio y Wifi)

LEGALIZACIONES

Dentro de los procesos objetos de este pliego, estarán los procesos de legalización de instalaciones según lo establecido en los procedimientos vigentes en la Comunidad Autónoma de Madrid para la puesta en servicio de instalaciones en establecimiento industriales y no industriales.

Básicamente los procesos a realizar serían los siguientes:

AUDITORIA DOCUMENTAL

Las instalaciones a legalizar deberán estar documentadas con certificados que acrediten las condiciones de seguridad de los productos, equipos e instalaciones según los reglamentos de seguridad que resulten de aplicación.

Será objeto del alcance del Apoyo Técnico la realización de auditorías de la documentación “as built” que pueda existir de las instalaciones analizando que se ciñe a lo realmente instalado. En caso de que dicha documentación no se encuentre actualizada en base a las modificaciones que se hayan producido a lo largo del tiempo, la empresa adjudicataria de la legalización deberá levantar nueva documentación incorporando las modificaciones detectadas.

La empresa adjudicataria dispondrá de técnicos con cualificación adecuada que acrediten mediante su visado y firma que la documentación existente o generada cumple con los requisitos de seguridad que sean de aplicación, generando los siguientes documentos:

- Proyecto técnico o memoria técnica de la instalación en cuestión, visado a través de colegio profesional competente, que disponga de los siguientes apartados:
 - Memoria con descripción de la instalación.
 - Cálculos.
 - Normativas de diseño utilizadas.
 - Planos de instalación.
 - Especificaciones técnicas de equipos.
 - Certificados de conformidad a norma de equipos.
 - Referencias a pruebas realizadas a la instalación para su puesta en marcha.
 - Referencias a pruebas de mantenimiento.
- Certificado de dirección y terminación de obra.



ÁREA DE INGENIERÍA

- Acta/Declaración responsable de la empresa instaladora junto con titulación académica del técnico.

AUDITORÍA DE LA INSTALACIÓN, INFRAESTRUCTURAS Y SISTEMAS COMPLETOS

Respecto a la documentación existente o generada, según el caso, la empresa encargada de la legalización de la instalación se deberá hacer cargo de:

- Se debe de asegurar que la instalación cumple con los planos, es decir, situación de equipos, trazados de tubería, cableados, etc.
- Se debe de asegurar que los equipos y los materiales, cableados, pinturas, etc. se ajustan a las calidades indicadas en el proyecto. Por ejemplo, los equipos se ajustan a las marcas de conformidad de los productos y a la calidad (norma de diseño) indicada en el proyecto.
- Se debe de asegurar que los equipos, productos y cableados se han montado conforme indican las normas de diseño.
- Se encargará de la realización de las pruebas que asegure el correcto funcionamiento de la instalación y aquellas que la Entidad de Inspección y Control Industrial, en adelante EICI, encargada del proceso requiera en su caso. Los procesos de auditoría de la documentación y de la instalación darán lugar a la emisión de un informe en la que la empresa encargada del proceso definirá y establecerá las acciones tanto documentales como de modificación o reposición de la instalación existente que estime necesario para su legalización.
- Se debe de asegurar que los sistemas e infraestructuras desarrollados en los proyectos cumplen con las previsiones diseñadas en planos y pliegos.
- Se debe analizar el correcto funcionamiento de las infraestructuras y sistemas desarrollados, acorde con los requerimientos establecidos en los contratos y según todas las normativas vigentes en cada caso. Se determinarán medidas de reforma o modificaciones en caso de fallo o necesidad de adaptación a la legislación vigente en cada momento.
- Se realizará la pertinente auditoría energética para determinar que los proyectos, obras, servicios cumplen los requerimientos en materia de medio ambiente y los principios que en este ámbito y en el de eficiencia energética establece METRO.

PROCESO ADMINISTRATIVO



ÁREA DE INGENIERÍA

Dentro del proceso administrativo se encuentran todos los trabajos y procesos asociados que la empresa asignada para la legalización de la instalación asociadas al proyecto debe realizar para que esta llegue a buen puerto.

Además, incluirá todos los procesos de control de la documentación y gestión del proyecto, control de versiones de HW/SW, control de planos, control de presupuestos y gastos, control de KPI y rendimientos, control de planificación, control de modificaciones y cambios, control de requisitos, control de calidad, control de pruebas, control de procedimiento y normativas, control y mitigación de riesgos, control de averías y fiabilidad, etc. que garanticen la gestión administrativa completa del proyecto.

Toda la gestión documental del proyecto y obra se gestionará con el Sharepoint de METRO, denominado TESLA, y con las herramientas colaborativas de PMO que sean necesarias.

SOPORTE A PROTOTIPOS, PRUEBAS Y HOMOLOGACIONES

Dentro del alcance del servicio a contratar incluye el soporte al Centro de Tecnologías de Estación (CTE). En este aspecto, se podrá exigir la realización las siguientes actividades:

- Evaluación de nuevos requisitos.
- Revisión, verificación y actualización de diseños.
- Revisión, verificación y actualización de las especificaciones técnicas.
- Mantenimiento evolutivo de las maquetas de Estación 4.0 y entorno OT/IT asociado incluyendo desarrollos propios.
- Estudio técnico del proceso de migración de cada sistema.
- Mantenimiento evolutivo de toda la documentación de Estación 4.0 (diseños, protocolos de pruebas, proyectos, presupuestos, procedimientos, planos, etc.).
- Generación de documentación a demanda del Director de Servicio de METRO.
- Generación de patrones de comparación comunes a los diferentes sistemas.
- Seguimiento especializado proceso de pruebas y homologación: por cada solicitud recibida se realizará análisis técnico HW/SW seguido de las pruebas de homologación y una actualización documental si procede (protocolos de pruebas, documentos de diseño, proyectos, etc.).

ANÁLISIS DE DATOS

Dentro del alcance del servicio a contratar se incluye el soporte a sistemas informáticos por lo que será necesario realizar procesado y análisis de datos. En este aspecto, se podrá exigir la realización las siguientes actividades:



ÁREA DE INGENIERÍA

- Comprobación y pruebas de la arquitectura de almacenamiento, proceso y gestión de datos (bases de datos, sistemas de procesamiento, sistemas de adquisición, administración, conexión con consumidores, ...)
- Filtrado y garantía de fiabilidad de los datos obtenidos. Mejora de la confiabilidad, eficiencia y calidad de los datos
- Procesado y ordenación de los datos usando diferentes patrones.
- Propuestas de rediseños de datos si fuera necesario
- Diseño de algoritmos

4. NORMAS Y REFERENCIAS DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

El presente Pliego contempla la supervisión de actuaciones que se rigen por la siguiente normativa, general y específica.

NORMAS GENERALES

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.

En general, serán de aplicación cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos Oficiales que guarden relación con los trabajos a realizar o con sus instalaciones complementarias y que se hallen en vigor en España en el momento de ejecutarlos.

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 del Servicio de METRO.

Asimismo, 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), que debe mantenerse.

5. CONTENIDO DE LA OFERTA

La oferta deberá contener la siguiente documentación e información:

1. Memoria técnica que incluirá los apartados siguientes:



ÁREA DE INGENIERÍA

- a) Metodología que propone aplicar para la prestación de los servicios objeto del servicio. Este apartado explicitará la programación desde la adjudicación de un trabajo, la forma de actuación prevista y los compromisos del licitador para cumplirla:
- Planificación, flujograma, cronología.
 - Procedimiento de asignación de recursos que demuestre la disponibilidad del equipo de trabajo en los plazos y dedicación necesaria.
 - Metodología de control y seguimiento del desarrollo de los trabajos.
- b) Organización interna de la empresa, grado de especialización de los departamentos y distribución de los trabajos en función de su naturaleza.

2. Equipo de trabajo, que incluirá los apartados siguientes:

- a) Curriculum vitae de cada perfil profesional, en el que conste expresamente la titulación universitaria, así como la formación adicional y los años de experiencia certificables en la especialización, que deberá ser certificada mediante la relación de los proyectos realizados en la materia y que serán proporcionados en el curriculum correspondiente. Deberá facilitarse el siguiente cuadro cumplimentado con las remisiones correspondientes a los curriculum vitae que justifiquen la información facilitada.

NOMBRE	FORMACIÓN ACADEMICA	FORMACIÓN ESPECIFICA EN LAS MATERIAS (adicional a la universitaria y cursos de más de 80 horas)	AÑOS DE EXPERIENCIA CERTIFICABLE

- b) Composición de los equipos de trabajo. Se estructurará para cada uno de los grupos de sistemas enunciados en el Anexo I de este Pliego de Prescripciones Técnicas. Para todos los ámbitos se especificará el perfil y la experiencia en dicho ámbitos, sistemas y materias.
- c) Metodología de sustitución de miembros en el equipo de trabajo.

3. Medios materiales: equipos, aparatos de medida, herramientas informáticas o similar que el licitador considere necesario para prestar los servicios y garantizar la calidad de los mismos. Se incluirá en la oferta un listado de los medios materiales de los que dispone el licitador para realizar este trabajo y una carta de compromiso de uso para todos aquellos medios materiales necesarios y que no tuviera disponibles en el momento de realizar la oferta.

En particular se considerará como medios de ámbito experto los siguientes:



ÁREA DE INGENIERÍA

- a) Disponer de herramientas software, hardware y personal experto en el diseño de simulaciones en el ámbito de megafonía, o en su caso acuerdo con empresa a quien se subcontratará dichos trabajos.
 - b) Disponer de herramientas software, hardware y personal experto en el diseño de simulaciones en el ámbito de riesgos de incendio y evacuación, medidas acústicas de sistemas de megafonía, o en su caso acuerdo con empresa a quien se subcontratará dichos trabajos.
 - c) Disponer de herramientas software, hardware y personal experto en el diseño de simulaciones en el ámbito de seguridad (CCTV e intrusión), o en su caso acuerdo con empresa a quien se subcontratará dichos trabajos.
 - d) Disponer de herramientas software, hardware y personal experto en el diseño de simulaciones en el ámbito de propagación radio (TETRA y WIFI), o en su caso acuerdo con empresa a quien se subcontratará dichos trabajos
 - e) Para la realización de toma de datos en campo (toma de mediciones, documentación gráfica, toma de datos para realización de unifilares, mediciones eléctricas, mediciones lumínicas...), se deberá disponer de los equipos de medida correspondientes, debidamente calibrados.
 - f) Disponer de programa DmELECT y Dialux para realizar cálculos y comprobaciones en el ámbito de baja tensión:
 - DmELECT: realización de cálculos eléctricos.
 - Dialux: realización de cálculos lumínicos.
4. Organización y metodología del trabajo: Se incluirá una propuesta de organización de las tareas incluidas en el alcance de este pliego.
 5. Plan de calidad: Se incluirá un plan para el seguimiento y monitorización de la calidad del trabajo realizado.

6. CONDICIONES DE LA PRESTACIÓN

CONDICIONES DE LICITACIÓN

La Dirección del Servicio de METRO fijará con el contratista la realización de los trabajos de acuerdo al contenido de la oferta, no admitiéndose contradicciones entre la misma y el contenido de este Pliego.



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Una manera de hacer Europa

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

6.1 Jornada laboral y lugar de realización de los trabajos

Los trabajos se podrán realizar en dependencias de METRO o en dependencias del Contratista. La decisión entre una ubicación u otra la tomará la Dirección Facultativa del trabajo en base a que se considere que es lo más ágil y beneficioso para la consecución del trabajo a ejecutar en plazo y forma más adecuada, pudiendo ser además una decisión variable según las propias necesidades en cada momento de desarrollo de los proyectos o funciones a desarrollar por cada parte del equipo. En cualquier caso, 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 de oficina, etc.

6.2 Composición del equipo de trabajo

El equipo humano que se incorporará para la ejecución de los trabajos tras la formalización del contrato, deberá estar formado por las personas relacionadas en la oferta adjudicataria y consecuentemente valoradas. El número de personas que formen los grupos de trabajo dependerán del alcance, volumen y plazos de disponibilidad de los trabajos a realizar. A requerimiento de la Dirección del Servicio, el Contratista deberá asegurar que puede disponer de un grupo formado por **10 miembros como mínimo** para cubrir la totalidad de los ámbitos y especialidades de los sistemas que forman parte del servicio. Este mínimo se distribuirá de la siguiente forma:

- PSIM - Seguridad: 2 con Perfil Ingeniero PSIM (definido en MEDIOS HUMANOS)
- PCIV - Información al viajero: 2 con Perfil Ingeniero PCIV (definido en MEDIOS HUMANOS)
- SACE: 2 con Perfil Ingeniero SACE (definido en MEDIOS HUMANOS)
- Arquitectura Digital (AD): 3 con Perfil Ingeniero AD (definido en MEDIOS HUMANOS)
- Gestión y análisis de datos: 1 con Perfil de ingeniero de datos/científico de datos según necesidades (definido en MEDIOS HUMANOS)

Los trabajadores que formen parte del servicio a prestar, tendrán disponibilidad total e inmediata a requerimiento de la Dirección Facultativa.

Se autorizan cambios puntuales en la composición inicial del mismo respecto al equipo humano afectado, cuando se den las siguientes condiciones:

- Justificación escrita, detallada y suficiente, explicando los motivos que susciten el cambio (periodo vacacional, enfermedad, causa mayor, etc.)
- Presentación de posibles candidatos con un perfil de cualificación técnica igual o superior al de la persona que se pretende sustituir.



ÁREA DE INGENIERÍA

- Aceptación de alguno de los candidatos propuestos por parte de la Dirección del Servicio de METRO.

6.3 Modificaciones en la composición del equipo de trabajo imputables al Contratista

La valoración final de la productividad y calidad de los trabajos de las personas que realizan la actividad corresponde a la Dirección del Servicio de METRO, pudiendo ésta solicitar el cambio de cualquiera de los componentes del equipo, con un preaviso de 15 días.

Si la empresa adjudicataria propusiera el cambio de una de las personas del equipo de trabajo por causas ajenas a METRO, ésta deberá solicitarlo por escrito, con 15 días de antelación, y exponiendo las razones que motivan la propuesta. En todo caso, el cambio deberá ser aprobado por la Dirección del Servicio de METRO. En el supuesto de que se produzcan sustituciones de personal imputables al Contratista, la persona a reemplazar y la que deba sustituirla deberán coincidir, durante un periodo mínimo de dos semanas, sin coste adicional para METRO.

Si por causas imputables al contratista o, en cualquier caso, ajenas a METRO, no fuera posible dicho solapamiento, las tres primeras semanas de trabajo del sustituto no se facturarán. Las ofertas contendrán una descripción detallada de las medidas propuestas ante eventuales modificaciones del equipo de trabajo, en especial si se proponen mejoras en:

- Plazos de incorporación de nuevos recursos.
- Plazos de sustitución de recursos.
- Periodo de carencia, no facturable, en estos supuestos.

6.4 Modificación en la composición del equipo de trabajo requerido por METRO

De manera excepcional, la Dirección del Servicio de METRO podrá solicitar la incorporación de uno o varios profesionales al grupo definido para el servicio cuando así lo requiera notificándoselo al Contratista con un plazo de incorporación no inferior a 15 días. De igual forma, podrá solicitar un cambio en las personas que componen dicho equipo.

La Dirección del Servicio de METRO no limita el número de modificaciones que puede solicitar. El Contratista se compromete a facilitar la incorporación del profesional o profesionales requeridos en el plazo de incorporación establecido, cumpliendo en todo momento con los niveles de prestación de servicio vigente.



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

PLANIFICACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS TRABAJOS

6.5 Planificación y Dirección

Corresponde a METRO, destinatario de los trabajos a realizar, la supervisión de las tareas para lograr los objetivos, proponer las modificaciones que convenga introducir o, en su caso, proponer la suspensión del contrato si existiese causa suficientemente motivada.

La planificación de los trabajos se realizará semanal o mensualmente, bajo la iniciativa y coordinación de la Dirección del Servicio de METRO y con la participación y obligada aceptación por parte del Contratista. La planificación incluirá las horas estimadas de dedicación para cada uno de los trabajos planificados.

6.6 Seguimiento y Control

El seguimiento y control del servicio se efectuará sobre las siguientes bases:

- Seguimiento continuo de la evolución del servicio entre el responsable del equipo de trabajo por parte del Contratista y la Dirección del Servicio de METRO.
- Certificación mensual de las horas consumidas bajo las siguientes condiciones:
 - Todos los meses se realizarán reuniones de seguimiento y revisiones técnicas del responsable del equipo de trabajo, por parte del Contratista, y la Dirección del Servicio de METRO, al objeto de revisar el grado de cumplimiento de la planificación y de las horas consumidas.
 - La Dirección del Servicio de METRO podrá rechazar en todo o en parte los trabajos realizados, en la medida en que no respondan a lo especificado en las reuniones de planificación o no superen los controles de calidad acordados, en cuyo caso se levantará la correspondiente acta.
 - Únicamente se validarán las horas dedicadas y, previamente consensuadas en la planificación, a los trabajos que hayan sido validados durante las reuniones de seguimiento.
 - Con independencia de que en el proceso de seguimiento continuo de los trabajos se hayan validado horas realizadas, el Contratista solo podrá certificarlas cuando la Dirección del Servicio de METRO haya procedido a la recepción y verificación de la calidad del trabajo encomendado.
 - Las desviaciones sobre las horas planificadas derivadas de decisiones sobrevenidas que no tengan como origen errores u omisiones del Contratista, se computarán como horas de trabajo dentro del Servicio. En caso contrario, las horas no computarán.



ÁREA DE INGENIERÍA

- METRO podrá establecer los procedimientos y herramientas a utilizar para poder llevar a cabo la planificación, seguimiento y control del servicio.
- De todas las reuniones celebradas, el Contratista realizará un acta que será firmada y por tanto aprobada por ambas partes en todo su contenido.

MEDIOS HUMANOS

El Contratista organizará un equipo estructurado, el cual ha de formar parte de la plantilla en el momento de la presentación de la oferta. Se exigirá declaración firmada de la empresa con el compromiso de, en caso de resultar adjudicataria su oferta, dedicación exclusiva al Contrato, es decir, disponibilidad 100% a la ejecución del servicio si así se demandase por la Dirección del Servicio de METRO.

El equipo de trabajo aportado para la realización de los trabajos ha de componerse de técnicos en sistemas objeto del Servicio solicitado con el siguiente perfil y experiencia:

PERFIL INGENIERO PSIM (Physical Security Information Management)

TITULACIÓN

Ingeniería técnica o superior en informática, telecomunicaciones y/o industrial.

EXPERIENCIA

- Al menos 2 años de experiencia en proyectos.
- Al menos 1 año de experiencia trabajando en sistemas de seguridad en entornos de:
 - Sistemas de videovigilancia CCTV.
 - Sistemas de control de accesos CCAA y presencia.
 - Sistemas anti-intrusión.
 - Sistemas PSIM.
 - Sistemas de conectividad y redes IP.
 - Sistemas audiovisuales.
 - Sistemas informáticos.
- Experiencia demostrable en sistemas de seguridad en el ámbito del transporte.
- Experiencia en análisis de sistemas complejos, ingeniería inversa y metodologías de integración.

OTRAS CAPACIDADES

- Inglés nivel intermedio (C1 o similar).
- Experiencia demostrable en gestión de requisitos, gestión del cambio, gestión de proyecto (PMP o similar).
- Capacidad de trabajo en equipo.



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

ÁREA DE INGENIERÍA

PERFIL INGENIERO PCIV (Plataforma Centralizada de Información al Viajero)

TITULACIÓN

Ingeniería técnica o superior en informática, telecomunicaciones y/o industrial.

EXPERIENCIA

- Al menos 2 años de experiencia en proyectos.
- Al menos 1 año de experiencia trabajando en sistemas de información al viajero en entornos de:
 - Sistemas de gestión de contenidos multimedia (CMS).
 - Sistemas de paneles digitales y cartelería digital.
 - Sistemas de megafonía de emergencia.
 - Sistemas de interfonía IP.
 - Sistemas de conectividad y redes IP.
 - Sistemas informáticos.
- Experiencia demostrable en sistemas de información al viajero en el ámbito del transporte.
- Experiencia en análisis de sistemas complejos, ingeniería inversa y metodologías de integración.

OTRAS CAPACIDADES

- Inglés nivel intermedio (C1 o similar).
- Experiencia demostrable en gestión de requisitos, gestión del cambio, gestión de proyecto (PMP o similar).
- Capacidad de trabajo en equipo.

PERFIL INGENIERO SACE (Sistema de Control de Estaciones)

TITULACIÓN

Ingeniería técnica o superior en informática, telecomunicaciones y/o industrial.

EXPERIENCIA

- Al menos 2 años de experiencia en sistemas de explotación ferroviaria, sistemas de control industrial, sistemas de tiempo real y/o misión crítica.
- Experiencia de al menos 2 años en diseño, programación, pruebas, despliegue, operación y/o mantenimiento en al menos dos de los siguientes ámbitos:
 - Plataformas de SCADA de propósito general orientados a objetos líderes del mercado (Wincc OA, Wonderware, GE Cimplicity) aplicados al control de instalaciones y/o energía.



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

ÁREA DE INGENIERÍA

- PLC: Autómatas de fabricante líderes de mercado.
- Experiencia en diseño y programación de HMI para SCADA de tiempo real y plantas industriales. Programación de sistemas orientados a objetos y sistemas abiertos.
- Experiencia en lenguajes (C++, python, java) y metodologías de desarrollo software (CMMI o similar).
- Experiencia en diseño y programación de protocolos de bajo nivel (SNMP, ModBus, OPC, netcool, nagios, ossim, ...).
- Experiencia en análisis de sistemas complejos, ingeniería inversa y metodologías de integración.
- Experiencia en desarrollo SW en prototipos y casos de uso.

OTRAS CAPACIDADES

- Inglés nivel intermedio (C1 o similar).
- Experiencia demostrable en gestión de requisitos, gestión del cambio, gestión de proyecto (PMP o similar).
- Experiencia en sistemas operativos Linux (administración, programación de Shell script.).
- Capacidad de trabajo en equipo.

PERFIL INGENIERO AD (Arquitectura Digital)

TITULACIÓN

Ingeniería técnica o superior en informática y/o telecomunicaciones.

EXPERIENCIA

- Al menos 2 años de experiencia en sistemas de explotación ferroviaria, sistemas de tiempo real y/o misión crítica.
- Experiencia de al menos 2 años en diseño, programación, pruebas, despliegue, operación y/o mantenimiento en al menos dos de los siguientes ámbitos:
 - Sistemas TIC, comunicaciones de datos, plataformas de monitorización, balanceo de carga y ciberseguridad.
 - Administración de sistemas Operativos Linux y Bases de Datos
 - Infraestructura de cómputo y almacenamiento. Administración de copias de seguridad y gestión y control de equipamiento y licencias
 - Administración de entornos virtualizados (VMWare), soluciones de Cloud híbrida, IoT, CMS y CMDB.
- Experiencia en lenguajes (C++, python, java) y metodologías de desarrollo software (CMMI o similar).



ÁREA DE INGENIERÍA

- Experiencia en diseño y programación de protocolos de bajo nivel (SNMP, ModBus, OPC, netcool, nagios, ossim...).
- Experiencia en diseño, modelado, programación y administración de bases de datos de tiempo real.
- Experiencia en análisis de sistemas complejos, ingeniería inversa y metodologías de integración.

OTRAS CAPACIDADES

- Inglés nivel intermedio (C1 o similar).
- Experiencia demostrable en gestión de requisitos, gestión del cambio, gestión de proyecto (PMP o similar).
- Programación de bajo nivel en C, Java, Angular, Node.
- Experiencia en sistemas operativos Linux (administración, programación de Shell script.).
- Experiencia en sistemas de virtualización y de optimización.
- Capacidad de trabajo en equipo.

PERFIL INGENIERO/CIENTÍFICO DE DATOS

TITULACIÓN

Ingeniería técnica o superior en informática, telecomunicaciones y/o industrial.

EXPERIENCIA

- Al menos 2 años de experiencia en sistemas de explotación ferroviaria, sistemas de tiempo real y/o misión crítica.
- Al menos 2 años de experiencia trabajando en sistemas de gestión de datos y almacenamiento:
 - Arquitecturas de almacenamiento
 - Gestión de datos
 - Procesado de datos
 - Mejora de la confiabilidad, eficiencia y calidad de los datos
 - Conectividad e intercambio de datos entre sistemas
 - Definición de procesos relacionados con datos
 - Generación de automatismos para la catalogación y organización de datos
 - Sistemas informáticos.
- Experiencia demostrable en sistemas de gestión de datos (Big data).
- Experiencia en programación relacionada con el manejo y gestión de datos.



ÁREA DE INGENIERÍA

OTRAS CAPACIDADES

- Inglés nivel intermedio (C1 o similar).
- Experiencia demostrable en gestión de requisitos, gestión del cambio, gestión de proyecto (PMP o similar).
- Capacidad de trabajo en equipo.

PLAN DE CALIDAD

El Contratista se compromete, dentro de los trabajos que surjan en el servicio a prestar, a realizar cada uno de los procesos, generación de documentos y a asumir los medios y criterios que estén definidos en el proceso de calidad vigente en el momento de la ejecución de los trabajos. Para ello METRO proporcionará al Contratista, bajo petición previa por escrito, los procesos vigentes que apliquen al trabajo encomendado en cada momento.

Todo lo anterior, de forma adicional al plan de calidad propio de cada empresa.

PROPIEDAD INTELECTUAL

Sin perjuicio de lo dispuesto por la legislación vigente en materia de propiedad intelectual y de protección jurídica, el Contratista acepta expresamente que toda la documentación (informes, pliegos, fotos, simulaciones, etc.) tratada en este proyecto corresponden únicamente a METRO, con exclusividad y a todos los efectos.

FORMA DE PAGO DE LOS TRABAJOS

Los trabajos se pagarán mediante la certificación de horas realizadas necesarias para la ejecución de un determinado trabajo, mediante las siguientes pautas:

- Todos los trabajos deberán tener un entregable tangible que justifique el número de horas empleadas.
- Todo trabajo realizado deberá ir acompañado de un acta en donde se registre la descripción del trabajo en cuestión, las personas que han participado en su ejecución y descripción del número de horas empleadas desglosando las fechas de su ejecución.

De modo general, no será viable la certificación de horas, aun estando validadas, sin que exista una entrega efectiva del trabajo y este disponga de la validación de calidad por parte de la Dirección de Servicio de METRO. De forma excepcional, en situaciones donde los trabajos sean de larga duración y siempre con la autorización expresa de la Dirección Facultativa, se podrá realizar una planificación de hitos de entrega parciales que permita la certificación de horas en base al cumplimiento de las entregas pactadas y de la calidad de estas, no obstante, en esta circunstancia siempre se debe cumplir:



ÁREA DE INGENIERÍA

- 1) Que los hitos definidos sean claros y dispongan de unos entregables tangibles.
- 2) Que los entregables sean independientes unos de otros y que la finalización no dependa de entregables posteriores.
- 3) El Contratista asume que, caso de que se produzcan la necesidad de modificaciones en hitos ya entregados por el devenir de la entrega global del trabajo, estos correrán por su cuenta, no siendo posible la justificación de sobre costes por las horas empleadas por esta situación.

7. VIGENCIA DEL CONTRATO

La duración estimada para el servicio contratado será de 48 MESES a contar desde el día siguiente a la firma del acta de inicio de los trabajos o hasta agotar el importe del mismo, lo que antes ocurra. Tal y como se ha indicado anteriormente, la Dirección del Servicio de METRO certificará periódicamente las horas realizadas por el Contratista en base a la entrega de trabajos.

8. ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD

De forma previa al inicio de los trabajos se deberá firmar un acuerdo de confidencialidad en el que se reflejará que toda la información que sea facilitada por METRO DE MADRID, fruto del desarrollo de la obra en cuestión, junto con los documentos preparados y/o presentados al personal o representantes, deberá mantenerse confidencial.

Dicha obligación se extiende a toda información obtenida directa o indirectamente propiedad de METRO DE MADRID, así como las ofertas, propuestas, bocetos, pruebas y presentaciones que realicen o presenten.

9. PRESUPUESTO

La base imponible para los trabajos descritos en este Pliego, sin incluir el IVA, es de **UN MILLÓN OCHOCIENTOS SESENTA MIL EUROS (1.860.000,00 €)** distribuidos por ámbitos como indica la tabla siguiente:



PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS: CONTRATACIÓN DE APOYO TÉCNICO PARA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES Y PROYECTOS ASOCIADOS A LA ESTACIÓN 4.0 FINANCIABLE AL 50% CON CARGO AL PROGRAMA OPERATIVO FEDER 2014-2020 DE LA COMUNIDAD DE MADRID

ÁREA DE INGENIERÍA

Partida	Descripción	PRESUPUESTO				
		Número unidades (horas)	Precio Ud. Sin IVA(€)	PRECIO TOTAL Sin IVA (precio Ud. x Nº Ud.)	IVA (€)	Precio TOTAL con IVA (€)
3.1	Inspecciones en campo (horarios diurno)	3.000,00				
3.2	Inspecciones en campo (horarios nocturno)	1.500,00				
3.3	Pruebas (horario diurno)	3.000,00				
3.4	Pruebas (horario nocturno)	1.500,00				
3.5	Supervisión de obra (horario diurno)	7.000,00				
3.6	Supervisión de obra (horario nocturno)	3.000,00				
3.7	Elaboración de documentación	12.600,00				
3.8	Simulaciones	1.100,00				
3.9	Legalizaciones	1.000,00				
3.10	Soporte a prototipos y homologaciones	27.700,00				
TOTAL						

Madrid, abril de 2019

DIRECTOR DEL PLIEGO:



D. Dionisio Izquierdo Bravo

AUTORES DEL PLIEGO



D. Fernando Morales Aguirre



D. Marcelo Sanz Gonzalo

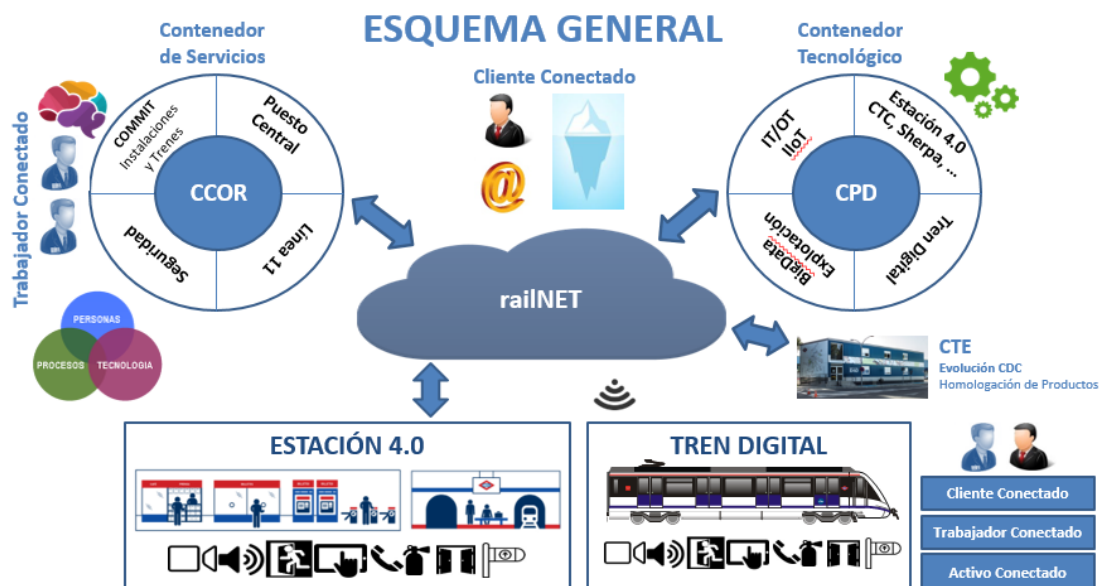


Una manera de hacer Europa

10. ANEXO I – DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS

METRO está inmerso en un **plan de modernización**, basado en los paradigmas de la **Transformación Digital** y la **Industria 4.0**, denominado **Estación 4.0** y cuyo objetivo es la evolución y rediseño de los distintos sistemas de explotación y seguridad que forman parte del servicio ferroviario prestado, contemplados los nuevos requisitos de diseño y funcionales para mejorar prestaciones de dichos sistemas, tanto desde el punto de vista del cliente (mejorando la calidad del servicio ofertado) como de la propia explotación (optimizando tanto los costes de inversión como del ciclo de vida al mejorar el modelo operativo y de mantenimiento actual).

Estos paradigmas se han **adaptado al entorno tecnológicamente complejo y heterogéneo de una explotación ferroviaria metropolitana** obteniendo el siguiente **modelo tecnológico**:



En el modelo encontramos **cinco elementos** fundamentales: un modelo de estación (**Estación 4.0**), un modelo **Tren digital** (o “conectado”), un **contenedor de servicios** (Centro Control Operativo de Red), un **contenedor tecnológico** que permitirá abstraer las diferentes soluciones tecnológicas, y por último, una red versátil segura de gran capacidad y flexibilidad suficiente para conectar a los cuatro elementos anteriores (así como al propio cliente) y que incluye las comunicaciones y el tren-tierra de banda ancha (**railNET**).

Por otro lado, identificamos **tres perfiles** que interactúan en el modelo: **activo conectado** (cualquier dispositivo o equipo de estación o tren), **trabajador conectado** (personal de operación, mantenimiento, etc.) y **cliente conectado** que interactúan en y con los distintos elementos fundamentales del modelo.

En la **primera fase** del programa de transformación se rediseñarán los servicios de **seguridad**, **información al viajero** y **telecontrol de instalaciones**.

ÁREA DE INGENIERÍA

A continuación, se describen los nuevos diseños que para estos servicios.

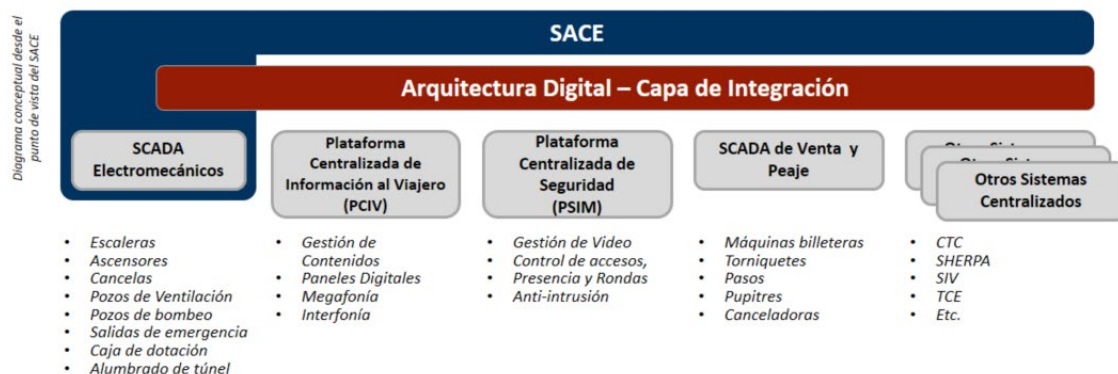
- **SACE** (SCADA de Control de Estaciones) como sistema evolucionado y mejorado que sustituirá a los **Sistemas de Tele-Control de Estación**.
- **PSIM** (*Physical Security Information Management* o Plataforma Centralizada de Seguridad) y todos los elementos gestionados por ella (CCTV, control de accesos e intrusión) como sistemas evolucionados y mejorados que sustituirán a los **Sistemas de Seguridad** actuales.
- **PCIV** (Plataforma Centralizada de Información al Viajero) y todos los elementos gestionados por ella (paneles digitales, megafonía e interfonía) como sistemas evolucionados y mejorados que sustituirán a los **Sistemas de Información al Viajero** actuales.
- **AD** (Arquitectura Digital) como el conjunto de sistemas que proporcionará la infraestructura IT/OT al resto de sistemas rediseñados normalizando también las integraciones e intercambio de datos entre ellos.

SACE (SCADA DE CONTROL DE ESTACIONES)

El SACE será el sistema encargado de la monitorización y control remoto de todos los equipamientos industriales de explotación de la estación.

El sistema se construirá sobre un **SCADA comercial** de propósito general en el que se desarrollará la **capa de negocio específica** de METRO y donde:

- Los equipos industriales se conectarán a través de protocolos estándar de última generación adecuados para la naturaleza de estos elementos.
- **Integración desacoplada**. SACE se integrará con los sistemas AD (Arquitectura Digital) utilizando tecnologías y modelos de datos normalizados basados también en estándares para obtener los datos del resto de elementos y sistemas.

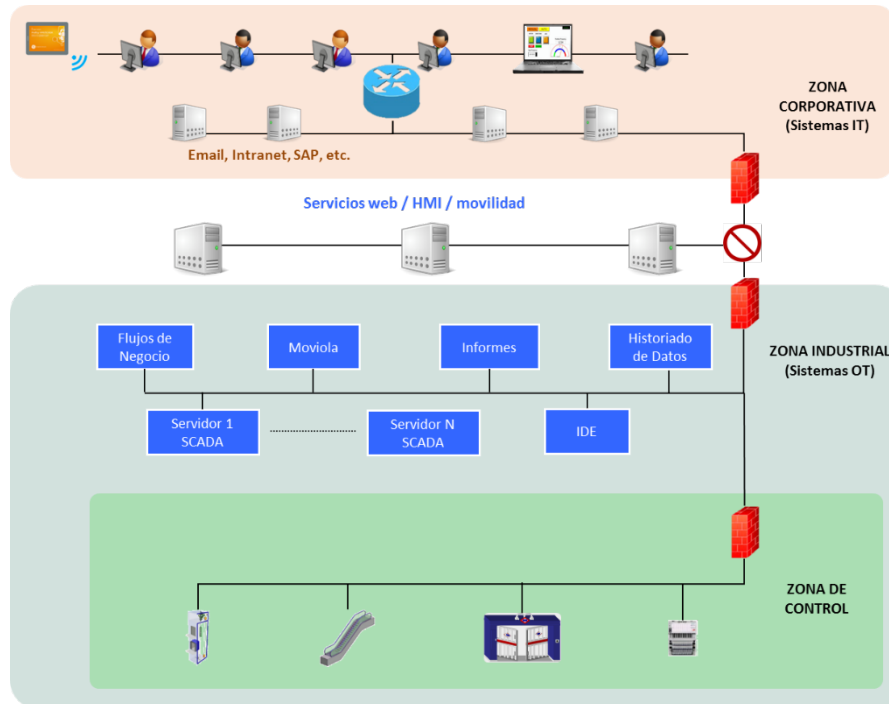


Arquitectura centralizada. El SACE estará basado en una arquitectura centralizada. La arquitectura centralizada diseñada será de alta disponibilidad activo-activo, aprovechando las capacidades de los sistemas de AD (Arquitectura Digital) en concreto del **MetroCloud** privado



ÁREA DE INGENIERÍA

de METRO. A continuación, se muestra un esquema de la arquitectura física que debe seguir el sistema para garantizar el correcto funcionamiento de las aplicaciones y un alto nivel de seguridad.



Sistema virtualizado. Los sistemas de Arquitectura Digital (AD) deberán sostener al SACE, basándose en soluciones IT de virtualización, y estando orientado a proporcionar sus procesos internos y servicios básicos desde un conjunto de servidores centralizados que proporcionen todas las capacidades del sistema y simplifiquen las tareas de mantenimiento y soporte.

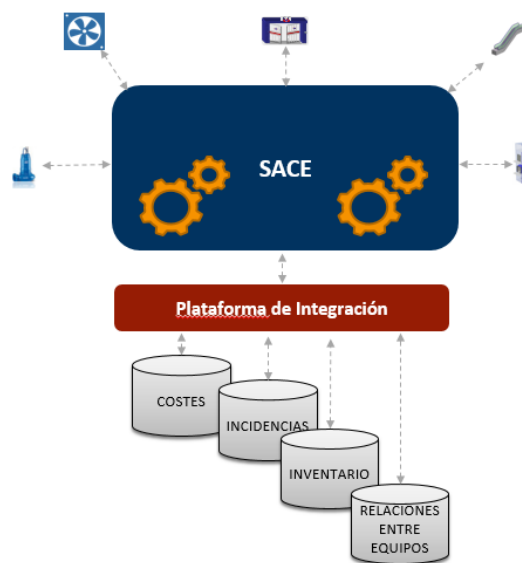
Ciclo de vida largo. Su arquitectura abierta debe permitir a METRO desarrollar, mantener y evolucionar la capa de negocio del sistema durante un período de tiempo extenso. La elección de un producto comercial, de una empresa tecnológicamente avanzada dentro del sector, garantizará una gran disponibilidad de integradores y servicios de soporte que cubrirán el ciclo de vida del producto su escalabilidad y evolución tecnológica por al menos 20 años.

El SACE dispondrá de una serie de **capacidades** orientadas a mejorar la eficiencia en los procesos operativos de METRO. En concreto:

- **Punto inicial de acceso:** el SACE cubrirá los requisitos más estrictos en cuanto a la monitorización y control de equipamientos industriales de operación siendo el punto de acceso principal para un gran número de usuarios. Desde la consola del SACE los usuarios podrán acceder a consolas más específicas de otros sistemas en función de sus necesidades.

ÁREA DE INGENIERÍA

- **Gestión de toma de mando:** el SACE implementará funciones de toma de mando jerarquizada que garantice una operación consistente (órdenes y contraórdenes) con las altas medidas de seguridad que proporcionan los SCADAs industriales.
- **Altas capacidades de correlación de información:** el SACE debe ser desarrollado potenciando al máximo las capacidades de integración de información de fuentes heterogéneas del SCADA de última generación en el que se base. De esta forma, el sistema hará la correlación y enriquecerá la información de los equipos, mostrando a los usuarios la **información relevante** para su desempeño.



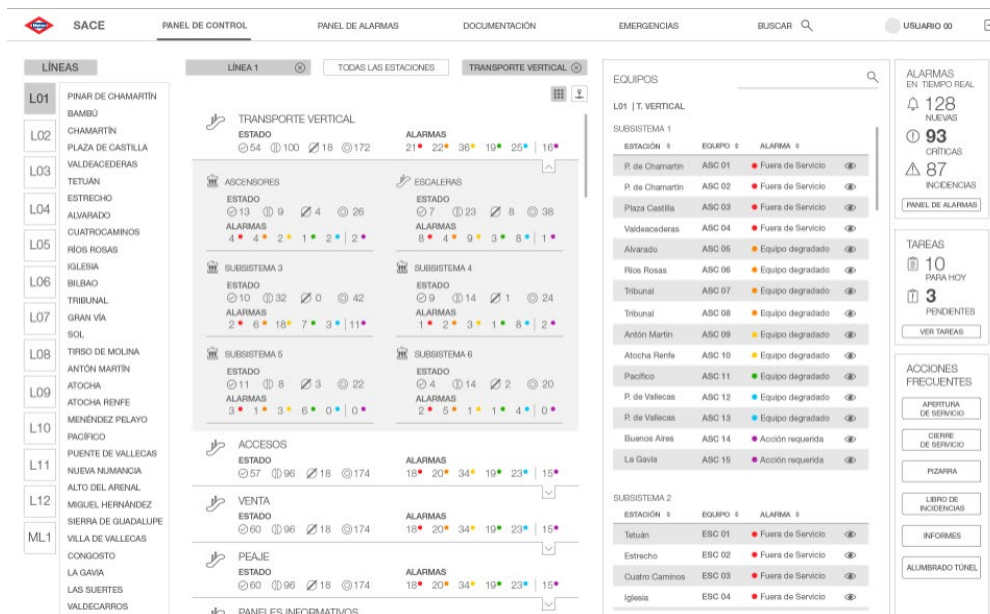
- **Altas prestaciones para notificaciones:** el usuario no tendrá que buscar la información, esta se le presentará cuando sea relevante. Esto mejorará su eficiencia pudiendo personalizar la visibilidad y disponibilidad de la información, teniendo en cuenta la diversidad de los roles del personal de METRO y sus necesidades específicas. Los usuarios tendrán un mayor control de qué información requieren ver y en qué momento necesitan ser notificados. También mejorará la colaboración entre los distintos grupos de trabajo.
- **Módulo específico de informes.** El sistema incluirá un módulo específico de informes potente y configurable que, junto con las funcionalidades de notificación, debe permitir implementar nuevos modelos operacionales y de mantenimiento más eficientes y eficaces, y sobre todo orientados a mejorar la calidad de servicio prestado a los clientes finales.
- **Automatización de órdenes:** el SACE implementará un catálogo de órdenes automatizadas permitiendo descargar a los usuarios de tareas rutinarias y monótonas a la vez que se garantiza la secuenciación definida en caso de que esta sea compleja.
- **Auditoría de operaciones:** Todas las operaciones realizadas quedarán registradas con el fin de reproducir situaciones pasadas.

ÁREA DE INGENIERÍA

- **Procedimientos guiados.** Se incorporarán en SACE procedimientos guiados para la resolución de los distintos tipos de incidencias, contemplando la gestión del ciclo de vida completo de las mismas. También permitirá la definición de nuevos procedimientos de una forma fácil e intuitiva.
- **Gestión avanzada de usuarios y roles.** SACE permitirá la gestión de usuarios y roles con alta capacidad para aplicar permisos a funciones y dispositivos.
- **Gestión en profundidad de datos históricos:** Se implantará un sistema especializado para la gestión de datos históricos operacionales que permitirá a METRO conocer el funcionamiento de sus instalaciones con mucho más detalle y mejorar los procedimientos y la calidad del servicio al cliente. 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 mismos.
- **Integración de PCI.** SACE estará preparado para la integración de las centrales de PCI (Protección Contra Incendios). Dicha integración podrá llevarse a cabo directamente por interacción con las centrales o bien a través de la arquitectura digital que solicitará la información a PSIM donde también se pueden integrar dichas centrales.
- **IHM ergonómicos:** los interfaces hombre-máquina (IHM) se modernizarán para mejorar la experiencia de usuario, cumpliendo con la normativa referente a ergonomía y para facilitar 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. Se implementarán, al menos, los siguientes IHMs:
 - Tres para operación en modo normal:
 - Puesto de operador.
 - Tablet.
 - *Smartphone*.
 - Uno para el IHM local: Ante la existencia de una arquitectura centralizada es necesario garantizar la integridad de los clientes y la operatividad de las instalaciones por lo que se hace necesario un IHM distribuido totalmente funcional en cada una de las estaciones. Esta medida permitirá operar y monitorizar los equipamientos industriales de estación, entre otras, ante una eventual pérdida de comunicaciones con los servidores centrales.



ÁREA DE INGENIERÍA



PSIM (PLATAFORMA CENTRALIZADA DE SEGURIDAD)

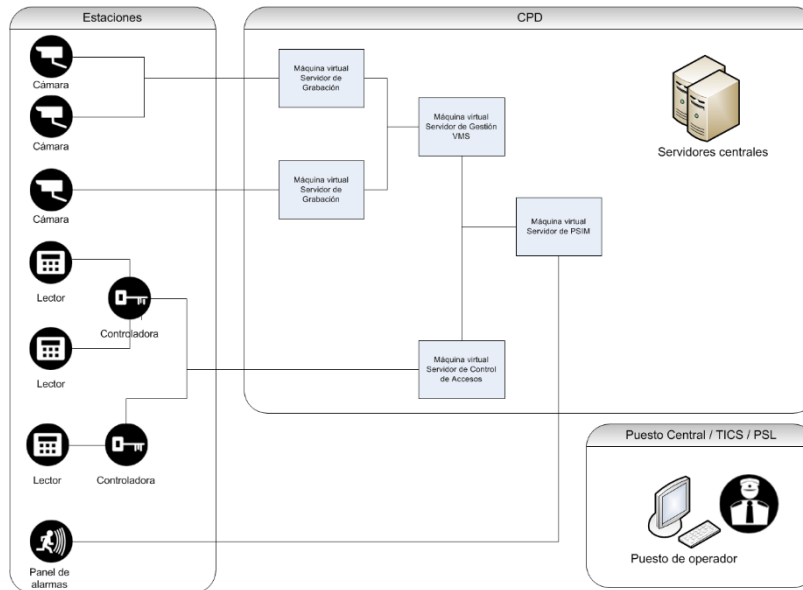
La Plataforma Centralizada de Seguridad (PSIM) unificará la operación de los sistemas de:

- Gestión de Video (CCTV).
- Control de Acceso, Presencia y Rondas (CCAA).
- Anti-Intrusión.

El diseño del PSIM incorporará las máximas prestaciones y soluciones avanzadas para la gestión eficiente y eficaz de la seguridad de un transporte masivo y de alta calidad.

Esta plataforma permitirá realizar una gestión unificada y centralizada de todos los sistemas de seguridad física. Sobre esta plataforma se definirán los procedimientos de actuación ante incidentes que METRO determine para homogeneizar las respuestas y mejorar los tiempos de las mismas incrementando el nivel de seguridad ofertado al cliente.

ÁREA DE INGENIERÍA



Arquitectura centralizada. El PSIM y sus sistemas deberán considerar una arquitectura completamente centralizada. Todos los servidores que darán soporte a PSIM y sus sistemas estarán ubicados en dos CPD de METRO distribuidos geográficamente. En estación, sólo se desplegará equipamiento normalizado de campo (cámaras, centrales de intrusión [y sensores] y controladoras de acceso [y lectores]). La arquitectura centralizada diseñada será de alta disponibilidad activo-activo, aprovechando las capacidades de los sistemas de AD (Arquitectura Digital) en concreto del **MetroCloud** privado de METRO.

Sistema virtualizado. Los sistemas de Arquitectura Digital (AD) deberán sostener al PSIM, basándose en soluciones IT de virtualización, y estando orientado a proporcionar sus procesos internos y servicios básicos desde un conjunto de servidores centralizados que proporcionen todas las capacidades del sistema y simplifiquen las tareas de mantenimiento y soporte.

Integración desacoplada. El PSIM deberá disponer de una interfaz de comunicaciones hacia el resto de plataformas centralizadas de METRO (SACE, PCIV, CTC, etc.) posibilitando el intercambio normalizado, estándar y abierto de datos con estos sistemas. De esta forma, PSIM responderá de forma automática y determinista a los eventos y actualizaciones de datos que puedan provenir de dichos sistemas. Esta interfaz de comunicaciones que permite el intercambio de datos con el resto de plataformas centralizadas estará implementada sobre la capa de integración de los sistemas de AD (Arquitectura Digital).

El PSIM dispondrá de una serie de **capacidades** orientadas a mejorar la eficiencia en los procesos de seguridad y operativos de METRO y el servicio prestado al cliente. En concreto:

- **Solución estándar de mercado.** El PSIM debe estar basado en soluciones estándar de mercado, abiertas e integrables. Incorporar los requisitos de seguridad de acuerdo con los estándares internacionales aplicables. Tener la escalabilidad y capacidad de adaptarse a

ÁREA DE INGENIERÍA

nuevos sistemas, evolución continua para mantener el sistema al día de las novedades del mercado.

- **Funcionales de CRA.** El PSIM incorporará funciones de CRA (Central de Recepción de Alarmas) que permitan integrar de forma nativa las centrales de intrusión utilizando protocolos estándar.
- **Integración de PCI.** El PSIM estará preparado para la integración de las centrales de PCI (Protección Contra Incendios). Dicha integración podrá llevarse a cabo directamente por interacción con las centrales o bien a través de la arquitectura digital que solicitará la información a SACE donde también se pueden integrar dichas centrales.
- **Jerarquía operacional.** Los distintos sistemas (CCTV, CCAA y Anti-Intrusión) se integrarán de forma jerárquica dentro del PSIM. En el PSIM se centralizará toda la información proveniente de estos sistemas para ofrecer una visión completa de los sistemas de seguridad física permitiendo, a su vez, actuar sobre cada uno de ellos.
- **Procedimientos guiados.** Se incorporarán en el PSIM procedimientos guiados para la resolución de los distintos tipos de incidencias, contemplando la gestión del ciclo de vida completo de las mismas. También permitirá la definición de nuevos procedimientos de una forma fácil e intuitiva.
- **Gestión avanzada de usuarios y roles.** El PSIM permitirá la gestión de usuarios y roles con alta capacidad para aplicar permisos a funciones y dispositivos.
- **Alta capacidad de auditoría.** El PSIM debe disponer de funciones de auditoría centralizada y completa de todas las acciones y movimientos registrados por los sistemas de seguridad.
- **Alta capacidad de generación de informes.** El PSIM debe incluir un módulo específico y potente para la generación de informes con alto grado de personalización y funciones de exportación de los mismos en distintos formatos.
- **HMI avanzados.** El PSIM dispondrá de al menos cliente para puesto de operador, cliente WEB y cliente móvil. Todos ellos dispondrán de planos unificados con información en vivo del sistema de seguridad.
- **Modo degradado.** El PSIM y los sistemas que gestiona deben implementar funcionalidades de modo degradado en estación. Al menos, las siguientes:
 - A nivel de estación se dispondrá de puestos cliente con acceso a los servidores para el trabajo de operadores locales. En caso de desconexión, estos puestos podrán conectar con los dispositivos locales directamente.
 - Los sistemas de CCAA, CCTV y Anti-Intrusión deben ser capaces de almacenar localmente las alarmas pendientes de enviar al servidor que serían enviadas en cuanto la comunicación se restableciese.
 - Las cámaras que se designen, dispondrán de la capacidad de conectarse al PSIM vía 4G a través del operador de telecomunicaciones disponible.



10.1 Sistema de Gestión de Video (CCTV)

El sistema de gestión de video dispondrá de una serie de **capacidades** específicas. En concreto:

- **Multifabricante.** Este sistema permitirá la conexión de cámaras IP de distintos fabricantes, soportando estándares de mercado (al menos, ONVIF y H.264/H.265) que permitirá una gran flexibilidad en la elección de los dispositivos de campo.
- **Grabación centralizada.** Toda la grabación del sistema se centralizará en los CPD. Además, las cámaras que se consideren críticas dispondrán de almacenamiento de grabaciones en la propia cámara mediante tarjetas de memoria integradas a utilizar en caso de desconexión de la cámara y el grabador.
- **Acceso con capilaridad para video grabado y/o en tiempo real.** Los grabadores se conectan con el servidor de gestión que centralizará el acceso a todas las cámaras, tanto en tiempo real como en grabación, ofreciendo una gestión de usuarios y permisos centralizada.
- **Analíticas de video avanzadas.** El sistema dispondrá o integrará analíticas de video avanzadas como detección de objetos perdidos, conteo, reconocimiento facial, objetos en vía, intrusión, etc.
- **Funciones de búsqueda avanzada.** El sistema dispondrá de algoritmos de búsqueda avanzada en histórico de video, permitiendo múltiples cámaras y búsqueda con metadatos (detección de movimiento, alarmas).
- **Funcionalidad de videowall.** El sistema dispondrá de un módulo específico para visualización en los videowall de TICS y PCC.
- **Video para requerimiento legal.** El sistema dispondrá de capacidades de exportación de video con marca de agua en formato propietario cifrado para cumplir con los requerimientos legales.
- **Funcionalidad de videopush.** El sistema dispondrá de un cliente móvil que convierta la cámara de dicho dispositivo móvil en una cámara más del sistema permitiendo todas sus funciones sobre dicha cámara.

10.2 Sistema de Control de Accesos, Presencia y Rondas

El sistema de control de accesos, presencia y rondas dispondrá de una serie de **capacidades** específicas. En concreto:

- **Inteligencia local.** El sistema de control de accesos utilizará controladoras con capacidad de trabajo de forma autónoma:
 - o Almacenarán en local los datos de las tarjetas, listas blancas, listas negras y permisos de modo que, en caso de desconexión, el sistema pueda operar totalmente funcional.
 - o Registrará en local los movimientos y alarmas durante este tiempo de desconexión.



ÁREA DE INGENIERÍA

- Dispondrá de reglas automáticas locales configuradas en controladora permitiendo desarmar zonas de alarma ante un pase de tarjeta en un escenario sin conexión.
- **Optimización de Controladoras.** Una controladora podrá gestionar una o más puertas/lectores, planteando un sistema de control de accesos con dos componentes diferenciados: controladora y lector permitiendo altas posibilidades de configuración.
- **Multifabricante.** Los lectores del sistema serán de distintos fabricantes utilizando protocolos estándar para conectarse con las controladoras, integrando o no teclado, pantalla y/o biometría.
- **TIC de alta seguridad.** El sistema contemplará el uso de tarjetas identificativas de alta seguridad Mifare Desfire y el uso de lectores biométricos.
- **Plan de llaves.** El sistema incluirá como medida adicional para modo degradado un plan completo de llaves de las cerraduras para todos los cuartos securizados con control de acceso.
- **Operación remota.** El sistema implementará operaciones remotas sobre dispositivos de campo (apertura de puertas, activación de salidas, etc.).
- **Integración con máquinas de venta y material móvil.** Se desarrollará un módulo que pasará a formar parte del sistema para adaptarse a las necesidades particulares de METRO en cuanto a las funciones de control de acceso en máquinas de venta y los trenes. Este módulo tratará a estos dispositivos como una controladora más del sistema con el mismo nivel funcional.

10.3 Sistema de Anti-Intrusión

El sistema de anti-intrusión dispondrá de una serie de **capacidades** específicas. En concreto:

- **Inteligencia local.** Estos paneles de alarma deberán disponer de capacidad para trabajar de forma autónoma en caso de desconexión con el sistema central, almacenando las alarmas y actuando localmente con los elementos de disuasión (por ejemplo, sirenas).
- **Certificación de seguridad grado 3 o 4** según normativa aplicable y entorno de utilización.

PCIV (PLATAFORMA CENTRALIZADA DE INFORMACIÓN AL VIAJERO)

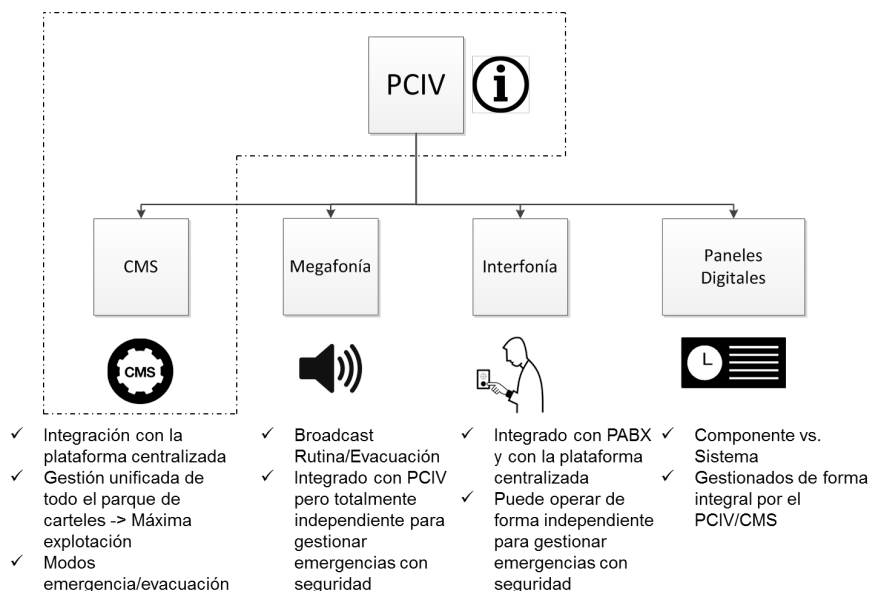
La Plataforma Centralizada de Información al Viajero (PCIV) unificará la operación de los sistemas de:

- Gestión de Contenidos Multimedia (CMS).
- Paneles Digitales.
- Megafonía.
- Interfonía.



ÁREA DE INGENIERÍA

Esta plataforma permitirá realizar una gestión unificada y centralizada de todos los sistemas mencionados responsables de interactuar con el cliente para proporcionarle información relevante y coherente en cualquiera de sus modos (mensajes de audio, mensajes visuales con información del servicio prestado, información corporativa, institucional, comercial, etc.).



Arquitectura centralizada. El PCIV y sus sistemas deberán considerar una arquitectura completamente centralizada. Todos los servidores que darán soporte a PCIV y sus sistemas estarán ubicados en dos CPD de METRO distribuidos geográficamente. La arquitectura centralizada diseñada será de alta disponibilidad activo-activo, aprovechando las capacidades de los sistemas de AD (Arquitectura Digital) en concreto del **MetroCloud** privado de METRO.

Sistema virtualizado. Los sistemas de Arquitectura Digital (AD) deberán sostener al PCIV, basándose en soluciones IT de virtualización, y estando orientado a proporcionar sus procesos internos y servicios básicos desde un conjunto de servidores centralizados que proporcionen todas las capacidades del sistema y simplifiquen las tareas de mantenimiento y soporte.

Integración desacoplada. El PCIV deberá disponer de una interfaz de comunicaciones hacia el resto de plataformas centralizadas de METRO (SACE, PSIM, CTC, etc.) posibilitando el intercambio normalizado, estándar y abierto de datos con estos sistemas. De esta forma, PCIV responderá de forma automática y determinista a los eventos y actualizaciones de datos que puedan provenir de dichos sistemas externos y que deban ser considerados por parte de la plataforma de cara a mantener actualizada en tiempo real la información a los clientes. Esta interfaz de comunicaciones que permite el intercambio de datos con el resto de plataformas centralizadas estará implementada sobre la capa de integración de los sistemas de AD (Arquitectura Digital).

ÁREA DE INGENIERÍA

El PCIV dispondrá de una serie de **capacidades** orientadas a mejorar la eficiencia en los procesos operativos de METRO y el servicio prestado al cliente a través de la información que se da y/o recibe de este. En concreto:

- **Gestión integrada de distintos tipos de mensajes, medios de difusión y destinos múltiples.** El PCIV debe ser capaz de gestionar los escenarios de tráfico ferroviario, así como cualquier incidencia, de forma que se pueda facilitar la difusión rápida y eficiente de distintos tipos de mensajes a múltiples destinos. Así pues, el sistema debe permitir una gestión integrada de los distintos tipos de medios de difusión (paneles digitales, equipos de audio, etc.) y de destinos (desde el nivel de dispositivo, localización dentro de una estación, la propia estación completa, o incluso toda la línea o la red completa).
- **Emisión manual y automática.** El PCIV deberá disponer de herramientas para los operadores que permitan enviar los mensajes multitipo, multimedia y multidestino de forma manual o automática.
- **Herramientas de gestión de incidencias.** El PCIV permitirá a los operadores gestionar de forma sencilla la apertura, edición y cierre de las incidencias del servicio y la emisión de los correspondientes mensajes por los distintos medios de difusión.
- **Gestión avanzada de usuarios.** La plataforma permitirá realizar gestión avanzada de usuarios, manejando una alta variedad de roles y permisos de los mismos de forma centralizada y en función de las necesidades operacionales que se deban asignar a cada usuario. Se deben poder manejar usuarios de METRO y de terceras empresas.
- **IHM integrado.** La interfaz hombre máquina del PCIV será un entorno amigable para el operador y fácil de usar, permitiendo gestionar de forma coherente y unificada tanto los escenarios operacionales de servicio de METRO como escenarios especiales ante incidencias o apoyo al desalojo de una estación. Así pues, la interfaz gráfica para el operador deberá ofrecer una operación integrada y coherente de todos los sistemas que dependen del PCIV (Gestor de Contenidos Multimedia, Paneles Digitales, Megafonía e Interfonía). El PCIV dispondrá de una IHM para dispositivos móviles (tabletas y smartphones).
- **Coexistencia con SIV actual y CTC.** El PCIV también deberá suministrar dos *proxies* a nivel de aplicación:
 - o El primero permitirá y facilitará la integración de la información del tráfico ferroviario en la plataforma a partir de los datos generados actualmente por el sistema CTC (Control de Tráfico Centralizado: información de bajo nivel basada en ocupaciones y liberaciones de circuitos de vía), adaptándola a la interfaz estandarizada que el sistema Arquitectura Digital (AD) proporciona, y desde el que la plataforma PCIV tomará los datos que permitan suministrar información en tiempo real a los pasajeros.



ÁREA DE INGENIERÍA

- El segundo permitirá y facilitará la integración del SIV actual (recepción de información y envío de mensajes) adaptándola a la interfaz estandarizada que el sistema Arquitectura Digital (AD) proporciona, y desde el que la plataforma PCIV tomará los datos y enviará los mensajes.

A continuación, se describen una serie de **capacidades** específicas de cada uno de los sistemas que unifica el PCIV.

10.4 Sistema de Gestión de Contenidos Multimedia (CMS)

El sistema deberá permitir la gestión centralizada de contenidos multimedia, así como la gestión centralizada de todos los dispositivos finales de campo. Además, dotará al sistema de capacidades de gestión de campañas.

El sistema dispondrá de una serie de **capacidades** específicas. En concreto:

- **Altas capacidades multimedia y multilinguaje.** El sistema permitirá suministrar la información en distintos idiomas, distintos tipos de caracteres, aplicar distintas plantillas en función de las distintas resoluciones y relaciones de aspecto. Así como gestionar distintas capas con distintos tipos de contenidos que puedan priorizarse en función de las necesidades o realizar programaciones que se emitan de forma automática según se definan.
- **Capacidades multiempresa.** Con respecto a la gestión de contenidos y capacidades del sistema para la gestión de campañas, se requieren prestaciones avanzadas en cuanto a la gestión de usuarios, accesos y permisos de los mismos al sistema según la operativa de METRO, de forma que terceras empresas tengan acceso solo a los medios implicados en su campaña. Por otro lado, la herramienta deberá proporcionar distintos perfiles para el diseño de contenidos, validación de los mismos, etc.
- **Integración completa con PCIV.** La integración del sistema con PCIV debe ser completa, de forma que ambas herramientas puedan estar integradas y ser manejadas desde una interfaz única.

10.5 Paneles Digitales

Los Paneles Digitales son los dispositivos y soportes digitales que se encargarán de mostrar a los viajeros la información sobre el estado del servicio, posibles incidencias, información relacionada con la gestión de escenarios de evacuación, así como de mostrar contenidos corporativos, institucionales y publicitarios.

Los paneles digitales dispondrán de una serie de **capacidades** específicas. En concreto:

- **Altas prestaciones videográficas.** Los paneles digitales deberán estar alineados con el estado del arte tecnológico actual aplicado a estos elementos de visualización. Así pues, se



ÁREA DE INGENIERÍA

deberán considerar dispositivos de tecnología tipo TFT/LCD que amplíen las capacidades actuales de los paneles digitales (texto plano, gráficos simples) para ofrecer un repertorio más completo de prestaciones videográficas que puedan incluir cualquier diseño que combine texto, imágenes y video.

- **Mayor número de emplazamientos.** Los paneles digitales propuestos deberán permitir gestionar y presentar la información visual sobre los horarios de llegada y salida de los trenes y avisos importantes en las estaciones de metro, de forma que el cliente podrá estar en todo momento informado del estado del servicio ferroviario. Permitirá también una actualización en tiempo real de las informaciones de todos ellos. Además, proporcionará información a los clientes en los andenes, vestíbulos y zonas de torniquetes. Así pues, se deberán instalar paneles digitales en todos aquellos emplazamientos necesarios que identifique la dirección facultativa (entradas, vestíbulos, andenes, pasillos, torniquetes, etc.) para publicar información corporativa, institucional y comercial relevante para el cliente.
- **Soportación de alta calidad.** Los soportes y anclajes de los paneles digitales deben cumplir escrupulosamente las normativas aplicables para evitar cualquier tipo de afección en la estación sobre todo los ubicados en andenes, vestíbulos y zonas de torniquetes.
- **Asistente virtual.** Como un caso innovador de panel digital, se desplegarán en la estación de Nuevos Ministerios 3 paneles digitales con un asistente virtual que se soportará sobre los sistemas de AD (Arquitectura Digital) y en tecnologías de inteligencia artificial y aprendizaje automático.
- **Integración en PCIV.** Todos los contenidos a ser mostrados sobre estos soportes deberán estar gestionados desde la Plataforma Centralizada de Información al Viajero (PCIV) y desde el Gestor de Contenidos Multimedia.

10.6 Sistema de Megafonía

El sistema de megafonía dispondrá de una serie de **capacidades** específicas. En concreto:

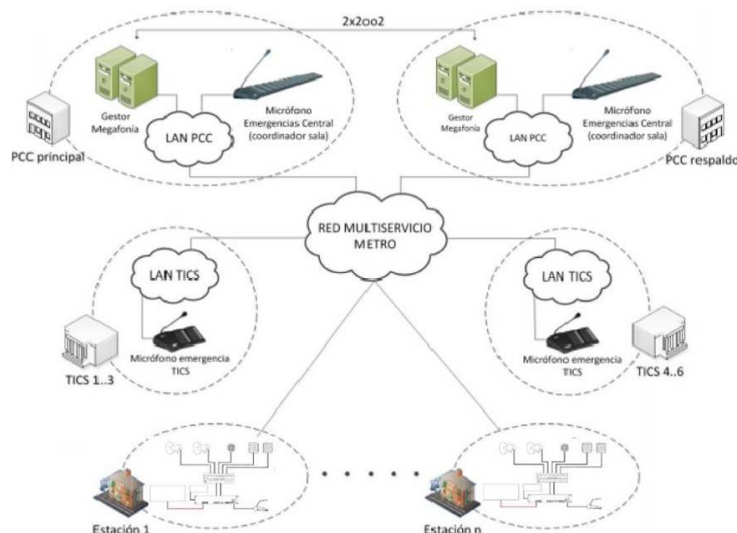
- **Megafonía de evacuación por voz.** El sistema cumplirá con los requisitos necesarios exigidos por la normativa de aplicación en la industria para que este sistema se constituya en un Sistema de Megafonía y Evacuación por Voz que pueda ser considerado como un sistema de ayuda y soporte durante situaciones de emergencia.
- **Cumplimiento de la normativa de inteligibilidad.** El sistema cumplirá con la normativa de aplicación en materia de inteligibilidad de los mensajes, adecuación de los niveles de presión sonora que mejorarán la calidad percibida por el cliente.
- **Integración con el sistema de PCI.** El sistema cumplirá con los requisitos necesarios exigidos por la normativa de aplicación en la industria para un Sistema de Megafonía y Evacuación



ÁREA DE INGENIERÍA

por Voz en lo relativo a su integración local en las estaciones con el sistema de PCI (Protección Contra Incendios).

- **Mayor cobertura.** La cobertura del sistema debe alcanzar no solo las zonas públicas de la estación que actualmente están acondicionadas acústicamente, sino también aquellas áreas de la estación que puedan estar ocupadas por personal de METRO como cuartos técnicos, operacionales, de descanso, etc.
- **Operación de rutina y de evacuación.** El sistema permitirá a los operadores la gestión de la operación diaria, así como la gestión de escenarios de emergencia en los que sea necesaria la evacuación.
- **Modo degradado.** El sistema debe ampliar y mejorar las funcionalidades actuales, permitiendo a los operadores manejar el sistema de una forma más amigable, sencilla, coherente y homogénea. Con una gestión centralizada (funcionamiento normal del sistema) y/o local (modo degradado en caso de fallo).
- **Gestión centralizada y arquitectura distribuida.** El sistema, para cumplir normativa de evacuación, debe contemplar en su diseño un sistema con arquitectura distribuida y gestión centralizada. Este permitirá la emisión de mensajes de explotación y evacuación desde el PCIV, estando totalmente integrado con él. Pero siendo, a su vez, totalmente independiente para gestionar las emergencias con seguridad y de forma local en las estaciones.



10.7 Sistema de Interfonía

El sistema de interfonía a desarrollar será un sistema seguro, basado en estándares y apoyado en una arquitectura centralizada con redundancia geográfica.

El sistema dispondrá de una serie de **capacidades** específicas. En concreto:

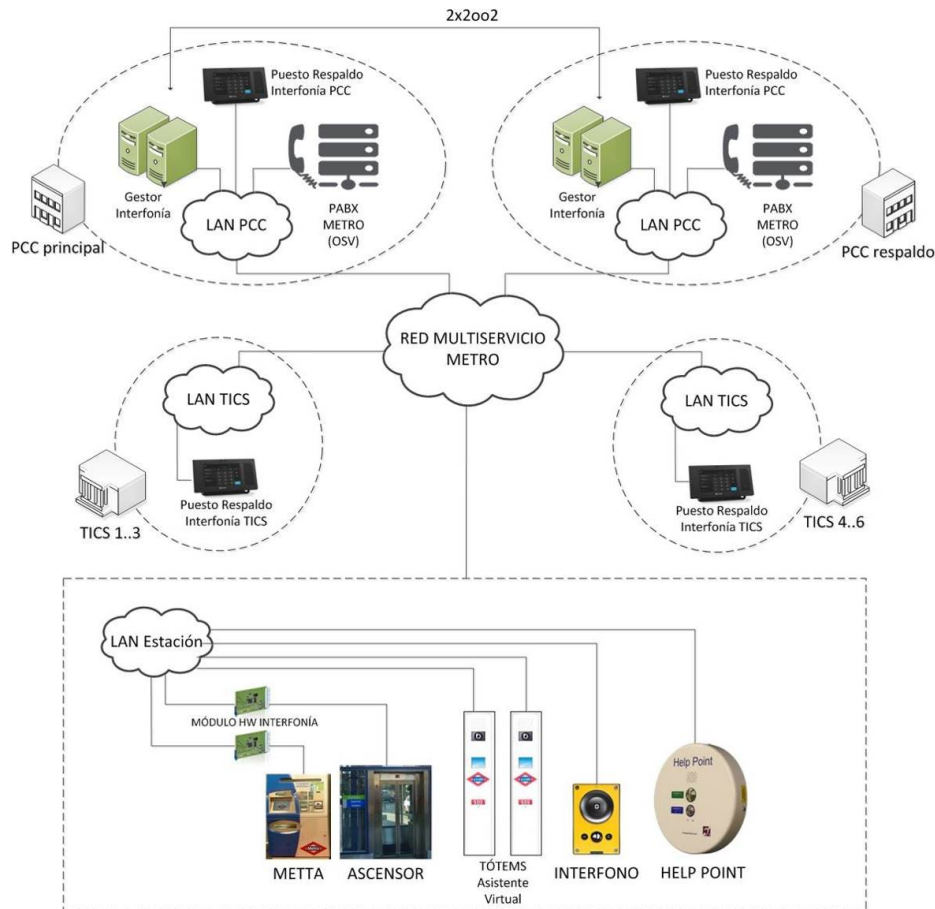


ÁREA DE INGENIERÍA

- **Accesibilidad.** El sistema y sus interfonos cumplirán las normativas de accesibilidad incorporando mecanismos específicos, al menos lazos de inducción y/o señalética adaptada.
- **Basado en el estándar SIP.** El uso de estándares, como la señalización de las llamadas mediante protocolo SIP, ampliará el nivel actual de interoperabilidad y la integración en el PCIV, así como con el resto de sistemas presentes y futuros, consiguiéndose a su vez una solución segura y funcionalmente homogénea en toda la red de METRO.
- **Integración en PABX de METRO.** El sistema estará formado por los interfonos IP, que se desplegarán en las estaciones, en sustitución a los actuales interfonos analógicos y adaptadores telefónicos. Estos interfonos se registrarán en el sistema telefónico SIP distribuido de METRO que proporcionarán la lógica de salto al sistema.
- **Altas prestaciones de generación de informes.** La centralización permitirá dotar de una mayor capacidad de monitorización y trazabilidad al sistema tanto a nivel del estado de los elementos como de la propia operativa del mismo, pudiéndose generar informes detallados sobre las llamadas realizadas, tiempos de respuesta, salto e incidencias que permitan orientar el sistema a las expectativas y experiencia de los clientes.
- **Autoprovisión.** El sistema dispondrá de funciones de autoprovisión para simplificar el despliegue de los dispositivos.
- **Modo degradado.** El sistema contemplará funcionalidades a nivel de la estación de forma que puedan gestionarse localmente escenarios degradados y de emergencias ante pérdida de comunicaciones de los periféricos de estación con los sistemas centralizados. Adicionalmente, donde se designe tendrán la capacidad de realizar llamadas utilizando la red 4G del operador de telecomunicaciones existente.



ÁREA DE INGENIERÍA



AD (ARQUITECTURA DIGITAL)

Los sistemas de arquitectura digital serán las infraestructuras tecnológicas base sobre la que se deben desplegar las componentes centralizadas del resto de sistemas (SACE, PSIM y PCIV). Las funcionalidades principales que deben proporcionar y los sistemas que las soportarán son:

Arquitectura centralizada y sistemas virtualizados. Estas funcionalidades estarán soportadas por el sistema **MetroCloud** que consistirá en la infraestructura de consolidación y virtualización necesaria y en un entorno de ejecución en Cloud Privada localizado en las instalaciones de METRO (en dos CPDs distribuidos geográficamente) para el despliegue de las distintas plataformas centralizadas. El sistema dispondrá también de altas prestaciones de gestión en un módulo específico para gobernar y automatizar despliegues de infraestructura de manera estandarizada según las normas de METRO. Dentro del alcance del proyecto, deben contemplarse todas las actuaciones necesarias en los sistemas auxiliares de los CPD (alimentación, climatización, espacio, etc.) para provisionar correctamente la instalación.

Integración desacoplada. Para la integración entre los distintos sistemas se desplegará una **solución tecnológica** comercial sobre la que se definirá un **modelo de datos** adecuado y completo para METRO basado en estándares.



ÁREA DE INGENIERÍA

- **Solución tecnológica.** Para la comunicación entre los distintos sistemas se debe desplegar una **Plataforma IIoT** (Internet de las Cosas Industriales como elemento de la **Industria 4.0**). Tendrá como principal función la de resolver la problemática de heterogeneidad en los distintos sistemas presentes en METRO, permitiendo la interoperabilidad entre los mismos. Para ello, la plataforma centralizará las comunicaciones y traducirá a los estándares requeridos por cada sistema. Sobre esta plataforma se desarrollarán los nuevos servicios de valor añadido (gestión de los activos conectados, mejora de la experiencia del trabajador conectado en la ejecución de sus tareas, publicación abierta de datos para el cliente conectado, inteligencia artificial y aprendizaje automático para el asistente virtual, etc.) orientados a la mejora de la operación, el mantenimiento y el servicio al cliente.
- **Modelo de datos.** Sobre esta plataforma IIoT, se debe definir y desarrollar un modelo de datos común que se utilizará para la comunicación más eficiente entre los distintos sistemas. Se deben definir dos modelos, uno para equipamientos IT (Tecnologías de la Información) y otro para los equipamientos OT (Tecnologías de la Operación) basados en los estándares de mercado **Transmodel** y **RailTopoModel**. La herramienta donde se alojarán estos modelos de datos es la **CMDB** (Base de Datos de Gestión de la Configuración), que albergará las instancias, relaciones y dependencias entre todos los elementos de los modelos.

Digitalización de la estación. Se desplegará una solución de **ECM/BPM** (Gestor de Contenidos y Procesos de Negocio) cuya funcionalidad principal será habilitar los procesos de negocio que se requiera orquestar en las estaciones, TICS y PCC (formulario de incidencia, revisiones, flujos de aprobación, etc.). Adicionalmente, el sistema debe cubrir las necesidades de digitalización de la operación en estos ámbitos proporcionando contenidos de manera ágil y facilitando su búsqueda, clasificación y gestión.

En la siguiente figura se muestra el esquema de relación entre los distintos sistemas de AD (marcados en rojo) y de estos con el resto de sistemas de METRO.

