

## CUALIFICACIÓN PROFESIONAL:

### Gestión y supervisión de sistemas de electrificación ferroviaria

<i>Familia Profesional:</i>	<b>Electricidad y Electrónica</b>
<i>Nivel:</i>	<b>3</b>
<i>Código:</i>	<b>ELE784_3</b>
<i>Estado:</i>	<b>BOE</b>
<i>Publicación:</i>	<b>RD 883/2022</b>

### Competencia general

Gestionar y supervisar las operaciones de montaje y mantenimiento de sistemas de electrificación ferroviaria tales como: líneas de alimentación (LAC), subestaciones de tracción, centros de transformación/autotransformación o telemandos de energía, siguiendo procedimientos de actuación, cumpliendo la normativa relativa a instalaciones eléctricas de alta tensión y las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, protección medioambiental, protección de riesgos laborales y los estándares de calidad.

### Unidades de competencia

- UC2612\_3:** Gestionar y supervisar el montaje de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria
- UC2613\_3:** Gestionar y supervisar el mantenimiento de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria
- UC2614\_3:** Gestionar y supervisar el montaje de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria
- UC2615\_3:** Gestionar y supervisar el mantenimiento de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria

### Entorno Profesional

#### Ámbito Profesional

Desarrolla su actividad profesional en departamentos dedicados a operar en sistemas de electrificación en infraestructuras ferroviarias, pertenecientes a empresas de naturaleza pública o privada, con independencia de su forma jurídica y tamaño, tanto por cuenta propia como ajena y dependiendo, en su caso, funcional y/o jerárquicamente de un superior. Puede tener personal a su cargo en ocasiones, por temporadas o de forma estable. Su actividad profesional está sometida a regulación por la administración competente. En el desarrollo de la actividad profesional se aplican los principios de accesibilidad universal y diseño universal o diseño para todas las personas de acuerdo con la normativa aplicable.

#### Sectores Productivos

Se ubica en el sector eléctrico, en el subsector de electrificación de ámbitos ferroviarios de carácter estructural.

#### Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes

Los términos de la siguiente relación de ocupaciones y puestos de trabajo se utilizan con carácter genérico y omnicomprendivo de mujeres y hombres.

- Jefes de equipo de montadores de maquinaria mecánica, eléctrica y/o electrónica
- Jefes de equipo de sistemas de electrificación ferroviaria
- Instaladores-reparadores de líneas eléctricas de alta tensión
- Técnicos en mantenimiento de equipos eléctricos
- Electrónicos-ajustadores de instalaciones y equipos industriales

## **Formación Asociada** (750 horas)

### **Módulos Formativos**

- MF2612\_3:** Gestión y supervisión del montaje de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria (180 horas)
- MF2613\_3:** Gestión y supervisión del mantenimiento de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria (180 horas)
- MF2614\_3:** Gestión y supervisión del montaje de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria (180 horas)
- MF2615\_3:** Gestión y supervisión del mantenimiento de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria (210 horas)

## UNIDAD DE COMPETENCIA 1

### Gestionar y supervisar el montaje de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Nivel: 3  
Código: UC2612\_3  
Estado: BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Efectuar operaciones previas para trabajos sin tensión o en proximidad de tensión en el montaje de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria, controlando las condiciones del personal interviniente, según los procedimientos establecidos por la empresa, bajo supervisión de la persona responsable.

**CR1.1** Los riesgos asociados a las intervenciones -trabajos en altura, trabajos en proximidad de tensión, riesgo mecánico, entre otros-, así como los certificados habilitantes preceptivos del personal interviniente, se reconocen, junto con el servicio de prevención de riesgos laborales, comparando el plan de seguridad y salud con las condiciones reales de la obra para ajustar los procedimientos de trabajo.

**CR1.2** Los instrumentos de medida, las herramientas y los equipos de protección individual y colectiva frente al riesgo eléctrico -casco, pértigas aislantes, detectores de tensión, equipo de puesta a tierra y en cortocircuito, guantes aislantes para alta tensión, material de señalización, entre otros-, y para trabajos en altura y riesgo mecánico -arnés, cinturón anticaídas, líneas de vida, guantes de protección mecánica, entre otros-, se verifican, cotejando que son los indicados en los estudios de seguridad y salud, y comprobando su funcionamiento, estado de conservación, calibración en su caso y fechas de caducidad.

**CR1.3** El procedimiento para la solicitud de corte de tensión, en su caso, al operador del telemando de energía, responsable de circulación, puesto de control de la subestación u otro personal interviniente, se supervisa, mediante el protocolo establecido y el uso de documentos normalizados -telefonemas, libro de registro u otros-, verificando:

- La ausencia de tensión mediante un equipo o pértiga detectora de tensión.
- La puesta a tierra y en cortocircuito de las catenarias que afecten a la zona de trabajo.
- El bloqueo de vías y la protección en el tramo de trabajo para establecer la zona neutra de seguridad.

**CR1.4** La instalación y continuidad de señalizaciones y protecciones en el entorno de la obra -barandillas, vallas, topes, carteles de aviso, balizas luminosas u otras- se revisan por todo el perímetro de trabajo -traza ferroviaria- para evitar lesiones a personas o animales, dando cumplimiento al plan de seguridad y salud.

**CR1.5** El estado de conservación de maquinarias, vehículos, y otros medios técnicos utilizados en la instalación -excavadoras, camión-pluma, castilletes, hormigoneras, pórticos de tendido, entre otros- se comprueba, supervisando los certificados de homologación, calibración e inspección técnica periódica.

**CR1.6** Los riesgos de tipo medioambiental, tales como condiciones climatológicas, accidentes geográficos o presencia de fauna o flora y sus posibles efectos, se detectan, adecuando las medidas de seguridad y aplazando o suspendiendo los trabajos, en su caso.

**RP2:** Replantear el montaje de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria, marcando la ubicación de apoyos, anclajes y otros sistemas, siguiendo los planos del proyecto de la instalación, para asegurar la viabilidad de la instalación, bajo la supervisión de la dirección de obra.

**CR2.1** La zona de ejecución de los trabajos -traza ferroviaria- se visita, contrastando que el entorno y sus características se corresponden con los planos del proyecto de la instalación.

**CR2.2** La disposición de las vías de acceso y zonas de paso indicadas en el plan de montaje y de aprovisionamiento se comprueba, en colaboración con el servicio de prevención de riesgo laborales, estableciendo las condiciones para la circulación de vehículos -excavadoras, ferrocarriles, dresinas, camiones grúas-pluma, entre otros-, y para el movimiento de estructuras, herrajes y equipos -apoyos, ménsulas, conjuntos de atirantado y suspensión, aisladores, entre otros-.

**CR2.3** Los espacios para la ubicación de apoyos, pórticos, y elementos auxiliares de las líneas aéreas de contacto flexible y otros sistemas de hilo conductor, se cotejan con los datos del proyecto, marcando su posición.

**CR2.4** Los puntos para la fijación de los herrajes, aisladores y otros elementos de las líneas aéreas de contacto rígidas y otros sistemas de perfil conductor, se contrastan con las cotas definidas en los planos, acreditando la coincidencia con las condiciones reales de la obra.

**CR2.5** Las zonas de ubicación de los elementos de protección, maniobra y señalización -seccionadores, órganos de corte, balizas de señalización, entre otros- se cotejan con los planos de situación del proyecto, marcando su posición.

**CR2.6** Las incidencias detectadas en el replanteo de la traza ferroviaria se comunican a la persona responsable, aportando posibles soluciones.

**CR2.7** El informe de replanteo para el montaje de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria se elabora, utilizando el formato o herramienta informática establecida por la empresa instaladora.

**RP3:** Desarrollar el programa de aprovisionamiento de materiales, equipos y herramientas del montaje de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria, para asegurar su idoneidad y disponibilidad en cada una de las fases de montaje, mediante aplicación logística de gestión y supervisión u otras herramientas organizativas de recursos.

**CR3.1** El programa de aprovisionamiento se elabora, teniendo en cuenta:

- Los materiales, herramientas y otros recursos utilizados en cada fase de la obra, según el plan de montaje, así como su conservación y seguridad.
- La disponibilidad de productos y proveedores homologados, para garantizar el abastecimiento.
- La posibilidad de intercambio entre materiales de diferentes fabricantes.
- La capacidad y localización de los almacenes de obra para cada tramo de tendido, según las condiciones del terreno y la cercanía al área de trabajo.
- El modo de desplazamiento y ubicación de materiales y equipos en los almacenes.
- La disponibilidad y distribución en obra de materiales, equipos y herramientas para evitar interrupciones en la ejecución de la instalación.
- La presencia de materiales que necesiten requisitos especiales de almacenamiento.

**CR3.2** El aprovisionamiento de materiales, herramientas y otros equipos se gestiona, teniendo en cuenta:

- El cronograma de cada fase de montaje, previendo tiempos de inactividad,
- Las posibilidades de almacenaje, garantizando la conservación del material.
- El cumplimiento de los plazos y condiciones de entrega, acordes a las fases de ejecución previstas.
- El control de la calidad de los suministros demandados, comprobando su adecuación a las especificaciones técnicas que constan en el proyecto de ejecución.
- El desplazamiento y ubicación de estructuras, materiales y equipos desde el proveedor hasta la obra.
- El movimiento de estructuras, equipos y otros materiales por el interior de la obra, organizándolo y supervisándolo con arreglo a las especificaciones del proyecto.
- La integridad de personas, materiales e instalaciones.

**CR3.3** Los equipos, elementos y otros materiales para la instalación se registran en el inventario de la obra, etiquetando cada uno de ellos e incluyendo sus referencias -marca, modelo, fabricante, situación en la obra, entre otras-, utilizando el formato establecido por la empresa instaladora y manteniéndolo actualizado.

**CR3.4** El almacén en obra se organiza:

- Distribuyendo el espacio disponible, según el tipo de producto -ménsulas, aisladores, contrapesos, perfil aéreo de contacto, pórticos de celosía, entre otros-.
- Siguiendo las indicaciones del fabricante de cada equipamiento, para conservar la integridad y funcionalidad de los materiales.
- Teniendo en cuenta el entorno geográfico de la instalación y el momento de uso, según el programa de montaje, para evitar traslados innecesarios de materiales y equipos.

**RP4:** Supervisar la ejecución del programa de montaje de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria, bajo el control de la dirección de obra, para el cumplimiento de los objetivos programados, según la planificación de tiempos y tareas establecidas en las órdenes de trabajo, resolviendo posibles contingencias.

**CR4.1** El uso de los equipos específicos de protección individual -calzado de seguridad, casco con barboquejo, gafas, ropa de protección, entre otros-, y para trabajos en altura -arnés, línea de vida, absorbedor de energía, barandillas, entre otros-, por parte del personal interviniente, se comprueba en colaboración con el personal de riesgos laborales, revisando su colocación, ajuste y sujeción, acorde a cada fase de montaje.

**CR4.2** El manejo de equipos, herramientas y materiales auxiliares -moldes para soldadura aluminotérmica, poleas, cuerdas y cadenas, llaves dinamométricas, quitavueeltas, cabrestantes, llave grifa, niveles, herramientas de corte radial, entre otras-, por parte de los operarios se revisa, en colaboración con el servicio de riesgos laborales, en cada tipo de trabajo, comprobando:

- La selección del equipo o herramienta acorde a los trabajos y su utilización según las especificaciones de los fabricantes,
- Los parámetros de ajuste del equipo o herramienta -carga, velocidad, presión, tensión, entre otros-,
- Las condiciones ambientales especiales -humedad, alta conductividad, riesgo de incendio, atmósferas explosivas o corrosivas, entre otras-,
- El riesgo derivado para otros trabajadores en su entorno.

**CR4.3** Las autorizaciones legales del personal encargado del manejo de los medios de transporte, elevación y cimentación -vehículos biviales, ferrocarriles, equipo para el tendido de los conductores, carros de montaje, vagón autopropulsado, hormigonera, plataformas

elevadoras, entre otras-, se supervisan, en colaboración con el servicio de riesgos laborales, acreditando el estado la vigencia y estableciendo las medidas organizativas relativas a:

- La coincidencia de peatones y vehículos,
- La velocidad de los vehículos, cuando se deban realizar trabajos durante su desplazamiento,
- Los requisitos de seguridad en maniobras para la elevación de cargas,
- Las medidas para evitar el balanceo, vuelco, desplazamiento y deslizamiento de los vehículos.

**CR4.4** El programa de montaje se verifica, a partir de las instrucciones de dirección de obra, teniendo en cuenta:

- Los cronogramas que incorpora, utilizando programas informáticos, en su caso, para garantizar la sucesión de las fases de la instalación,
- Las contingencias que puedan surgir, aportando soluciones técnicas y organizativas,
- Los recursos humanos y materiales, definiendo las funciones de cada operario y los medios técnicos y materiales programados en cada fase,
- La información transmitida al personal, ofrecida de forma suficiente, clara y precisa,
- Las interacciones o dependencias entre los equipos de trabajo y los procedimientos de control de avance del montaje.

**CR4.5** El montaje de los apoyos, herrajes, conjuntos de ménsula y otros elementos para el soporte de las líneas aéreas de contacto se supervisa, comprobando:

- Las dimensiones de las excavaciones y hoyos definidas en el proyecto,
- El armado de los apoyos, siguiendo el par de apriete y las instrucciones del fabricante,
- La conexión de los electrodos de puesta a tierra y la red equipotencial de los apoyos y herrajes, logrando el valor óhmico establecido en la normativa ferroviaria,
- Los procedimientos de izado, aplomado y sujeción del apoyo,
- La cimentación y hormigonado, comprobando el fraguado del hormigón,
- La unión de los conjuntos de ménsula, suspensión y atirantado con el resto de elementos del apoyo,
- La fijación de herrajes, cadenas de aisladores y elementos de sujeción de conductores, cumpliendo los requisitos de consistencia mecánica y de aislamiento establecidos por el fabricante.

**CR4.6** El montaje de los conductores de las líneas aéreas de contacto flexible y otros sistemas de hilo conductor se revisa, teniendo en cuenta:

- El tendido, tensado y regulado de los conductores -hilo de contacto, feeders de acompañamiento, sustentador, cable de guarda, entre otros-, consiguiendo la flecha de catenaria especificada en cada tramo,
- La fijación del cable sustentador y del/los hilo/s de contacto y su conexión al conjunto de regulación automática del sistema, en su caso,
- El retencionado y la fijación de los conductores mediante grapa, con el par de apriete indicado en la guía del fabricante,
- El amarre de los brazos de atirantado al hilo de contacto, siguiendo el procedimiento de montaje establecido por el fabricante,
- El pendolado de la catenaria, asegurando la fijación al conjunto de péndola según los parámetros de consistencia mecánica, flecha resultante en hilo de contacto, entre otros.
- La conexión del cable de guarda al apoyo o herraje,
- Las conexiones, empalmes y derivaciones de los conductores,
- La colocación de los elementos de protección de la avifauna y de las balizas de señalización.

**CR4.7** El montaje de los conductores de las líneas aéreas de contacto rígidas y otros sistemas de perfil conductor se supervisa atendiendo a:

- La fijación de herrajes, grapas de transición, capotas de protección, entre otros elementos,
- La colocación de la barra de perfil aéreo de contacto, asegurando su consistencia mecánica y especificaciones eléctricas nominales,

- El armado de las bridas de unión de las barras de perfil aéreo de contacto, siguiendo las especificaciones del fabricante,
- La inserción del hilo de contacto en la ranura de la barra de perfil aéreo de contacto asegurando su continuidad eléctrica.

**CR4.8** El montaje del circuito de retorno -negativo- y sus conexiones para líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria se supervisa, comprobando:

- Las medidas de los canales de obra o zanjas, destinadas al retorno del cable negativo,
- La fijación de los puentes de conexión del circuito de retorno según los esquemas de montaje,
- Las conexiones de los elementos de carril hasta la subestación de tracción,
- Las conexiones del circuito eléctrico de retorno a los carriles, siguiendo el procedimiento establecido en el plan de montaje - soldadura aluminotérmica, conexión a casquillo, conexión con taladro a vía, entre otras -dependiendo del tipo de vía- con o sin juntas aislantes-.

**CR4.9** La instalación de los elementos de protección, maniobra y señalización se supervisa, comprobando:

- El emplazamiento y montaje de los elementos de protección y maniobra -seccionadores, órganos de corte y reconectores, entre otros-, siguiendo los planos y esquemas de la instalación,
- La conexión de los elementos de protección y maniobra con los conductores de la línea aérea de contacto,
- El tendido de los conductores de telemando de seccionadores y otros equipos,
- La fijación de los motores de seccionadores según los planos de montaje,
- El emplazamiento de los aisladores de sección en diagonales,
- El montaje de los descargadores de antena, autoválvulas y descargadores de intervalo, verificando su puesta a tierra,
- La ubicación de los elementos de señalización de los equipos y otros componentes a la altura reglamentaria,
- La colocación de los sistemas antiescalo, en su caso.

**CR4.10** El informe de supervisión del programa de montaje de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria se redacta, utilizando el formato o aplicación informática establecida por la empresa instaladora.

**RP5:** Efectuar las pruebas de seguridad y funcionamiento para la puesta en servicio de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria, comprobando las operaciones y requisitos de funcionamiento establecidas en el plan de montaje, bajo la supervisión de la dirección de obra.

**CR5.1** Las verificaciones previas a la puesta en servicio -comprobaciones visuales, medida de parámetros reglamentarios y ensayos funcionales del equipo eléctrico y partes de la instalación-, se definen en un protocolo, indicando el orden de las pruebas, los resultados a obtener y la clasificación de defectos.

**CR5.2** El uso de las herramientas -dinamómetros, equipo de tracción y elevación, trócola, entre otros- y los equipos de protección individual y colectiva -equipo para puesta a tierra y cortocircuito, casco, arnés anticaídas, pértigas, entre otros- por parte del personal interviniente se supervisa, detallando su relevancia para evitar accidentes y subsanando en caso de aplicación errónea.

**CR5.3** El empleo de los equipos de medida: telurómetro, comprobador de aislamiento de -al menos- 10 kV, verificador de la continuidad de conductores, dresinas con pantógrafos de medida, tren automotriz de auscultación de catenaria u otros por parte del personal interviniente, se comprueba, revisando el reglaje, la parametrización, el conexionado y la



lectura de medidas, según indicaciones del fabricante del equipo para detectar defectos constructivos.

**CR5.4** Las comprobaciones visuales -estado de aisladores y herrajes, posición de ménsulas, y brazos de atirantado, presencia de suciedades u objetos extraños, existencia del conductor de tierra entre el apoyo y el electrodo, estado de las péndolas y sus conexiones, defectos en los anclajes de la barra de perfil aéreo, entre otros- se efectúan, siguiendo el protocolo de puesta en servicio, anotando los resultados obtenidos y comunicando las correcciones, en su caso.

**CR5.5** Los valores de los parámetros reflejados en el protocolo de puesta en servicio - continuidad del circuito de puesta a tierra, altura del hilo de contacto, flecha de la catenaria, descentramientos, resistencia de los feeder negativos, distancia entre catenarias en el seccionamiento, entre otros-, se miden configurando, regulando y conectando el equipo de medida, proponiendo correcciones si no se obtienen los resultados esperados.

**CR5.6** Los ensayos funcionales del equipo eléctrico, mecánico y otras partes de la instalación para la puesta en servicio se llevan a cabo, comprobando, entre otros:

- Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra, en cuanto a estanqueidad, operaciones mecánicas de apertura y cierre, enclavamientos o tensión de los muelles.
- Accionamientos eléctricos e hidráulicos -transmisiones, funcionamiento de bielas y finales de carrera, maniobras telemandadas, otros-.
- Descargador de antenas y descargador de intervalos -aislamientos, continuidad, distancia entre antenas, otros-.
- Conjunto de ménsula, de suspensión y de atirantado en cuanto a regulación de distancias, descentramientos, regulación de pesos y/o tensión mecánica.
- Temperaturas de funcionamiento.
- Medidas por auscultación de la catenaria -posición, alineamiento y nivelado-.

**CR5.7** La solicitud de puesta en tensión de las líneas aéreas de contacto o de otros sistemas de alimentación se supervisa en cuanto a:

- Las fechas y entornos de actuación para la ejecución de los trabajos,
- La aplicación de las 5 reglas de oro, comprobando el procedimiento de desconexión de las puestas a tierra y en cortocircuito.
- La comunicación de solicitud del cierre de los interruptores/seccionadores para la puesta en tensión, al personal interviniente, mediante los documentos normalizados -telefonemas, libro de registro u otros-.
- La recepción de la confirmación de la puesta en tensión.

**CR5.8** El establecimiento del servicio de la línea aérea de contacto o de otro sistema de alimentación montado se verifica mediante medidas y pruebas funcionales, cumpliendo la normativa específica de seguridad ferroviaria.

**CR5.9** El informe para la puesta en servicio de línea aérea de contacto o de otro sistema de alimentación ferroviaria se elabora, utilizando el formato o herramienta informática establecidos por la empresa instaladora, incluyendo, entre otros, la relación de comprobaciones y sus resultados, los defectos y las soluciones adoptadas, según en el protocolo de puesta en servicio.

**RP6:** Gestionar la recogida y clasificación de los materiales generados en el montaje de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria para la aplicación del programa de gestión de residuos, estableciendo y supervisando las condiciones de almacenaje, transporte y trazabilidad.

**CR6.1** El acopio de residuos en el montaje de las instalaciones se organiza:

- Adoptando los medios de protección personales según el tipo de residuo.



- Clasificando los tipos de residuos generados, atendiendo a su tipo -tierras y escombros, eléctricos y electrónicos, envases u otros- y posible nivel de contaminación.
- Utilizando los recipientes especiales propios para cada tipo de residuo.
- Preservando las zonas de almacenaje seguras para los residuos generados.

**CR6.2** El tratamiento de los residuos se gestiona a través de entidades reconocidas oficialmente -gestores autorizados-, determinando en cada caso si puede adoptarse su recuperación, el reciclaje o la reutilización.

**CR6.3** El transporte a los puntos de recogida de residuos se organiza, utilizando los vehículos indicados en el plan de gestión de residuos según cada tipo de materiales, estableciendo, en su caso, contratos de tratamiento con el operador del traslado, cumplimentando el requisito de notificación previa a la autoridad competente, así como el documento de identificación de residuos (ID).

**CR6.4** La trazabilidad de los residuos se registra/se documenta detalladamente en cuanto a su procedencia, ubicación, trayectoria a lo largo del proceso y tratamiento final, de forma que pueda acreditarse cada etapa del tratamiento.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Recursos para distribución y elevación: dresinas -vagonetas, vehículos biviales, vagoneta con pantógrafo y registrador-, tren de tendido, cestas de elevación, castilletes, plumas, cabestrantes, poleas, pistolas, equipo de tracción y elevación, tensor de cables. Instrumentos de medida y verificación: prismáticos, teodolito, estación total, cámara termográfica, comprobadores de ausencia de tensión (rango de KV en CC, con indicación adicional de CA), telurómetro, megóhmetro, pinza multimétrica, entre otros. Herramientas manuales para trabajos mecánicos y eléctricos. Equipos de comunicación e informáticos: teléfono móvil, ordenador portátil y software específico. Herramientas informáticas. Aplicaciones informáticas para la gestión de proyectos. Aplicaciones ofimáticas y de tipo CAD. Elementos de protección colectiva y Equipos de protección individual (EPI).

### Productos y resultados

Medidas de protección para la prevención de riesgos, adoptadas. Montaje de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación, replanteado. Gestión del aprovisionamiento de materiales, equipos y herramientas, planificada. Ejecución del programa de montaje de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación, supervisado. Pruebas de seguridad y funcionamiento para la puesta en servicio de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación, efectuadas. Recogida y clasificación de los materiales generados en el montaje de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación, gestionada.

### Información utilizada o generada

Proyectos y otra documentación técnica de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviarias. Documentación técnica propia de montaje de las instalaciones. Esquemas eléctricos, mecánicos y neumáticos. Programas de montaje y puesta en servicio. Procedimientos de montaje. Manuales de usuario. Manuales de servicio técnico. Programas de aprovisionamiento. Informe del plan de pruebas de montaje. Procedimientos de pruebas y puesta en servicio. Normativa sobre prevención de riesgos laborales y específica sobre trabajos en altura, trabajos verticales y riesgos eléctricos en alta y baja tensión. Normas de calidad. Órdenes de trabajo. Actas de replanteo. Albaranes. Pliego de condiciones técnicas. Reglamentación referida a líneas eléctricas de alta tensión, eficiencia energética, compatibilidad electromagnética y gestión de residuos. Informe de seguimiento del programa de montaje. Presupuestos. Permisos y licencias. Consignas o procedimientos de corte y reposición de tensión, telefonemas. Informes de los trabajos realizados.



## UNIDAD DE COMPETENCIA 2

### Gestionar y supervisar el mantenimiento de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Nivel: 3

Código: UC2613\_3

Estado: BOE

### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Planificar las intervenciones de mantenimiento en líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria, para preservar la seguridad y fiabilidad de las instalaciones, colaborando con la persona responsable, en cumplimiento del programa de mantenimiento, mediante aplicación organizativa de recursos.

**CR1.1** Las intervenciones de mantenimiento se organizan:

- Determinando la periodicidad para cada elemento o zona de la línea aérea de contacto y otros sistemas de alimentación, según el programa de mantenimiento.
- Clasificándolas según la prioridad y grado de dificultad del tipo de trabajo a realizar: reconocimiento visual, control por medidas, reparación programada u otros.
- Comprobando la disponibilidad, especialización y grado de responsabilidad del personal asignado a cada intervención, en coordinación con el servicio de prevención de riesgos laborales, así como los recursos materiales -aparatos de medida, equipos de protección individual y colectiva, herramientas, vehículos, entre otros-, a utilizar en cada actuación.
- Consultando la documentación actualizada de la instalación, tales como: planos de situación, esquemas, manuales de fabricante o históricos de revisiones.

**CR1.2** El inventario de herramientas, instrumentos de medida -pantógrafo portátil, dinamómetro, telurómetro, goniómetro, cámara termográfica, prismáticos, entre otros-, y los equipos de protección individual y colectiva para cada intervención se detallan, desglosando la dotación en cada caso, así como su localización y acceso.

**CR1.3** Las características de la maquinaria y vehículos -castilletes, dresinas, vagoneta de auscultación de la catenaria, vehículos biviales u otros- para cada intervención se especifican, detallando los tiempos de uso, equipamiento, accesorios y materiales a utilizar.

**CR1.4** La documentación técnica, propia para cada actuación de mantenimiento -planos de ubicación, esquemas eléctricos, manuales de fabricantes, hojas de control, partes de históricos de averías, entre otros- se recopila, a partir del proyecto de ejecución y de inspecciones y ensayos previos.

**CR1.5** Las dotaciones de los vehículos se revisan antes de su desplazamiento al lugar de la actuación, comprobando que disponen del equipamiento detallado en la orden de trabajo.

**CR1.6** Los documentos y aplicaciones de gestión asistida por ordenador para el registro de las actuaciones y modificaciones introducidas en el mantenimiento -hojas de revisión, listas de comprobaciones y/o software- se definen, trasladando al personal implicado el procedimiento de cumplimentación, según las normas de la administración ferroviaria y determinando la información mínima que debe incluirse:

- Tipo de Intervención -inspección visual, preventivo, predictivo, correctivo programado, correctivo urgente, entre otras-.

- Identificación de los elementos modificados, reparados, sustituidos u otras actuaciones, y su ubicación.
- Personal que ha intervenido con indicación de su cualificación o perfil profesional.
- Fecha y hora de inicio y finalización de los trabajos.
- Descripción de los trabajos realizados.
- Materiales, maquinaria, y equipos de medida utilizados.
- Observaciones resultantes de la intervención.

**RP2:** Efectuar operaciones previas para trabajos sin tensión o en proximidad de tensión en el mantenimiento de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria, controlando las condiciones del personal interviniente, según los procedimientos establecidos por la empresa, bajo supervisión de la persona responsable.

**CR2.1** Los riesgos asociados a las operaciones de mantenimiento -predictivo, preventivo y correctivo- se reconocen, en cuanto al tipo de trabajo -en altura, en proximidad de tensión, con riesgo mecánico, en tensión, entre otros- a partir del programa de mantenimiento, colaborando con el servicio de prevención de riesgos laborales para ajustar los procedimientos de trabajo.

**CR2.2** La disponibilidad, especialización y grado de responsabilidad del personal asignado a cada intervención de mantenimiento se comprueba, verificando sus certificados habilitantes preceptivos, junto con el servicio de prevención de riesgos laborales.

**CR2.3** Los instrumentos de medida, las herramientas y los equipos de seguridad individual y colectiva frente al riesgo eléctrico para trabajos en altura y para riesgo mecánico -arnés, cinturón anticaídas, líneas de vida, guantes de protección mecánica y química, entre otros-, se verifican, comprobando su estado de conservación, fecha de caducidad y etiquetado acorde con los manuales operativos de prevención.

**CR2.4** El procedimiento para la solicitud de corte de tensión, en su caso, al operador del telemando de energía, responsable de circulación, puesto de control de la subestación u otro personal interviniente, se supervisa, comprobando:

- Los procedimientos y la utilización de los documentos normalizados -telefonemas, libro de registro, entre otros- para la petición de ejecución de maniobras de apertura de disyuntores y/o seccionadores.
- La ausencia de tensión mediante un equipo o pértiga detectora de tensión.
- La puesta a tierra y en cortocircuito de las catenarias que afecten a la zona de trabajo.
- El bloqueo de vías y la protección en el tramo de trabajo para establecer la zona neutra de seguridad.

**CR2.5** La instalación de las señalizaciones y protecciones de seguridad de la zona de intervención -barreras, vallas de delimitación, carteles de aviso, balizas luminosas, entre otras- se revisan, dando cumplimiento a la planificación de la actividad preventiva, en colaboración con el servicio de prevención de riesgos laborales.

**CR2.6** Las homologaciones, calibraciones e inspecciones técnicas periódicas de los vehículos, maquinaria y otros medios técnicos utilizados en las operaciones de mantenimiento -dresinas, castilletes, vehículos biviales, tren de auscultación de catenaria u otros- se revisan en cuanto a sus características y fechas de caducidad.

**CR2.7** Las condiciones climatológicas adversas que dificulten la visibilidad o la manipulación de herramientas, así como accidentes geográficos, presencia de fauna o flora u otros riesgos de tipo medioambiental presentes durante la intervención de mantenimiento se reconocen, adecuando las medidas de protección y aplazando o suspendiendo los trabajos, en su caso, en cumplimiento de las disposiciones de seguridad frente al riesgo eléctrico.

**RP3:** Supervisar las actuaciones de mantenimiento predictivo-preventivo de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria, siguiendo los tiempos, operaciones y criterios de aceptación definidos en el programa de mantenimiento para preservar los niveles de calidad, seguridad y operatividad de las instalaciones, bajo supervisión de la persona responsable.

**CR3.1** Las actuaciones de mantenimiento predictivo-preventivo se supervisan, en colaboración con el personal de riesgos laborales, en cuanto a:

- La utilización de los equipos específicos de protección individual y para trabajos en altura, revisando su colocación, ajuste y sujeción.
- El manejo de equipos de medida, herramientas y materiales auxiliares seleccionados para cada de trabajo, según las especificaciones del fabricante, las condiciones ambientales o el riesgo para el resto del personal implicado.
- La autorización legal del personal encargado del manejo de los vehículos y maquinarias - dresinas, vagón autopulsado, vagoneta de auscultación de catenaria, plataformas elevadoras, vehículos biviales entre otras-.
- La aplicación de las reglas que regulan la coincidencia de peatones y vehículos, así como la sujeción de cargas para evitar balanceos, desplazamientos y vuelcos.

**CR3.2** Los elementos de catenarias rígidas y flexibles se inspeccionan visualmente -a pie, en vagoneta, o en cabina-, comprobando la posición y estado de conservación -deformaciones, roturas, desgastes, corrosión, entre otros defectos-, de:

- Los elementos del perfil de la catenaria flexible, como aisladores, ménsulas, brazos de atirantado, postes, pórticos, cimentaciones, sustentador, hilo de contacto, péndolas.
- Los equipos de compensación -contrapesos, amarres, poleas, otros-.
- Los alimentadores de la catenaria: feeder positivo y negativo, agujas, seccionadores, pórticos, telemandos, entre otros-.
- Las protecciones y puestas a tierra -cable de guarda, conexiones a tierra y de retorno a carril, descargadores de antenas, descargador de intervalos, entre otros-.
- Los accesorios tipo: herrajes, grifas, empalmes o conexiones,
- Los elementos específicos de catenaria rígida -suspensiones, perfiles, zonas de dilatación, uniones a catenaria flexible, entre otras-.

**CR3.3** Las operaciones de mantenimiento predictivo se efectúan, para el posterior análisis de la información recopilada, verificando el estado de los componentes de la instalación, tales como:

- El estado geométrico -altura y descentramiento- y el desgaste de la línea aérea de contacto, utilizando un vehículo de auscultación de catenaria u otro equipo de medida.
- Los empalmes, conexiones de alimentadores, aisladores, entre otros, detectando calentamientos mediante equipos de termografía infrarroja,
- El estado de la infraestructura en tiempo real, a partir de los valores obtenidos en sistemas de monitorización on-line.
- Los niveles de tensión en puntos de la catenaria y en la salida de los alimentadores.
- La medida de la resistencia de puesta a tierra y la continuidad de los circuitos de tierra.
- La medida de aislamiento de cables de acometida -entre fases y entre fase y pantalla metálica-.

**CR3.4** Los ajustes y actuaciones de las operaciones de mantenimiento preventivo indicadas en la orden de trabajo se revisan, supervisando:

- La autorización e implementación del corte de tensión, en su caso,
- Los trabajos de limpieza exterior de aislamientos, seccionadores o pararrayos mediante proyección de aire comprimido seco, u otros métodos.
- La regulación mecánica del sustentador, hilo de contacto, péndolas, alimentaciones, colas de anclaje, barra de perfil aéreo conductor, conjuntos de atirantado y de ménsula, feeder, entre otros.

- El engrase de transmisiones, cuchillas de seccionadores y sus articulaciones, hilo de contacto, grifas, tensores o herrajes.
- El apriete de tornillería en empalmes y conexiones del hilo de contacto, péndolas o alimentaciones, mediante llaves dinamométricas.
- El funcionamiento de los elementos eléctricos, mecánicos, neumáticos e hidráulicos tales como: motores de seccionadores, agujas aéreas, cuchillas de seccionadores, según el manual de cada fabricante.
- La sustitución de los elementos deteriorados, deformados, rotos, desgastados o previstos en la orden de trabajo.

**CR3.5** Las actuaciones posteriores a cada revisión de mantenimiento predictivo o preventivo, en su caso, tales como: modificación de elementos, reparación urgente, acción correctiva programada, planes de mejora u otras, se proponen, siguiendo criterios de aceptación o rechazo, actualizando la información del estado de la instalación.

**CR3.6** Las hojas de control de las actuaciones programadas se cumplimentan siguiendo el formato establecido en el programa de mantenimiento y reflejando la información generada - sustitución de elementos, valores de medidas obtenidos, ajustes realizados, reglajes, estado visual de los materiales, incidencias, entre otras-, para actualizar la documentación de la instalación: inventario, planos, esquemas unifilares o manuales de equipos.

**RP4:** Supervisar las actuaciones de mantenimiento correctivo de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria, siguiendo los partes de trabajo y resolviendo incidencias para asegurar o restablecer los niveles de calidad, seguridad y operatividad de las instalaciones.

**CR4.1** El empleo de los equipos específicos de protección individual y para trabajos en altura - guantes, casco, calzado de seguridad, pantalla facial con protección de impactos, chaleco de alta visibilidad, arnés, línea de vida, entre otros- por parte del personal interviniente se supervisa, junto al servicio de prevención de riesgos laborales, transmitiendo las instrucciones de forma suficiente, clara y precisa.

**CR4.2** La manipulación de equipos de medida, herramientas y materiales auxiliares -trócola, equipo de tracción y elevación, llaves de péndolas, grifas, herramientas de corte radial, llaves dinamométricas, niveles, verificador de ausencia de tensión, entre otras-, se inspecciona, acreditando su corrección según las instrucciones de cada fabricante.

**CR4.3** Las autorizaciones legales del personal encargado del manejo de los medios de transporte, elevación y maquinaria -ferrocarriles, castilletes, camión con grúa articulada, dresinas, plataformas de elevación para operarios, entre otros- se comprueban, en colaboración con el personal de riesgos laborales, acreditando su estado la vigencia y trasladando a dicho personal los criterios de utilización conforme a procedimientos seguros.

**CR4.4** Las operaciones previas a la reparación de la avería se supervisan, contrastando la información reflejada en la orden de trabajo en cuanto a:

- La autorización e implementación del corte de tensión, en su caso.
- El procedimiento de intervención y el tiempo de ejecución establecido en el parte de trabajo.
- La situación e identificación del elemento a reparar, utilizando los planos y esquemas de la instalación.
- La coincidencia de la avería detectada con el parte de trabajo.asegurando que el material a sustituir o reparar tiene las características similares o compatibles.

**CR4.5** Las intervenciones de mantenimiento correctivo se revisan, supervisando:

- El estado del elemento a reparar, utilizando la información técnica del fabricante y el histórico de la instalación.

- La actualización, reparación o modificación del equipo, en su caso, siguiendo el procedimiento de trabajo.
- La sustitución del equipo -brazo de atirantado, ménsula, conjuntos de suspensión, seccionador, péndolas, aisladores, grapas, entre otros- a partir de la secuencia de desmontaje y montaje especificada en las instrucciones de cada fabricante.
- Los ajustes y comprobaciones que se realicen en los elementos sustituidos o reparados, tales como: geometría, distancia, tracción, descentramiento de catenaria o elevación, asegurando su funcionalidad.

**CR4.6** Las hojas de control de las actuaciones correctivas se cumplimentan, atendiendo al formato establecido en el programa de mantenimiento, reflejando la información generada - elementos sustituidos, valores de medida obtenidos, ajustes realizados, reglajes, incidencias, entre otras-, para actualizar la documentación de la instalación: inventario, planos, esquemas unifilares y/o referencias de materiales.

**RP5:** Efectuar las pruebas de seguridad y funcionamiento para el restablecimiento del servicio de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria, comprobando las operaciones y requisitos de funcionamiento establecidas en el procedimiento de trabajo, después de una intervención de mantenimiento que lo requiera, bajo supervisión de la persona responsable.

**CR5.1** Las comprobaciones previas a la puesta en servicio -revisiones visuales, medida de parámetros y pruebas de funcionamiento- de los elementos modificados, reparados, o sustituidos, se definen en el protocolo de mantenimiento, indicando el orden de los controles a realizar y los resultados que se deberían obtener.

**CR5.2** El empleo de los equipos de medida -telurómetro, comprobador de aislamiento, verificador de la continuidad de conductores, goniómetro, dresinas con pantógrafos de medida, entre otros-, por parte del personal interviniente, se comprueba, revisando el reglaje, la parametrización, el conexionado y la lectura de medidas, entre otros, según indicaciones de cada fabricante.

**CR5.3** El estado de los aisladores y herrajes, posición de ménsulas, y brazos de atirantado, presencia de residuos u objetos extraños, verticalidad de las péndolas y estado de sus conexiones, anclajes de la barra de perfil aéreo, entre otros, se comprueba visualmente, siguiendo el protocolo de la orden de trabajo y anotando los resultados obtenidos en las hojas de control.

**CR5.4** Los parámetros del elemento modificado, reparado o sustituido, tales como: altura y descentramiento del hilo de contacto, resistencia de puesta a tierra, flecha de la catenaria, tense del sustentador, resistencia de los feeder, distancia entre catenarias en el seccionamiento u otros, se miden, configurando y conectando el instrumento específico, anotando los resultados para la actualización de la documentación de la instalación.

**CR5.5** Los ensayos funcionales para el restablecimiento del servicio -del equipo eléctrico, mecánico u otras partes de la instalación modificada, reparada o sustituida-, se llevan a cabo, utilizando la secuencia de maniobras y de operación indicada en los manuales de cada fabricante -operaciones de apertura y cierre, comprobación de enclavamientos y transmisiones, actuación de finales de carrera, entre otros-.

**CR5.6** La solicitud para ejecutar las operaciones de puesta en servicio se supervisa en cuanto a:

- La confirmación de ausencia de obstáculos en la catenaria y de personal en todo su entorno.
- La retirada de la puesta a tierra y en cortocircuito del tramo de catenaria afectado.



- El procedimiento de comunicación para el restablecimiento de la tensión de la subestación o centro de transformación asignado al personal operativo, en su caso -responsable de circulación, operador del telemando de energía, mando de control de la subestación, entre otros-.

**CR5.7** El restablecimiento del servicio de la línea aérea de contacto o de otro sistema de alimentación se verifica, utilizando los instrumentos de medida y atendiendo la normativa específica de seguridad ferroviaria.

**CR5.8** El informe del restablecimiento del servicio de línea aérea de contacto o de otro sistema de alimentación ferroviaria se elabora, utilizando el formato o herramienta informática establecidos por la empresa instaladora, reflejando, entre otros, las comprobaciones y resultados obtenidos en las medidas, poniéndolo, en su caso, a disposición del organismo de inspección y control -OCA-.

**RP6:** Gestionar la recogida y clasificación de los materiales generados en el mantenimiento de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria para la aplicación del programa de gestión de residuos, estableciendo y supervisando las condiciones de almacenaje, transporte y trazabilidad.

**CR6.1** El acopio de residuos en el mantenimiento de las instalaciones se organiza:

- Adoptando los medios de protección personales según el tipo de residuo,
- Clasificando los tipos de residuos generados atendiendo a su tipo y posible nivel de contaminación en aplicación de la normativa de aplicación.
- Utilizando los recipientes especiales propios para cada tipo de residuo y preservando las zonas de almacenaje seguras.

**CR6.2** El tratamiento de los residuos se gestiona a través de entidades reconocidas oficialmente -gestores autorizados- estableciendo en cada caso si puede adoptarse su recuperación, el reciclaje o la reutilización.

**CR6.3** El transporte a los puntos de recogida de residuos se organiza, utilizando los vehículos indicados en el plan de gestión de residuos según cada tipo de materiales, estableciendo, en su caso, contratos de tratamiento con el operador del traslado, cumplimentando el requisito de notificación previa a la autoridad competente, así como el documento de identificación de residuos (ID).

**CR6.4** La trazabilidad de los residuos se documenta y registra detalladamente, en cuanto a su procedencia, ubicación, trayectoria a lo largo del proceso y tratamiento final, de forma que pueda acreditarse cada etapa del tratamiento.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Recursos para distribución y elevación: dresinas -vagonetas, vehículos biviales, vagoneta con pantógrafo y registrador-, tren de tendido, cestas de elevación, castilletes, plumas, cabestrantes, poleas, pistolos, equipo de tracción y elevación, tensor de cables. Instrumentos de medida y verificación como: prismáticos, teodolito, estación total, cámara termográfica, comprobadores de ausencia de tensión (rango de KV en CC, con indicación adicional de CA), telurómetro, megóhmetro, pinza multimétrica. Vehículos auxiliares para el transporte de personal de mantenimiento, materiales y maquinaria diversa. Herramientas manuales para trabajos mecánicos y eléctricos. Equipos de comunicación e informáticos: teléfono móvil, ordenador portátil y software específico. Aplicaciones informáticas para la gestión y supervisión de proyectos. Aplicaciones ofimáticas y de tipo CAD. Elementos de protección colectiva y Equipos de protección individual (EPI).

### Productos y resultados

Intervenciones de mantenimiento en líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria, planificadas. Medidas de protección para la prevención de riesgos, adoptadas. Actuaciones de mantenimiento predictivo-preventivo y correctivo de líneas aéreas de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria, supervisadas. Pruebas de seguridad y funcionamiento para el restablecimiento del servicio, efectuadas. Recogida y clasificación de los materiales generados en las operaciones de mantenimiento, gestionados.

### Información utilizada o generada

Proyectos y otra documentación técnica de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria. Esquemas eléctricos, mecánicos y neumáticos. Programa de mantenimiento. Manuales de usuario y de servicio técnico. Informe del plan de pruebas de mantenimiento. Procedimientos de pruebas y puesta en servicio. Partes de trabajo. Hojas de control. Telefonemas y otros sistemas de intercomunicación. Normativa sobre prevención de riesgos laborales y específica sobre trabajos en altura, trabajos verticales y riesgos eléctricos en alta y baja tensión. Normas de calidad. Órdenes de trabajo. Hojas de control. Albaranes. Normativa referida a instalaciones eléctricas de alta tensión, eficiencia energética, compatibilidad electromagnética y gestión de residuos. Permisos y licencias. Procedimientos de corte y reposición de tensión. Informes de los trabajos realizados.

### UNIDAD DE COMPETENCIA 3

Gestionar y supervisar el montaje de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria

Nivel: 3  
Código: UC2614\_3  
Estado: BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Efectuar operaciones previas para trabajos sin tensión o en proximidad de tensión en el montaje de subestaciones de tracción y centros de transformación en electrificación ferroviaria, controlando las condiciones del personal interviniente, según los procedimientos establecidos por la empresa, bajo supervisión de la persona responsable.

**CR1.1** Los riesgos asociados a las intervenciones -trabajos en altura, en proximidad de tensión, riesgo mecánico, entre otros-, así como los certificados habilitantes preceptivos del personal interviniente, se reconocen, junto con el servicio de prevención de riesgos laborales, las directrices del plan de seguridad y salud, atendiendo a las características de la obra para ajustar los procedimientos de trabajo.

**CR1.2** Los instrumentos de medida, herramientas y equipos de protección individual y colectiva frente al riesgo eléctrico, tales como: guantes para alta tensión, cascos, pantalla facial con protección inactiva, pértigas aislantes, detectores de tensión, equipo de puesta a tierra y en cortocircuito, y para trabajos en altura y riesgo mecánico como: arnés, cinturón, líneas de vida, guantes de protección mecánica se verifican, acreditando sus certificaciones -de calibración, de caducidad, de tipo de protección, entre otras-, así como su estado de conservación y funcionalidad.

**CR1.3** La comunicación de la operación de corte de tensión, en su caso, al personal interviniente se supervisa, atendiendo al procedimiento específico establecido y mediante los documentos normalizados -telefonemas, libro de registro, entre otros-.

**CR1.4** Las medidas preceptivas para la operación de corte de tensión, en su caso, se comprueban, verificando:

- La secuencia de ejecución de maniobras de apertura de disyuntores y/o seccionadores con el procedimiento especificado por el fabricante,
- El corte de todas las fuentes de alimentación, impidiendo la realimentación a través de otros puntos de suministro.
- El bloqueo de los elementos de maniobra que existan -local, remoto, a distancia-, y la presencia de señalización-carteles, etiquetas, cintas, entre otros-.
- La ausencia de tensión mediante un equipo o pértiga detectora de tensión.
- La puesta a tierra y en cortocircuito de las fuentes de alimentación que afecten a la zona de trabajo.

**CR1.5** La instalación y continuidad de señalizaciones y protecciones de seguridad de la obra -barandillas, vallas, topes, carteles de aviso, balizas luminosas u otras- se revisan por todo el perímetro de trabajo para evitar lesiones a personas o animales, dando cumplimiento al plan de seguridad y salud.

**CR1.6** El estado de conservación de maquinarias, vehículos, y otros medios técnicos a utilizar en la instalación se comprueba, supervisando los certificados de homologación, calibración e inspección técnica periódica.

**CR1.7** Los riesgos de tipo medioambiental, tales como condiciones climatológicas, accidentes geográficos o presencia de fauna o flora en el entorno de la instalación de alta tensión y sus posibles efectos, se reconocen, adecuando las medidas de protección y aplazando o suspendiendo los trabajos, en su caso.

**RP2:** Replantear el montaje de subestaciones de tracción y centros de transformación en electrificación ferroviaria para asegurar la viabilidad de la instalación, marcando sobre el terreno la posición de las estructuras, equipos y otros sistemas según las condiciones del emplazamiento, siguiendo los planos del proyecto de la instalación, bajo la supervisión de la dirección de obra.

**CR2.1** La zona de ejecución de los trabajos se visita, confirmando que las peculiaridades del entorno se corresponden con los planos de la instalación.

**CR2.2** La idoneidad de las vías de acceso y zonas de paso indicadas en el plan de montaje y de aprovisionamiento se comprueba, ratificando, en colaboración con el personal de prevención de riesgo laborales, las condiciones para el uso de vehículos -ferrocarriles, excavadoras, hormigoneras, entre otros-, y para el movimiento de estructuras, equipos y aparatos - pórticos, perfiles, celdas, barras colectoras, transformadores, seccionadores, entre otros-.

**CR2.3** Las condiciones de las excavaciones para la puesta a tierra de apoyos, estructuras, equipos, celdas u otros elementos se revisan, chequeando su profundidad, perímetro, longitud o situación, entre otras características, adaptándolas a las condiciones técnicas del proyecto de instalación, en su caso.

**CR2.4** Los espacios para el montaje de apoyos, estructuras metálicas y otros elementos para el soporte de equipos y componentes del parque de intemperie de alta tensión, se cotejan con los datos del proyecto, marcando su posición, siguiendo las indicaciones de la dirección obra.

**CR2.5** El emplazamiento de celdas de protección, autotransformadores, transformadores, rectificadores y cuadros eléctricos destinados a mando, protección y control se verifica, comparando los planos de instalación con las condiciones de la obra, y proponiendo modificaciones en caso de no coincidencia.

**CR2.6** Las incidencias detectadas en el replanteo se comunican a la persona responsable, por escrito o verbalmente, aportando posibles soluciones.

**CR2.7** El informe de replanteo para el montaje de la instalación de alta tensión en electrificación ferroviaria se elabora, utilizando el formato o herramienta informática establecidos por la empresa instaladora.

**RP3:** Desarrollar el programa de aprovisionamiento de materiales, equipos y herramientas del montaje de subestaciones de tracción y centros de transformación en electrificación ferroviaria, para asegurar su idoneidad y disponibilidad en cada una de las fases del montaje, mediante aplicación logística de gestión y supervisión u otras herramientas organizativas de recursos.

**CR3.1** El programa de aprovisionamiento se elabora, teniendo en cuenta:

- Los materiales, herramientas y otros recursos en cada fase de la obra, según el plan de montaje, así como su conservación y seguridad.
- La disponibilidad de productos y proveedores homologados, para garantizar el abastecimiento.
- La posibilidad de intercambio entre materiales de diferentes fabricantes,

- La capacidad y localización de los almacenes de obra, según las condiciones del terreno y la cercanía al área de trabajo.
- El desplazamiento y ubicación de materiales y equipos, utilizando los medios de transporte y elevación en condiciones de seguridad.
- La disponibilidad y distribución en obra de materiales, equipos y herramientas, en cada fase de montaje, para evitar interrupciones en la ejecución de la instalación.
- La presencia de materiales que necesiten requisitos especiales de almacenamiento.

**CR3.2** El aprovisionamiento de materiales, herramientas y otros equipos se gestiona, atendiendo a:

- El cronograma de cada fase de montaje, para prevenir tiempos de inactividad.
- Las posibilidades de almacenaje, para evitar amontonamientos y garantizar la conservación del material.
- El cumplimiento de los plazos y condiciones de entrega, acordes a las fases de ejecución previstas.
- El control de la cantidad y calidad de los suministros demandados, comprobando su adecuación a las especificaciones técnicas que constan en el proyecto de ejecución.
- El desplazamiento y ubicación de estructuras, materiales y equipos desde el proveedor hasta la obra, disponiéndolo con arreglo a las instrucciones logísticas del proyecto.
- El movimiento de estructuras, equipos y otros materiales por el interior de la obra, organizándolo y supervisándolo con arreglo a las especificaciones del plan de aprovisionamiento.

**CR3.3** Los equipos, materiales y otros elementos almacenados para la instalación se registran, etiquetando cada uno de ellos e incluyendo sus referencias -marca, modelo, fabricante, situación en la obra, entre otras-, manteniendo actualizado el inventario, utilizando el formato o herramienta informática establecidos por la entidad empresa instaladora.

**CR3.4** El almacén en obra se organiza:

- Distribuyendo el espacio disponible, según el tipo de producto -material de pequeño volumen, celdas, transformadores de potencia, estructuras metálicas de gran tamaño y peso, entre otros-.
- Siguiendo las indicaciones del fabricante de cada equipamiento, para conservar la integridad y funcionalidad de los materiales.
- Teniendo en cuenta el momento de uso y lugar de instalación, según el programa de montaje, para evitar traslados innecesarios de materiales y equipos.

**RP4:** Supervisar la ejecución del programa de montaje de los elementos de alta tensión en subestaciones de tracción y centros de transformación en electrificación ferroviaria, atendiendo las instrucciones de la dirección de obra, para el cumplimiento de los plazos y objetivos programados según la planificación de tiempos y tareas establecidas en las órdenes de trabajo, resolviendo las posibles contingencias.

**CR4.1** El empleo de los equipos específicos de protección individual y para trabajos en altura -guantes, casco y calzado de seguridad, chaleco de alta visibilidad, arnés, línea de vida, mosquetones, entre otros-, por parte del personal interviniente se comprueba, en colaboración con el servicio de prevención de riesgos laborales, transmitiendo las instrucciones de forma suficiente, clara y precisa.

**CR4.2** La manipulación de equipos, herramientas y materiales auxiliares -poleas y polipastos, cuerdas y cadenas, grilletes, argollas, equipos de tracción y elevación, herramientas de corte radial, llaves dinamométricas, niveles, entre otras-, por parte del personal interviniente se inspecciona, en colaboración con el servicio de prevención de riesgos laborales, confirmando su utilización según instrucciones del fabricante.

**CR4.3** Las autorizaciones legales del personal encargado del manejo de los medios de transporte, elevación y cimentación -ferrocarriles, camión con grúa articulada, camión hormigonera, plataformas de elevación para operarios, entre otros- se comprueban, en colaboración con el servicio de riesgos laborales, acreditando su vigencia.

**CR4.4** El montaje de los elementos de alta tensión propios de la instalación se verifica, a partir de las instrucciones de dirección de obra, teniendo en cuenta:

- Los cronogramas según el programa de montaje, utilizando recursos informáticos como apoyo.
- Los recursos humanos, medios y materiales, definiendo las funciones de cada operario y su correlación con los medios técnicos y materiales programados en cada fase.
- Las interacciones o dependencias entre los equipos de trabajo y los procedimientos de control de avance del montaje, garantizando el encadenamiento de todas las fases de la instalación.

**CR4.5** El montaje de las redes de puesta a tierra para protección general y conexión de equipos, masas u otros elementos asociados se supervisa, comprobando:

- El tendido de los elementos conductores -carriles de acero, pletinas, cables aislados o desnudos, entre otros-, de las puestas a tierra de servicio y de protección, asegurando la distancia de separación o la unión entre puestas a tierra según el proyecto de instalación.
- La situación de arquetas, registros y bornes de tierra.
- La colocación o el hincado de ánodos de sacrificio y picas, evitando impactos mecánicos directos sobre los mismos y garantizando distancias, uniones y el contacto con el terreno.
- La conexión a la malla de tierra de protección de las partes metálicas -envolventes, cubas y carcasas, pórticos, apoyos, vallas perimetrales, puertas de acceso, rejillas de ventilación, entre otros-, según consta en los planos, revisando los puntos de soldadura aluminotérmica y la utilización de conectores bimetálicos, en su caso.
- La conexión a la tierra de servicio de neutros de transformadores en el caso de subestaciones de corriente alterna, seccionadores de puesta a tierra y resto de elementos especificados en los esquemas, midiendo la continuidad de los conductores, en su caso.
- La configuración de la red de masas destinada a la conexión de los equipos de corriente continua -bastidores del grupo rectificador, soportes de la bobina de alisamiento, celdas de feeder y masas de seccionadores de pórticos de feeder y bypass, entre otros- y la unión a la pletina del pozo de negativos.
- Los valores de resistencia de tierra y de tensiones de paso y de contacto establecidos en el diseño de las puestas a tierra.

**CR4.6** El montaje de estructuras, apoyos, herrajes y otros elementos para el soporte de equipos y componentes de alta tensión ubicados en intemperie se revisa según las instrucciones de dirección de obra, supervisando:

- El movimiento de cargas y la infraestructura de obra civil -cimentaciones, dimensionado de zanjas, arquetas, pernos de anclaje, canalizaciones, drenajes, entre otros-, en cuanto a las condiciones de seguridad establecidas en la documentación de la obra.
- Los procesos de alineación, izado, aplomado, nivelado y fijación -mediante ensamblaje con tornillos, soldadura, remachado, u otros procedimientos previstos-, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- El armado de los pórticos -de entrada, salida a feeder y catenaria, de cruce y otros elementos-, comprobando el montaje de las cadenas de aisladores mediante: tensores de rosca, horquillas en V, rótulas, grapas de amarre, entre otros, obteniendo la sujeción mecánica y el aislamiento normalizados.

**CR4.7** El armado y fijación de aparatos, conjuntos y otros dispositivos para alta tensión ubicados en intemperie se organiza según las instrucciones de dirección de obra, verificando:

- Las maniobras y movimientos para el izado y ubicación de los equipos en sus bases - transformadores, autotransformadores, interruptores, seccionadores y otros dispositivos-, colaborando, en su caso, con los operadores de grúa.

- La colocación de elementos auxiliares y de protección de los equipos -válvulas de drenaje, soportes, tornillos de puesta a tierra, entre otros-, de acuerdo a los planos y manuales de instrucción.
- El montaje de transformadores, autotransformadores, interruptores, seccionadores y resto de aparellaje, según las instrucciones y precauciones de montaje indicadas por los fabricantes, referidas a: aisladores, tanque conservador, tuberías, autoválvulas, ventiladores y radiadores y otros.
- El primer llenado de cubas y envolventes con fluidos aislantes, supervisando la utilización de una máquina que permita su filtrado, desgasificación y secado.
- El montaje de pararrayos tipo puntas franklin, autoválvulas, aisladores, y resto de elementos de intemperie, asegurando su colocación de acuerdo a los planos y esquemas eléctricos.

**CR4.8** La conexión de aparatos, conjuntos y otros dispositivos para alta tensión ubicados en intemperie se organiza según las instrucciones de dirección de obra, verificando:

- El tendido de embarrados y conductores mediante: poleas, caballetes, grapas de anclaje o amarre y otros, comprobando distancias mínimas de seguridad y pasos de paramentos, entre otros.
- La unión, en su caso, de las pletinas de los embarrados de bypass, armario de negativos, masas de grupo u otros dispositivos, garantizando la continuidad eléctrica, resistencia a esfuerzos electrodinámicos, resistencia a efectos electrolíticos, entre otros.
- Las técnicas de realización de conexiones, empalmes y derivaciones de conductores y pletinas - con terminal abierto, enchufable acodado o recto, conector cable con pletina u otros- según los esquemas eléctricos, la resistencia mecánica y eléctrica y la posibilidad de efectos electrolíticos o la aparición de efecto corona.
- La retención y las condiciones normalizadas de fijación al conjunto de suspensión, grapa u otro elemento de sustentación de conductores y pletinas, atendiendo a la resistencia al deslizamiento, y a la rotura, posibilidad de corrosión u otros parámetros establecidos en el plan de montaje.

**CR4.9** El ensamblado y conexión de equipos, conjuntos y otros dispositivos, ubicados en edificio o recinto interior, se supervisa, comprobando:

- Las características y guías de ensamblado y conexión en su documentación técnica.
- La ubicación, anclaje y nivelado de los equipos y dispositivos en sus celdas o bastidores soporte, siguiendo el proyecto de instalación y los planos e instrucciones del fabricante.
- La conexión y señalización de las celdas de protección de los grupos de tracción, transformadores de potencia y de servicios auxiliares, grupos rectificadores de potencia, filtro de armónicos y bobina de aplanamiento, entre otros.
- El montaje de la barra ómnibus, confirmando el uso de las mordazas y piezas de solape especificadas en la guía del por el fabricante.
- La interconexión de los elementos de las cabinas de seccionamiento de grupos y acoplamiento de barras ómnibus -seccionadores, transductores de tensión e intensidad, pulsador de desbloqueo, avisadores de fallo, entre otros-, verificando el cableado hasta el armario de mando y control y hasta el cuadro general de telemando que le corresponde.
- La conexión de las celdas de salida de feeders-barras, analizador de línea aérea de contacto, dispositivos de medida, autómatas programables de control, entre otros-, con los componentes de seguridad y control, así como los pórticos de bypass y de cruce.

**CR4.10** El informe de seguimiento del programa de montaje de los elementos de alta tensión se realiza, utilizando el formato o herramienta informática establecidos por la empresa instaladora.



**RP5:** Supervisar la ejecución del programa de montaje de armarios y cuadros destinados a los sistemas de mando, control, señalización y protección en baja tensión en subestaciones de tracción y centros de transformación en electrificación ferroviaria, según las indicaciones de la dirección de obra, para el cumplimiento de los objetivos programados, según la planificación de tiempos y tareas establecidas en las órdenes de trabajo, resolviendo posibles contingencias.

**CR5.1** El empleo de los equipos específicos de protección individual -guantes, calzado de seguridad, gafas, rodilleras de protección, entre otros-, por parte del personal interviniente se confirma, en colaboración con el personal de riesgos laborales, explicando su importancia y asegurando que las instrucciones dadas son suficientes, claras y precisas.

**CR5.2** La manipulación de equipos, herramientas y materiales auxiliares -nivel láser, peladoras de cable, sierra de calar, taladro, brocas widia o de metal, de vástago, de corona o cónicas, escaleras, andamios, entre otros-, por parte del personal interviniente se inspecciona, en colaboración con el servicio de riesgos laborales, acreditando su utilización según instrucciones del fabricante.

**CR5.3** La acreditación del personal conductor para el manejo de los medios para el movimiento de cargas en interior -traspaleta hidráulica, carro, carretilla elevadora, entre otros- se comprueba, en colaboración con el servicio de prevención de riesgos laborales, verificando su vigencia.

**CR5.4** La instalación de los cuadros destinados a los sistemas de mando, control, gestor de protecciones, sala de señales y dispositivos de seguridad en baja tensión se planifica, a partir de las instrucciones de dirección de obra, teniendo en cuenta:

- El programa de montaje, utilizando recursos informáticos como apoyo,
- El personal disponible, programando sus las tareas con los medios técnicos y materiales proyectados en cada fase.
- Las interacciones o dependencias entre los equipos de trabajo y los procedimientos de control de avance del montaje, garantizando el encadenamiento de todas las fases de la instalación.

**CR5.5** El montaje de cuadros de baja tensión destinados a los sistemas de mando y control, gestor de protecciones y sala de señales se supervisa, comprobando:

- La fijación y ensamblado de los cuadros de baja tensión y de sus elementos auxiliares, siguiendo la guía del fabricante incluyendo los requisitos de protección IP ante agentes externos.
- La instalación del sistema de telemando, revisando la ubicación de los dispositivos y sus conexiones -tarjetas de accionamientos y de comunicaciones, cable de bus, enclavamientos, entre otros-,
- La instalación y conexión del equipo gestor de protecciones -controlador lógico programable-.
- La instalación de los controladores lógicos programables y ordenadores del sistema de mando y control.
- El equipamiento de la sala de señales -cabinas de alimentación y control, relé de protección de sobrecorriente de línea, analizador de energía de señales, relé de defecto a tierra, entre otros-, inspeccionando la conexión de los equipos.
- La configuración de los sistemas de mando, control, señalización y protección, comprobando los enclavamientos y parametrizaciones, para accionamiento local o remoto.

**CR5.6** El montaje de armarios y cuadros para los dispositivos de seguridad en la instalación de baja tensión en electrificación ferroviaria se revisa verificando:

- El armado y sujeción del cuadro de mando y protección de la instalación eléctrica -de alumbrado y de potencia-, siguiendo los planos de montaje y esquemas eléctricos de la documentación técnica.

- La ubicación de baterías, equipo de cargadores y ondulator del servicio de alimentación ininterrumpida -SAI-, comprobando la conexión con el sistema de alarmas.
- El emplazamiento de los dispositivos de protección -enclavamientos eléctricos y mecánicos, cerraduras de seguridad, alfombras aislantes, entre otros- según los planos de montaje,.
- La conexión del sistema interactivo de protección contra incendios, siguiendo los esquemas del proyecto y criterios del fabricante.
- La colocación y conexión del sistema de alumbrado general, así como los equipos y dispositivos del sistema de iluminación de emergencia.
- La ubicación y conexión de los equipos y sistemas de seguridad -control de accesos, telefonía y vídeo vigilancia, detección de intrusos, entre otros-.

**CR5.7** El informe de seguimiento del programa de montaje de armarios y cuadros de baja tensión para los dispositivos de seguridad se realiza, utilizando el formato o herramienta informática establecidos por la empresa instaladora.

**RP6:** Efectuar las pruebas de seguridad y funcionamiento para la puesta en servicio de subestaciones de tracción y centros de transformación en electrificación ferroviaria, comprobando las operaciones y requisitos de funcionamiento establecidas en el plan de montaje, bajo la supervisión de la dirección de obra.

**CR6.1** Las verificaciones previas a la puesta en servicio -comprobaciones visuales, medida de parámetros reglamentarios y ensayos funcionales del equipo eléctrico y partes de la instalación-, se definen en un protocolo, indicando el orden de las pruebas, los resultados obtenidos y la clasificación de defectos.

**CR6.2** El uso de las herramientas y de los equipos de seguridad individual y colectiva -casco con pantalla inactiva, guantes y calzado de seguridad, pértiga detectora de tensión, entre otros- por parte del personal interviniente se supervisa, detallando su relevancia para evitar accidentes y subsanando en caso de aplicación errónea.

**CR6.3** El empleo de los equipos de medida -medidor de tensiones de paso y contacto con fuente de intensidad de 50 A, comprobador de aislamiento de, al menos, 10 kV, miliohmímetro con fuente de intensidad de continua de 50 A, entre otros-, por parte del personal interviniente se comprueba, revisando la parametrización, su conexión y la lectura de medidas, entre otros-, según las indicaciones de cada fabricante.

**CR6.4** Las distancias a elementos en tensión, altura y anchura de pasillos, disponibilidad de esquemas unifilares, presencia de suciedades u objetos extraños, estado de los conductores de tierra y de sus conexiones, condiciones de las envolventes en exterior, entre otros, se comprueban visualmente, utilizando el protocolo de puesta en servicio, anotando los resultados obtenidos y comunicando las correcciones, en su caso.

**CR6.5** Los valores de los parámetros eléctricos reflejados en el protocolo de puesta en servicio -tensiones de paso y contacto, aislamiento de terminaciones de líneas con cables y puentes de cables, ensayos de impulso tipo rayo, aislamiento de GIS y transformadores, entre otros-, se miden configurando y conectando el equipo de medida, comparando los resultados obtenidos con los deseados y comunicando las correcciones, en su caso.

**CR6.6** Los ensayos funcionales del equipo eléctrico y partes de la instalación para la puesta en servicio de la instalación de alta tensión se llevan a cabo, comprobando, entre otros:

- Transformadores y autotransformadores de potencia en cuanto a: resistencia de aislamiento de los bobinados del transformador e índice de polarización, relación de transformación, ensayo de respuesta en frecuencia, entre otros parámetros-.
- Transformadores de medida -tensión soportada a frecuencia industrial en el primario, descargas parciales, sobretensiones entre espitas en los TI (transformadores de intensidad), relaciones de transformación, polaridad, secuencia de fases, entre otros-.

- Interruptores automáticos -ensayos dieléctricos, resistencia del circuito principal, estanqueidad, operaciones mecánicas de apertura, cierre y enclavamiento u otros-.
- Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra -resistencia del circuito principal, estanqueidad, operaciones mecánicas de apertura, cierre y enclavamiento, entre otros-.
- Relés de protección -implementación de ajustes según estudio de coordinación de protecciones, funciones de protección mediante inyección secundaria, secuencia de fases, otros-.
- Temperaturas de funcionamiento.

**CR6.7** La ejecución de las operaciones para la puesta en servicio de la instalación de alta tensión se supervisa, comprobando:

- La ausencia de tensión y la separación efectiva de otras líneas paralelas o elementos en tensión cercanos mediante pértigas detectoras de tensión, indicadores luminosos en celdas, paneles de control, entre otros.
- La desconexión de puestas a tierra y en cortocircuito.
- La ejecución de las maniobras de cierre de seccionadores e interruptores, para la conexión de la subestación o centro de transformación.
- La puesta en tensión de la subestación o centro de transformación, colaborando con la dirección de obra.

**CR6.8** El informe para la puesta en servicio de subestaciones de tracción y centros de transformación en electrificación ferroviaria se elabora, atendiendo al formato o herramienta informática establecidos por la empresa instaladora, incluyendo, entre otros, la relación de comprobaciones y sus resultados, los defectos y las soluciones adoptadas, según el protocolo de puesta en servicio, para su posterior validación por un Organismo de inspección y control habilitado.

**RP7:** Gestionar la recogida y clasificación de los materiales generados en el montaje de subestaciones de tracción y centros de transformación en electrificación ferroviaria para la aplicación del programa de gestión de residuos, estableciendo y supervisando las condiciones de almacenaje, transporte y trazabilidad.

**CR7.1** El acopio de residuos en el montaje de las instalaciones se organiza:

- Adoptando los medios de protección personales según el tipo de residuo,
- Clasificando los tipos de residuos generados, atendiendo a su tipo -tierras y escombros, eléctricos y electrónicos, envases u otros- y posible nivel de contaminación.
- Utilizando los recipientes especiales propios para cada tipo de residuo. Preservando las zonas de almacenaje seguras para los residuos generados.

**CR7.2** El tratamiento de los residuos se gestiona a través de entidades reconocidas oficialmente -gestores autorizados-, estableciendo en cada caso si puede adoptarse su recuperación, el reciclaje o la reutilización.

**CR7.3** El transporte a los puntos de recogida de residuos se gestiona, utilizando los vehículos especificados en el plan de gestión de residuos según cada tipo de materiales, estableciendo, en su caso, contratos de tratamiento con el operador del traslado, cumplimentando el requisito de notificación previa a la autoridad competente, así como el documento de identificación de residuos (ID).

**CR7.4** La trazabilidad de los residuos se registra detalladamente en cuanto a su procedencia, ubicación, trayectoria a lo largo del proceso y tratamiento final, de forma que pueda acreditarse cada etapa del tratamiento.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Instrumentos de medida y verificación: prismáticos, teodolito, estación total, cámara termográfica, comprobadores de ausencia de tensión (rango de KV en CC, con indicación adicional de CA), telurómetro, megóhmetro, pinza multimétrica, medidor de tensiones de paso y contacto, entre otros. Herramientas manuales para trabajos mecánicos y eléctricos. Equipos de comunicación e informáticos: teléfono móvil, ordenador portátil y software específico. Aplicaciones informáticas para la gestión de proyectos y organización de recursos. Aplicaciones ofimáticas y de tipo CAD. Elementos de protección colectiva y Equipos de protección individual (EPI).

### Productos y resultados

Medidas de protección para la prevención de riesgos en el montaje de instalaciones de alta tensión en infraestructuras ferroviarias, adoptadas. Montaje de subestaciones de tracción y centros de transformación en electrificación ferroviaria, replanteado. Gestión del aprovisionamiento de materiales, equipos y herramientas, desarrollada. Ejecución del programa de montaje de equipos de alta tensión y de baja tensión en subestaciones de tracción y centros de transformación en electrificación ferroviaria, supervisado. Pruebas de seguridad y funcionamiento para la puesta en servicio de subestaciones de tracción y centros de transformación en electrificación ferroviaria, efectuadas. Gestión de la recogida y clasificación de los materiales generados en el montaje de instalaciones de alta tensión en infraestructuras ferroviarias, gestionada.

### Información utilizada o generada

Proyectos y otra documentación técnica de subestaciones de tracción y centros de transformación para la electrificación ferroviaria. Documentación técnica propia de montaje de las instalaciones. Esquemas eléctricos, mecánicos y neumáticos. Programas de montaje y puesta en servicio. Procedimientos de montaje. Manuales de usuario y de servicio técnico. Programas de aprovisionamiento. Informe del plan de pruebas de montaje. Procedimientos de pruebas y puesta en servicio. Normativa sobre prevención de riesgos laborales y específica sobre trabajos en altura, trabajos verticales y riesgos eléctricos en alta y baja tensión. Normas de calidad. Órdenes de trabajo. Actas de replanteo. Albaranes. Pliego de condiciones técnicas. Reglamentación referida a instalaciones eléctricas de alta tensión, eficiencia energética, compatibilidad electromagnética y gestión de residuos. Informe de seguimiento del programa de montaje. Presupuestos. Permisos y licencias. Consignas o procedimientos de corte y reposición de tensión, telefonemas. Informes de los trabajos realizados.

## UNIDAD DE COMPETENCIA 4

### Gestionar y supervisar el mantenimiento de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria

Nivel: 3  
Código: UC2615\_3  
Estado: BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Planificar las intervenciones de mantenimiento en subestaciones de tracción, centros de transformación y telemandos de energía de electrificación ferroviaria, para preservar la seguridad y fiabilidad de las instalaciones, colaborando con la persona responsable, en cumplimiento del programa de mantenimiento, mediante aplicación organizativa de recursos.

**CR1.1** Las intervenciones de mantenimiento se organizan:

- Fijando la frecuencia de las actuaciones, tales como: reconocimiento visual, control por medidas o reparación programada, según el programa de mantenimiento.
- Considerando la urgencia, el tipo y la dificultad del trabajo a realizar, para determinar la especialización y grado de responsabilidad del personal asignado a cada intervención, según los recursos humanos disponibles.
- Disponiendo los recursos materiales -aparatos de medida, equipos de protección individual y colectiva, herramientas, vehículos, entre otros- a utilizar en cada intervención, en coordinación con el servicio de prevención de riesgos laborales.
- Consultando la documentación técnica actualizada de la instalación.

**CR1.2** El inventario de herramientas, instrumentos de medida -cámara termográfica, medidor de tensiones de paso y de contacto con fuente de intensidad de 50 A, medidor de tiempos de cierre y apertura de interruptores automáticos, entre otros- y los equipos de protección individual y colectiva se detallan, desglosando la dotación para cada intervención, así como su localización y acceso.

**CR1.3** Los vehículos y maquinaria requeridos para cada intervención -camiones con pluma, vehículos todo terreno, perforadora, compresor, entre otros- se enumeran, detallando sus características, tiempos y condiciones de uso, así como rutas de acceso al lugar de trabajo.

**CR1.4** La documentación técnica propia para cada actuación de mantenimiento -planos de ubicación, esquemas eléctricos, manuales de fabricantes, hojas de control, históricos de averías-, se recopila, a partir del proyecto de ejecución y de inspecciones y ensayos previos.

**CR1.5** Las dotaciones de los vehículos se revisan, antes de su desplazamiento al lugar de la intervención, comprobando que disponen del equipamiento detallado en la orden de trabajo.

**CR1.6** Los documentos y recursos informáticos para el registro de las actuaciones y modificaciones introducidas en el mantenimiento -hojas de revisión y anotación de defectos y medidas, partes de trabajo, aplicaciones software- se determinan, detallando el procedimiento de cumplimentación, según las normas de la administración ferroviaria, especificando la información mínima que debe incluirse:

- Tipo de Intervención -inspección visual, comprobaciones de funcionamiento, preventivo, predictivo, correctivo programado, correctivo urgente u otras,

- Identificación de los elementos sobre los que se actúa -modificados, reparados o sustituidos- y su ubicación.
- Personal que ha intervenido con indicación de su cualificación.
- Fecha y hora de inicio y finalización de los trabajos.
- Descripción de los trabajos realizados.
- Materiales, equipos de medida y maquinaria utilizada.
- Observaciones resultantes de la intervención.

**RP2:** Efectuar operaciones previas para trabajos sin tensión o en proximidad de tensión en el mantenimiento de subestaciones de tracción, centros de transformación y telemandos de energía de electrificación ferroviaria, controlando las condiciones del personal interviniente, según los procedimientos establecidos por la empresa, bajo supervisión de la persona responsable.

**CR2.1** Los riesgos asociados a las operaciones de mantenimiento -predictivo, preventivo y correctivo-, se reconocen, considerando la altura de trabajo, el riesgo mecánico, la proximidad o el contacto directo con una fuente de tensión, el movimiento de cargas pesadas, entre otros, colaborando con el servicio de prevención de riesgos laborales para ajustar los procedimientos de trabajo.

**CR2.2** La disponibilidad, especialización y grado de responsabilidad del personal asignado a cada intervención de mantenimiento se comprueba, verificando sus certificados habilitantes preceptivos, junto con el servicio de prevención de riesgos laborales.

**CR2.3** Los instrumentos de medida, las herramientas y los equipos de seguridad individual y colectiva para trabajos en altura, riesgo eléctrico, mecánico, químico, entre otros, se verifican, comprobando su estado de conservación, calibrado, fecha de caducidad, etiquetado o cualquier otro aspecto establecido en sus manuales operativos.

**CR2.4** La comunicación de la operación de corte de tensión, en su caso, al personal interviniente se supervisa, teniendo en cuenta el procedimiento establecido, mediante los documentos normalizados -telefonemas, libro de registro, entre otros-.

**CR2.5** Las medidas preceptivas para la operación de corte de tensión, en su caso, se comprueban, verificando:

- La secuencia de ejecución de maniobras de apertura de disyuntores y/o seccionadores con el procedimiento especificado por el fabricante.
- El corte de todas las fuentes de alimentación, impidiendo la realimentación a través de otros puntos de suministro.
- El bloqueo de los elementos de maniobra que existan -local, remoto, a distancia- y la presencia de señalización -carteles, etiquetas, cintas, entre otros-.
- La ausencia de tensión mediante un equipo o pértiga detectora de tensión,
- La puesta a tierra y en cortocircuito de las fuentes de alimentación que afecten a la zona de trabajo.

**CR2.6** La señalización temporal y la protección de seguridad de la zona de obras -accesos, campas, zona de acopio de materiales, entre otras- se revisa comprobando la ordenación del tránsito de maquinaria y la delimitación de las áreas afectadas, dando cumplimiento a la planificación de la actividad preventiva, en colaboración con el servicio de prevención de riesgos laborales.

**CR2.7** Las homologaciones e inspecciones técnicas periódicas de los vehículos, maquinaria y otros medios técnicos utilizados en las operaciones de mantenimiento se revisan, en cuanto a sus características y fechas de caducidad.



**CR2.8** Las condiciones climatológicas adversas, accidentes geográficos, presencia de fauna o flora, cultivos u otros riesgos de tipo medioambiental presentes durante la intervención de mantenimiento se reconocen, adecuando las medidas de seguridad y aplazando o suspendiendo los trabajos, en su caso.

**RP3:** Supervisar el funcionamiento de los equipos de las subestaciones de tracción, centros de transformación y telemandos de energía, en su caso, en electrificación ferroviaria, para garantizar la seguridad y fiabilidad de las instalaciones, siguiendo el programa de mantenimiento, mediante aplicación organizativa de recursos.

**CR3.1** La utilización de los elementos auxiliares para las maniobras -palancas, pértigas, accionamientos, bloqueos, otros-, así como los equipos de protección individual y colectiva, por parte del personal interviniente, se supervisa siguiendo los requisitos de seguridad indicados en el programa de mantenimiento y la secuencia de operaciones del fabricante.

**CR3.2** Los dispositivos de seguridad, maniobra y protección -seccionadores, interruptores automáticos, disyuntores extrarrápidos, ruptoseccionadores, entre otros-, se comprueban en cuanto a su funcionalidad y prestaciones, teniendo en cuenta:

- La autorización e implementación del corte de tensión, en su caso.
- La penetración y desplazamientos de las cuchillas y contactos.
- Las maniobras de apertura y cierre de forma manual.
- Los accionamientos eléctricos -motores, bobinas de disparo y de cierre, entre otros- con mando local y en remoto.
- La señalización del estado del equipo -abierto, cerrado, puesto a tierra u otro-.
- Los enclavamientos mecánicos, eléctricos, neumáticos u otros, verificando la imposibilidad de acceso al transformador con tensión, acoplamiento de líneas, impedimento de puesta a tierra en partes en tensión, entre otros, para garantizar la seguridad del personal y las instalaciones.

**CR3.3** Las maniobras para la comprobación de los sistemas de protección y seguridad de la instalación se verifican, acreditando:

- El funcionamiento de los relés de protección- de línea, de grupo, de cuba, entre otros-, según los reglajes de intensidad y tensión y los tiempos de disparo especificados en la documentación técnica.
- La actuación de las protecciones propias del transformador -sondas de temperatura, nivel y presión de aceite, presencia de gases, u otros-, actuando sobre los contactos eléctricos de las sondas para provocar su disparo,
- El funcionamiento del relé de masas del grupo rectificador y salidas de feeder, verificando que provoca la actuación de todos los disyuntores extrarrápidos y la emisión de arrastres a las subestaciones colaterales.
- Los parámetros del gestor de protecciones para el control de los elementos de protección, la interacción con subestaciones y centros de transformación adyacentes y las desconexiones en caso de incidencias extraordinarias, provocando su actuación.
- La desconexión general de los equipos de protección -interruptores de línea y de transformadores, disyuntores extrarrápidos de feeder, interruptores automáticos de B.T, ruptoseccionadores de señales, entre otros-, actuando sobre sus pulsadores.

**CR3.4** El funcionamiento del SCADA del sistema de telemando de energía se supervisa, desde el puesto de mando local y desde el telemando central, comprobando que cuenta con un alto grado de disponibilidad, fiabilidad y seguridad, mediante:

- Las maniobras de control y mando de interruptores, seccionadores, salidas de feeder, disyuntores extrarrápidos u otros.
- El funcionamiento del dispositivo concentrador de comunicaciones en la subestación, comprobando el estado de sus alarmas, señalizaciones y monitorización.



- El funcionamiento del sistema de control automatizado de comunicación entre subestaciones colaterales y los centros de transformación.

**CR3.5** Los sistemas auxiliares de la subestación o centro de transformación -detección y extinción de incendios, control de accesos, videovigilancia, cargador y rectificador de baterías, ventilación forzada, entre otros-, se comprueban mediante pruebas de funcionamiento de sondas, alarmas técnicas, paneles de avisos, entre otras verificaciones indicadas por el fabricante de cada equipamiento.

**CR3.6** Las hojas de control de las operaciones de comprobación del funcionamiento de la subestación, centro de transformación o telemando de energía se cumplimentan, reflejando las operaciones realizadas según la planificación del mantenimiento y las incidencias o anomalías detectadas.

**RP4:** Supervisar las operaciones de mantenimiento predictivo-preventivo sobre elementos estructurales, edificios y canalizaciones en subestaciones de tracción y centros de transformación en electrificación ferroviaria, siguiendo el programa de mantenimiento, para asegurar la conservación y funcionalidad de las instalaciones.

**CR4.1** La utilización de las herramientas, equipos de protección individual, colectiva y para trabajos en altura por parte del personal interviniente se supervisa, siguiendo los requisitos de seguridad indicados en el programa de mantenimiento y en colaboración con el servicio de prevención de riesgos laborales.

**CR4.2** Las distancias de seguridad entre las herramientas u objetos que se puedan manipular y los elementos con tensión, así como el recorrido del vehículo que pueda ser utilizado por el interior del recinto se delimitan, tanto en planta como en altura, comprobando las medidas para trabajos en proximidad de tensión.

**CR4.3** El parque de intemperie se verifica visualmente, comprobando:

- El orden y limpieza en la zona de pórticos de salida de feeders, eliminando elementos extraños que impidan el desplazamiento por los pasillos.
- La presencia de oxidación y estado del galvanizado de las estructuras metálicas -apoyos, pórticos, celosías, brazos, entre otros-,
- La ausencia de grietas, falta de recubrimiento y armaduras vistas en estructuras de hormigón.
- La proximidad a elementos en tensión según la distancia mínima definida en la normativa de riesgo eléctrico.
- La existencia y el estado de la puesta a tierra de todas las estructuras metálicas: apoyos, tapas, puertas, vallas, entre otras.

**CR4.4** Las operaciones de revisión de los edificios que albergan subestaciones y centros de transformación se comprueban, en cuanto a:

- El estado de la cubierta de la instalación detectando: suciedad, residuos, obstrucción de sumideros y canalones, falta de tejas, abombamientos o corrosión en cubiertas de chapa.
- La presencia de humedades, manchas de óxidos, desplazamientos de materiales, roturas, perforaciones, acumulación de residuos y deformaciones en su interior.
- La accesibilidad de escaleras y pasillos, comprobando el estado de los pavimentos y barandillas.
- El estado de las paredes, ventanas, puertas, rejillas de ventilación, cristales, entre otros elementos del cerramiento de los edificios.
- La presencia de señalización de riesgo eléctrico en todo el perímetro del cerramiento exterior.
- El estado de las señalizaciones de las cinco reglas de oro, el cartel de primeros auxilios y los esquemas unifilares.

- La existencia y el estado de la puesta a tierra de todas las estructuras metálicas como, puertas, rejillas de ventilación, elementos metálicos del cerramiento del edificio, entre otras-.

**CR4.5** Las canalizaciones -enterradas, canales revisables, zanjas prefabricadas, galerías visitables, entre otras-, así como las arquetas, se comprueban visualmente, en cuanto a:

- El estado de conservación y limpieza de las paredes, tapas, arquetas, u otros elementos.
- La presencia de animales, insectos, objetos extraños, elementos de maleza, entre otros, supervisando la limpieza de la misma.
- El estado de cajas, soportes, bandejas, tubos, anclajes u otros elementos.
- La obturación de los pasos entre sectores de incendio independientes, confirmando la existencia de medidas para evitar tensiones transferidas, tales como la interrupción parcial de la canalización o la interposición de un elemento no conductor.

- La existencia y el estado de la puesta a tierra de todas las partes metálicas de las canalizaciones como bandejas, tubos, tapas de canales revisables, entre otras-.

**CR4.6** El informe de supervisión de las operaciones de mantenimiento sobre elementos estructurales, edificios y canalizaciones se cumplimenta, utilizando el modelo establecido en el programa de mantenimiento, incorporando el resultado de las revisiones y las posibles actuaciones posteriores a realizar: modificación de elementos, reparación urgente, acción correctiva programada, planes de mejora, entre otras.

**RP5:** Supervisar las actuaciones de mantenimiento predictivo-preventivo del equipamiento eléctrico en subestaciones de tracción, centros de transformación y telemandos de energía, en su caso, en electrificación ferroviaria, siguiendo los tiempos, operaciones y criterios de aceptación definidos en el programa de mantenimiento para preservar los niveles de calidad, seguridad y operatividad de las instalaciones.

**CR5.1** Las intervenciones de mantenimiento predictivo-preventivo establecidas en el programa de mantenimiento se revisan/organizan, en colaboración con el servicio de riesgos laborales, en cuanto a:

- El ajuste y colocación de los equipos específicos de protección individual y para trabajos en altura por parte del personal interviniente.
- La utilización de equipos de medida, herramientas y materiales auxiliares -generador de corrientes para prueba de relés, cámara termográfica, analizador de redes, llaves dinamométricas, entre otras-, según las especificaciones de cada fabricante.
- Los permisos legales del personal encargado del manejo de maquinarias y vehículos.

**CR5.2** Las revisiones visuales de la aparatada y equipos eléctricos instalados se efectúan, constatando:

- El estado, nivelado y limpieza de los equipos e instalaciones de alta tensión -celdas, seccionadores, interruptores, transformadores de medida, autoválvulas, conexiones, aisladores y herrajes u otros-.
- La apariencia e indicadores del transformador de potencia, en relación a: fugas de aceite, pintura de la cuba, estado de los pasatapas, saturación del silicagel o fogueado de conexiones.
- El aspecto y conservación de los cuadros y equipos de baja tensión -armarios de protección, sistemas de alimentación ininterrumpida, rectificador-cargador de baterías, filtros de armónicos, cuadros de telemandos de energía, alumbrados, entre otros-.
- El estado externo de los conductores desnudos y de los cables aislados, así como de sus conexiones y empalmes.
- La identificación de las celdas, del equipo eléctrico y de sus accionamientos, mediante placas, etiquetas impresas o rotuladas u otro sistema de identificación, utilizando letras y/o números.

- La señalización de tarjetas de entradas/salidas, líneas de comunicaciones y los demás elementos de los armarios de mando local y telemandos de energía.
- La apariencia de las pantallas de visualización de datos, equipo informático y la interfaz persona/ordenador, del puesto de mando local y del telemando de energía.
- Las conexiones de puesta a tierra de todas las celdas, armarios, cuadros, pantallas de cables, entre otras partes metálicas de los equipos y elementos conductores.

**CR5.3** Las operaciones de mantenimiento predictivo se supervisan, para el posterior análisis de la información recopilada, en cuanto a:

- Distancias y alturas de cables, barras y pletinas,
- Calentamientos en empalmes, conexiones, transformadores, interruptores, entre otros, utilizando equipos de termografía infrarroja.
- La resistencia de puesta a tierra, la continuidad de los circuitos de tierra y tensiones de paso y contacto.
- La rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.
- El aislamiento entre bobinados y entre bobinas y tierra de los transformadores,
- La calidad de la energía -armónicos, procedencia de las perturbaciones eléctricas, desequilibrios de cargas, entre otros-.
- Los indicadores de presión de aceite o SF6 de las celdas y equipos eléctricos,
- El aislamiento de cables de alta y baja tensión -entre fases y entre fase y pantalla metálica- y de las redes de masas -feeder, grupo rectificador y pórtico de feeder-.
- La continuidad de los conductores -terminales, borneros, cables de alimentación, cableado auxiliar, entre otros-.
- Los valores obtenidos en la monitorización del mando local y telemandos de energía, para conocer el estado de la instalación en tiempo real.

**CR5.4** Las intervenciones de mantenimiento preventivo especificadas en la orden de trabajo se supervisan, según cada situación, en cuanto a:

- La autorización e implementación del corte de tensión, en su caso.
- El engrase de cuchillas de seccionadores e interruptores, transmisiones, enclavamientos mecánicos, entre otros elementos móviles.
- Los trabajos de limpieza exterior de transformadores, celdas, armarios de control y protección y aisladores, mediante-proyección de aire comprimido seco u otros métodos.
- El apriete de tornillería en bornas, empalmes y conexiones utilizando llaves dinamométricas.
- La sustitución de los elementos deteriorados, deformados, rotos, desgastados o previstos en la orden de trabajo,
- Las actualizaciones de programas informáticos de control y comunicación de los telemandos de energía.

**CR5.5** Las actuaciones posteriores a cada revisión de mantenimiento predictivo o preventivo, en su caso, tales como: modificación de elementos, reparación urgente, acción correctiva programada, planes de mejora u otras, se determinan, siguiendo criterios de aceptación o rechazo, proponiendo las futuras intervenciones.

**CR5.6** Las hojas de control de las actuaciones programadas se cumplimentan, reflejando: las pruebas de funcionamiento, sustitución de elementos, valores de medidas, estado visual de los materiales, ajustes y reglajes, incidencias, entre otras intervenciones, de manera manual o utilizando recursos informáticos, según la planificación del mantenimiento, para actualizar la documentación de la instalación.

**RP6:** Supervisar las actuaciones de mantenimiento correctivo de subestaciones de tracción, centros de transformación y telemandos de energía, en su caso, en electrificación ferroviaria, siguiendo los partes de trabajo y resolviendo

incidencias para asegurar o restablecer los niveles de calidad, seguridad y operatividad de las instalaciones.

**CR6.1** La utilización de los equipos específicos de protección individual y para trabajos en altura por parte del personal interviniente se supervisa, junto al servicio de prevención de riesgos laborales, según el tipo de actuación.

**CR6.2** El empleo de herramientas, equipos, y materiales auxiliares, cizalla, prensa neumática para terminales, llaves dinamométricas, taladro, entre otras, se revisa, ajustando sus parámetros según instrucciones del fabricante.

**CR6.3** Las autorizaciones legales -permiso de conducir, acreditación específica para grúas torre, carnet para grúa articuladas hidráulicas sobre camión, entre otras- del personal encargado del manejo de maquinaria y medios de elevación se comprueban, en colaboración con el personal de riesgos laborales, acreditando su estado la vigencia.

**CR6.4** La orden de trabajo de reparación de la avería se comprueba, contrastando la información reflejada en cuanto a:

- La autorización e implementación del corte de tensión, en su caso,
- El procedimiento de intervención y el tiempo de ejecución.
- La identificación y situación del elemento a reparar, utilizando los planos y esquemas de la instalación.
- El estado real de la avería indicada el parte de trabajo, asegurando que el material a sustituir o reparar tiene las características similares o compatibles.

**CR6.5** Las intervenciones de mantenimiento correctivo se revisan, supervisando:

- La información técnica del fabricante del elemento a reparar o sustituir y el histórico de la instalación.
- La actualización, reparación o modificación del equipo, en su caso, siguiendo el procedimiento de trabajo.
- La sustitución del equipo -celda, transformador de intensidad, interruptor extrarrápido, aislador, relé, autómatas programables, tarjeta de comunicaciones, entre otros, siguiendo la secuencia de desmontaje y montaje indicadas en las instrucciones del fabricante.
- Los ajustes y comprobaciones de los elementos sustituidos o reparados -nivelado, marcado, engrasado, apriete de conexiones, parametrizado u otros-.

**CR6.6** Las hojas de control de las actuaciones correctivas se cumplimentan, atendiendo al formato establecido en el programa de mantenimiento y reflejando la información generada -elementos sustituidos, valores de medida obtenidos, ajustes realizados, actualizaciones de software, reglajes, incidencias, entre otras-, posibilitando actualizar la documentación de la instalación -planos, esquemas unifilares o referencias de materiales.

**RP7:** Efectuar las pruebas de seguridad y funcionamiento para el restablecimiento del servicio de subestaciones de tracción y centros de transformación en electrificación ferroviaria, comprobando las operaciones y requisitos de funcionamiento establecidas en el procedimiento de trabajo, después de una intervención de mantenimiento, bajo supervisión de la persona responsable.

**CR7.1** Las inspecciones visuales del entorno en cuanto a presencia de residuos u objetos extraños, estado de las conexiones, indicador de presión del gas SF6 -u otros gases fluorados- y anclajes se efectúan, siguiendo el protocolo de la orden de trabajo en las partes afectadas por la actuación de mantenimiento.

**CR7.2** Los parámetros del elemento modificado, reparado o sustituido se comprueban configurando y conectando el equipo de medida -comprobador de aislamiento de alta tensión, telurómetro, medidor de tensiones de paso y contacto, equipo de medida de descargas

parciales, sistema informático, entre otros-, cotejando los resultados obtenidos con los esperados y anotando los valores para la actualización de la documentación de la instalación.

**CR7.3** Las pruebas funcionales del equipo eléctrico, mecánico y otras partes de la instalación modificada, reparada o sustituida se efectúan según la secuencia de maniobras y de operación indicada en los manuales de fabricantes -operaciones de apertura y cierre, comprobación de enclavamientos, disparo de relés, actuación de telemandos, entre otros-.

**CR7.4** Las operaciones para la puesta en servicio de la instalación de alta tensión se supervisan, comprobando:

- La desconexión de las puestas a tierra y en cortocircuito.
- La ausencia de tensión y la separación efectiva de otras líneas paralelas o elementos en tensión cercanos mediante pértigas detectoras de tensión, indicadores luminosos en celdas, paneles de control, entre otros.
- La ejecución o la solicitud de maniobras de cierre de seccionadores e interruptores, para la conexión de la subestación o centro de transformación.

**CR7.5** El restablecimiento del servicio de la zona afectada por la actuación de mantenimiento en la subestación o centro de transformación se verifica utilizando los instrumentos de medida, cumpliendo la normativa específica de seguridad ferroviaria.

**CR7.6** El informe del restablecimiento de la tensión en subestaciones de tracción y centros de transformación en electrificación ferroviaria se elabora, atendiendo al formato o herramienta informática establecidos por la empresa instaladora, reflejando, entre otros, la relación de comprobaciones y los resultados obtenidos en las medidas.

**RP8:** Gestionar la recogida y clasificación de los materiales generados en el mantenimiento de subestaciones de tracción y centros de transformación/autotransformación en electrificación ferroviaria, para la aplicación del programa de gestión de residuos, estableciendo y supervisando las condiciones de almacenaje, transporte y trazabilidad.

**CR8.1** La recogida de residuos -inertes, biodegradables, peligrosos, no peligrosos, entre otros- producidos por las intervenciones de mantenimiento de las instalaciones de alta tensión se organiza:

- Adoptando los medios de protección personales según el tipo de residuo,
- Clasificando los tipos de residuos generados -plásticos, metálicos, aceites y grasas, baterías y acumuladores, material eléctrico-electrónico, entre otros- y atendiendo a su tipo y posible nivel de contaminación, en aplicación de la normativa vigente.
- Utilizando los recipientes o contenedores especiales propios para cada tipo de residuo.
- Preservando las zonas de almacenaje seguras para los residuos generados.

**CR8.2** El tratamiento de los residuos se organiza, a través de entidades reconocidas oficialmente -gestores autorizados-, estableciendo en cada caso si puede adoptarse su recuperación, el reciclaje o la reutilización.

**CR8.3** El transporte a los puntos de recogida de residuos se gestiona, utilizando los vehículos especificados en el plan de gestión de residuos según cada tipo de materiales, estableciendo, en su caso, contratos de tratamiento con el operador del traslado, cumplimentando el requisito de notificación previa a la autoridad competente, así como el documento de identificación de residuos (ID).

**CR8.4** La trazabilidad de los residuos se registra detalladamente, en cuanto a su procedencia, ubicación, trayectoria a lo largo del proceso y tratamiento final, de forma que pueda acreditarse cada etapa del tratamiento.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Instrumentos de medida y verificación: prismáticos, cámara termográfica, medidor de tensiones de paso y de contacto con fuente de intensidad de 50 A, medidor de tiempos de cierre y apertura de interruptores automáticos, comprobadores de ausencia de tensión (rango de KV en CC, con indicación adicional de CA), telurómetro, megóhmetro, pinza multimétrica, entre otros. Herramientas manuales para trabajos mecánicos y eléctricos. Equipos de comunicación e informáticos: teléfono móvil, ordenador portátil y software específico. Aplicaciones informáticas para la gestión de mantenimiento y organización de recursos. Aplicaciones ofimáticas y de tipo CAD. Elementos de protección colectiva y Equipos de protección individual (EPI).

### Productos y resultados

Intervenciones de mantenimiento en instalaciones de alta tensión de electrificación ferroviaria, planificadas. Medidas de protección para la prevención de riesgos en las operaciones de mantenimiento de instalaciones de alta tensión de electrificación ferroviaria, adoptadas. Funcionamiento de los equipos de las subestaciones de tracción, centros de transformación y telemandos de energía en electrificación ferroviaria, comprobados. Operaciones de mantenimiento sobre elementos estructurales, edificios y canalizaciones, actuaciones de mantenimiento predictivo-preventivo sobre el equipamiento eléctrico y mantenimiento correctivo en instalaciones de alta tensión de electrificación ferroviaria, supervisadas. Pruebas de seguridad y funcionamiento para el restablecimiento del servicio, efectuadas. Recogida y clasificación de los residuos generados en el mantenimiento, gestionados.

### Información utilizada o generada

Proyectos y otra documentación técnica de subestaciones de tracción y centros de transformación para la electrificación ferroviaria. Esquemas eléctricos, mecánicos y neumáticos. Programas de puesta en servicio. Programa de mantenimiento. Manuales de usuario y de servicio técnico. Informe del plan de pruebas de mantenimiento. Procedimientos de pruebas y puesta en servicio. Partes de trabajo. Hojas de control. Telefonemas y otros sistemas de intercomunicación. Normativa sobre prevención de riesgos laborales y específica sobre trabajos en altura, trabajos verticales y riesgos eléctricos en alta y baja tensión. Normas de calidad. Órdenes de trabajo. Hojas de control. Albaranes. Pliego de condiciones técnicas. Normativa referida a instalaciones eléctricas de alta tensión, eficiencia energética, compatibilidad electromagnética y gestión de residuos. Presupuestos. Permisos y licencias. Procedimientos de corte y reposición de tensión. Informes de los trabajos realizados.



## MÓDULO FORMATIVO 1

### Gestión y supervisión del montaje de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Nivel:	3
Código:	MF2612_3
Asociado a la UC:	UC2612_3 - Gestionar y supervisar el montaje de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria
Duración (horas):	180
Estado:	BOE

### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Aplicar las medidas previas requeridas para trabajos sin tensión o en proximidad de tensión en un montaje de una línea aérea de contacto o de otro sistema de alimentación en electrificación ferroviaria, desglosando las disposiciones de seguridad del personal interviniente.

**CE1.1** Identificar los riesgos asociados a las intervenciones -trabajos en altura, trabajos en proximidad de tensión, riesgo mecánico y otros-, a partir del plan de seguridad y salud de la documentación de un proyecto técnico.

**CE1.2** Reconocer los instrumentos de medida, las herramientas y los equipos de seguridad individual y colectiva frente al riesgo eléctrico -casco, pértigas aislantes, detectores de tensión, equipo de puesta a tierra y en cortocircuito, guantes aislantes para alta tensión, materiales de señalización y otros-, y para trabajos en altura y riesgo mecánico -arnés, cinturón anticaídas, líneas de vida, guantes de protección mecánica y otros-, en un plan de montaje de una catenaria, describiendo su funcionamiento, características de conservación, periodos de calibración y fechas de caducidad.

**CE1.3** En un supuesto práctico de corte de tensión de una línea alimentación en electrificación ferroviaria, caracterizada por su documentación técnica.

- Complimentar los documentos normalizados, como telefonemas o libro de registro.
- Describir la aplicación de las 5 reglas de oro.
- Identificar los puntos de comprobación de ausencia de tensión.
- Reconocer las zonas para la puesta a tierra y en cortocircuito de las catenarias que afecten a la zona de trabajo.
- Precisar las vías a bloquear para establecer la zona neutra de seguridad.
- Definir el perímetro de trabajo -traza ferroviaria- para evitar lesiones a personas o animales, indicando las señalizaciones y protecciones en el entorno de la obra -barandillas, vallas, topes, carteles de aviso, balizas luminosas u otras- según el plan de seguridad y salud.

**CE1.4** Enumerar los certificados de homologación, calibración e inspección técnica periódica de maquinarias, vehículos, y otros medios técnicos utilizados en una instalación, tales como: excavadoras, camión-pluma, castilletes, hormigoneras o pórticos de tendido.

**CE1.5** Describir los riesgos de tipo medioambiental relacionados con las condiciones climatológicas, los accidentes geográficos, la presencia de fauna o flora en el entorno u otros posibles, citando sus posibles efectos, definiendo las medidas de seguridad e identificando las condiciones para interrumpir los trabajos.



**C2:** Aplicar técnicas de replanteo para el montaje de estructuras de apoyos, anclajes y otros elementos de una línea aérea de contacto y otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria, a partir de una documentación técnica.

**CE2.1** Describir las características de transporte y colocación de los elementos de las líneas aéreas de contacto flexible, rígida o de otro sistema de alimentación, así como de los elementos de protección, maniobra y señalización, a partir de la documentación técnica de varios fabricantes.

**CE2.2** Indicar las características de los sistemas de sujeción y de anclaje propios de un montaje de líneas aéreas de contacto u otro sistema de alimentación a partir de catálogos técnicos de fabricantes, seleccionándolos en función del tipo de instalación, del entorno ambiental y del terreno.

**CE2.3** Especificar los tipos de esfuerzos a los que están sometidos los elementos estructurales de una línea aérea de contacto, valorando la adaptación de la geometría de su estructura a los mismos.

**CE2.4** Expresar las operaciones de replanteo de estructuras, soportes y herrajes en una línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación.

**CE2.5** En un supuesto práctico de replanteo de una línea aérea de contacto flexible u otro sistema de hilo conductor, caracterizado por su documentación técnica:

- Reconocer la zona de ejecución de los trabajos -traza ferroviaria-, comprobando que el entorno y sus características se corresponden con los planos del proyecto de la instalación.
- Analizar las condiciones de las vías de acceso y zonas de paso indicadas en el plan de montaje y de aprovisionamiento para la circulación de vehículos y para el movimiento de estructuras, herrajes y equipos -apoyos, ménsulas, conjuntos de atirantado y suspensión u otros-.
- Especificar la ubicación de apoyos, pórticos y otros elementos auxiliares según los datos de la documentación del proyecto que se está considerando.
- Señalar las zonas de ubicación de los elementos de protección, maniobra y señalización, siguiendo los planos de situación.

**CE2.6** En un supuesto práctico de replanteo de una línea aérea de contacto rígida u otro sistema de perfil conductor, caracterizado por su documentación técnica:

- Examinar la zona de ejecución de los trabajos -traza ferroviaria-, estableciendo la correspondencia entre los planos de la instalación y las características del entorno.
- Identificar las vías de acceso y zonas de paso indicadas en el plan de montaje y de aprovisionamiento para la circulación de vehículos y para el movimiento de barras, estructuras y otros equipos.
- Elegir los puntos para la fijación de los herrajes, aisladores y otros elementos, marcando su situación.
- Marcar las zonas de ubicación de los elementos de protección, maniobra y señalización, siguiendo los planos de situación.

**CE2.7** Redactar un informe de replanteo para el montaje de una línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación en electrificación ferroviaria, utilizando un formato o herramienta informática establecida por una empresa instaladora, incluyendo ejemplos de actuaciones y modificaciones efectuadas, incidencias y sus posibles soluciones.

**C3:** Elaborar un programa de aprovisionamiento de materiales, equipos y herramientas para el montaje de una línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación en electrificación ferroviaria, a partir de la selección y análisis de la

información extraída de un proyecto, mediante aplicación de una herramienta organizativa de gestión y supervisión de recursos.

**CE3.1** En un supuesto práctico de elaboración de un programa de aprovisionamiento a partir del proyecto técnico del montaje de una línea aérea de contacto, reconocer:

- Los materiales, herramientas y otros recursos necesarios en cada fase de la obra, según el plan de montaje, así como los requisitos de conservación y seguridad.
- Los productos y proveedores homologados a partir de un listado de fabricantes, y los plazos de aprovisionamiento de cada uno de ellos.
- Las condiciones del desplazamiento y de la organización de los materiales y equipos en los almacenes.
- Los materiales que necesiten requisitos especiales de almacenamiento.

**CE3.2** En un supuesto práctico de gestión del aprovisionamiento de materiales, herramientas y otros equipos a partir de un plan de montaje de una línea aérea de contacto:

- Detectar las necesidades en cada fase de montaje según el cronograma y los plazos y condiciones de entrega.
- Describir el transporte y la ubicación de estructuras, materiales y equipos desde el proveedor hasta la obra.
- Definir los criterios para la comprobación de los requisitos de calidad de los suministros demandados, según las especificaciones técnicas que constan en el proyecto de ejecución.
- Especificar las condiciones para el movimiento de estructuras, equipos y otros materiales por el interior de la obra.
- Enumerar los requisitos de seguridad de personas, materiales e instalaciones.

**CE3.3** En un supuesto práctico de organización de un almacén en obra:

- Definir las condiciones de los espacios de almacenaje en función del volumen y características del producto -ménsulas, aisladores, contrapesos, perfil aéreo de contacto, pórticos de celosía, entre otros- y según las indicaciones del fabricante.
- Describir las condiciones de colocación del material, teniendo en cuenta la situación del almacén y el momento de uso, según el programa de montaje.
- Proponer un sistema de registro y etiquetado de los materiales y equipos para el inventario de la obra, identificando marca, modelo, fabricante y situación en la obra.

**C4:** Aplicar técnicas de supervisión del programa de montaje de una línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación en electrificación ferroviaria, cumpliendo los procesos, tiempos y tareas a partir de una documentación técnica.

**CE4.1** Analizar los tipos de instalaciones y elementos que configuran la línea aérea de contacto, considerando sus características específicas -catenaria flexible, catenaria rígida u otro tipo de sistema de alimentación-, indicando sus elementos principales y los equipos de protección, maniobra y señalización, según los reglamentos y normas de aplicación en electrificación ferroviaria.

**CE4.2** En un supuesto práctico de utilización de equipos específicos de protección individual -calzado de seguridad, casco con barboquejo, gafas, ropa de protección-, y para trabajos en altura -arnés, línea de vida, absorbedor de energía-, comprobar su colocación, ajuste y sujeción, para cada situación de trabajo.

**CE4.3** Describir el manejo de equipos, herramientas y materiales auxiliares -moldes para soldadura aluminotérmica, llaves dinamométricas, quitavuelas, cabrestantes, llave grifa, niveles, herramientas de corte radial-, indicando:

- La selección del equipo o herramienta acorde a cada trabajo y su utilización según las instrucciones de un fabricante.
- Los parámetros de ajustes de los equipos o herramientas -carga, velocidad, presión, tensión-.
- Las condiciones ambientales especiales -humedad, alta conductividad, riesgo de incendio, atmósferas explosivas o corrosivas- a tener en cuenta.
- El riesgo derivado para otros trabajadores en su entorno.

**CE4.4** Enumerar las medidas organizativas para la utilización de los medios de transporte, elevación y cimentación -vehículos biviales, ferrocarriles, equipo para el tendido de los conductores, carros de montaje, vagón autopropulsado, hormigonera, plataformas elevadoras, entre otras-, de un programa de montaje de una línea aérea de contacto, señalando:

- Las autorizaciones legales del personal encargado en el manejo de vehículos y sus periodos de vigencia.
- Las medidas de seguridad por la coincidencia de peatones y vehículos.
- La velocidad de los vehículos cuando se deban realizar trabajos durante su desplazamiento.
- Los requisitos de seguridad en maniobras para la elevación de cargas.
- Las medidas para evitar el balanceo, vuelco, desplazamiento y deslizamiento de los vehículos.

**CE4.5** En un supuesto práctico de comprobación de un programa de montaje de una línea aérea de contacto:

- Revisar los cronogramas que incorpora, utilizando programas informáticos, en su caso, y describiendo la sucesión de las fases de la instalación.
- Identificar las contingencias que puedan surgir, proponiendo soluciones técnicas y organizativas.
- Definir los recursos humanos y materiales, indicando las funciones de cada operario y los medios técnicos y materiales programados en cada fase.
- Analizar las interacciones entre los equipos de trabajo y los procedimientos de control de avance del montaje.

**CE4.6** En un supuesto práctico de montaje de los apoyos, herrajes, conjuntos de ménsula y otros elementos para el soporte de una línea aérea de contacto caracterizado por su proyecto de ejecución:

- Reconocer las dimensiones de las excavaciones y hoyos definidas en los planos.
- Organizar el armado de los apoyos, siguiendo el par de apriete y las instrucciones del fabricante.
- Identificar la conexión correcta de los electrodos de puesta a tierra y la red equipotencial de los apoyos y herrajes, para lograr el valor óhmico establecido en la normativa ferroviaria.
- Detallar los procedimientos de izado, aplomado y sujeción del apoyo.
- Describir los procedimientos de cimentación y hormigonado.
- Analizar la unión de los conjuntos de ménsula, suspensión y atirantado con el resto de elementos del apoyo.
- Detectar la fijación correcta de herrajes, cadenas de aisladores y elementos de sujeción de conductores, comprobando los requisitos de consistencia mecánica y de aislamiento establecidos por un fabricante.

**CE4.7** Describir los procesos de supervisión del montaje de los conductores de una línea aérea de contacto flexible u otro sistema de hilo conductor, atendiendo a:

- El tendido, tensado y regulado de los conductores -hilo de contacto, feeders de acompañamiento, sustentador, cable de guarda-, para conseguir la flecha de catenaria especificada por cada tramo.
- La fijación del cable sustentador y del/los hilo/s de contacto y su conexión al conjunto de regulación automática del sistema.
- El retencionado y la fijación de los conductores mediante grapa, mediante el par de apriete indicado en la guía de un fabricante.

- El amarre de los brazos de atirantado al hilo de contacto según el procedimiento de montaje establecido por un fabricante.
- El pendolado de la catenaria, para asegurar la fijación al conjunto de péndola según los parámetros de consistencia mecánica, flecha resultante en hilo de contacto, entre otros.
- La conexión del cable de guarda al apoyo o herraje.
- Las conexiones, empalmes y derivaciones de los conductores.
- La colocación de los elementos de protección de la avifauna y de las balizas de señalización.

**CE4.8** Describir los procesos de supervisión del montaje de los conductores de una línea aérea de contacto rígida u otro sistema de perfil conductor en relación a:

- La fijación de herrajes, grapas de transición, capotas de protección, entre otros elementos.
- La colocación de la barra de perfil aéreo de contacto para asegurar su consistencia mecánica y especificaciones eléctricas nominales.
- El armado de las bridas de unión de las barras de perfil aéreo de contacto, según las especificaciones de un fabricante.
- La inserción del hilo de contacto en la ranura de la barra de perfil aéreo de contacto para asegurar su continuidad eléctrica.

**CE4.9** Diferenciar las técnicas de supervisión del montaje del circuito de retorno -negativo- y sus conexiones para una línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación en electrificación ferroviaria, atendiendo a:

- Las medidas de los canales de obra o zanjas, destinadas al retorno del cable negativo.
- La fijación de los puentes de conexión del circuito de retorno.
- Las conexiones de los elementos de carril hasta la subestación de tracción.
- Las conexiones del circuito eléctrico de retorno a los carriles -soldadura aluminotérmica, conexión a casquillo, conexión con taladro a vía, entre otras-, dependiendo del tipo de vía- con o sin juntas aislantes-.

**CE4.10** En un supuesto práctico de instalación de elementos de protección, maniobra y señalización:

- Identificar el emplazamiento y montaje de los elementos de protección y maniobra - seccionadores, órganos de corte y reconectores, entre otros-, según planos y esquemas.
- Reconocer la conexión de los elementos de protección y maniobra con los conductores de la línea aérea de contacto.
- Describir el tendido de los conductores de telemando de seccionadores y otros equipos, y la fijación de los motores de seccionadores según los planos de montaje de un fabricante.
- Explicar el montaje de los descargadores de antena, autoválvulas y descargadores de intervalo, comprobando su puesta a tierra.
- Definir la ubicación de los elementos de señalización de los equipos y otros componentes a la altura reglamentaria.

**CE4.11** Completar un informe de supervisión del programa de montaje de una línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación en electrificación ferroviaria, utilizando el formato o aplicación informática establecida por una empresa instaladora.

**C5:** Implementar pruebas de seguridad y funcionamiento para la puesta en servicio de una línea aérea de contacto u otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria, desglosando las operaciones y requisitos de funcionamiento de las instalaciones a partir de una documentación técnica.

**CE5.1** Describir las verificaciones previas a la puesta en servicio -comprobaciones visuales, medida de parámetros reglamentarios y ensayos funcionales del equipo eléctrico y partes de la instalación-, indicando el orden de las pruebas, los resultados a obtener y la clasificación de defectos según la normativa ferroviaria.

**CE5.2** Especificar el uso de herramientas -dinamómetros, equipo de tracción y elevación, trócola, otras- y de equipos de protección individual y colectiva -equipo para puesta a tierra y cortocircuito, arnés anticaídas, pértigas, otros-, describiendo los elementos necesarios para cada fase de la puesta en servicio de una línea aérea de contacto.

**CE5.3** Ilustrar el empleo de los equipos de medida -telurómetro, comprobador de aislamiento de al menos 10 kV, verificador de la continuidad de conductores, dresinas con pantógrafos de medida, tren automotriz de auscultación de catenaria u otros-, revisando el reglaje, la parametrización, el conexionado y la lectura de medidas, según indicaciones de un fabricante del equipo.

**CE5.4** En un supuesto práctico de comprobación visual de una línea aérea de contacto en electrificación ferroviaria, analizar, entre otros puntos de revisión:

- El estado de aisladores y herrajes.
- La posición de ménsulas y brazos de atirantado.
- La presencia de suciedades u objetos extraños.
- La existencia del conductor de tierra entre el apoyo y el electrodo.
- El estado de las péndolas y sus conexiones.
- Los defectos en los anclajes de la barra de perfil aéreo.

**CE5.5** Interpretar las medidas de un protocolo de puesta en servicio de una línea aérea de contacto -continuidad del circuito de puesta a tierra, altura del hilo de contacto, flecha de la catenaria, descentramientos, resistencia de los feeder negativos, distancia entre catenarias en el seccionamiento-, señalando los valores de los parámetros a obtener e indicando la forma de conexión del equipo de medida.

**CE5.6** En un supuesto práctico de supervisión del funcionamiento del equipo eléctrico, mecánico y otras partes de la instalación en una línea aérea de contacto:

- Completar las operaciones mecánicas de apertura y cierre, enclavamientos y tensión de los muelles de los seccionadores y seccionadores de puesta a tierra.
- Analizar los accionamientos eléctricos e hidráulicos -transmisiones, funcionamiento de bielas y finales de carrera, maniobras telemandadas, otros-.
- Contrastar el funcionamiento e instalación del descargador de antenas y descargador de intervalos.
- Analizar el conjunto de ménsula, de suspensión y de atirantado en cuanto a regulación de distancias, descentramientos, regulación de pesos y/o tensión mecánica.

**CE5.7** Completar una solicitud de puesta en tensión de una línea aérea de contacto, describiendo las medidas y pruebas funcionales, los documentos normalizados para las comunicaciones -telefonemas, libro de registro u otros- y detallando la secuencia de maniobras según las 5 reglas de oro.

**CE5.8** Completar un informe de puesta en servicio de línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación ferroviaria utilizando el formato o herramienta informática establecidos por una empresa instaladora, incluyendo, entre otros, la relación de comprobaciones y sus resultados, los defectos y las posibles soluciones, según un protocolo de puesta en servicio.

**C6:** Aplicar procedimientos para la recogida y clasificación de los materiales generados en el montaje de una línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación en electrificación ferroviaria, mediante un programa de gestión de residuos, indicando las condiciones de almacenaje, transporte y trazabilidad.

**CE6.1** Clasificar los tipos de residuos generados, atendiendo a su tipo -tierras y escombros, eléctricos y electrónicos, envases u otros- y posible nivel de contaminación de cada uno, enumerando los medios de protección del personal implicado y los recipientes propios para cada tipo de residuo.

**CE6.2** Definir el tratamiento de los residuos de una entidad reconocida oficialmente -gestor autorizado-, estableciendo para cada caso si puede adoptarse su recuperación, el reciclaje o la reutilización.

**CE6.3** Describir el transporte a los puntos de recogida de residuos según los vehículos indicados en un plan de gestión de residuos para cada tipo de materiales, así como: un contrato de mantenimiento con un operador del traslado, una notificación previa a la autoridad competente, así como un documento de identificación de residuos (ID).

**CE6.4** En un supuesto práctico de gestión de residuos de un plan de montaje de una línea aérea de contacto, elaborar la documentación sobre la trazabilidad de los residuos en cuanto a su procedencia, ubicación, trayectoria a lo largo del proceso y tratamiento final, para cada etapa del tratamiento.

## Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C1 respecto a CE1.3; C2 respecto a CE2.5 y CE2.6; C3 respecto a CE3.1, CE3.2 y CE3.3; C4 respecto a CE4.2, CE4.5, CE4.6;CE4.7 y CE4.10; C5 respecto a CE5.4 CE5.6; C6 respecto a CE6.4.

### Otras Capacidades:

Ejecutar correctamente las instrucciones que recibe responsabilizándose de la labor que desarrolla, dentro de su ámbito competencial.

Participar activamente y coordinar, en su caso, el equipo de trabajo.

Demostrar el grado de autonomía requerido en la resolución de contingencias, dentro de su ámbito competencial.

Comunicarse de manera eficaz con la persona adecuada en cada momento.

Mostrar una actitud de respeto hacia los compañeros, procedimientos y normas de la empresa.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

## Contenidos

### 1 Características y elementos en el montaje de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Parámetros eléctricos y mecánicos característicos de los elementos de una línea aérea de contacto.

Principios y cálculos básicos. Interpretación de parámetros característicos. Estudios de potencia.

Electrificación de líneas ferroviarias: generalidades y estructura. Terminología específica.

Fuentes de energía y distribución de la energía eléctrica. Líneas de transporte y distribución.

Subestaciones de tracción y/o acondicionadoras de la tensión. Centros de transformación y autotransformación. Telemando de energía y gestor de protecciones. Tipología y estructura de los sistemas más extendidos.

Tipos de Línea Aérea de Contacto o LAC -línea tranviaria, línea trolebús, flexible y rígida-. Otros sistemas de alimentación.

Tipos y características de terreno: desmonte, terraplén, otros.

Funcionalidad de los apoyos utilizados en la línea de aérea de contacto.

Elementos de las líneas aéreas de contacto: estructuras soporte, conductores -hilos de contacto, agujas aéreas, circuito de retorno, péndolas, feeders, otros-, regulación de la tensión mecánica, protecciones, sistemas asociados, entre otros.

Elementos de protección: tomas de tierra, conexiones equipotenciales, agujas aéreas, aisladores, descargadores de sobretensiones, viseras, pantallas y barreras mecánicas, frenos y bloqueos de caída de la línea, otras.



Puestas a tierra: tipos y técnicas de implementación.

Tipos de accionamientos: disyuntores, seccionadores, interruptores, otros.

Constitución y características del perfil aéreo de contacto PAC. Otros sistemas de perfil conductor.

Recursos y herramientas utilizados en el montaje de LAC.

Principales instrumentos de medida.

Elementos y máquinas de carga y descarga de los apoyos.

## 2 Aprovisionamiento de materiales y gestión de residuos en el montaje de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Organización de almacenes de materiales, herramientas y otros recursos utilizados en el montaje.

Condiciones de almacenamiento y manipulación. Conservación y seguridad.

Capacidad y localización de los almacenes de obra.

Transporte, desplazamiento y almacenamiento de materiales y equipos.

Cronogramas de montaje. Fases de ejecución. Optimización de la cadena logística.

Hojas de entrega de materiales. Control de la calidad de los suministros.

Integridad de personas, materiales e instalaciones.

Gestión de proveedores y productos homologados. Control de inventarios de materiales.

Gestión de residuos en las operaciones de montaje.

Tipos de residuos: escombros, envases, aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), otros.

Flujos y traslados de residuos. Zonas de almacenaje.

Tratamiento de los residuos.

Transporte de residuos a los puntos de recogida. Normativa de aplicación y procedimientos para el transporte. Trazabilidad de los residuos.

## 3 Gestión y supervisión del montaje de apoyos y herrajes de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Interpretación de planos mecánicos y topográficos.

Técnicas de replanteo. Ubicación de apoyos, pórticos, y elementos auxiliares. Ubicación de los elementos de protección, maniobra y señalización.

Medición de excavaciones y macizos de hormigón. Procesos de elaboración de macizos de hormigón.

Técnicas de implantación de apoyos. Elección de postes, macizos y vanos en trayectos y estaciones.

Procedimientos de puesta a tierra. Características del terreno y tipos y disposición de electrodos Soldadura aluminotérmica. Medida de la resistencia del punto de puesta tierra.

Procedimientos de carga y descarga de los apoyos.

Instalación de conjuntos y herrajes de líneas aéreas de contacto. Elementos de línea aérea de contacto en vía general. Equipos para pasos a nivel. Sistemas de montaje en túneles.

Montaje de conjuntos, equipos y elementos de LAC en estaciones.

## 4 Gestión y supervisión de la instalación de conductores, circuitos de retorno y otros elementos de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Técnicas de elección de vanos de línea aérea de contacto (LAC) flexibles y otros sistemas de hilo conductor en trayectos y estaciones: Regulación de la tensión mecánica.

Tipos y técnicas de grapado y retención de los conductores en líneas aéreas de contacto.

Conexiones, empalmes y derivaciones de los conductores.

Técnicas de tendido y tensado de conductores. Medida de la tensión mecánica y flecha. Manejo de maquinaria y herramientas.



Procesos de montaje de líneas aéreas de contacto rígidas y otros sistemas de perfil conductor. Barra PAC -perfil aéreo de contacto- y otros perfiles conductores. Ensamblado de barra PAC. Replanteo.

Procesos de montaje de los soportes: montaje del aislador y brida de suspensión; entre otros elementos. Manejo de maquinaria y herramientas.

Procesos de montaje de los elementos de circuito de retorno de las LAC: conexiones longitudinales y transversales de carril.

Procesos de montaje de elementos con y sin juntas inductivas.

Comprobaciones visuales y verificaciones por medida. Instrumentos de medida.

## 5 Gestión y supervisión del montaje de elementos de protección, maniobra y señalización de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Tipos y características técnicas de los elementos de protección y maniobra de las líneas aéreas de contacto (LAC): interruptor-seccionador, seccionador unipolar, seccionador bipolar, interruptor automático, reconectador, detectores de tensión, aisladores de sección, descargadores de intervalo, descargadores de antena -pararrayos-, autoválvulas, otros.

Procesos de montaje de elementos de detección, protección y maniobra: montaje de los elementos de señalización, procesos de montaje de motores de seccionadores y remota (emplazamiento mecánico, conexiones eléctricas, otros).

Montaje de los descargadores de antena, autoválvulas y descargadores de intervalo. Puesta a tierra.

Montaje de balizas de señalización, antiescalos y protección de la avifauna.

Herramientas, pruebas e instrumentos de medida a utilizar.

## 6 Procedimientos de corte y puesta en servicio de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Riesgos asociados a las intervenciones. Trabajos en altura, trabajos con y sin tensión, trabajos en proximidad de tensión, riesgo mecánico. Riesgo medioambiental.

Procedimiento de corte y conexión de la tensión: solicitud y autorización de corte; trabajos sin tensión. Cinco reglas de oro. Puesta a tierra y en cortocircuito. Señalización de seguridad. Bloqueo de vías. Zona neutra de seguridad. Zona de intervención. Protecciones de seguridad de la obra. Enclavamientos. Permisos y procedimientos de descargo. Restablecimiento de la tensión. Telefonemas.

Procedimientos para la puesta en servicio de líneas aéreas de contacto: Verificaciones previas, comprobaciones visuales, medida de parámetros reglamentarios y ensayos funcionales del equipo eléctrico y partes de la instalación. Maniobras, enclavamientos y regulación.

Herramientas, equipos, instrumentos de medida y medios técnicos auxiliares: Telurómetro, comprobador de aislamiento, verificador de la continuidad de conductores, dresinas con pantógrafos de medida, tren automotriz de auscultación de catenaria u otros. Herramientas para trabajo en cortes de tensión de LAC.

Seguridad en las operaciones de puesta en servicio: materiales y medidas de seguridad técnica específicos; disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Equipos de protección individual y colectiva: equipo para puesta a tierra y cortocircuito, casco, guantes aislados, guantes de protección mecánica, arnés anticaídas, líneas de vida, pértigas, entre otros.

Responsabilidades del personal operativo. Informes para la puesta en servicio.

## 7 Documentación para la gestión y supervisión del montaje de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Sistemas de representación gráfica utilizados en documentación técnica: simbología, croquis, planos y esquemas, entre otros. Simbología normalizada empleada en líneas aéreas de contacto.

Interpretación y manejo de la documentación y otra información técnica: documentos y planos en proyectos de LAC.

Normativa aplicable a sistemas de alimentación en ámbitos ferroviarios de naturaleza estructural: reglamentos e instrucciones técnicas complementarias, de aplicación en el ámbito de instalaciones eléctricas de Alta y Baja Tensión, gestión de residuos eléctricos, eficiencia energética y compatibilidad electromagnética. Normalización Electrotécnica Nacional e Internacional -entre las que cabe destacar UNE, UNE-EN, CEI, CENELEC, entre otras-.

Interpretación de la reglamentación y normalización técnica aplicable a LAC y otros sistemas de alimentación ferroviarios: normativa de interoperabilidad en el ámbito del espacio único ferroviario de la UE, normas particulares de las comunidades autónomas, compañías eléctricas suministradoras, entre otras.

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico y otros riesgos, como trabajos en altura y verticales.

Medidas para la protección medioambiental, de la avifauna y de gestión de residuos en líneas eléctricas, entre otras.

Informe de replanteo. Informe de montaje. Informe de puesta en servicio.

### Parámetros de contexto de la formación

#### Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 5 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la gestión y supervisión del montaje de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior), Ingeniería Técnica o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## MÓDULO FORMATIVO 2

### Gestión y supervisión del mantenimiento de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Nivel:	3
Código:	MF2613_3
Asociado a la UC:	UC2613_3 - Gestionar y supervisar el mantenimiento de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria
Duración (horas):	180
Estado:	BOE

### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Determinar las intervenciones de mantenimiento -preventivo, predictivo o correctivo- en una línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación en electrificación ferroviaria, a partir de un programa de mantenimiento.

**CE1.1** Definir las operaciones de mantenimiento -preventivo, predictivo o correctivo- en una línea aérea de contacto, clasificándolas en función del tipo de elemento o zona de intervención.

**CE1.2** En un supuesto práctico de organización de las intervenciones de mantenimiento en una línea aérea de contacto, caracterizada por un programa de mantenimiento:

- Establecer la periodicidad para cada elemento o zona de la línea aérea de contacto, según el programa de mantenimiento.

- Categorizar las operaciones según la prioridad y grado de dificultad del tipo de trabajo a realizar: reconocimiento visual, control por medidas, reparación programada u otros.

- Especificar la especialización y grado de responsabilidad del personal asignado según el tipo de intervención.

- Enumerar la documentación necesaria para la descripción de la instalación: planos de situación, esquemas, manuales de fabricante o históricos de revisiones.

**CE1.3** Describir las herramientas, instrumentos de medida -pantógrafo portátil, dinamómetro, telurómetro, goniómetro, cámara termográfica, prismáticos, entre otros- y los equipos de protección individual y colectiva, identificando la dotación necesaria en cada tipo de intervención.

**CE1.4** Especificar las características de la maquinaria y vehículos -castilletes, dresinas, vagoneta de auscultación de la catenaria, vehículos biviales u otros- para cada intervención, enumerando los tiempos de uso, equipamiento, accesorios y materiales a utilizar.

**CE1.5** Clasificar la documentación técnica necesaria en una actuación de mantenimiento - planos de ubicación, esquemas eléctricos, manuales de fabricantes, hojas de control, partes de históricos de averías, entre otros-, a partir de un proyecto de ejecución y de ejemplos de inspecciones o ensayos previos.

**CE1.6** Enumerar la información necesaria para el registro de las actuaciones y modificaciones introducidas en un mantenimiento de una línea aérea de contacto, utilizando una aplicación de gestión asistida por ordenador, incluyendo al menos:

- El tipo de intervención realizada -inspección visual, preventivo, predictivo, correctivo programado, correctivo urgente u otras-.

- Los elementos modificados, reparados, sustituidos u otras actuaciones.

- El personal que ha intervenido con indicación de su cualificación o perfil profesional.
- Las fechas y horas de inicio y finalización de los trabajos.
- Los trabajos realizados, enumerando los materiales, maquinaria, y equipos de medida utilizados.
- Las observaciones resultantes de la intervención.

**C2:** Aplicar las medidas previas requeridas para trabajos sin tensión o en proximidad de tensión, en operaciones de mantenimiento de una línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación en electrificación ferroviaria, identificando las disposiciones de seguridad del personal interviniente, según los procedimientos establecidos por una empresa.

**CE2.1** Clasificar los riesgos asociados a las operaciones de mantenimiento -predictivo, preventivo y correctivo- en cuanto al tipo de trabajo -en altura, en proximidad de tensión, con riesgo mecánico, en tensión, entre otros- según un programa de mantenimiento.

**CE2.2** Definir los instrumentos de medida, las herramientas y los equipos de seguridad individual y colectiva frente al riesgo eléctrico para trabajos en altura y para riesgo mecánico, especificando su forma de conservación, fechas de caducidad y etiquetado acorde con un manual operativo de prevención.

**CE2.3** En un supuesto práctico de solicitud de corte de tensión de una línea aérea de contacto, caracterizada por su documentación técnica:

- Identificar el destinatario de la solicitud -operador del telemando de energía, responsable de circulación, puesto de control de la subestación u otro personal interviniente-.
- Definir los procedimientos y la utilización de los documentos normalizados -telefonemas, libro de registro, entre otros- para la petición de ejecución de maniobras de apertura de disyuntores y/o seccionadores.
- Identificar los puntos de comprobación de ausencia de tensión.
- Analizar el procedimiento para puesta a tierra y en cortocircuito de las catenarias que afecten a la zona de trabajo.
- Reconocer la forma de bloqueo de vías y la protección en el tramo de trabajo para establecer la zona neutra de seguridad.
- Describir las señalizaciones y protecciones de seguridad de la zona de intervención -barreras, vallas de delimitación, carteles de aviso, balizas luminosas, entre otras-.

**CE2.4** Enumerar las homologaciones, calibraciones e inspecciones técnicas periódicas de los vehículos, maquinaria y otros medios técnicos utilizados en las operaciones de mantenimiento -dresinas, castilletes, vehículos biviales, tren de auscultación de catenaria u otros-, describiendo sus características y criterios de fechas de caducidad.

**CE2.5** Reconocer los tipos de condiciones climatológicas adversas que dificulten la visibilidad o la manipulación de herramientas, así como accidentes geográficos, presencia de fauna o flora u otros riesgos de tipo medioambiental presentes durante una intervención de mantenimiento, indicando las medidas de protección en cada caso, las condiciones para la interrupción de los trabajos, según las disposiciones de seguridad frente al riesgo eléctrico.

**C3:** Aplicar técnicas de supervisión de las actuaciones de mantenimiento predictivo-preventivo de una línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación en electrificación ferroviaria, analizando los tiempos, operaciones y criterios de aceptación definidos en un programa de mantenimiento.

**CE3.1** Analizar el funcionamiento y características de las líneas aéreas de contacto u otros sistemas de alimentación en electrificación ferroviaria, identificando los distintos sistemas,

equipos, elementos y parámetros de operación relevantes, así como la reglamentación o normativa asociada.

**CE3.2** Esquematizar las actuaciones de mantenimiento predictivo-preventivo, en cuanto a:

- La utilización de los equipos específicos de protección individual y para trabajos en altura, indicando su colocación, ajuste y sujeción.
- El manejo de equipos de medida, herramientas y materiales auxiliares clasificándolo para cada tipo de trabajo, según las especificaciones de un fabricante.
- El tipo de autorización legal del personal encargado del manejo de vehículos y maquinarias - dresinas, vagón autopropulsado, vagoneta de auscultación de catenaria, plataformas elevadoras, vehículos biviales entre otras-, resaltando la importancia del periodo de vigencia.

**CE3.3** En un supuesto práctico de inspección visual de una línea aérea de contacto:

- Seleccionar la forma de comprobación -a pie, en vagoneta, o en cabina- según el elemento a inspeccionar.
- Analizar el estado de conservación y la posición de los elementos de la catenaria, como aisladores, ménsulas, brazos de atirantado, postes, pórticos, cimentaciones, sustentador, hilo de contacto, péndolas, suspensiones, u otras.
- Determinar el aspecto de los equipos de compensación -contrapesos, amarres, poleas, otros-.
- Identificar el estado de conservación de los alimentadores de la catenaria: feeder positivo y negativo, agujas, seccionadores, pórticos, telemandos, entre otros-.
- Examinar las protecciones y puestas a tierra -cable de guarda, conexiones a tierra y de retorno a carril, descargadores de antenas, descargador de intervalos, entre otros-.

**CE3.4** Definir las operaciones de mantenimiento predictivo en una línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación, reconociendo los componentes de una instalación, tales como:

- La geometría -altura y descentramiento- y el desgaste de la línea aérea de contacto, utilizando un vehículo de auscultación de catenaria u otro equipo de medida.
- Los empalmes, conexiones de alimentadores, aisladores, entre otros, detectando calentamientos mediante equipos de termografía infrarroja.
- El estado de la infraestructura en tiempo real, mediante sistemas de monitorización on-line.
- Los niveles de tensión en puntos de la catenaria y en la salida de los alimentadores.
- La medida de la resistencia de puesta a tierra y la continuidad de los circuitos de tierra.
- La medida de aislamiento de cables de acometida -entre fases y entre fase y pantalla metálica-.

**CE3.5** En un supuesto práctico de revisión de los ajustes y actuaciones de un mantenimiento preventivo de una línea aérea de contacto indicadas en una orden de trabajo:

- Analizar la necesidad de solicitud de autorización de un corte de tensión, según el tipo de actuación.
- Describir la forma de realizar los trabajos de limpieza exterior de los equipos y elementos.
- Ordenar los procedimientos de regulación mecánica del sustentador, hilo de contacto, péndolas, alimentaciones, colas de anclaje, barra de perfil aéreo conductor, conjuntos de atirantado y de ménsula, feeder, entre otros, siguiendo los manuales de fabricantes.
- Identificar los puntos de engrase en transmisiones, cuchillas de seccionadores y sus articulaciones, hilo de contacto, grifas, tensores o herrajes, entre otros, explicando el proceso de actuación.
- Señalar los puntos de apriete de tornillería en empalmes y conexiones del hilo de contacto, péndolas o alimentaciones, detallando la utilización de llaves dinamométricas.
- Analizar el funcionamiento de los elementos eléctricos, mecánicos, neumáticos e hidráulicos tales como: motores de seccionadores, agujas aéreas, cuchillas de seccionadores, según el manual de varios fabricantes.
- Analizar los defectos en elementos deteriorados, deformados, rotos, desgastados o previstos en la orden de trabajo, reseñando su forma de sustitución.

- Confeccionar una hoja de control de las actuaciones programadas, siguiendo un formato establecido en el programa de mantenimiento, reflejando la información generada -sustitución de elementos, valores de medidas obtenidos, ajustes realizados, reglajes, estado visual de los materiales, incidencias u otras-.

**CE3.6** Describir las actuaciones posteriores a consecuencia de una revisión de mantenimiento predictivo o preventivo, tales como: modificación de elementos, reparación urgente, acción correctiva programada, planes de mejora u otras, identificando los criterios de aceptación o rechazo y describiendo la información del estado de una instalación.

**C4:** Aplicar técnicas de supervisión de las operaciones de mantenimiento correctivo de una línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación en electrificación ferroviaria, siguiendo un parte de trabajo e identificando posibles incidencias.

**CE4.1** Indicar los puntos críticos de una línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación en electrificación ferroviaria en los que pueden producirse averías, analizando sus causas y las consecuencias funcionales.

**CE4.2** Enumerar las técnicas de diagnóstico para determinar el origen de una avería en una línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación, describiendo las diferentes tipologías y el proceso de detección.

**CE4.3** Explicar el empleo de los equipos específicos de protección individual y para trabajos en altura -guantes, casco, calzado de seguridad, pantalla facial con protección de impactos, chaleco de alta visibilidad, arnés, línea de vida, entre otros-, indicando las instrucciones de utilización de un fabricante.

**CE4.4** Definir la utilización de equipos de medida, herramientas y materiales auxiliares -trócola, equipo de tracción y elevación, llaves de péndolas, grifas, herramientas de corte radial, llaves dinamométricas, niveles, verificador de ausencia de tensión, entre otras-, según las instrucciones de varios fabricantes.

**CE4.5** Descomponer las operaciones previas a la reparación de una avería, contrastando la información reflejada en una orden de trabajo en cuanto a:

- Las autorizaciones legales necesarias del personal encargado del manejo de los medios de transporte, elevación y maquinaria.
- La forma de solicitud de la autorización y la implementación del corte de tensión.
- Los procedimientos de intervención y los tiempos de ejecución establecidos en el parte de trabajo.
- La localización e identificación del elemento a reparar, siguiendo los planos y esquemas de la instalación.
- La descripción de la avería, identificando las características del material a sustituir o reparar.

**CE4.6** En un supuesto práctico de supervisión de un mantenimiento correctivo de una línea aérea de contacto:

- Identificar el estado del elemento a reparar, utilizando la información técnica de un fabricante y un histórico de la instalación.
- Determinar la actualización, reparación o modificación del equipo siguiendo un procedimiento de trabajo.
- Aplicar técnicas de revisión de la sustitución del equipo -brazo de atirantado, ménsula, conjuntos de suspensión, seccionador, péndolas, aisladores, grapas, entre otros- a partir de la secuencia de desmontaje y montaje especificada en las instrucciones del fabricante.
- Definir los ajustes y comprobaciones que se tienen que realizar en los elementos sustituidos o reparados, tales como: geometría, distancia, tracción, descentramiento de catenaria o elevación, describiendo su funcionalidad.



- Elaborar las hojas de control siguiendo el formato establecido en el programa de mantenimiento, reflejando la información solicitada -elementos sustituidos, valores de medida obtenidos, ajustes realizados, reglajes, incidencias, entre otras-.

**C5:** Implementar pruebas de seguridad y funcionamiento para el restablecimiento del servicio de una línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación en electrificación ferroviaria, después de una intervención de mantenimiento, definiendo las operaciones y requisitos de funcionamiento establecidas en un procedimiento de trabajo.

**CE5.1** Definir las comprobaciones previas a la puesta en servicio -revisiones visuales, medida de parámetros y pruebas de funcionamiento- de los elementos modificados, reparados o sustituidos, indicando el orden de los controles a realizar y los resultados que se deberían obtener.

**CE5.2** Describir el empleo de los equipos de medida -telurómetro, comprobador de aislamiento, verificador de la continuidad de conductores, goniómetro, dresinas con pantógrafos de medida, entre otros-, seleccionando los reglajes, la parametrización, el conexionado y la lectura de medidas, según indicaciones de varios fabricantes.

**CE5.3** Enumerar las revisiones visuales -estado de los aisladores y herrajes, posición de ménsulas, y brazos de atirantado, presencia de residuos u objetos extraños, verticalidad de las péndolas y estado de sus conexiones, anclajes de la barra de perfil aéreo, entre otros-, siguiendo el protocolo de una orden de trabajo.

**CE5.4** Definir los parámetros de los posibles elementos a modificar, reparar o sustituir, tales como: altura y descentramiento del hilo de contacto, resistencia de puesta a tierra, flecha de la catenaria, tense del sustentador, resistencia de los feeder o distancia entre catenarias en el seccionamiento, indicando la forma de configurar y conectar el instrumento específico de medida.

**CE5.5** Definir los ensayos funcionales a realizar a los equipos eléctricos, mecánicos u otras partes de la instalación a modificar, reparar o sustituir, analizando las secuencias de maniobras y de operación de varios fabricantes.

**CE5.6** Elaborar una solicitud para ejecutar las operaciones de puesta en servicio, detallando las medidas de seguridad e indicando el procedimiento de comunicación y verificación del restablecimiento de la tensión.

**CE5.7** En un supuesto práctico de elaboración de un informe del restablecimiento del servicio de línea aérea de contacto o de otro sistema de alimentación, definido por una orden de trabajo de un mantenimiento correctivo:

- identificar el formato del informe o herramienta informática establecidos por una empresa instaladora.
- Definir las comprobaciones previas a la puesta en servicio.
- Enumerar las revisiones visuales, indicando el estado de los componentes.
- Completar las comprobaciones y resultados obtenidos en las medidas.
- Indicar la necesidad de actuación de un organismo de inspección y control -OCA-.

**C6:** Aplicar procedimientos para la recogida y clasificación de los materiales generados en el mantenimiento de una línea aérea de contacto u otro sistema de alimentación en electrificación ferroviaria, mediante un programa de gestión de residuos, indicando las condiciones de almacenaje, transporte y trazabilidad.

**CE6.1** Organizar la gestión de los residuos en el mantenimiento de una instalación de líneas aéreas de contacto, especificando:



- Los medios de protección personales según el tipo de residuo.
- Los tipos de residuos generados según su tipo y posible nivel de contaminación en aplicación de la normativa.
- Los recipientes especiales propios para cada tipo de residuo.
- Las zonas de almacenaje seguras para los residuos generados.

**CE6.2** Identificar entidades reconocidas oficialmente -gestores autorizados- para la clasificación, tratamiento -recuperación, reciclaje o reutilización- y transporte de residuos, a partir de fuentes oficiales de la administración competente.

**CE6.3** Describir un proceso de un plan de gestión de residuos por operaciones de mantenimiento, según cada tipo de materiales, incluyendo el uso de vehículos, la necesidad de contrato de tratamiento con el operador del traslado, el requisito de notificación previa a la autoridad competente, así como el documento de identificación de residuos (ID).

**CE6.4** En un supuesto práctico de gestión de residuos por operaciones de mantenimiento de una línea aérea de contacto, elaborar la documentación sobre la trazabilidad de los residuos en cuanto a su procedencia, ubicación, trayectoria a lo largo del proceso y tratamiento final.

## Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C1 respecto a CE1.2; C2 respecto a CE2.3; C3 respecto a CE3.3 y CE3.5; C4 respecto a CE4.6; C5 respecto a CE5.7; C6 respecto a CE6.4.

### Otras Capacidades:

Ejecutar correctamente las instrucciones que recibe responsabilizándose de la labor que desarrolla, dentro de su ámbito competencial.

Participar activamente y coordinar, en su caso, el equipo de trabajo.

Demostrar el grado de autonomía requerido en la resolución de contingencias, dentro de su ámbito competencial.

Comunicarse de manera eficaz con la persona adecuada en cada momento.

Mostrar una actitud de respeto hacia los compañeros, procedimientos y normas de la empresa.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

## Contenidos

### 1 Características y elementos en el mantenimiento de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Parámetros eléctricos y mecánicos característicos de los elementos de una línea aérea de contacto.

Principios y cálculos básicos. Interpretación de parámetros característicos. Estudios de potencia.

Electrificación de líneas ferroviarias: generalidades y estructura. Terminología específica.

Fuentes de energía y distribución de la energía eléctrica. Líneas de transporte y distribución.

Subestaciones de tracción y/o acondicionadoras de la tensión. Centros de transformación y autotransformación. Telemando de energía y gestor de protecciones. Tipología y estructura de los sistemas más extendidos.

Tipos de Línea Aérea de Contacto o LAC -línea tranviaria, línea trolebús, flexible y rígida-. Otros sistemas de alimentación.

Tipos y características de terreno: desmonte, terraplén, otros.

Funcionalidad de los apoyos utilizados en la línea de aérea de contacto.

Elementos de las líneas aéreas de contacto: estructuras soporte, conductores -hilos de contacto, agujas aéreas, circuito de retorno, péndolas, feeders, otros-, regulación de la tensión mecánica, protecciones, sistemas asociados, entre otros.

Elementos de protección: tomas de tierra, conexiones equipotenciales, agujas aéreas, aisladores, descargadores de sobretensiones, viseras, pantallas y barreras mecánicas, frenos y bloqueos de caída de la línea, otras.

Puestas a tierra: tipos y técnicas de implementación.

Tipos de accionamientos: disyuntores, seccionadores, interruptores, otros.

Constitución y características del perfil aéreo de contacto PAC. Otros sistemas de perfil conductor.

Recursos y herramientas utilizados en el mantenimiento de LAC.

## 2 Gestión de las intervenciones de mantenimiento en líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Programas de mantenimiento. Recursos. Periodicidad de las intervenciones. Prioridad y grado de dificultad del tipo de trabajo. Especialización y grado de responsabilidad del personal.

Tipos de mantenimiento: Preventivo, predictivo, correctivo. Reconocimiento visual, control por medidas, reparación programada u otros.

Aparatos de medida, herramientas, maquinaria y vehículos para el mantenimiento de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria. Tiempos de uso, equipamiento, accesorios y materiales.

Dotaciones de los vehículos.

Equipos de protección individual y colectiva.

Documentación técnica utilizada en el mantenimiento: planos de situación, esquemas eléctricos, manuales de fabricante hojas de control, históricos de revisiones, otros.

Aplicaciones de gestión asistida por ordenador para el registro de las actuaciones de mantenimiento. Procedimiento de cumplimentación.

Gestión de proveedores y productos homologados. Control de inventarios de materiales.

Gestión de residuos en las operaciones de mantenimiento.

Tipos de residuos: escombros, envases, aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), otros.

Flujos y traslados de residuos. Zonas de almacenaje. Tratamiento de los residuos.

Transporte de residuos a los puntos de recogida. Normativa de aplicación y procedimientos para el transporte. Trazabilidad de los residuos.

## 3 Supervisión del mantenimiento predictivo-preventivo en líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Técnicas de utilización de los equipos específicos de protección individual y para trabajos en altura. Colocación, ajuste y sujeción.

Manejo de equipos de medida, herramientas y materiales auxiliares.

Métodos de inspección visual de elementos de catenarias rígidas y flexibles: a pie, en vagoneta, o en cabina. Comprobación de la posición y deformaciones, roturas, desgastes y corrosión en: aisladores, ménsulas, brazos de atirantado, postes, pórticos, cimentaciones, sustentador, hilo de contacto, péndolas, equipos de compensación, alimentadores de la catenaria, feeder positivo y negativo, agujas, seccionadores, pórticos, telemandos, protecciones y puestas a tierra, herrajes, grifas, empalmes o conexiones, entre otros.

Operaciones de mantenimiento predictivo: Comprobación del estado geométrico y el desgaste de la línea aérea de contacto, calentamientos en empalmes, conexiones de alimentadores, aisladores y otros elementos, medida de la resistencia de puesta a tierra y la continuidad de los circuitos de tierra, medida de aislamiento de cables de acometida. Sistemas de monitorización on-line de la infraestructura en tiempo real.

Ajustes y actuaciones de las operaciones de mantenimiento preventivo. Métodos de limpieza exterior de aislamientos, seccionadores o pararrayos. Técnicas de regulación mecánica del sustentador, hilo de contacto, péndolas, alimentaciones, colas de anclaje, barra de perfil aéreo conductor, conjuntos de atirantado y de ménsula, feeder, entre otros. Engrase de transmisiones, cuchillas de seccionadores y sus articulaciones, hilo de contacto, grifas, tensores o herrajes. Apriete de tornillería mediante llaves dinamométricas. Comprobación del funcionamiento de los elementos eléctricos, mecánicos, neumáticos e hidráulicos.

Programa de mantenimiento preventivo y/o predictivo, ciclos de mantenimiento, orden de trabajo, especificaciones del fabricante, criterios de aceptación o rechazo, hojas de control, parte de mantenimiento, libro de mantenimiento, histórico de la instalación y otros.

#### 4 Supervisión del mantenimiento correctivo en líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Técnicas de mantenimiento correctivo: programado y urgente.

Tipología de averías según su origen: químicas, mecánicas, eléctricas, otras. Averías típicas; protocolos y técnicas de detección y diagnóstico. Pruebas, medidas, procedimientos y elementos de seguridad.

Técnicas de utilización de los equipos específicos de protección individual y para trabajos en altura. Colocación, ajuste y sujeción.

Manejo de equipos de medida, herramientas y materiales auxiliares.

Técnicas de reparación. Pruebas u observaciones iniciales; secuencia de desmontaje y montaje; recomendaciones del fabricante; ampliaciones o actualizaciones del equipo; otros. Ajustes y comprobaciones.

Documentación específica utilizada: orden de trabajo, especificaciones del fabricante, manuales de reparación y sustitución, parte de mantenimiento, libro de mantenimiento, histórico de averías y otros.

#### 5 Procedimientos de corte y puesta en servicio en actuaciones de mantenimiento de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Riesgos asociados a las operaciones de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo: Trabajo en altura, en proximidad de tensión, con riesgo mecánico, en tensión, riesgos medioambientales, entre otros.

Procedimiento de solicitud de corte de tensión. Telefonemas, libro de registro. Cinco reglas de oro. Bloqueo de vías y zona neutra de seguridad. Restablecimiento de la tensión. Enclavamientos. Permisos y procedimientos de descargo.

Comprobaciones de seguridad para la puesta en servicio de líneas aéreas de contacto: Verificaciones previas: comprobaciones visuales, medida de parámetros reglamentarios y ensayos funcionales del equipo eléctrico. Maniobras, enclavamientos y regulación.

Manejo de herramientas, equipos, instrumentos de medida y medios técnicos auxiliares. Tren automotriz de auscultación de catenaria.

Seguridad en las operaciones de puesta en servicio. Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Equipos de protección individual y colectiva.

Responsabilidades del personal operativo. Informes para la puesta en servicio.

Documentación e información: parte de puesta en servicio, informe del trabajo desarrollado, contingencias y modificaciones, otros. Parte de averías.

#### 6 Documentación para la gestión y supervisión del mantenimiento de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria

Sistemas de representación gráfica utilizados en documentación técnica: simbología, croquis, planos y esquemas, entre otros. Interpretación y manejo en proyectos de LAC.

Planes y protocolos de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.

Normativa aplicable a sistemas de alimentación en ámbitos ferroviarios de naturaleza estructural: reglamentos e instrucciones técnicas complementarias, de aplicación en el ámbito de instalaciones eléctricas de Alta y Baja Tensión, eficiencia energética y compatibilidad electromagnética. Normalización Electrotécnica Nacional e Internacional -entre las que cabe destacar UNE, UNE-EN, CEI, CENELEC, entre otras-.

Interpretación de la reglamentación y normalización técnica aplicable a LAC y otros sistemas de alimentación ferroviarios: normativa de interoperabilidad en el ámbito del espacio único ferroviario de la UE, normas particulares de las comunidades autónomas, compañías eléctricas suministradoras, entre otras.

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico y otros riesgos como trabajos en altura y verticales.

Medidas para la protección medioambiental, de la avifauna y de gestión de residuos en líneas eléctricas, entre otras.

## Parámetros de contexto de la formación

### Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 5 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la gestión y supervisión del mantenimiento de líneas de alimentación en electrificación ferroviaria, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior), Ingeniería Técnica o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## MÓDULO FORMATIVO 3

### Gestión y supervisión del montaje de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria

Nivel:	3
Código:	MF2614_3
Asociado a la UC:	UC2614_3 - Gestionar y supervisar el montaje de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria
Duración (horas):	180
Estado:	BOE

### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Analizar las medidas previas requeridas para trabajos sin tensión o en proximidad de tensión, en el montaje de subestaciones de tracción y centros de transformación en electrificación ferroviaria, examinando las disposiciones de seguridad del personal interviniente según los procedimientos establecidos por una empresa.

**CE1.1** Definir los riesgos asociados a las intervenciones -trabajos en altura, trabajos en proximidad de tensión, riesgo mecánico, entre otros-, analizando las directrices del plan de seguridad y salud de un proyecto técnico.

**CE1.2** Detallar los equipos de medida, las herramientas y los elementos de protección individual y colectiva frente al riesgo eléctrico como: guantes para alta tensión, cascos, pantalla facial con protección inactiva, pértigas aislantes, detectores de tensión, equipo de puesta a tierra y en cortocircuito, y para trabajos en altura y riesgo mecánico como: arnés, cinturón, líneas de vida, guantes de protección mecánica, indicando sus certificaciones -de calibración, de caducidad, de tipo de protección, entre otras-, así como sus características de conservación y funcionalidad.

**CE1.3** Confeccionar una solicitud de autorización de corte de tensión, mediante los documentos normalizados -telefonemas, libro de registro u otros- de una entidad titular de una instalación.

**CE1.4** En un supuesto práctico de aplicación de un corte de tensión para el montaje de una subestación o de un centro de transformación, caracterizado por sus planos y esquemas eléctricos:

- Indicar la secuencia de ejecución de maniobras de apertura de disyuntores y/o seccionadores según el fabricante de los equipos.
- Señalar los puntos de corte de las fuentes de alimentación, y la forma de impedir la realimentación a través de otros puntos de suministro.
- Enumerar los bloqueos de los elementos de maniobra -local, remoto, a distancia-, y su señalización -carteles, etiquetas, cintas, otros-.
- Explicar el procedimiento de verificación de ausencia de tensión mediante equipos o pértigas detectoras de tensión.
- Especificar la secuencia y los puntos de colocación de la puesta a tierra y en cortocircuito de las fuentes de alimentación que afecten a la zona de trabajo.
- Determinar las señalizaciones y protecciones de seguridad del perímetro de trabajo -barandillas, vallas, topes, carteles de aviso, balizas luminosas u otras-.

**CE1.5** Examinar los certificados de homologación, calibración e inspección técnica periódica de unas maquinarias y/o vehículos determinados para el montaje de una subestación o centro de transformación, valorando sus características y estado de conservación y mantenimiento.

**CE1.6** Enumerar los riesgos de tipo medioambiental, tales como condiciones climatológicas, accidentes geográficos o presencia de fauna o flora en el entorno de una instalación de alta tensión y sus posibles efectos, señalando las medidas de protección y las condiciones para la interrupción de los trabajos.

**C2:** Aplicar técnicas de replanteo del montaje de una subestación de tracción o centro de transformación en electrificación ferroviaria para asegurar la viabilidad de la instalación, señalando la posición de las estructuras, equipos y otros sistemas a partir de los planos de un proyecto técnico.

**CE2.1** Definir las condiciones de seguridad y de conservación a cumplir en el transporte y en la colocación de los apoyos, estructuras metálicas y otros elementos de soporte de equipos y componentes de una instalación de alta tensión, a partir de un proyecto técnico y de la documentación técnica de varios fabricantes.

**CE2.2** Describir las características de las celdas de protección, autotransformadores, transformadores, rectificadores y cuadros eléctricos destinados a mando, protección y control a partir de catálogos técnicos de fabricantes, clasificándolos en función del tipo de transporte, manipulación, posición de empleo, anclaje o cualquier otra que afecte al replanteo.

**CE2.3** Especificar los diferentes tipos de esfuerzos a que están sometidos los elementos estructurales de una instalación, valorando su adaptación a la geometría del entorno, en exterior o en interior.

**CE2.4** Enumerar las condiciones de las excavaciones para la puesta a tierra de apoyos, estructuras, equipos, celdas u otros elementos -profundidad, perímetro, longitud, situación, entre otras-, a partir de las condiciones técnicas de un proyecto de instalación.

**CE2.5** En un supuesto práctico de replanteo de una subestación de tracción con parque de intemperie, caracterizada por su documentación técnica:

- Analizar las características de la zona de ejecución de los trabajos, estableciendo su correspondencia con los planos del proyecto de la instalación.
- Indicar las condiciones que deben cumplir las vías de acceso y zonas de paso establecidas en el plan de montaje y de aprovisionamiento para la circulación de vehículos y para el movimiento de estructuras, equipos y aparamenta.
- Identificar los espacios para el montaje de apoyos, estructuras metálicas y otros elementos para el soporte de equipos y componentes del parque de intemperie de alta tensión, según los datos del proyecto.
- Señalar las zonas de ubicación de los transformadores, elementos de protección, maniobra y señalización, siguiendo los planos de situación.
- Categorizar las posibles incidencias detectadas en el replanteo, expresando posibles soluciones.

**CE2.6** En un supuesto práctico de replanteo de un centro de transformación para electrificación ferroviaria, caracterizado por su documentación técnica:

- Analizar las características de la zona de ejecución de los trabajos, estableciendo su correspondencia con los planos del proyecto de la instalación.
- Indicar las condiciones que deben cumplir las vías de acceso y zonas de paso establecidas en el plan de montaje y de aprovisionamiento para la circulación de vehículos y para el movimiento de celdas, equipos y transformadores.

- Identificar los espacios para el montaje de celdas de protección, autotransformadores, transformadores, rectificadores y cuadros eléctricos destinados a mando, protección y control, según los datos del proyecto.
- Enumerar las condiciones que debe cumplir la puesta a tierra de transformadores, estructuras y otros equipos, indicando las condiciones de instalación según el proyecto.
- Detectar las posibles incidencias detectadas en el replanteo, enumerando las posibles soluciones.

**CE2.7** Redactar un informe de replanteo para el montaje de una subestación de tracción o centro de transformación en electrificación ferroviaria, utilizando un formato o herramienta informática determinado, incluyendo ejemplos de actuaciones y modificaciones efectuadas, incidencias y sus posibles soluciones.

**C3:** Implementar un programa de aprovisionamiento de materiales, equipos y herramientas para el montaje de una subestación de tracción o de un centro de transformación en electrificación ferroviaria, utilizando la información extraída de un proyecto, mediante aplicación de herramientas de gestión y supervisión de recursos.

**CE3.1** Enumerar las propiedades de un programa de aprovisionamiento para el desarrollo de una instalación, detallando el proceso de compras, gestión, distribución y almacenaje de los bienes y servicios de una empresa instaladora.

**CE3.2** Definir los puntos críticos y aspectos relevantes en la elaboración de un programa de aprovisionamiento a partir del proyecto técnico del montaje de una subestación de tracción o de un centro de transformación, atendiendo a:

- Los materiales, herramientas y otros recursos necesarios en cada fase de la obra, según el plan de montaje, así como los requisitos de conservación y seguridad.
- Los productos y proveedores homologados a partir de un listado de fabricantes.
- Los plazos de entrega de cada uno de los productos.
- Las condiciones del desplazamiento y de la organización de los materiales y equipos en los almacenes.
- Los materiales que necesiten requisitos especiales de almacenamiento.

**CE3.3** En un supuesto práctico de gestión del aprovisionamiento de materiales, herramientas y otros equipos a partir de un plan de montaje de una subestación de tracción o centro de transformación:

- Relacionar las necesidades en cada fase de montaje según el cronograma, los plazos y condiciones de entrega.
- Clasificar el transporte y almacenaje de estructuras, materiales y equipos desde el proveedor hasta la obra.
- Identificar los criterios para la comprobación de los requisitos de calidad de los suministros demandados, según las especificaciones técnicas que constan en el proyecto de ejecución.
- Especificar las condiciones para el movimiento de estructuras, materiales y equipos por el interior de la obra.
- Enumerar los requisitos de seguridad en el movimiento de personas, materiales e instalaciones.

**CE3.4** En un supuesto práctico de organización de un almacén en obra para la instalación de un centro de transformación, caracterizado por su plan de montaje:

- Escoger un sistema de registro y etiquetado de los materiales y equipos para el inventario de la obra, identificando marca, modelo, fabricante, situación en la obra, entre otras.
- Clasificar las condiciones de los espacios de almacenaje en función del volumen y características del producto -pequeño material, celdas, transformadores de potencia,



estructuras metálicas, cuadros y armarios de protección, otros-, siguiendo las indicaciones de un fabricante.

- Detallar las condiciones de colocación del material, teniendo en cuenta la situación del almacén y el momento de su uso, según el programa de montaje.

**C4:** Aplicar técnicas de supervisión del programa de montaje de los elementos de alta tensión en una subestación de tracción o centro de transformación en electrificación ferroviaria, cumpliendo los procesos, tiempos y tareas a partir de un proyecto técnico.

**CE4.1** Clasificar los tipos de equipos y elementos de alta tensión de una subestación o de un centro de transformación en electrificación ferroviaria -pórticos, seccionadores, disyuntores extrarrápidos, transformadores, celdas, otros-, considerando sus características, reglamentos y normas de aplicación.

**CE4.2** En un supuesto práctico de utilización de los equipos específicos de protección individual -calzado de seguridad, casco con barboquejo, gafas, guantes de protección, ropa de protección y otros-, y para trabajos en altura -arnés, línea de vida, absorbedor de energía, otros-, para el montaje de una subestación de tracción previamente caracterizada por sus especificaciones técnicas:

- Seleccionar el equipo de protección acorde para cada situación de trabajo.
- Comprobar su estado de conservación y fechas de caducidad.
- Identificar su forma de colocación y sujeción, ajustándolo según las indicaciones de un fabricante.
- Describir el procedimiento de recogida, guardado y conservación de los equipos de protección para preservar sus características.

**CE4.3** Identificar el proceso manejo de equipos, herramientas y materiales auxiliares -poleas y polipastos, cuerdas y cadenas, grilletes, argollas, equipos de tracción y elevación, herramientas de corte radial, llaves dinamométricas, niveles, entre otras- con criterios de seguridad, según las instrucciones de un fabricante.

**CE4.4** Enumerar las autorizaciones legales exigidas para el manejo de los medios de transporte, elevación y cimentación -ferrocarriles, camión con grúa articulada, camión hormigonera, plataformas de elevación para operarios, entre otros-, indicando sus condiciones de obtención y periodos de vigencia.

**CE4.5** Analizar los aspectos relevantes para la comprobación de un programa de montaje de los elementos de alta tensión de una subestación o de un centro de transformación, teniendo en cuenta:

- Los cronogramas de montaje, mediante un programa informático concreto, describiendo la sucesión de las fases de la instalación.
- Los recursos humanos y materiales necesarios en cada fase, y las interacciones entre los distintos equipos de trabajo.
- Los procedimientos para determinar el control de avance del montaje.
- Las contingencias que puedan surgir y sus posibles soluciones técnicas y organizativas.

**CE4.6** Explicar las operaciones de montaje de las puestas a tierra para protección general y conexión de equipos, masas u otros elementos asociados, citando:

- El tendido de los elementos conductores de las puestas a tierra de servicio y de protección.
- La situación de arquetas, registros y bornes de tierra.
- Los procedimientos de colocación y de hincado de ánodos de sacrificio y picas.
- La conexión a la malla de tierra de protección de las partes metálicas -envolventes, cubas y carcasas, pórticos, apoyos, vallas perimetrales, puertas de acceso, rejillas de ventilación, entre otros-.

- La conexión a la tierra de servicio de neutros de transformadores en el caso de subestaciones de corriente alterna, seccionadores de puesta a tierra y otros elementos especificados.
- La configuración de la red de masas destinada a la conexión de los equipos de corriente continua -bastidores del grupo rectificador, soportes de la bobina de alisamiento, celdas de feeder y masas de seccionadores de pórticos de feeder y bypass, entre otros- y la forma de unión a la pletina del pozo de negativos.
- Los valores de resistencia de tierra y de tensiones de paso y de contacto establecidos en un diseño de puestas a tierra.

**CE4.7** Detallar los procedimientos de montaje de estructuras, apoyos, herrajes y otros elementos para el soporte de equipos y componentes de alta tensión ubicados en intemperie, especificando:

- Las condiciones de seguridad en el movimiento de cargas y la infraestructura de obra civil - cimentaciones, dimensionado de zanjas, arquetas, pernos de anclaje, canalizaciones, drenajes, entre otros-,
- Los procesos de alineación, izado, aplomado, nivelado, fijación y ensamblado -con tornillos, soldadura, remaches, entre otros-, de acuerdo con las especificaciones de un fabricante.
- La secuencia de armado de los pórticos -de entrada, salida a feeder y catenaria, de cruce y otros elementos-.
- El montaje de las cadenas de aisladores mediante tensores de rosca, horquillas en V, rótulas, grapas de amarre, entre otros, según las especificaciones de un fabricante.

**CE4.8** Describir las operaciones de armado y fijación de aparatos, conjuntos y otros dispositivos de una instalación de alta tensión ubicada en intemperie, definiendo:

- Las maniobras y movimientos para el izado y ubicación de los equipos en sus bases - transformadores, autotransformadores, interruptores, seccionadores y otros dispositivos-,
- La forma de colocación de los elementos auxiliares y de protección de los equipos -válvulas de drenaje, soportes, tornillos de puesta a tierra, entre otros-, según los manuales de instrucción de un fabricante.
- El proceso de montaje de aisladores, tanque conservador, tuberías, autoválvulas, ventiladores, radiadores y otros de transformadores, autotransformadores, interruptores, seccionadores y resto de aparellaje, según las instrucciones indicadas por un fabricante.
- El primer llenado de cubas y envolventes con fluidos aislantes, indicando la forma de filtrado, degasificación y secado del aceite.
- El montaje de pararrayos, puntas de franklin, autoválvulas, aisladores, y resto de elementos de intemperie.

**CE4.9** En un supuesto práctico de verificación de la conexión de aparatos, conjuntos y otros dispositivos de una instalación de alta tensión ubicada en intemperie:

- Analizar el tendido de embarrados y conductores, comprobando las distancias mínimas de seguridad y el paso de paramentos, entre otros.
- Contrastar la unión de las pletinas de los embarrados de bypass, armario de negativos, masas de grupo u otros dispositivos, analizando la continuidad eléctrica, resistencia a esfuerzos electrodinámicos y resistencia a efectos electrolíticos, entre otros.
- Aplicar las técnicas de comprobación de conexiones, empalmes y derivaciones de conductores y pletinas -con terminal abierto, enchufable acodado o recto, conector cable con pletina u otros- según los esquemas eléctricos, la resistencia mecánica y eléctrica y la posibilidad de efectos electrolíticos o la aparición de efecto corona, indicadas en el manual de un fabricante.
- Examinar las retenciones y las fijaciones al conjunto de suspensión, grapa u otro elemento de sustentación de conductores y pletinas, según la resistencia al deslizamiento y rotura, posibilidad de corrosión u otros parámetros.

**CE4.10** En un supuesto práctico de comprobación del ensamblado y conexionado de equipos, conjuntos y otros dispositivos, ubicados en edificio o recinto interior:

- Detectar las características y guías de ensamblado y conexión en la documentación técnica de un fabricante.
- Analizar la ubicación, anclaje y nivelado de los equipos y dispositivos en sus celdas o bastidores soporte, siguiendo los planos e instrucciones de un fabricante.
- Detectar la conexión y señalización de celdas de protección, de grupos de tracción, transformadores de potencia y de servicios auxiliares, grupos rectificadores de potencia, filtro de armónicos y bobina de aplanamiento, entre otros.
- Identificar la forma de montaje de la barra ómnibus, confirmando el uso de las mordazas y piezas de solape especificadas en la guía de un fabricante.
- Analizar la interconexión de los elementos de las cabinas de seccionamiento de grupos y acoplamiento de barras ómnibus -seccionadores, transductores de tensión e intensidad, pulsador de desbloqueo, avisadores de fallo, entre otros-, identificando el cableado hasta el armario de mando y control y hasta el cuadro general de telemando.
- Detectar la forma de conexión de las celdas de salida de feeders-barras, analizador de línea aérea de contacto, dispositivos de medida, autómatas programables de control, entre otros-, con los componentes de seguridad y control, así como los pódicos de bypass y de cruce.

**CE4.11** Cumplimentar un informe de seguimiento de un programa de montaje de los elementos de alta tensión, utilizando el formato o aplicación informática establecida por una empresa instaladora.

**C5:** Aplicar técnicas de supervisión del programa de montaje de armarios y cuadros destinados a los sistemas de mando, control, señalización y protección en baja tensión en subestaciones de tracción y centros de transformación en electrificación ferroviaria, cumpliendo los procesos, tiempos y tareas a partir de un proyecto técnico.

**CE5.1** Describir los dispositivos y equipos utilizados para el mando, control y señalización en baja tensión de una subestación de tracción o de un centro de transformación de ámbito ferroviario, identificando los parámetros y características más relevantes.

**CE5.2** Ejemplificar la colocación de los equipos específicos de protección individual -guantes para trabajos en baja tensión, calzado de seguridad, casco con barboquejo, pantalla de seguridad facial y otros-, detallando su importancia y efectividad.

**CE5.3** Aplicar técnicas de uso de herramientas y equipos auxiliares -nivel láser, peladoras de cable, sierra de calar, taladro con brocas widia, de metal, de vástago, de corona o cónicas, escaleras, andamios, entre otros-, a partir de las instrucciones de un fabricante.

**CE5.4** Enumerar las acreditaciones necesarias para el manejo de medios para el movimiento de cargas en interior -traspaleta hidráulica, carro, carretilla elevadora, entre otros-, indicando formas de su obtención y periodos de vigencia.

**CE5.5** Describir el proceso de planificación para el montaje de los cuadros de mando, control, gestor de protecciones, sala de señales y dispositivos de seguridad en baja tensión, a partir de un proyecto técnico, teniendo en cuenta:

- La utilización de recursos informáticos para el seguimiento del programa de montaje.
- La programación de tareas, personal necesario, medios técnicos y materiales proyectados en cada fase del montaje.
- El escalonamiento de las tareas de los diferentes equipos de trabajo.
- Las técnicas para la valoración del progreso del montaje.

**CE5.6** En un supuesto práctico de revisión de una instalación de equipos de mando, control y señalización en baja tensión, real o simulada, previamente caracterizada por sus especificaciones técnicas:

- Identificar el tipo de instalación, los equipos y elementos que la configuran, relacionando los elementos de la instalación con los símbolos que aparecen en los esquemas.
- Esquematar los bloques funcionales de la instalación, describiendo la función y características de cada uno de los bloques que la componen.
- Enumerar las comprobaciones necesarias para verificar que los materiales y equipos que conforman la instalación cumplen los requerimientos establecidos en la documentación de la misma.
- Indicar los reglamentos y normas de aplicación en electrificación ferroviaria.
- Elaborar un informe de las actividades desarrolladas y resultados obtenidos, estructurándolo según modelos establecidos.

**CE5.7** En un supuesto práctico de planificación del montaje de armarios y cuadros en una instalación de baja tensión, real o simulada, previamente caracterizada por su proyecto técnico y especificaciones técnicas de fabricantes:

- Organizar el armado y sujeción de los cuadros de mando y protección de la instalación eléctrica -de alumbrado y de potencia-, siguiendo los planos de montaje y esquemas eléctricos de una documentación técnica.
- Elegir el lugar de ubicación de equipos tales como: baterías, cargadores, ondulador, entre otros, así como de los dispositivos de protección -enclavamientos eléctricos y mecánicos, cerraduras de seguridad, alfombras aislantes, entre otros-, según los planos de montaje del proyecto técnico.
- Definir el tipo de conexión del sistema interactivo de protección contra incendios, siguiendo los esquemas del proyecto y criterios de un fabricante.
- Especificar la colocación y conexión del sistema de alumbrado general, así como los equipos y dispositivos del sistema de iluminación de emergencia.
- Describir la ubicación y conexión de los equipos y sistemas de seguridad -control de accesos, telefonía y vídeo vigilancia, detección de intrusos, entre otros-.
- Elaborar un informe de las actividades desarrolladas y resultados obtenidos estructurándolo según modelos establecidos.

**C6:** Implementar pruebas de seguridad y funcionamiento para la puesta en servicio de una subestación de tracción o centro de transformación en electrificación ferroviaria, indicando las operaciones y requisitos de funcionamiento de las instalaciones a partir de una documentación técnica.

**CE6.1** Enumerar las verificaciones previas a la puesta en servicio -comprobaciones visuales, medida de parámetros reglamentarios y ensayos funcionales del equipo eléctrico y partes de la instalación-, señalando el orden de las mismas, los resultados a obtener y la clasificación de defectos según la normativa ferroviaria.

**CE6.2** Describir las técnicas de utilización de los equipos de medida -medidor de tensiones de paso y contacto con fuente de intensidad de 50 A, comprobador de aislamiento de, al menos, 10 kV, miliohmímetro con fuente de intensidad de continua de 50 A, entre otros-, revisando el reglaje, parametrización, conexionado y lectura de medidas, según indicaciones de algunos fabricantes de equipos.

**CE6.3** Pormenorizar las comprobaciones visuales de un protocolo de puesta en servicio -distancias a elementos en tensión, altura y anchura de pasillos, disponibilidad de esquemas unifilares, presencia de suciedades u objetos extraños, estado de los conductores de tierra y de sus conexiones, condiciones de las envolventes en exterior, entre otros-, detallando las posibles deficiencias y las correcciones en cada caso.

**CE6.4** En un supuesto práctico de comprobación de los parámetros eléctricos reflejados en un protocolo de puesta en servicio de una subestación de tracción -tensiones de paso y contacto,

aislamiento de terminaciones de líneas con cables y puentes de cables, ensayos de impulso tipo rayo, aislamiento de GIS y transformadores, entre otros:-

- Definir la forma de conexión de los equipos de medida, siguiendo las instrucciones de un fabricante.
- Establecer la configuración del equipo de medida, ajustando sus parámetros.
- Analizar los resultados de la medida, comparándolos con los valores esperados e identificando posibles soluciones.

**CE6.5** Definir los ensayos funcionales del equipo eléctrico y partes de la instalación para la puesta en servicio de una instalación de alta tensión, teniendo en cuenta los parámetros y operaciones de funcionamiento en:

- Transformadores y autotransformadores de potencia -resistencia de aislamiento de los bobinados e índice de polarización, relación de transformación, ensayo de respuesta en frecuencia, temperaturas de funcionamiento, entre otros-.
- Transformadores de medida -tensión soportada a frecuencia industrial en el primario, descargas parciales, sobretensiones entre espigas en los transformadores de intensidad (TI), relaciones de transformación, polaridad, secuencia de fases, entre otros-.
- Interruptores automáticos -ensayos dieléctricos, resistencia del circuito principal, estanqueidad, operaciones mecánicas de apertura, cierre y enclavamiento u otros-.
- Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra -resistencia del circuito principal, estanqueidad, operaciones mecánicas de apertura, cierre y enclavamiento, entre otros-.
- Relés de protección -implementación de ajustes según estudio de coordinación de protecciones, funciones de protección mediante inyección secundaria, secuencia de fases, otros-.

**CE6.6** En un supuesto práctico de puesta en servicio de una instalación de alta tensión, caracterizada por su documentación técnica:

- Analizar el procedimiento de restablecimiento de la tensión -cinco reglas de oro-.
- Identificar la forma de detección de ausencia de tensión y de separación efectiva de otras líneas paralelas o elementos en tensión cercanos, seleccionando el equipamiento -pértigas detectoras de tensión, indicadores luminosos en celdas, paneles de control, entre otros-.
- Detectar los puntos de desconexión de puestas a tierra y en cortocircuito.
- Enumerar la forma de ejecución de las maniobras de cierre de seccionadores e interruptores, para la conexión de la subestación o centro de transformación.
- Definir la forma de comprobación de la puesta en tensión de la subestación o centro de transformación.
- Elaborar el informe de puesta en servicio, utilizando un formato previamente establecido, incluyendo, entre otros, la relación de comprobaciones y sus resultados, los defectos y las posibles soluciones en cada caso.

**C7:** Aplicar procedimientos para la recogida y clasificación de los materiales generados en el montaje de una subestación de tracción o centro de transformación en electrificación ferroviaria, mediante un programa de gestión de residuos e indicando las condiciones de almacenaje, transporte y trazabilidad.

**CE7.1** Clasificar los residuos generados, atendiendo a su tipo -tierras y escombros, eléctricos y electrónicos, envases u otros- y posible nivel de contaminación de cada uno, indicando los medios de protección del personal implicado y los recipientes propios para cada tipo de residuo.

**CE7.2** Identificar entidades reconocidas oficialmente -gestores autorizados- para la clasificación, tratamiento -recuperación, reciclaje o reutilización- y transporte de residuos, a partir de fuentes oficiales de la administración competente.

**CE7.3** Describir un proceso de un plan de gestión de residuos por operaciones de montaje, según cada tipo de materiales, incluyendo el uso de vehículos, la necesidad de contrato de tratamiento con el operador del traslado, el requisito de notificación previa a la autoridad competente, así como el documento de identificación de residuos (ID).

**CE7.4** En un supuesto práctico de gestión de residuos por operaciones de montaje de una instalación de alta tensión en electrificación ferroviaria, elaborar la documentación sobre la trazabilidad de los residuos en cuanto a su procedencia, ubicación, trayectoria a lo largo del proceso y tratamiento final.

## Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C1 respecto a CE1.4; C2 respecto a CE2.5 y CE2.6; C3 respecto a CE3.3 y CE3.4; C4 respecto a CE4.2, CE4.9, CE4.10; C5 respecto a CE5.6 y CE5.7; C6 respecto a CE6.4 y CE6.6; C7 respecto a CE7.4.

### Otras Capacidades:

Ejecutar correctamente las instrucciones que recibe responsabilizándose de la labor que desarrolla, dentro de su ámbito competencial.

Participar activamente y coordinar, en su caso, el equipo de trabajo.

Mostrar el grado de autonomía requerido en la resolución de contingencias, dentro de su ámbito competencial.

Comunicarse de manera eficaz con la persona adecuada en cada momento.

Mostrar una actitud de respeto hacia los compañeros, procedimientos y normas de la empresa.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

## Contenidos

### 1 Características y elementos en el montaje de instalaciones de alta tensión y telemandos de energía en electrificación ferroviaria

Electrificación de líneas ferroviarias: generalidades, estructura y terminología.

Tipos de sistemas de electrificación: corriente continua y corriente alterna.

Estructura de las subestaciones eléctricas de tracción. Características y tipos.

Estructura de los centros de transformación y autotransformación. Características y tipos: intermedios y finales.

Especificaciones de las instalaciones eléctricas: condiciones de intercambio de energía, frecuencia, tensión, desequilibrios, continuidad del suministro, dimensionamiento eléctrico, potencia a instalar, intensidad de cortocircuito, otras.

Modos de funcionamiento: situación de funcionamiento normal y con defecto. Protecciones.

Instalaciones eléctricas en subestaciones de tracción y centros de transformación. Descripción y elementos: acometida de línea, transformadores y autotransformadores de potencia, interruptores, seccionadores, autoválvulas, disyuntores extrarrápidos, relés de protección, transformadores de medida y protección, aisladores, embarrados, celdas, grupo rectificador, bobina de alisamiento, filtro de armónicos, celdas de feeder y bypass, sistemas de protecciones y medida, de control, de comunicaciones, de corriente continua, de alimentación ininterrumpida (SAI), de corriente alterna auxiliar, alumbrado, protección contra sobretensiones, protección contra incendios, sistemas de seguridad y vigilancia, entre otros.

Elementos estructurales: fundaciones y estructuras de hormigón. Estructuras metálicas: pórticos, apoyos, celosías, otros.



Armarios y cuadros destinados a los sistemas de mando, control, señalización y protección en baja tensión.

Sistemas de telemando de la energía: sistemas de mando y control; alarmas y disparos. Gestor de protecciones.

Sistema de red de tierra: el terreno y los electrodos, mallas de tierra, picas, cables y otros elementos. Tierra de protección y tierra de servicio. Redes de masas.

Elementos conductores y aislantes y sus accesorios: cables; configuración de barras: simple, doble, especiales; aisladores.

Equipos de medida y control de la energía.

Recursos y herramientas utilizados en el montaje de subestaciones y centros de transformación.

Elementos de carga y descarga de los apoyos: máquinas y elementos empleados, vagoneta, castilletes, plumas, pistoles, logol, tirvit, eslingas, otros.

## 2 Gestión y supervisión del emplazamiento de estructuras y equipos en instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria

Organización de almacenes de materiales, herramientas y otros recursos utilizados en el montaje. Condiciones de almacenamiento y manipulación. Conservación y seguridad.

Capacidad y localización de los almacenes de obra.

Transporte, desplazamiento y almacenamiento del material.

Cronogramas de montaje. Fases de ejecución. Optimización de la cadena logística.

Hojas de entrega de materiales. Control de la calidad de los suministros.

Gestión de proveedores y productos homologados. Control de inventarios de materiales.

Técnicas de replanteo. Condiciones del emplazamiento. Accesos. Planos de situación de las instalaciones.

Condiciones de uso de vehículos para el movimiento de estructuras, equipos y aparataje.

Redes de tierra. Características y cálculo de la red de tierras. Conexiones.

Emplazamiento de las redes de masas: Masa de grupo, relé de puesta a masa, masas de feeders, otras.

Ubicación de apoyos, estructuras metálicas y otros elementos para el soporte de equipos y componentes del parque de intemperie de alta tensión.

Medición de excavaciones y macizos de hormigón.

Técnicas de implantación de apoyos y estructuras: elección de postes y macizos. Dimensionado de zanjas y cimentaciones.

Transporte y manipulación de celdas de protección, transformadores, rectificadores y cuadros eléctricos destinados a mando, protección y control. Ubicación de elementos de protección, maniobra y señalización.

## 3 Gestión y supervisión del montaje de los elementos eléctricos en las instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria

Cronogramas de montaje. Recursos humanos, herramientas y materiales para la instalación de los elementos de alta tensión.

Montaje de las redes de puesta a tierra para protección general y conexión de equipos. Puestas a tierra de servicio y de protección. Elementos conductores. Instalación de arquetas, registros y bornes de tierra.

Conexión a la malla de tierra de protección. Características. Tipos de conexiones. Soldadura aluminotérmica. Medida de resistencia de tierra, resistividad del terreno y tensiones de paso y de contacto.

Montaje de la red de masas para equipos de corriente continua. Pozo de negativos.



Técnicas de armado y fijación de aparatos, conjuntos y otros dispositivos para alta tensión en intemperie: Transformadores, seccionadores, disyuntores, autoválvulas, celdas de protección y otros dispositivos. Elementos auxiliares.

Procesos de llenado de aceite en transformadores y autotransformadores.

Conexión de aparatos, conjuntos y otros dispositivos para alta tensión en intemperie: Colocación y retención de embarrados y conductores. Conexiones, empalmes y derivaciones.

Ensamblado y conexión de equipos, conjuntos y otros dispositivos, ubicados en edificio o recinto interior.

Procesos de montaje de la barra ómnibus. Interconexión de los elementos.

Técnicas de conexión de las celdas de salida de feeders.

#### 4 Gestión y supervisión del montaje de sistemas de mando y control en instalaciones de alta tensión para electrificación ferroviaria

Cronogramas de montaje. Recursos humanos, herramientas y materiales para la instalación de los elementos de baja tensión.

Métodos de montaje de cuadros de baja tensión destinados a los sistemas de mando y control.

Gestor de protecciones y sala de señales.

Instalación y conexión del sistema de telemando. Controladores lógicos programables y ordenadores del sistema de mando y control.

Procesos de instalación de la sala de señales. Cabinas de alimentación y control.

Configuración de los sistemas de mando, control, señalización y protección. Accionamiento local o remoto.

Técnicas de montaje de armarios y cuadros para los dispositivos de seguridad.

Montaje de baterías y equipo de servicio de alimentación ininterrumpida -SAI-.

Sistema de protección contra incendios. Sistema de alumbrado general y de iluminación de emergencia.

Sistemas de seguridad: control de accesos, telefonía y vídeo vigilancia, detección de intrusos, entre otros.

#### 5 Procedimientos de corte y puesta en servicio de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria

Riesgos asociados a las intervenciones. Trabajos en altura, trabajos con y sin tensión, trabajos en proximidad de tensión, riesgo mecánico. Riesgo medioambiental.

Procedimiento de corte y conexión de la tensión: solicitud y autorización de corte; trabajos sin tensión. Cinco reglas de oro. Bloqueo de vías. Enclavamientos. Permisos y procedimientos de descargo. Restablecimiento de la tensión. Telefonemas.

Procedimientos para la puesta en servicio en subestaciones y centros de transformación: Verificaciones previas, comprobaciones visuales y medida de parámetros reglamentarios. Pruebas de seguridad y funcionamiento del equipo eléctrico.

Medidas de parámetros eléctricos.

Ensayos funcionales del equipo eléctrico. Maniobras, enclavamientos, parámetros de regulación y temperaturas de funcionamiento.

Herramientas para trabajos de montaje en subestaciones de tracción y centros de transformación.

Equipos, instrumentos de medida y medios técnicos auxiliares. Parametrización, conexión y lectura de medidas.

Seguridad en las operaciones de puesta en servicio: materiales y medidas de seguridad técnica específicos; disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Equipos de protección individual y colectiva. Equipos para trabajos en altura y para riesgo mecánico.  
Responsabilidades del personal operativo. Informes para la puesta en servicio.

## 6 Documentación para la gestión y supervisión del montaje de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria

Sistemas de representación gráfica utilizados en documentación técnica: simbología, croquis, planos y esquemas, entre otros. Interpretación de proyectos de subestaciones y centros de transformación.

Normativa aplicable a subestaciones eléctricas de tracción y centros de autotransformación en ámbitos ferroviarios: reglamentos e instrucciones técnicas complementarias, de aplicación en el ámbito de instalaciones eléctricas de Alta y Baja Tensión, eficiencia energética y compatibilidad electromagnética. Normalización Electrotécnica Nacional e Internacional -entre las que cabe destacar UNE, UNE-EN, CEI, CENELEC, entre otras-.

Reglamentación y normalización técnica aplicable en sistemas de alimentación ferroviarios: normativa de interoperabilidad y seguridad en la circulación en el espacio ferroviario, normas particulares de las comunidades autónomas, empresas o entidades de transporte y distribución, entre otras.

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico y otros riesgos específicos, como trabajos en altura y verticales.

Informe de replanteo. Informe de montaje. Informe de puesta en servicio.

Medidas para la protección medioambiental y de la avifauna.

Planes y programas de gestión de residuos.

Tipos de residuos: escombros, envases, aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), otros.

Flujos y traslados de residuos. Zonas de almacenaje. Tratamiento de los residuos.

Transporte de residuos a los puntos de recogida. Normativa de aplicación y procedimientos para el transporte. Trazabilidad de los residuos.

## 7 Manipulación de conmutadores eléctricos fijos que contengan gases fluorados de efecto invernadero

Cambio climático, protocolos internacionales, potencial de calentamiento atmosférico y otras cuestiones medioambientales.

Normativa de ámbito europeo y nacional sobre gases fluorados de efecto invernadero y Reglamentos de aplicación.

Propiedades físicas, químicas y ambientales del hexafluoruro de azufre, SF<sub>6</sub>.

Efectos sobre la salud de los productos de descomposición del SF<sub>6</sub>.

Usos del SF<sub>6</sub> en los equipos eléctricos -aislamiento, enfriamiento del arco voltaico, etc.- y comprensión del diseño de los equipos eléctricos.

Calidad, control de calidad y toma de muestras del SF<sub>6</sub> según las normas industriales.

Almacenamiento y transporte de SF<sub>6</sub>.

Manejo de equipos de extracción, recuperación del SF<sub>6</sub>, y manejo de sistemas estancos de perforación.

Recuperación, Mezclas, Depuración y Reutilización del SF<sub>6</sub> y diferentes clases de reutilización.

Trabajo en compartimientos abiertos con SF<sub>6</sub>, Detectores de SF<sub>6</sub>.

Neutralización de subproductos de SF<sub>6</sub>.

Fin de vida de equipos con atmósfera de SF<sub>6</sub>.

Seguimiento del SF<sub>6</sub> y obligaciones de registro de los datos oportunos en virtud del Derecho nacional o comunitario o de acuerdos internacionales.

Reducción de fugas y controles de fugas.

Tecnologías alternativas para sustituir o reducir el uso de gases fluorados de efecto invernadero y la manera segura de manipularlos. Condiciones de seguridad en el manejo de estas tecnologías.

## Parámetros de contexto de la formación

### Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 5 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la gestión y supervisión del montaje de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior), Ingeniería Técnica o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## MÓDULO FORMATIVO 4

### Gestión y supervisión del mantenimiento de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria

Nivel:	3
Código:	MF2615_3
Asociado a la UC:	UC2615_3 - Gestionar y supervisar el mantenimiento de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria
Duración (horas):	210
Estado:	BOE

### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Establecer las intervenciones de mantenimiento en una subestación de tracción, centro de transformación o telemandos de energía de electrificación ferroviaria, cumpliendo un programa de mantenimiento y organizando tareas y recursos.

**CE1.1** Definir las operaciones de mantenimiento -preventivo, predictivo o correctivo- en una subestación de tracción, centro de transformación o telemandos de energía, clasificándolas en función del tipo de equipo o elemento.

**CE1.2** Clasificar las intervenciones de mantenimiento en una subestación de tracción, centro de transformación o telemandos de energía, siguiendo un programa de mantenimiento y detallando:

- La periodicidad de las revisiones.
- La prioridad y el tipo de trabajo a realizar: reconocimiento visual, control por medidas, reparación programada u otros.
- La especialización y grado de responsabilidad del personal asignado según el tipo de intervención.
- La documentación técnica necesaria para la descripción de la instalación.

**CE1.3** Describir las herramientas, instrumentos de medida, los equipos de protección individual y colectiva y las características de la maquinaria y vehículos, incluyendo la dotación necesaria en cada intervención.

**CE1.4** Clasificar la documentación técnica necesaria en una actuación de mantenimiento - planos de ubicación, esquemas eléctricos, manuales de fabricantes, hojas de control, partes de históricos de averías, entre otros-, a partir de un proyecto de ejecución y de unas inspecciones y ensayos previos.

**CE1.5** Describir la información necesaria para el registro de las actuaciones y modificaciones introducidas en el mantenimiento de una subestación de tracción, centro de transformación o telemandos de energía, utilizando una aplicación de gestión asistida por ordenador, definiendo:

- La información mínima que debe incluirse.
- El tipo de intervención realizada -inspección visual, preventivo, predictivo, correctivo programado, correctivo urgente, entre otras-.
- Los elementos modificados, reparados, sustituidos u otras actuaciones.
- El personal que ha intervenido con indicación de su cualificación o perfil profesional.
- Las fechas y horas de inicio y finalización de los trabajos.

- Los trabajos realizados, enumerando los materiales, maquinaria y equipos de medida utilizados.
- Las observaciones resultantes de la intervención.

**C2:** Analizar las medidas previas requeridas para trabajos sin tensión o en proximidad de tensión, en las operaciones de mantenimiento de una subestación de tracción, centro de transformación o telemando de energía de electrificación ferroviaria, identificando las disposiciones de seguridad del personal interviniente según los procedimientos establecidos por una empresa.

**CE2.1** Especificar los riesgos asociados a las operaciones de mantenimiento -predictivo, preventivo y correctivo- en cuanto al tipo de trabajo -en altura, en proximidad de tensión, con riesgo mecánico, en tensión, entre otros- según un programa de mantenimiento.

**CE2.2** Describir los instrumentos de medida, las herramientas y los equipos de seguridad individual y colectiva frente al riesgo eléctrico, para trabajos en altura y para riesgo mecánico, especificando su forma de utilización, conservación, fechas de caducidad y etiquetado acorde con un manual operativo de prevención.

**CE2.3** En un supuesto práctico, real o simulado, de realización de corte de tensión en un centro de transformación, definido por su documentación técnica:

- Detallar el procedimiento de corte de tensión -cinco reglas de oro- según la reglamentación sobre riesgo eléctrico.
- Identificar el destinatario de la solicitud -operador del telemando de energía, responsable de circulación, puesto de control de la subestación u otro personal interviniente-.
- Indicar los procedimientos y los documentos normalizados -telefonemas, libro de registro, entre otros- para la petición de ejecución de las maniobras de apertura de disyuntores y/o seccionadores.
- Escoger la forma de bloqueo de los elementos de maniobra -local, remoto, a distancia- y el tipo de señalización -carteles, etiquetas, cintas, entre otros-.
- Identificar los puntos de comprobación de ausencia de tensión.
- Realizar el procedimiento para la puesta a tierra y en cortocircuito de las fuentes de alimentación que afecten a la zona de actuación.
- Describir las señalizaciones y protecciones de seguridad de la zona de intervención.

**CE2.4** Enumerar las homologaciones, calibraciones e inspecciones técnicas periódicas de los vehículos, maquinaria y otros medios técnicos utilizados en las operaciones de mantenimiento, describiendo sus características y fechas de caducidad.

**CE2.5** Clasificar las condiciones climatológicas adversas que dificultan la visibilidad o la manipulación de herramientas, así como accidentes geográficos, presencia de fauna o flora u otros riesgos de tipo medioambiental presentes durante una intervención de mantenimiento, indicando las medidas de protección en cada caso y las condiciones para la interrupción de los trabajos, según las disposiciones de seguridad frente al riesgo eléctrico.

**C3:** Analizar el funcionamiento de los equipos de una subestación de tracción, centro de transformación o telemantos de energía en electrificación ferroviaria, identificando los diferentes sistemas involucrados y siguiendo un programa de mantenimiento.

**CE3.1** Definir las tipologías de subestaciones de tracción, centros de transformación y telemantos de energía, describiendo las características de los equipos, elementos y materiales que las componen e identificando la normativa de aplicación en cada caso.

**CE3.2** Describir el funcionamiento de una subestación de tracción, centro de transformación o telemandos de energía a partir de una documentación técnica, identificando las partes, equipos y componentes sobre los que es posible realizar maniobras para modificar las condiciones de funcionamiento ordinario.

**CE3.3** Explicar los procedimientos de maniobra de los equipos y componentes, así como las consecuencias de cada actuación, describiendo la utilización de los elementos auxiliares para su accionamiento -palancas, pértigas, accionamientos, bloqueos, otros-, según la secuencia de operaciones de varios fabricantes.

**CE3.4** En un supuesto práctico de comprobación de los dispositivos de seguridad, maniobra y protección -seccionadores, interruptores automáticos, disyuntores extrarrápidos, ruptoseccionadores, entre otros-, de un centro de transformación, en cuanto a su funcionalidad y prestaciones:

- Determinar la necesidad de solicitar la autorización e implementación del corte de tensión.
- Reconocer el desplazamiento y penetración de las cuchillas y contactos de los elementos de maniobra.
- Comprobar las maniobras de apertura y cierre de forma manual.
- Examinar los accionamientos eléctricos -motores, bobinas de disparo y de cierre, entre otros- en mando local y en remoto.
- Detectar la señalización del estado de los equipos -abierto, cerrado, puesto a tierra u otro-.
- Demostrar el funcionamiento de los enclavamientos mecánicos, eléctricos, neumáticos u otros.
- Confeccionar las hojas de control, reflejando las operaciones realizadas según la planificación del mantenimiento y las incidencias o anomalías detectadas.

**CE3.5** Describir el funcionamiento de los sistemas de protección y seguridad de una subestación de tracción, centro de transformación y telemandos de energía, en referencia a:

- Los tipos de relés de protección y sus características de regulación.
- Los reglajes de intensidad y tensión y los tiempos de disparo en los relés de protección- de línea, de grupo, de cuba, entre otros-, según información de varios fabricantes.
- La actuación de las protecciones propias del transformador -sondas de temperatura, nivel y presión de aceite, presencia de gases, u otros-.
- Las características del relé de masas del grupo rectificador y salidas de feeder.
- Los parámetros del gestor de protecciones para el control de los elementos de protección.
- La actuación local de los equipos de protección.

**CE3.6** Describir el funcionamiento del sistema SCADA de un telemando de energía: control y supervisión de las subestaciones eléctricas y centros de transformación con todos sus elementos asociados: interruptores, seccionadores, grupos rectificadores -en el caso de líneas alimentadas en continua- y servicios auxiliares, la supervisión de la línea aérea de contacto y de sus seccionadores -zonas neutras en el caso de líneas alimentadas en alterna-, la supervisión de las líneas de señales que alimentan a los sistemas de señalización y la supervisión de sistemas, tales como los de comunicaciones y ordenadores, necesarios para poder realizar las funciones descritas, indicando las maniobras de control y mando de interruptores y seccionadores, del dispositivo concentrador de comunicaciones y del sistema de control automatizado de comunicación entre subestaciones colaterales y los centros de transformación.

**CE3.7** Enumerar los sistemas auxiliares de una subestación o centro de transformación -detección y extinción de incendios, control de accesos, videovigilancia, cargador y rectificador de baterías, ventilación forzada, entre otros-, describiendo el funcionamiento de sondas, alarmas técnicas, paneles de avisos, entre otros elementos indicados por un fabricante de cada equipamiento.

**C4:** Aplicar técnicas de supervisión de las operaciones de mantenimiento predictivo-preventivo sobre elementos estructurales, edificios y canalizaciones en una subestación de tracción o centro de transformación en electrificación ferroviaria, siguiendo un programa de mantenimiento.

**CE4.1** Definir la tipología y características de los elementos estructurales -soportes, apoyos, pórticos, entre otros- de los edificios y de las canalizaciones utilizadas en las subestaciones de tracción y centros de transformación, a partir de la documentación técnica de varios fabricantes e indicando la normativa de aplicación en cada caso.

**CE4.2** Describir la utilización de las herramientas manuales y eléctricas, equipos de protección individual, colectiva y para trabajos en altura, incluyendo los requisitos de seguridad indicados para cada caso en un programa de mantenimiento.

**CE4.3** Identificar las medidas de seguridad para trabajos en proximidad de tensión, especificando las distancias de seguridad entre las herramientas u objetos que se puedan manipular y los elementos con tensión, así como el recorrido de vehículos por el interior de una subestación o centro de transformación, según la normativa de riesgos eléctricos.

**CE4.4** En un supuesto práctico de comprobación visual de un parque de intemperie:

- Detectar el orden y limpieza en la zona de pórticos de salida de feeders.
- Identificar la presencia de oxidación y estado del galvanizado de las estructuras metálicas - apoyos, pórticos, celosías, brazos, entre otros-.
- Comprobar la ausencia de grietas, falta de recubrimiento y armaduras vistas en estructuras de hormigón.
- Revisar la distancia de proximidad a elementos en tensión según la distancia mínima definida en la normativa de riesgo eléctrico.
- Inspeccionar el estado de la puesta a tierra de todas las estructuras metálicas: apoyos, tapas, puertas, vallas, entre otras.
- Confeccionar el informe de supervisión visual del parque de intemperie, utilizando el modelo establecido en el programa de mantenimiento, e incorporando las posibles actuaciones posteriores a realizar: modificación de elementos, reparación urgente, acción correctiva programada o planes de mejora, entre otras.

**CE4.5** Enumerar las operaciones de revisión en el edificio de una subestación o centro de transformación, identificando las características de conservación de:

- La cubierta de la instalación: suciedad, residuos, obstrucción de sumideros y canalones, falta de tejas, abombamientos o corrosión en cubiertas de chapa.
- El interior del edificio, las escaleras y pasillos: humedades, manchas de óxidos, desplazamientos de materiales, roturas, perforaciones, acumulación de residuos y deformaciones.
- Las paredes, ventanas, puertas, rejillas de ventilación, cristales, entre otros elementos del cerramiento de los edificios.
- La señalización de riesgo eléctrico, de las cinco reglas de oro, el cartel de primeros auxilios y la disponibilidad de los esquemas unifilares.
- La puesta a tierra de todas las estructuras metálicas.

**CE4.6** En un supuesto práctico de revisión visual de las canalizaciones de una subestación de interior:

- Analizar el estado de conservación y limpieza de las paredes, tapas, arquetas, cajas, soportes, bandejas, tubos, anclajes u otros elementos.
- Distinguir la presencia de animales, insectos, objetos extraños, elementos de maleza, entre otros.
- Comprobar la obturación de los pasos entre sectores de incendio independientes.



- Detectar la existencia y el estado de la puesta a tierra de todas las partes metálicas de las canalizaciones como bandejas, tubos, tapas de canales revisables, entre otras.
- Confeccionar el informe de revisión, utilizando un modelo establecido en el programa de mantenimiento, incorporando las posibles actuaciones posteriores a realizar: modificación de elementos, reparación urgente, acción correctiva programada, planes de mejora, entre otras.

**C5:** Aplicar técnicas de supervisión de las actuaciones de mantenimiento predictivo-preventivo del equipamiento eléctrico en una subestación de tracción, centro de transformación o telemandos de energía en electrificación ferroviaria, analizando los tiempos, operaciones y criterios de aceptación definidos en un programa de mantenimiento.

**CE5.1** Catalogar los dispositivos eléctricos de alta tensión -transformadores de potencia, tensión e intensidad, interruptores, seccionadores, celdas u otros-, y de baja tensión - armarios de protección, sistemas de alimentación ininterrumpida, rectificador-cargador de baterías, filtros de armónicos, cuadros de telemandos de energía, alumbrados, entre otros-, de una subestación de tracción, centro de transformación o telemandos de energía, especificando sus características mecánicas y eléctricas, así como los riesgos para la seguridad durante su funcionamiento.

**CE5.2** Describir las operaciones de mantenimiento preventivo-predictivo de los equipos, elementos y materiales eléctricos de una subestación de tracción, centro de transformación o telemando de energía, según cada dispositivo, definiendo las actuaciones posteriores a cada revisión, tales como: modificación de elementos, reparación urgente, acción correctiva programada, planes de mejora u otras, según los criterios de aceptación o rechazo de varios fabricantes.

**CE5.3** Enumerar los requisitos previos a las intervenciones de mantenimiento predictivo-preventivo establecidas en un programa de mantenimiento, en cuanto a:

- El ajuste y colocación de los equipos específicos de protección individual y para trabajos en altura por parte del personal interviniente.
- La utilización de equipos de medida, herramientas y materiales auxiliares -generador de corrientes para prueba de relés, cámara termográfica, analizador de redes, llaves dinámométricas, entre otras-, según las especificaciones de un fabricante.
- Los permisos legales del personal encargado del manejo de maquinarias y vehículos.

**CE5.4** En un supuesto práctico de revisión visual de la aparamenta y equipos eléctricos instalados en una subestación de tracción o centro de transformación, comprobar:

- La utilización de los equipos específicos de protección individual, para trabajos en altura, equipos de medida, herramientas y materiales auxiliares.
- El estado, nivelado y limpieza de los equipos e instalaciones de alta tensión -celdas, seccionadores, interruptores, transformadores de medida, autoválvulas, conexiones, aisladores y herrajes u otros-.
- La apariencia y los indicadores del transformador de potencia, en relación a: fugas de aceite, pintura de la cuba, estado de los pasatapas, saturación del silicagel o fogueado de conexiones.
- El aspecto y conservación de los cuadros y equipos de baja tensión -armarios de protección, sistemas de alimentación ininterrumpida, rectificador-cargador de baterías, filtros de armónicos, cuadros de telemandos de energía, alumbrados u otros-.
- El estado externo de los conductores desnudos y de los cables aislados, así como de sus conexiones y empalmes.
- La existencia de placas, etiquetas impresas o rotuladas u otro sistema de identificación de las celdas, del equipo eléctrico y de sus accionamientos.

- La señalización de tarjetas de entradas/salidas, líneas de comunicaciones y los demás elementos de los armarios de mando local y telemandos de energía.
- La apariencia de las pantallas de visualización de datos, equipo informático y la interfaz persona/ordenador, del puesto de mando local y del telemando de energía.
- Las conexiones de puesta a tierra de todas las celdas, armarios, cuadros, pantallas de cables, entre otras partes metálicas de los equipos y elementos conductores.

**CE5.5** Definir las medidas y verificaciones a realizar en un mantenimiento predictivo de una subestación de tracción, centro de transformación o telemandos de energía, a partir de un programa de mantenimiento, nombrando:

- Las distancias y alturas de cables, barras y pletinas.
- Los valores de calentamientos permitidos en empalmes, conexiones, transformadores, interruptores, entre otros, utilizando equipos de termografía infrarroja.
- Los valores de resistencia de puesta a tierra, continuidad de los circuitos de tierra y tensiones de paso y contacto.
- Las medidas de rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.
- La resistencia de aislamiento entre bobinados y entre bobinas y tierra de los transformadores.
- La calidad de la energía -armónicos, procedencia de las perturbaciones eléctricas, desequilibrios de cargas, entre otros-.
- Los indicadores de presión de aceite o SF6 de las celdas y equipos eléctricos.
- La comprobación y valores del aislamiento de cables de alta y baja tensión -entre fases y entre fase y pantalla metálica- y de las redes de masas -feeder, grupo rectificador y pórtico de feeder-.
- Las verificaciones de continuidad de los conductores -terminales, borneros, cables de alimentación, cableado auxiliar, entre otros-.
- Los valores obtenidos en la monitorización del mando local y telemandos de energía, para conocer el estado de la instalación en tiempo real.

**CE5.6** Describir las intervenciones de mantenimiento preventivo especificadas en una orden de trabajo, en cuanto a:

- La necesidad de solicitud de autorización e implementación del corte de tensión, en función del tipo de trabajo.
- Los métodos de engrase de elementos -cuchillas de seccionadores e interruptores, transmisiones, enclavamientos mecánicos, entre otros elementos móviles-, según la documentación de varios fabricantes.
- Los trabajos de limpieza exterior de transformadores, celdas, armarios de control y protección y aisladores, mediante proyección de aire comprimido seco u otros métodos.
- El par de apriete de tornillería en bornas, empalmes y conexiones especificado en la documentación de varios fabricantes.
- Los criterios para la sustitución de los elementos deteriorados, deformados, rotos, desgastados o previstos en una orden de trabajo.
- Las actualizaciones de programas informáticos de control y comunicación de los telemandos de energía.

**CE5.7** Reconocer las hojas de control de actuaciones programadas tales como: pruebas de funcionamiento, sustitución de elementos, medidas de valores, revisiones visuales de los materiales, ajustes y reglajes, incidencias, entre otras intervenciones, según la planificación del mantenimiento de una subestación o centro de transformación.

**C6:** Definir las actuaciones de mantenimiento correctivo de una subestación de tracción, centro de transformación o telemandos de energía en electrificación ferroviaria, siguiendo un parte de trabajo e identificando los tipos de incidencias.

**CE6.1** Identificar los síntomas y los efectos que pueden producir distintas averías: señales de tipo acústico o visual en alarma técnica, pérdida de suministro eléctrico, sobrecalentamiento visible, incendio u otros, determinando las consecuencias en cada caso, así como los posibles riesgos para las instalaciones o el personal.

**CE6.2** Enumerar las técnicas de diagnóstico de averías que se aplican en una subestación de tracción, centro de transformación o telemandos de energía en electrificación ferroviaria, describiendo las diferentes tipologías y el proceso de detección.

**CE6.3** Explicar los procesos de utilización de los equipos específicos de protección individual y para trabajos en altura, el empleo de herramientas, equipos, y materiales auxiliares, indicando el ajuste de sus parámetros según instrucciones de varios fabricantes.

**CE6.4** En un supuesto práctico de revisión de una orden de trabajo de reparación de una avería, caracterizada por su documentación técnica, determinar:

- La necesidad de solicitud de autorización e implementación del corte de tensión.
- El procedimiento de intervención -fases- y el tiempo de ejecución.
- La situación e identificación del elemento a reparar, utilizando los planos y esquemas de la instalación.
- El estado real de la avería indicada en el parte de trabajo, verificando que el nuevo equipamiento dispone de las mismas características -similares o compatibles- que el sustituido o reparado.

**CE6.5** En un supuesto práctico de revisión de una intervención de mantenimiento correctivo, caracterizada por su orden de trabajo, comprobar:

- El estado del elemento a reparar, utilizando la información técnica de un fabricante y un histórico de la instalación.
- La actualización, reparación o modificación del equipo, siguiendo un procedimiento de trabajo.
- La sustitución del equipo -celda, transformador de intensidad, interruptor extrarrápido, aislador, relé, autómatas programables, tarjeta de comunicaciones, entre otros, siguiendo la secuencia de desmontaje y montaje indicadas en las instrucciones de un fabricante.
- Los ajustes e inspecciones a realizar en los elementos sustituidos o reparados, tales como - nivelado, marcado, engrasado, apriete de conexiones, parametrizado u otros-, describiendo su funcionalidad.
- Las hojas de control, atendiendo al formato establecido en el programa de mantenimiento, reflejando la información solicitada-elementos sustituidos, valores de medida obtenidos, ajustes realizados, reglajes, incidencias, entre otras-.

**C7:** Implementar pruebas de seguridad y funcionamiento para el restablecimiento del servicio de una subestación de tracción o centro de transformación en electrificación ferroviaria después de una intervención de mantenimiento, definiendo las operaciones y requisitos de funcionamiento establecidas en un procedimiento de trabajo.

**CE7.1** Definir las comprobaciones previas a la puesta en servicio -revisiones visuales, medida de parámetros y chequeos de funcionamiento- de los elementos modificados, reparados o sustituidos en operaciones de mantenimiento, indicando el orden de los controles a realizar y los resultados que se deberían obtener.

**CE7.2** Describir el empleo de los equipos de medida -comprobador de aislamiento de alta tensión, telurómetro, medidor de tensiones de paso y contacto, equipo de medida de descargas parciales, sistema informático, entre otros-, seleccionando los reglajes, la parametrización, el conexionado y la lectura de medidas en cada caso, según las especificaciones de varios modelos de equipos.

**CE7.3** Enumerar las revisiones visuales en cuanto a presencia de residuos u objetos extraños, estado de las conexiones, indicador de presión del gas SF6 -o equivalentes-, anclajes u otros, a partir del protocolo de una orden de trabajo.

**CE7.4** Definir los parámetros de los elementos que puedan ser modificados, reparados o sustituidos, utilizando la documentación técnica de un fabricante, indicando la forma de configurar y conectar el instrumento específico de medida o comprobación.

**CE7.5** Definir los ensayos funcionales a realizar a los equipos eléctricos, mecánicos u otras partes de la instalación modificada, reparada o sustituida, detallando las secuencias de maniobras y de operación -operaciones de apertura y cierre, comprobación de enclavamientos, disparo de relés, actuación de telemandos, entre otros- establecidas en cada caso por un fabricante.

**CE7.6** En un supuesto práctico de revisión de las operaciones para la puesta en servicio de un centro de transformación, después de una intervención de mantenimiento caracterizada por su orden de trabajo:

- Verificar la desconexión de las puestas a tierra y en cortocircuito, así como la ausencia de tensión y la separación efectiva de otras líneas paralelas o elementos en tensión en proximidad.
- Implementar las maniobras de cierre de seccionadores e interruptores, para la conexión de la subestación o centro de transformación.
- Identificar el restablecimiento del servicio de la zona afectada por la actuación de mantenimiento, cumpliendo la normativa específica de seguridad ferroviaria.
- Confeccionar el informe del restablecimiento de la tensión, utilizando un formato o herramienta informática establecidos por una empresa instaladora, reflejando al menos la relación de comprobaciones y los resultados obtenidos en las medidas.

**C8:** Organizar los procedimientos de recogida y clasificación de los materiales generados en el mantenimiento de una subestación de tracción, centro de transformación o telemandos de energía en electrificación ferroviaria, aplicando un programa de gestión de residuos e indicando las condiciones de almacenaje, transporte y trazabilidad.

**CE8.1** Describir un proceso de recogida y separación de los residuos en el mantenimiento de una instalación de alta tensión en electrificación ferroviaria, especificando:

- Los medios de protección personal según el tipo de residuo.
- Los tipos de residuos generados -plásticos, metálicos, aceites y grasas, baterías y acumuladores, material eléctrico-electrónico, entre otros- según sus características y posible nivel de contaminación en aplicación de la normativa.
- Los recipientes especiales propios para cada tipo de residuo.
- Las zonas de almacenaje seguras para los residuos generados.

**CE8.2** Identificar entidades reconocidas oficialmente -gestores autorizados- para la clasificación, tratamiento -recuperación, reciclaje o reutilización- y transporte de residuos, a partir de fuentes oficiales de la administración competente.

**CE8.3** Detallar las operaciones de transporte de residuos por actuaciones de mantenimiento, según cada tipo de materiales, incluyendo el uso de vehículos, la necesidad de contrato de tratamiento con el operador del traslado, el requisito de notificación previa a la autoridad competente, así como el documento de identificación de residuos (ID).

**CE8.4** En un supuesto práctico de gestión de residuos por operaciones de mantenimiento de una subestación de tracción, centro de transformación o telemandos de energía, elaborar la documentación sobre la trazabilidad de los residuos en cuanto a su procedencia, ubicación, trayectoria a lo largo del proceso y tratamiento final.

## Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C2 respecto a CE2.3; C3 respecto a CE3.4; C4 respecto a CE4.4 y CE4.6; C5 respecto a CE5.4; C6 respecto a CE6.4 y CE6.5; C7 respecto a CE7.6; C8 respecto a CE8.4.

### Otras Capacidades:

Ejecutar correctamente las instrucciones que recibe responsabilizándose de la labor que desarrolla, dentro de su ámbito competencial.

Participar activamente y coordinar, en su caso, el equipo de trabajo.

Demostrar el grado de autonomía requerido en la resolución de contingencias, dentro de su ámbito competencial.

Comunicarse de manera eficaz con la persona adecuada en cada momento.

Mostrar una actitud de respeto hacia los compañeros, procedimientos y normas de la empresa.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

## Contenidos

### 1 Características y elementos en el mantenimiento de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria

Electrificación de líneas ferroviarias: generalidades, estructura y terminología.

Tipos de sistemas de electrificación: corriente continua y corriente alterna.

Estructura de las subestaciones eléctricas de tracción, centros de transformación y autotransformación. Características y tipos.

Especificaciones de las instalaciones eléctricas. Modos de funcionamiento: situación de funcionamiento normal y con defecto. Protecciones.

Instalaciones eléctricas en subestaciones de tracción y centros de transformación. Descripción y elementos: transformadores de potencia, interruptores, seccionadores, autoválvulas, disyuntores extrarrápidos, relés de protección, celdas de feeder y bypass, entre otros.

Elementos estructurales: Estructuras de hormigón. y metálicas.

Armarios y cuadros destinados a los sistemas de mando, control, señalización y protección en baja tensión.

Sistemas de telemando de la energía: sistemas de mando y control; alarmas y disparos. Gestor de protecciones.

Sistema de red de tierra. Tierra de protección y tierra de servicio. Redes de masas.

Elementos conductores y aislantes y sus accesorios: cables; configuración de barras: simple, doble, especiales; aisladores.

Interconexión entre subestaciones de tracción y centros de transformación.

Equipos de medida y control de la energía.

Recursos y herramientas utilizados en el montaje de subestaciones de tracción y centros de transformación.

### 2 Gestión de las intervenciones de mantenimiento en instalaciones de alta tensión y telemandos de energía en electrificación ferroviaria

Programas de mantenimiento. Recursos. Periodicidad de las intervenciones.

Prioridad y grado de dificultad del tipo de trabajo.

Especialización y grado de responsabilidad del personal.

Tipos de mantenimiento: Preventivo, predictivo, correctivo. Reconocimiento visual, control por medidas, reparación programada u otros. Pruebas funcionales.

Instrumentos de medida y verificación, herramientas, maquinaria y vehículos. Tiempos de uso, equipamiento, accesorios y materiales. Dotaciones de los vehículos.

Equipos de protección individual y colectiva.

Documentación técnica utilizada en el mantenimiento: planos de situación, esquemas eléctricos, manuales de fabricante hojas de control, históricos de revisiones, partes de trabajo, otros.

Aplicaciones de gestión asistida por ordenador para el registro de las actuaciones de mantenimiento. Procedimiento de cumplimentación.

Gestión de proveedores y productos homologados. Control de inventarios de materiales.

Planes y programas de gestión de residuos.

Tipos de residuos: escombros, envases, aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), otros.

Flujos y traslados de residuos. Zonas de almacenaje.

Tratamiento de los residuos.

Transporte de residuos a los puntos de recogida. Normativa de aplicación y procedimientos para el transporte. Trazabilidad de los residuos.

### 3 Supervisión del funcionamiento de los equipos de instalaciones de alta tensión y telemandos de energía en electrificación ferroviaria

Funcionamiento y operación de los dispositivos de seguridad, maniobra y protección: seccionadores, interruptores automáticos de AT y BT, disyuntores extrarrápidos, ruptoseccionadores, celdas, entre otros.

Accionamientos eléctricos con mando local y en remoto: motores, bobinas de disparo y de cierre, otros. Señalización y enclavamientos.

Parametrización de los sistemas de control de las protecciones: Relés de protección. Reglajes de intensidad, tensión, tiempos de disparo. Coordinación de protecciones.

Tipos de protecciones propias del transformador: sondas de temperatura, nivel y presión de aceite, presencia de gases, otros.

Funcionamiento del relé de masas del grupo rectificador y salidas de feeder. Emisión de arrastres.

Parametrización del gestor de protecciones. Funcionamiento del SCADA del sistema de telemando de energía. Dispositivo concentrador de comunicaciones. Alarmas, señalizaciones y monitorización.

Funcionamiento de los sistemas auxiliares de la subestación o centro de transformación: Detección y extinción de incendios, control de accesos, videovigilancia, cargador y rectificador de baterías, ventilación forzada, otros.

Elementos auxiliares para maniobras: Palancas, pértigas, accionamientos, bloqueos, otros.

### 4 Supervisión del mantenimiento predictivo-preventivo en instalaciones de alta tensión y telemandos de energía en electrificación ferroviaria

Técnicas de utilización de los equipos específicos de protección individual y para trabajos en altura.

Utilización de equipos de medida, herramientas y materiales auxiliares.

Tipos de ubicación de subestaciones eléctricas y centros de transformación: intemperie, interior, blindada GIS. Características de los edificios.

Características del parque de intemperie: Zona de pórticos de salida de feeders, zonas de circulación, embarrados, otras. Separaciones. Estructuras metálicas y de hormigón. Puesta a tierra de las estructuras metálicas.

Tipología y características de los edificios que albergan subestaciones y centros de transformación.

Tipos de canalizaciones.

Procedimientos de revisión visual de la aparatamenta y equipos eléctricos. Criterios de aceptación y rechazo: Estado, nivelado y limpieza.



Operaciones de mantenimiento predictivo: Medidas de distancias y calentamientos.

Medida de la resistencia y continuidad de la puesta a tierra. Medida de tensiones de paso y contacto. Comprobación de la rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores. Medidas de aislamiento y continuidad. Calidad de la energía. Presión de aceite o SF<sub>6</sub> de las celdas y equipos eléctricos. Monitorización del mando local y telemandos de energía.

Intervenciones de mantenimiento preventivo: Limpieza y engrase, apriete de tornillería, sustitución de los elementos.

Actualizaciones de programas informáticos de control y comunicación de los telemandos de energía.

Plan de mantenimiento preventivo y/o predictivo, ciclos de mantenimiento, orden de trabajo, especificaciones del fabricante, hojas de control, parte de mantenimiento, libro de mantenimiento, histórico de la instalación y otros.

## 5 Supervisión del mantenimiento correctivo en instalaciones de alta tensión y telemandos de energía en electrificación ferroviaria.

Técnicas de mantenimiento correctivo: programado y urgente.

Tipología de averías según su origen: químicas, mecánicas, eléctricas, otras.

Averías típicas; protocolos y técnicas de detección y diagnóstico.

Pruebas, medidas, procedimientos y elementos de seguridad.

Técnicas de utilización de los equipos específicos de protección individual y para trabajos en altura. Colocación, ajuste y sujeción.

Manejo de equipos de medida, herramientas y materiales auxiliares.

Técnicas de reparación. Pruebas u observaciones iniciales; secuencia de desmontaje y montaje; recomendaciones del fabricante; ampliaciones o actualizaciones del equipo; otros. Ajustes y comprobaciones.

Documentación específica utilizada: orden de trabajo, especificaciones del fabricante, manuales de reparación y sustitución, parte de mantenimiento, libro de mantenimiento, histórico de averías y otros.

## 6 Procedimientos de corte y puesta en servicio en actuaciones de mantenimiento de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria

Riesgos asociados a las operaciones de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo: Trabajo en altura, en proximidad de tensión, con riesgo mecánico, en tensión, riesgos medioambientales, entre otros.

Procedimiento de solicitud de corte de tensión. Telefonemas, libro de registro. Cinco reglas de oro. Bloqueo de vías y zona neutra de seguridad. Restablecimiento de la tensión. Enclavamientos. Permisos y procedimientos de descargo.

Comprobaciones de seguridad para la puesta en servicio: Verificaciones previas, comprobaciones visuales, medida de parámetros reglamentarios y ensayos funcionales del equipo eléctrico. Maniobras, enclavamientos y regulación.

Manejo de herramientas, equipos, instrumentos de medida y medios técnicos auxiliares.

Seguridad en las operaciones de puesta en servicio. Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Equipos de protección individual y colectiva.

Responsabilidades del personal operativo. Informes para la puesta en servicio.

Documentación e información en el procedimiento de corte y puesta en servicio: parte de puesta en servicio, informe del trabajo desarrollado, contingencias y modificaciones, otros.



## 7 Documentación para la gestión y supervisión del mantenimiento de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria

Sistemas de representación gráfica utilizados en documentación técnica: simbología, croquis, planos y esquemas, entre otros. Simbología normalizada empleada en subestaciones y centros de transformación.

Interpretación y manejo de la documentación y otra información técnica: documentos y planos en proyectos de subestaciones y centros de transformación.

Normativa aplicable a subestaciones eléctricas de tracción y centros de autotransformación en ámbitos ferroviarios: reglamentos e instrucciones técnicas complementarias, de aplicación en el ámbito de instalaciones eléctricas de Alta y Baja Tensión, eficiencia energética y compatibilidad electromagnética. Normalización Electrotécnica Nacional e Internacional -entre las que cabe destacar UNE, UNE-EN, CEI, CENELEC, entre otras-.

Reglamentación y normalización técnica aplicable en sistemas de alimentación ferroviarios: normativa de interoperabilidad y seguridad en la circulación en el espacio ferroviario, normas particulares de las comunidades autónomas, empresas o entidades de transporte y distribución, entre otras.

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y otros riesgos específicos como trabajos en altura y verticales.

Medidas para la protección medioambiental, de la avifauna y de gestión de residuos.

Informe de replanteo. Informe de montaje. Informe de puesta en servicio.

## 8 Manipulación de conmutadores eléctricos fijos que contengan gases fluorados de efecto invernadero

Cambio climático, protocolos internacionales, potencial de calentamiento atmosférico y otras cuestiones medioambientales.

Normativa de ámbito europeo y nacional sobre gases fluorados de efecto invernadero y Reglamentos de aplicación.

Propiedades físicas, químicas y ambientales del hexafluoruro de azufre, SF<sub>6</sub>.

Efectos sobre la salud de los productos de descomposición del SF<sub>6</sub>.

Usos del SF<sub>6</sub> en los equipos eléctricos -aislamiento, enfriamiento del arco voltaico, etc.- y comprensión del diseño de los equipos eléctricos.

Calidad, control de calidad y toma de muestras del SF<sub>6</sub> según las normas industriales.

Almacenamiento y transporte de SF<sub>6</sub>.

Manejo de equipos de extracción, recuperación del SF<sub>6</sub>, y manejo de sistemas estancos de perforación.

Recuperación, Mezclas, Depuración y Reutilización del SF<sub>6</sub> y diferentes clases de reutilización.

Trabajo en compartimentos abiertos con SF<sub>6</sub>, Detectores de SF<sub>6</sub>.

Neutralización de subproductos de SF<sub>6</sub>.

Fin de vida de equipos con atmósfera de SF<sub>6</sub>.

Seguimiento del SF<sub>6</sub> y obligaciones de registro de los datos oportunos en virtud del Derecho nacional o comunitario o de acuerdos internacionales.

Reducción de fugas y controles de fugas.

Tecnologías alternativas para sustituir o reducir el uso de gases fluorados de efecto invernadero y la manera segura de manipularlos. Condiciones de seguridad en el manejo de estas tecnologías.

## Parámetros de contexto de la formación

### Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa

aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 5 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la gestión y supervisión del mantenimiento de instalaciones de alta tensión en electrificación ferroviaria, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior), Ingeniería Técnica o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.