

## CUALIFICACIÓN PROFESIONAL:

### Desarrollo de proyectos de redes eléctricas de baja y alta tensión

|                       |                                   |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Familia Profesional:  | <i>Electricidad y Electrónica</i> |
| Nivel:                | <b>3</b>                          |
| Código:               | <i>ELE260_3</i>                   |
| Estado:               | <i>BOE</i>                        |
| Publicación:          | <i>RD 916/2024</i>                |
| Referencia Normativa: | <i>RD 1115/2007</i>               |

### Competencia general

Desarrollar proyectos de redes eléctricas de baja y alta tensión, de instalaciones de centros de transformación y de alumbrado exterior a partir de un anteproyecto, proyecto o condiciones dadas, cumpliendo las especificaciones y procedimientos establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Reglamento de Eficiencia Energética para instalaciones de Alumbrado Exterior, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, entre otras, asegurando la calidad y seguridad de las instalaciones y cumpliendo la normativa técnica, de protección medioambiental y sobre prevención de riesgos laborales aplicable.

### Unidades de competencia

- UC0831\_3:** Desarrollar proyectos de redes eléctricas de baja tensión
- UC0832\_3:** Desarrollar proyectos de redes eléctricas de alta tensión
- UC0833\_3:** Desarrollar proyectos de instalaciones eléctricas de centros de transformación
- UC0834\_3:** Desarrollar proyectos de instalaciones de alumbrado exterior

### Entorno Profesional

#### Ámbito Profesional

Desarrolla su actividad profesional en departamentos de oficina técnica, en el área de instalaciones eléctricas, en entidades de naturaleza pública o privada, con independencia de su forma jurídica y tamaño, por cuenta propia o ajena. Puede tener personal a su cargo, por temporadas o de forma estable. En el desarrollo de la actividad profesional se aplican los principios de accesibilidad y diseño universal de acuerdo con la normativa aplicable.

#### Sectores Productivos

Este profesional se ubica en el sector productivo de Electricidad-Electrónica en el subsector de Instalaciones eléctricas.

#### Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes

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

- Técnicos prescriptores de alumbrado exterior
- Técnicos de estudios y ofertas de instalaciones eléctricas de alta y baja tensión y especiales
- Técnicos de desarrollos eléctricos en alta y baja tensión

- Proyectistas eléctricos en alta y baja tensión para oficina técnica
- Técnicos adjuntos de redacción de proyectos eléctricos e instalaciones en alta y baja tensión

## **Formación Asociada** (750 horas)

### Módulos Formativos

- MF0831\_3:** Desarrollo de proyectos de redes eléctricas de baja tensión (180 horas)
- MF0832\_3:** Desarrollo de proyectos de redes eléctricas de alta tensión (210 horas)
- MF0833\_3:** Desarrollo de proyectos de instalaciones eléctricas en centros de transformación (210 horas)
- MF0834\_3:** Desarrollo de proyectos de instalaciones de alumbrado exterior (150 horas)

## UNIDAD DE COMPETENCIA 1

### Desarrollar proyectos de redes eléctricas de baja tensión

Nivel: 3

Código: UC0831\_3

Estado: Tramitación BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Recopilar los antecedentes técnicos y administrativos del proyecto de redes eléctricas de BT, elaborando una memoria descriptiva, teniendo en cuenta las características técnicas de las instalaciones existentes, los reportajes fotográficos y las solicitudes realizadas, cumpliendo la normativa técnica y medioambiental aplicable.

**CR1.1** El informe de especificaciones se redacta, recogiendo los datos para la elaboración de la memoria del proyecto de la red eléctrica de baja tensión- finalidad, emplazamiento, secciones de los conductores, puestas a tierra del neutro, las características funcionales y técnicas, los equipos y elementos, la localización de las instalaciones, la descripción del estado actual con apoyo de un reportaje fotográfico, recopilando los antecedentes administrativos y técnicos, entre otros.

**CR1.2** La coordinación con otros organismos- empresas de servicio público y con los posibles propietarios de servicios, entre otros- se realiza, reflejando las comunicaciones -visitas y reuniones- mantenidas con ellos durante la redacción del proyecto para conocer la posición de instalaciones en la zona afectada, tomando datos -estado de los elementos, mediciones, adaptaciones constructivas- que proporcionen una visión global del proyecto de red eléctrica de BT.

**CR1.3** Los hitos del proyecto se representan en la documentación correspondiente, desarrollando los trabajos a realizar mediante cronogramas, diagramas de Gantt y otras herramientas similares, elaboradas con programas informáticos y comprobando los requisitos de diseño, objeto y alcance del mismo.

**CR1.4** La red eléctrica de distribución en baja tensión se configura, teniendo en cuenta las características generales siguientes, entre otras:

- Los valores nominales (tensión de la red, nivel de aislamiento, corriente de cortocircuito, entre otros).
- El tipo de red eléctrica (mallada, radial) en función de la red existente y la ejecución de las instalaciones (aérea o subterránea).
- La previsión de cargas.
- El trazado y composición, acometidas, arquetas, canalizaciones, cajas y armarios de seccionamiento, entre otros.
- La continuidad del conductor neutro.
- El esquema de distribución empleado de conexión del neutro (TT, TN, IT).

**RP2:** Seleccionar los equipos, materiales y elementos auxiliares requeridos para el desarrollo del proyecto de redes eléctricas de BT, a partir de los requisitos

técnicos y los criterios de calidad establecidos, teniendo en cuenta la normativa técnica, de seguridad y sobre prevención de riesgos laborales.

**CR2.1** Los métodos y sistemas de instalación (posada sobre fachada o tensada sobre poste, subterráneas directamente enterrada o al aire en galerías registrables o visitables), elementos y aparellaje se seleccionan, respondiendo a la normativa eléctrica aplicable a redes eléctricas de suministro de energía en baja tensión, la de seguridad y salud y a las normas de empresas de servicios.

**CR2.2** Los materiales para las obras objeto del proyecto se estiman inicialmente, realizando la previsión de entrega y las condiciones contempladas en los cronogramas.

**CR2.3** Los materiales, cables, accesorios, canalizaciones se seleccionan, ajustándose al objeto y parámetros del proyecto y a la función que desempeñan, respetando las garantías de intercambiabilidad, suministro, costes y cumpliendo las normas de homologación.

**CR2.4** El listado de equipos, elementos de la instalación y medios de seguridad recogidos en un informe se desglosan, identificando fabricantes, referencias, normativas de homologación y modelos equivalentes para garantizar los cronogramas de suministro y certificación de partidas presupuestarias.

**CR2.5** Los trabajos se programan, determinando las actividades de montaje, las condiciones que deben darse para su realización y los parámetros a controlar, evaluando las unidades de obra, los recursos humanos y materiales y el tiempo de ejecución.

**RP3:** Elaborar los cálculos eléctricos y mecánicos justificativos de la red eléctrica de baja tensión, elaborando propuestas de planos (generales, trazados de canalizaciones, ubicación de equipos, esquemas unifilares y multifilares, detalle de elementos, entre otros) en base a los criterios de diseño y cumpliendo la normativa eléctrica aplicable.

**CR3.1** Las magnitudes eléctricas (intensidad máxima admisible para el cable y en cortocircuito, caídas de tensión, pérdidas de potencia, protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos, entre otras) y mecánicas (cargas permanentes debidas al viento y el hielo, tracción máxima de los conductores, flecha máxima, entre otras) se calculan, utilizando tablas recogidas en la normativa eléctrica de aplicación, las normas internas de empresas suministradoras, empleando aplicaciones informáticas y procedimientos establecidos para las redes eléctricas de baja tensión.

**CR3.2** La puesta a tierra de la instalación se configura de acuerdo a las medidas de seguridad eléctrica requeridas por la normativa electrotécnica, conectando el conductor neutro de las redes de distribución de las compañías eléctricas a tierra en el centro de transformación o central generadora de alimentación.

**CR3.3** Los esquemas de la representación de los elementos de la red de distribución de baja tensión se agrupan en un índice de planos codificado, facilitando su identificación, correspondencia y el funcionamiento de la instalación.

**CR3.4** Los planos y esquemas se representan, cumpliendo la simbología y escala normalizada en cada caso, respetando los propios de la empresa, su correspondencia con el proyecto y describiendo, entre otros:

- Las coordenadas de ubicación de los equipos o elementos (GPS, UTM, entre otras).
- Las condiciones generales para cruzamiento, paralelismos y proximidades (con calles y carreteras, ferrocarriles, otros cables de energía, cables de telecomunicaciones, agua y gas, entre otros).
- Los elementos constructivos y características eléctricas de los diversos circuitos.
- Los tipos de conductores normalizados y las secciones.

- Los elementos de protección y seccionamiento y sus características.

**CR3.5** Los esquemas y planos se dibujan, utilizando aplicaciones informáticas (CAD, BIM, entre otras) y soportes editables que permitan su actualización en las fases del proyecto (entregándose en archivos dwg y .pdf, entre otros).

**CR3.6** Los planos generales- de situación y emplazamiento de la red eléctrica de distribución en baja tensión- se dibujan en la escala normalizada, definiendo el trazado -lugar por donde discurre, longitud y otras instalaciones afectadas, entre otras, permitiendo el mantenimiento de la instalación.

**RP4:** Elaborar el presupuesto general completo, con desglose de conceptos, mano de obra, materiales, maquinaria, cuadro descompuestos y justificación de precios para la implantación del proyecto de una red eléctrica de BT.

**CR4.1** El informe en base a la memoria se redacta, justificando el importe de los precios unitarios que sirven de base para el cálculo y determinación del presupuesto de la obra y comprobando que las partidas presupuestarias cumplen las especificaciones técnicas del proyecto incluidas en el pliego de condiciones.

**CR4.2** La programación de los trabajos se elabora, teniendo en cuenta las consideraciones para la planificación, programa estimado, programa definitivo y fecha de comienzo y horario de ejecución de los mismos contemplada en el conjunto de partidas.

**CR4.3** Los elementos de la unidad de obra se determinan, dividiendo el estudio en las siguientes partidas-coste horario de la mano de obra por categorías, coste horario de los equipos de maquinarias empleados, coste de los materiales a pie de obra, costes indirectos entre otros, y determinando los precios unitarios según los rendimientos correspondientes a las características de cada unidad de obra.

**CR4.4** El importe de la hora de maquinaria se calcula, teniendo en cuenta valores de seguros, valor de reposición, reparaciones generales y mantenimiento, promedio de días de utilización, entre otros.

**CR4.5** El coste de los materiales se valora, determinando el coste de adquisición, el coste de transporte y carga/descarga, considerando los cánones de gestión de diversos residuos.

**CR4.6** Los presupuestos se calculan, contemplando las mediciones de todos los elementos de seguridad en el trabajo definidos en el estudio básico de seguridad y salud del proyecto.

**CR4.7** Las partidas presupuestarias se descomponen, obteniendo el coste total aplicando procedimientos establecidos de:

- Los elementos que las componen.
- Las mediciones con sus unidades y las cantidades de cada una de ellas.
- Las operaciones a realizar.
- Las condiciones de montaje, la mano de obra que interviene y el tiempo estimado para la ejecución.
- Las condiciones de calidad requeridas.
- El coste total de cada unidad de obra y el coste total de la instalación.

**CR4.8** El presupuesto general se recoge en el documento resumen, incluyendo la información obtenida para su elaboración y para la del presupuesto de las obras en las partes que se encuentren sometidas a intervención de otros organismos.

**RP5:** Determinar las especificaciones técnicas de pruebas y ensayos de recepción de los elementos y de las instalaciones de redes eléctricas de baja tensión, a partir de la documentación técnica del proyecto, el plan de calidad y el plan de seguridad.

**CR5.1** El suministro de materiales, aparataje, productos y equipos se especifica, definiendo sus características técnicas, normativa eléctrica aplicable, especificaciones particulares de las empresas suministradoras y homologaciones de construcción.

**CR5.2** Las pruebas de recepción de materiales y equipos se detallan, indicando los criterios de calidad y las condiciones de seguridad e incluyéndolos en la documentación técnica del proyecto.

**CR5.3** Los equipos y elementos de la red de distribución de baja tensión se montan, cumpliendo las condiciones de almacenamiento y de manipulación extraídas de la información del fabricante.

**CR5.4** Los parámetros que deben cumplir las redes eléctricas de baja tensión se especifican con la unidad de medida y sus valores (valores mínimos de resistencia de aislamiento, intensidades máximas de cortocircuito), cumpliendo con los requisitos reglamentarios y las especificaciones particulares de las empresas suministradoras.

**CR5.5** Las pruebas funcionales y ensayos a realizar antes de la puesta en marcha se definen en la documentación (ensayo de resistencia de aislamiento de los conductores de fase y neutro y resistencia de aislamiento entre cada conductor y el neutro), incluyendo la explotación y el mantenimiento de las redes eléctricas de baja tensión.

**RP6:** Elaborar la documentación requerida para la ejecución de las redes eléctricas de baja tensión (estudio básico de seguridad y salud y plan de gestión de residuos) cumpliendo la normativa eléctrica aplicable, la de seguridad industrial y la de protección medioambiental.

**CR6.1** Los factores de riesgo asociados a las operaciones de ejecución de la instalación (transporte de materiales, trabajos en altura, izado de apoyos, cimentación de los apoyos, tensado de conductores, colocación de elementos de sujeción y poleas, demoliciones, apertura y cierre de zanjas, entre otros) se identifican, estableciendo un protocolo de actuación.

**CR6.2** Los riesgos asociados (contactos eléctricos directos o indirectos, choques, golpes, entre otros) al desarrollo del proyecto se especifican, estableciendo las medidas preventivas, los elementos de señalización y las protecciones eléctricas y mecánicas a utilizar, tanto individuales como colectivas (alfombras aislantes, banquetas, entre otras), recogiendo en la documentación correspondiente.

**CR6.3** El estudio básico de seguridad y salud se elabora, teniendo en cuenta las instrucciones de manipulación de equipos y materiales suministradas por el fabricante, las especificaciones particulares de las empresas suministradoras y la experiencia obtenida en obras de similares características.

**CR6.4** Los productos contaminantes derivados de las operaciones realizadas en la red eléctrica de baja tensión se identifican, cumpliendo los requerimientos de protección medioambiental de los diferentes ámbitos territoriales y evaluando las posibles situaciones de riesgo.

**CR6.5** El plan de gestión de residuos se redacta, recogiendo la reutilización o valorización, traslado por gestor autorizado, medidas preventivas para evitar contaminación y trazabilidad de los mismos, entre otros.

**RP7:** Elaborar manuales asociados a la explotación de la red eléctrica de BT -manual de instrucciones de servicio, manual de uso y mantenimiento, entre otros- utilizando las especificaciones e información técnica de los equipos para incluir en la documentación técnica.

**CR7.1** El manual de instrucciones de servicio se elabora, especificando las condiciones de puesta en marcha, de funcionamiento y de seguridad, así como las actuaciones que deben seguirse en caso de avería o de emergencia.

**CR7.2** El manual de uso y mantenimiento se elabora especificando, entre otros:

- Los procedimientos de parada y puesta en servicio.
- Los puntos de inspección y verificación.
- Los parámetros a controlar.
- Las operaciones a realizar y su periodicidad mínima.
- Los medios y materiales empleados.

**CR7.3** El programa de mantenimiento de los equipos se redacta, recogiendo las especificaciones técnicas de los fabricantes y las particulares de las empresas suministradoras con las condiciones de servicio de la instalación.

**CR7.4** Los manuales de operación de los equipos que integran la instalación se organizan, clasificándolos y recopilándolos como parte de la documentación técnica del proyecto de la red eléctrica de baja tensión.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Equipos informáticos. Aplicaciones informáticas de diseño tipo CAD o BIM, cálculo y simulación de instalaciones de redes eléctricas de BT. "Software" de planificación de proyectos. Tablas y gráficos. Acceso telemático a bases de datos de proveedores y productos-marcas, referencias, precios, entre otros-. Dispositivos informáticos asociados: impresoras, scanner, reproductora de planos, trazador de dibujo técnico o plotter, entre otros.

### Productos y resultados

Antecedentes técnicos y administrativos del proyecto de redes eléctricas de baja tensión (BT), recopilados. Equipos, materiales y elementos auxiliares requeridos, seleccionados. Cálculos eléctricos y mecánicos justificativos de la red eléctrica de baja tensión, desarrollados. Presupuesto general completo, elaborado. Especificaciones técnicas de pruebas y ensayos de recepción de los elementos y de las instalaciones de redes eléctricas de baja tensión, determinadas. Documentación requerida, elaborada. Manuales asociados a la explotación de la red eléctrica de baja tensión (BT), desarrollados.

### Información utilizada o generada

Normas externas de trabajo (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión -REBT. Guía técnica de aplicación del REBT. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad de instalaciones eléctricas de alta tensión. Normativa sobre prevención de riesgos laborales. Normalización electrotécnica nacional e internacional -UNE, CEI, CENELEC, entre otras-. Normas de la Administración de los diferentes ámbitos territoriales. Ordenanzas municipales. Documentación de fabricantes de herramientas, equipos y medios de protección individual. Catálogos técnico-comerciales de fabricantes de equipos y materiales). Normas internas de trabajo (Fichas y registros. Proyectos tipo de compañías eléctricas). Documentación administrativa (certificado de la instalación, certificado final de obra, acta de puesta en servicio, estudio básico de seguridad y salud, entre otros). Normativa sobre protección medioambiental.

## UNIDAD DE COMPETENCIA 2

### Desarrollar proyectos de redes eléctricas de alta tensión

Nivel: 3

Código: UC0832\_3

Estado: Tramitación BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Elaborar la memoria descriptiva, justificando la necesidad de la línea eléctrica de alta tensión, a partir de especificaciones y criterios previos de diseño, teniendo en cuenta los requisitos derivados de la categoría de la línea, determinando las características generales de los equipos, elementos y materiales, cumpliendo con la normativa eléctrica y de seguridad industrial, la normativa medioambiental y, si es de aplicación, las recomendaciones de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o, en su caso, del Informe de Impacto Ambiental, y el plan de calidad para el proyecto.

**CR1.1** El informe de especificaciones se redacta, recogiendo datos para la elaboración de la memoria descriptiva del proyecto de la línea eléctrica- finalidad, titularidad y emplazamiento, secciones y naturaleza de los conductores, modelo de aislamiento con características funcionales y técnicas, la relación de bienes y derechos afectados, los equipos y elementos de mando, telemando y protección, entre otros.

**CR1.2** La configuración de la línea eléctrica de alta tensión se completa, teniendo en cuenta:

- La categoría de la línea según su pertenencia al sistema de transporte o distribución y su tensión nominal.
- Los tipos de instalación, aérea (con conductores desnudos o aislados) o instalación subterránea en cualquiera de sus variantes (directamente enterrados, en canalización entubada, en galerías visitables o registrables, entre otras).
- La previsión de carga, así como las potencias a transportar y la intensidad máxima previsible de circulación por la línea.
- La calificación catastral del terreno por el que discurre.
- El pasillo medioambiental disponible, la climatología, orografía del trazado, altitud, proximidad al mar, zonas frecuentadas, zonas de elevada contaminación.
- Los accesos, circunstancias locales, entorno, dimensiones específicas, características del terreno para la configuración de los electrodos de puesta a tierra y de conexión a la red, entre otras.

**CR1.3** Los esquemas funcionales y generales de la línea eléctrica de alta tensión objeto del proyecto se detallan, recogiendo los siguientes aspectos:

- La descripción del trazado de la línea (longitud, perfil, vanos, flecha máxima de los conductores, entre otros), indicando las provincias y términos municipales afectados, así como la configuración de la misma (radial, mallada, entre otras).
- La ubicación de zanjas, arquetas, galerías -visitables o registrables-, entre otras.
- Las condiciones de cruzamientos, pasos, acometidas, proximidades y paralelismos, con los datos para su geolocalización e identificación del propietario, entidad y organismo afectado.
- Los circuitos y elementos (conductores, aisladores, apoyos, herrajes, crucetas, y elementos de señalización, entre otros).



- Los proyectos tipo de las empresas distribuidoras de energía eléctrica, si es el caso.

**CR1.4** Los cálculos eléctricos (intensidades máximas, caídas de tensión, pérdidas de potencia, entre otros) de las líneas eléctricas de alta tensión se realizan, teniendo en cuenta:

- Los regímenes de funcionamiento y los parámetros eléctricos de las líneas (resistencia, inductancia, capacitancia, entre otros).
- Las intensidades de cortocircuito máximas admisibles, según el tipo cortocircuito (trifásico, fase - fase, fase - tierra, bifásico, entre otros).
- El efecto corona y las perturbaciones radioeléctricas en los conductores.
- La coordinación de aislamiento, según la rigidez dieléctrica de los materiales, de las tensiones de la red y de las condiciones geográficas y ambientales.
- Las protecciones contra cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones permanentes y transitorias, normalizadas para el tipo de línea eléctrica.
- El sistema de puesta a tierra, según el tipo de instalación (aérea o subterránea), el tipo y material del apoyo, la ubicación de los apoyos (zonas frecuentadas o no, pública concurrencia, accesible o inaccesible), el método de puesta a tierra del neutro en origen de la red eléctrica a la que se conecta la línea objeto del proyecto.

**CR1.5** Los cálculos mecánicos de los elementos constituyentes de las líneas eléctricas aéreas de alta tensión se efectúan, teniendo en cuenta:

- Las cargas sobre los apoyos-peso propio de los conductores, esfuerzos sobre el apoyo de los semivanos en función de la geometría de la línea, fuerzas del viento sobre los componentes de las líneas (apoyos, conductores y cadenas de aisladores), sobrecargas por hielo.
- El desequilibrio de tracciones en apoyos de alineación, ángulo y fin de línea.
- La tracción máxima, los efectos de los fenómenos vibratorios y las flechas máximas de los conductores y cables de tierra en función de las cargas y temperaturas de las condiciones reglamentarias de diseño de la línea, determinando para ello las correspondientes tablas de tendido.
- El tipo y la cantidad del aislamiento, teniendo en cuenta las condiciones geográficas del trazado de la línea, su altura sobre el nivel del mar, la cercanía a las costas o la proximidad a zonas de intensa niebla o contaminación ambiental.

**CR1.6** Los cálculos mecánicos de las líneas subterráneas de alta tensión se elaboran, teniendo en cuenta las conducciones, infraestructuras y edificaciones preexistentes, cumpliendo las prescripciones reglamentarias para que las líneas de mayor tensión circulen más profundas que las de menor tensión.

**CR1.7** La avifauna de la zona por donde transcurre la línea eléctrica aérea de alta tensión se protege, instalando en las líneas dispositivos anticolidión y antielectrocución, así como sistemas antinidificación en las zonas, declaradas por la administración, de especial protección de aves.

**RP2:** Seleccionar los equipos, elementos y materiales de la línea eléctrica de alta tensión, a partir del informe de especificaciones, cumpliendo la normativa eléctrica, de seguridad industrial y las normas particulares de compañías eléctricas, siguiendo los criterios previos de diseño y mejorando los costes generales de la instalación.

**CR2.1** Los elementos y materiales de la instalación de la línea de alta tensión se seleccionan, respondiendo a las normas de homologación del sector y según los elementos definidos en los proyectos tipos de las compañías de transporte o distribución, cuando proceda.

**CR2.2** El modelo y rango de los equipos, conductores y accesorios eléctricos se eligen de acuerdo con los valores obtenidos en los cálculos reglamentarios, asegurando el cumplimiento de su función y garantizando la compatibilidad, fiabilidad, durabilidad, suministro y costes.

**CR2.3** Los elementos de la línea eléctrica de alta tensión -equipamiento, cableados, aparataje de seccionamiento, corte y protección y otros- se identifican, siguiendo el sistema de codificación normalizado, incorporando las referencias de marca, modelo, rango, entre otros, del fabricante seleccionado y con la información que determine la norma u homologación correspondiente, conjugando las garantías de intercambiabilidad, suministro y costes.

**CR2.4** El informe sobre equipamientos, materiales y medios de seguridad seleccionados se elabora, incluyendo el listado general con las referencias técnicas, normas de homologación, identificación de fabricantes y precios unitarios, entre otros datos, usando la información y recursos informáticos requeridos, permitiendo el desarrollo posterior de la memoria descriptiva, pliego de condiciones, los presupuestos generales y de obra y el estudio básico de seguridad y salud.

**RP3:** Elaborar los planos de trazado general, de emplazamiento, de planta y perfil, de detalles, a escala normalizada y de esquemas funcionales de la instalación de la línea eléctrica de alta tensión, cumpliendo la normativa eléctrica y de seguridad industrial, las especificaciones y criterios de diseño establecidos con la calidad requerida en el proyecto.

**CR3.1** Los planos de la línea eléctrica de alta tensión se representan, teniendo en cuenta:

- La simbología normalizada y, en su caso, la definida en las normas internas de las empresas distribuidora de energía eléctrica.
- La identificación de los elementos o sistemas y de sus componentes (apoyos y su cimentación, crucetas, aisladores, herrajes, arquetas, canalizaciones, tubos, entre otros).
- El sistema de representación y la escala utilizada según el contenido del plano (trazado o planta general, detalles, emplazamiento, esquema funcional, entre otros).
- Las especificaciones y los criterios de definición de la línea.
- El uso de programas de diseño asistido por ordenador aprobados por la administración y aceptados por las empresas eléctricas.

**CR3.2** La representación de los elementos, sus agrupaciones, así como los sistemas de referencia y codificación en los planos se disponen gráficamente, permitiendo conocer las relaciones establecidas entre ellos, el seguimiento secuencial del funcionamiento de la instalación, los valores característicos en cada circuito, las especificaciones de los equipos y los elementos constituyentes de la instalación, entre otros.

**CR3.3** Los planos de situación y emplazamiento se elaboran, utilizando la escala normalizada, recogiendo la localización y accesos de la línea eléctrica, incluyendo datos y cotas topográficas de puntos singulares de la línea eléctrica de alta tensión y la ubicación de otro tipo de instalaciones.

**CR3.4** Los planos del perfil longitudinal y la planta para líneas aéreas se dibujan a las escalas indicadas en la normativa aplicable, situándose en planta los servicios que existan y verificando las distancias reglamentarias, las coordenadas de los apoyos y puntos singulares, la numeración de los apoyos, el tipo y sistema de fijación de los conductores, la escala kilométrica con las longitudes de los vanos y cantones, los ángulos de trazado, la altitud de los principales puntos del perfil, entre otros.

**CR3.5** Los cruzamientos, paralelismos, pasos y otras situaciones reguladas se señalan, detallándolos explícita y numéricamente en los planos, especialmente en las redes eléctricas subterráneas de alta tensión, cumpliendo las separaciones mínimas establecidas en cada caso, de acuerdo con los estándares y proyectos tipos de las empresas transportistas y distribuidoras.

**CR3.6** Los esquemas de trazado de la instalación se detallan, recogiendo las magnitudes en los puntos y tramos característicos -longitud de vanos y cantones, caída de tensión, intensidad,

entre otros-, representando el perfil de la línea indicando la altitud de los apoyos, los puntos de flecha máxima y la altitud relativa de los nudos del terreno y comprobando las distancias, incluso en las peores condiciones de viento y temperatura.

**RP4:** Determinar los costes de la instalación de la línea eléctrica de alta tensión para obtener el presupuesto general, definiendo las unidades de obra y las cantidades requeridas de cada una, aplicando precios unitarios y criterios de calidad, a partir de la documentación técnica del proyecto.

**CR4.1** Las unidades de obra se establecen, ajustándose a las especificaciones técnicas del proyecto y a las recogidas en el pliego de condiciones.

**CR4.2** Las unidades de obra definidas se descomponen para obtener su coste, aplicando procedimientos, determinando entre otros:

- Los elementos que las componen, junto con las mediciones, expresadas en las unidades correspondientes, indicando las cantidades de cada una de ellas.
- Las operaciones que hay que realizar, junto con las condiciones de montaje y la mano de obra prevista.
- El tiempo estimado para la ejecución.
- Las condiciones de calidad requeridas.
- El coste total de cada unidad de obra.
- El coste total de la instalación.

**CR4.3** El conjunto de unidades de obra se calcula, contemplando la totalidad de los trabajos efectivos que conforman el montaje y la puesta en servicio de la instalación proyectada.

**CR4.4** La información obtenida se refleja en el documento correspondiente, permitiendo la elaboración tanto del presupuesto general como el del presupuesto de las obras en las partidas que se encuentren sometidas a intervención.

**RP5:** Elaborar el protocolo de verificaciones e inspecciones para la línea eléctrica de alta tensión, objeto del proyecto, en función de la normativa eléctrica y de seguridad industrial aplicable y de las normas de las compañías de transporte y distribución de energía eléctrica, cuando proceda, tanto para la puesta en servicio como para aquellas periódicas que le correspondan.

**CR5.1** Las líneas de alta tensión propiedad de compañías de transporte y distribución de energía eléctrica se comprueban, efectuando:

- La programación de la periodicidad de las verificaciones e inspecciones y la realización de la inspección periódica de acuerdo a lo establecido en la normativa aplicable.
- La comprobación de la acreditación de los técnicos que realizan las inspecciones.
- La supervisión y, en su caso, las verificaciones e inspecciones previas a la puesta en servicio, comprobando que, en el caso de líneas eléctricas con conductores aislados con pantalla se efectuarán, al menos, los ensayos de comprobación del aislamiento principal y de la cubierta, mientras que en las líneas aéreas y en las subterráneas con cables aislados instalados en galerías visitables, además, los ensayos de la medida de resistencia del circuito de puesta a tierra y, en el caso que corresponda, la medida de las tensiones de contacto.
- Los ensayos, a realizar por la empresa instaladora autorizada, correspondientes a las verificaciones previas a la puesta en servicio, comprobando que existe coincidencia entre las condiciones reales de tendido con las condiciones de cálculo eléctrico y mecánico del proyecto.
- La colaboración en la redacción del acta de verificación y de inspección periódica, emitida por la empresa titular, comprobando que incluya los datos de identificación de la línea y posible relación de defectos, planes de corrección y, en su caso, observaciones.

**CR5.2** Las líneas eléctricas que no sean propiedad de empresas de transporte y distribución de energía eléctrica se comprueban, considerando:

- Las verificaciones previas a la puesta en servicio realizadas por las empresas instaladoras que las ejecuten.
- El empleo de los medios técnicos, apropiados y calibrados, requeridos para la verificación o inspección para que estas operaciones se efectúen en condiciones de seguridad.
- Los ensayos previos a la puesta en servicio que se establezcan en las normas de obligado cumplimiento y de seguridad industrial de aplicación.
- Los ensayos previos a la puesta en servicio y verificaciones periódicas de comprobación del aislamiento principal y de la cubierta para líneas eléctricas con conductores aislados con pantalla.
- Los ensayos de medida de la resistencia del circuito de puesta a tierra y, si corresponde, medida de las tensiones de contacto en líneas con cables aislados instalados en galerías visitables.
- Las verificaciones previas a la puesta en servicio y periódicas con la periodicidad mínima establecida la normativa eléctrica y de seguridad industrial.

**CR5.3** Los equipos -telurómetro, medidor de aislamiento, pértiga detectora, multímetro, pinza amperimétrica, ohmímetro, cámara termográfica, equipo verificador de la continuidad de los conductores, entre otros-, los equipos y medios de protección individual y colectivos utilizados en la verificación o inspección de las líneas eléctricas de alta tensión se emplean, cumpliendo la normativa eléctrica y de seguridad industrial, los procedimientos de trabajos de afectación al riesgo eléctrico, la de prevención sobre riesgos laborales y comprobando que todos los equipos y medios disponen del certificado de homologación y calibración.

**RP6:** Elaborar el manual de instrucciones de servicio y mantenimiento de las líneas eléctricas de alta tensión, cumpliendo la normativa eléctrica y de seguridad industrial aplicable, las normas particulares de la empresa distribuidora o de transporte de energía eléctrica y las internas de la empresa propietaria, si fuera el caso, y estableciendo los procedimientos de trabajo para la prevención y protección del riesgo eléctrico.

**CR6.1** El manual de instrucciones de servicio se elabora, especificando las condiciones de puesta en servicio, de funcionamiento y de seguridad, así como las actuaciones que deben seguirse en caso de avería o de emergencia.

**CR6.2** El manual de mantenimiento se redacta, especificando los procedimientos de supresión y reposición de la tensión, los procesos de trabajo recogidos para maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones, los parámetros a controlar, las operaciones a realizar, así como los medios empleados y periodicidad de las actuaciones o, en su defecto, los criterios que definen la necesidad de realizar una determinada intervención en la línea.

**CR6.3** El manual de mantenimiento se redacta, incluyendo los planos y croquis en planta de la línea eléctrica de alta tensión, así como aquellos de perfiles y detalles que se consideren para el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo de la instalación, indicando, entre otros, cruzamientos y paralelismos con otras infraestructuras y líneas eléctricas, accesos a los apoyos, los tipos de apoyos, aislamiento y conductores de cada vano, tipo de cimentación empleada en cada apoyo, longitud general de la línea y la particular de cada vano, así como el término municipal por el que discurre la línea.

**RP7:** Elaborar la documentación técnica correspondiente al estudio básico de seguridad y salud y al documento de gestión medioambiental, para el montaje y

puesta en servicio de la instalación de la línea eléctrica de alta tensión, respetando la normativa aplicable sobre prevención de riesgos laborales, gestión medioambiental con las recomendaciones de la DIA o del Informe de Impacto Ambiental, donde sea aplicable, y gestión de residuos.

**CR7.1** Los factores de riesgo eléctrico asociados a las operaciones montaje y puesta en servicio de las líneas eléctricas de alta tensión (supresión y reposición de la tensión, ejecución de trabajos sin tensión o con tensión, maniobras locales, preparación y realización de trabajos en proximidad, entre otros) se identifican, precisando cada uno de ellos, siguiendo el protocolo establecido por la empresa de transporte y distribución de energía eléctrica.

**CR7.2** Los riesgos no eléctricos (exposición a ruidos, caída de objetos desprendidos, caída al mismo o distinto nivel, punzonamientos, entre otros) se definen, asociándolos a trabajos en altura, lugares confinados, emplazamientos con riesgo de incendio o explosión, a condiciones climatológicas adversas -lluvia, frío, calor, viento y radiaciones solares, entre otros-, adoptando los procedimientos adecuados de trabajo y las medidas de prevención y protección individual y colectiva según la normativa sobre Prevención de riesgos laborales.

**CR7.3** El estudio básico de seguridad y salud se elabora, teniendo en cuenta los materiales, equipos y herramientas empleados en el montaje, mantenimiento y explotación, verificando que cumplen las especificaciones de los fabricantes y los principios de la acción preventiva (evitar o evaluar los riesgos, tener en cuenta la evolución técnica, planificar la prevención, dar las instrucciones a los trabajadores, entre otros).

**CR7.4** El documento de gestión medioambiental se redacta, teniendo en cuenta la normativa aplicable sobre protección medioambiental, recopilando información sobre la protección de la avifauna, los acuíferos y las especies protegidas que puedan verse afectadas por la nueva instalación objeto del proyecto, incluyendo un apartado dedicado a la gestión de residuos (reutilización, valorización, traslado a gestor autorizado, medidas preventivas para evitar la contaminación, responsabilidades sobre la gestión de cada de residuo y trazabilidad de los mismos, entre otros).

## Contexto profesional

### Medios de producción

Equipos informáticos. Programas informáticos para diseño, cálculo y simulación de instalaciones líneas de alta tensión. Aplicaciones informáticas de dibujo tipo CAD o BIM. "Software" de planificación de proyectos. Acceso telemático a bases de datos de proveedores y productos- marcas, referencias, precios, entre otros-Instrumentos de dibujo técnico. Periféricos de impresión y trazado de planos - impresoras, escáner, reproductora de planos, trazador de dibujo técnico o plotter, entre otros. Calculadora. Programas informáticos de cálculo y simulación. Tablas y gráficos.

### Productos y resultados

Memoria descriptiva, justificando la necesidad de la línea eléctrica de alta tensión, elaborada. Equipos, elementos y materiales de la línea eléctrica de alta tensión, seleccionados. Planos de trazado general, de emplazamiento, de planta y perfil, de detalles a escala normalizada y de esquemas funcionales de la instalación de la línea eléctrica de alta tensión, elaborados. Costes de la instalación de la línea eléctrica de alta tensión para obtener el presupuesto general, determinados. Protocolo de verificaciones e inspecciones para la línea eléctrica de alta tensión, elaborado. Manual de instrucciones de servicio y mantenimiento de la línea eléctrica de alta tensión, elaborado. Documentación técnica correspondiente al Estudio básico de Seguridad y Salud, elaborado.

### Información utilizada o generada

Normas externas de trabajo (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. Normativa sobre prevención de riesgos laborales. Normalización electrotécnica nacional e internacional-UNE, CEI, CENELEC, entre otras-. Normas sobre compatibilidad electromagnética. Eficiencia energética. Normas de las Comunidades Autónomas. Normativa sobre seguridad industrial. Documentación de fabricantes de herramientas, equipos y medios de protección individual. Catálogos técnico-comerciales de fabricantes de equipos y materiales. Manual sobre el riesgo eléctrico). Normas internas de trabajo (Proyectos tipo de compañías eléctricas, proyectos, MTD, programas de aprovisionamiento para montaje y mantenimiento, procedimientos y protocolos de pruebas y puesta en servicio. Normas internas de empresas de transporte y distribución de energía). Documentación administrativa (certificado de la instalación, declaración responsable de inicio de actividad, permisos y licencias, manual de uso y prevención de riesgos laborales, entre otros). Normativa sobre protección medioambiental.

## UNIDAD DE COMPETENCIA 3

### Desarrollar proyectos de instalaciones eléctricas de centros de transformación

Nivel: 3

Código: UC0833\_3

Estado: Tramitación BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Elaborar la memoria del proyecto del centro de transformación (CT), a partir de los requisitos de la clientela particular o de la red de distribución de energía eléctrica, para definir las características generales de los elementos y equipos, atendiendo el programa de necesidades y cumpliendo la normativa medioambiental y los criterios de eficiencia, de calidad y de seguridad industrial.

**CR1.1** El informe de necesidades se redacta, recogiendo datos para la elaboración de la memoria descriptiva del proyecto del CT (necesidad, emplazamiento, titularidad inicial y final, elementos y características, relación de normas y especificaciones particulares aplicables a las empresas de producción, transporte y distribución de energía eléctrica, planificación, estudio de los campos magnéticos en la proximidad de la instalación, entre otros).

**CR1.2** La ubicación del proyecto del CT se establece, definiendo su situación y emplazamiento mediante coordenadas geográficas basadas en la proyección cartográfica (UTM - Universal Transverse Mercator) y geolocalización, así como cualquier otra posible interferencia.

**CR1.3** Los datos fundamentales para el dimensionamiento del CT se generan, partiendo del informe de necesidades y de la potencia instalada, describiendo el punto de suministro y la viabilidad del proyecto.

**CR1.4** El CT (intemperie o aéreo y de interior), los equipos, la traza de líneas de acometida, las dimensiones y elementos incluidos en los planos generales de la instalación se emplazan, teniendo en cuenta los requerimientos de seguridad industrial y cumpliendo con la normativa eléctrica de aplicación.

**CR1.5** Las características generales del CT a incluir en la memoria del proyecto se completan, teniendo en cuenta:

- La tipología del CT (subterráneo, prefabricado, superficie, entre otros), categoría, tensión normalizada, intensidad de falta, entre otras, para cumplir los requerimientos de la compañía eléctrica suministradora.
- La descripción detallada del local, obra civil, punto de medida, puesta a tierra, cuadro general de baja tensión e instalaciones secundarias para tener una visión global del alcance.
- El tipo de conductores y su aislamiento, las intensidades de cortocircuito admisibles, los accesorios de montaje, la transición aéreo-subterránea, la tipología de canalizaciones, entre otras, para la definición del entronque con la red existente y minimización de afecciones.
- Las interferencias con servicios existentes, adaptando el proyecto a las limitaciones propias de la ubicación, tales como canalizaciones de agua, alcantarillado, cables de energía, gas, telecomunicaciones y depósitos o canalizaciones de carburantes.

**CR1.6** Los dispositivos de protección y seccionamiento (seccionadores, interruptores automáticos, seccionadores de puesta a tierra, entre otros) en alta y baja tensión se determinan, una vez estudiadas las necesidades y el punto de entronque, definiendo el número

de celdas (de línea, de seccionamiento, de medida, de protección), transformadores, así como las unidades de protección, de automatismo y control.

**CR1.7** Las medidas de gestión de residuos y protección medioambiental se planifican, incorporándolas en el proyecto, definiendo los tipos de aislante y de ventilación, el ecodiseño en transformadores, las zonas de almacenamiento en obra, incluyendo acopio de materiales, para evitar derrames, mezclas entre materiales, entre otros.

**RP2:** Desarrollar los cálculos eléctricos y mecánicos justificativos del CT para asegurar el dimensionamiento y selección de los equipos proyectados, a partir de los datos del terreno y de la red existente, según emplazamiento, asegurando el cumplimiento de la normativa eléctrica aplicable.

**CR2.1** Los trabajos de obra civil para la instalación del CT se determinan, calculando a partir de los datos del terreno, las dimensiones y pesos de los equipos a instalar, las ventilaciones necesarias para el centro y las canalizaciones y distancias de seguridad requeridas con otras instalaciones existentes.

**CR2.2** Los elementos eléctricos y componentes del sistema en el desarrollo del proyecto del CT se definen, calculando parámetros eléctricos tales como:

- Las intensidades de las líneas en AT y BT y otros parámetros eléctricos para el dimensionamiento de los equipos, embarrados de AT y BT, puentes, entre otros.
- Las resistencias, reactancias, caída de tensión y pérdida de potencia para el dimensionamiento de las líneas de acometida.
- Los cálculos de parámetros de cortocircuito para equipos y ajustes de protecciones.
- La puesta a tierra, según valores admisibles de la tensión aplicada, en función de la corriente de falta.
- La densidad de corriente, la sollicitación electrodinámica, la sollicitación térmica y las protecciones frente a sobrecargas y cortocircuitos del transformador o transformadores.

**CR2.3** La ejecución del proyecto se completa, desarrollando otros cálculos justificativos para evitar el incumplimiento de normativa, tales como:

- Los cálculos de ventilación -natural o forzada- o, en caso de ser un CT subterráneo, vertical u horizontal incluyendo ensayos certificados (pérdidas en vacío y en carga).
- El estudio de ruido del CT, considerando factores como el efecto bóveda del local, el suelo, paredes, bandejas de cables, estructuras, armónicos de tensión, pérdidas grandes en el hierro, entre otros).
- El cálculo y limitación de campos electromagnéticos, considerando líneas y circuitos aéreos y subterráneos, transformadores y embarrados, entre otros.

**CR2.4** Los programas informáticos empleados en el desarrollo de proyectos de CT se utilizan para calcular y dimensionar todos los equipos a construir e instalar, garantizando el funcionamiento de los mismos y la seguridad de las personas, instalaciones existentes y la protección del medio ambiente.

**RP3:** Elaborar los planos del proyecto para garantizar la viabilidad técnica del CT, de acuerdo con el emplazamiento, atendiendo a las especificaciones y elementos del mismo y aplicando los criterios normativos de la compañía eléctrica distribuidora.

**CR3.1** La situación y emplazamiento del CT, objeto del proyecto, se dibuja con las coordenadas correspondientes, detallando en el plano los servicios y calles anexas.

**CR3.2** La planta del CT, las cotas, las celdas y los transformadores se representan en un plano de planta propio de CT, definiendo distancias de seguridad con el resto de instalaciones.



**CR3.3** La envolvente del CT se define con un plano de alzado, detallando la tipología y los elementos constructivos del mismo.

**CR3.4** La puesta a tierra de las masas metálicas y de servicio del CT se detallan, especificando secciones y profundidades en un plano dedicado, garantizando el cumplimiento de la normativa para la seguridad de las personas.

**CR3.5** Los esquemas unifilares de AT y BT se elaboran, asignando posiciones a transformadores, líneas de entrada-salida para entronques o anillos y consumidores de BT, quedando reflejados parámetros eléctricos de equipos, embarrados e interconexiones.

**CR3.6** La conexión del CT al sistema de AT existente se precisa en un plano de definición de entronque, especificando el punto de conexión con la red y las canalizaciones en AT y BT acotadas, y teniendo en cuenta interferencias o cruzamientos.

**RP4:** Determinar el presupuesto del CT a partir de mediciones y cuadros de precios para la definición del precio de referencia y el cálculo de tasas, aplicando baremos y precios de mercado y conforme a las especificaciones del proyecto.

**CR4.1** El conjunto de las unidades de obra para la ejecución del proyecto del CT se determinan con un precio unitario, considerando incluidos los trabajos, los medios auxiliares y los materiales para la ejecución de la unidad de obra definida, sirviendo de base al contrato.

**CR4.2** Las unidades de obra para la ejecución del proyecto del CT se definen con un precio descompuesto, desglosando en él materiales, medios auxiliares y humanos de la unidad, para abonar o ampliar las obras incompletas o adicionales cuando por rescisión, extensión u otra causa las unidades de obra no coincidan con las inicialmente proyectadas.

**CR4.3** El presupuesto total para la ejecución del proyecto del CT se establece en el documento presupuesto y mediciones, contemplando los trabajos que se deben ejecutar, las mediciones y los precios unitarios de cada una de las unidades de obra definidas.

**CR4.4** El presupuesto total para la ejecución del proyecto se recoge en el documento resumen de presupuesto, esquematizando los precios por capítulos de unidades de obra.

**CR4.5** Las unidades de obra incluidas en el documento se ajustan al proyecto, cumpliendo las especificaciones técnicas, pliego de condiciones y marco normativo.

**CR4.6** Los documentos generados se registran oficialmente, usándose como base de presupuesto general para tramitaciones con los organismos a los que esté sometido el CT por su naturaleza y ubicación.

**RP5:** Elaborar el pliego de condiciones del CT a proyectar, para garantizar las calidades de los materiales y la ejecución de las instalaciones, atendiendo a condiciones de uso y mantenimiento, cumpliendo la normativa sobre condiciones de servicio y seguridad.

**CR5.1** Las calidades de los materiales se describen en un capítulo específico, delimitando datos constructivos de cada uno de los componentes para asegurar el funcionamiento de las instalaciones a lo largo de su vida útil.

**CR5.2** Las normas de ejecución del CT se recogen en un documento específico, analizando el alcance total de los trabajos y la inclusión de todas las aplicables para asegurar la calidad de las instalaciones, contemplándolas como de obligado cumplimiento.

**CR5.3** Las revisiones e inspecciones reglamentarias se definen, asignando tareas sobre cada uno de los suministros o trabajos a realizar para garantizar el cumplimiento de las calidades y normas de ejecución.

**CR5.4** Las condiciones de uso, el libro de mantenimiento y seguridad se desarrollan, definiendo las limitaciones de uso y las revisiones de los equipos proyectados, según las recomendaciones

de los fabricantes y los requerimientos propios de la instalación para asegurar la durabilidad de los mismos.

**CR5.5** El cumplimiento del reglamento de servicio del CT y de las cinco reglas de oro en trabajos sin tensión se comunica, detallando requerimientos de colocación de cartelería, extintores, distintas pértigas y otros equipos de seguridad, garantizando la seguridad de las personas en operaciones y maniobras.

**CR5.6** El conjunto de certificados y de documentación para la tramitación técnica y administrativa del CT se recoge en un dossier de información, garantizando su disponibilidad en tiempo y forma y cumpliendo con los procesos correspondientes.

**CR5.7** Los procedimientos de puesta en marcha, secuencia de trabajos y verificaciones ante eventos o paradas programadas se detallan en un dossier de operación del CT, asegurando la secuencia.

**RP6:** Elaborar el plan de seguridad y salud laboral y el manual de mantenimiento para el proyecto del CT, asegurando el cumplimiento de la normativa eléctrica y sobre condiciones de servicio y de seguridad aplicable, atendiendo a las características de la obra, al análisis de riesgos en el proceso de puesta en operación y garantizando la trazabilidad documental.

**CR6.1** El plan de seguridad y salud laboral se elabora, contemplando las medidas a adoptar para la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales que puedan ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores, aplicando técnicas que reduzcan los riesgos teniendo en cuenta:

- La garantía de la salud e integridad física de los trabajadores.
- Las acciones o situaciones peligrosas a evitar por improvisación, insuficiencia o falta de medios.
- Las atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen.
- Los costes de las medidas de protección y prevención.
- El tipo de medidas de protección a emplear en función del riesgo.
- La detección de los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra.

**CR6.2** El plan de seguridad y salud se define, asegurando la disponibilidad de las versiones actualizadas de normativa aplicable.

**CR6.3** El proyecto y la afección al entorno donde se desarrolla el CT se analiza, estudiando las interferencias y las necesidades del mismo, definiendo el punto de suministro de energía eléctrica para la construcción, agua potable, vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos, vías de acceso/evacuación, entre otras.

**CR6.4** Los riesgos (caídas al mismo o distinto nivel, caídas de objetos, choques y golpes, proyecciones, riesgo eléctrico por contactos directos o indirectos, por descarga atmosférica, por incendios y exposición a temperaturas extremas, entre otros) se analizan, especificando los asociados a colocación de soportes y embarrados, montaje de celdas y aparataje, transformador de potencia, cuadros de baja tensión, tendido y conexionado de cables de AT y BT, entre otros.

**CR6.5** La secuencia de operaciones de puesta en tensión del CT se recoge en un documento específico (manual de mantenimiento), asegurando el cumplimiento los libros de operación de cada uno de los equipos instalados para garantizar la seguridad de las personas y las instalaciones.

**CR6.6** El plan de seguridad y salud se completa, incluyendo los aspectos generales de la instalación-la apertura del centro de trabajo, requerimientos de disponibilidad de caseta, botiquín, entre otros- para garantizar la tramitación administrativa y las condiciones exigibles ante cualquier evento.

**RP7:** Tramitar la legalización del centro de transformación (CT), presentando la documentación requerida ante la administración para la obtención de las correspondientes actas de servicio.

**CR7.1** Los ensayos reglamentarios -medida y certificación- se efectúan, comprobando los valores para el funcionamiento del aislamiento de los cables instalados, las tierras-de las masas metálicas y de servicio-, los ensayos funcionales del equipo eléctrico y de la parte de la instalación, las tensiones de paso y de contacto, las pruebas funcionales de los relés de protección y de los enclavamientos montados en obra y la protección de las personas, la integridad y funcionalidad de los materiales que pueden resultar afectados por una incorrecta instalación de montaje o por defecto de fabricación de los materiales empleados.

**CR7.2** Las instalaciones que por su naturaleza deban ser operadas por la compañía distribuidora para su explotación se ceden, aportando por parte del titular (cedente) a la compañía eléctrica distribuidora (cesionaria) la documentación relativa a las autorizaciones administrativas eléctricas, ambientales y urbanísticas, elevándose a escritura pública para su formalización.

**CR7.3** Las declaraciones de conformidad de los equipos y materiales se aportan, elaborando un dossier con la información presentada por cada uno de los fabricantes.

**CR7.4** La resolución de aprobación de la construcción de las instalaciones a ceder según proyecto técnico administrativo presentado se tramita a través de la autorización administrativa, mediante el dossier correspondiente a la administración pública competente donde estén ubicadas.

**CR7.5** El certificado de instalación, según el modelo establecido por la administración pública competente, se obtiene una vez finalizadas las obras, tramitando el documento con una empresa instaladora autorizada y habilitada en alta tensión.

**CR7.6** El certificado final de obra, según modelo establecido por la administración pública competente, se obtiene, tramitando la documentación e incluyendo las variaciones de lo ejecutado respecto al proyecto original presentado.

**CR7.7** La autorización de explotación se tramita, solicitando la emisión del acta de puesta en servicio por parte de la administración pública competente, debiendo tener suscrito un contrato de mantenimiento con una empresa mantenedora autorizada en el caso de ser una instalación particular.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Equipos informáticos. Aplicaciones informáticas de diseño tipo CAD o BIM, cálculo y simulación de instalaciones de CT. "Software" de planificación de proyectos. Acceso telemático a bases de datos de proveedores y productos-marcas, referencias, precios, entre otros-. Dispositivos informáticos asociados: impresoras, escáner, reproductora de planos, trazador de dibujo técnico o plotter, entre otros. Tablas y gráficos.

### Productos y resultados

Memoria del proyecto del centro de transformación (CT), elaborada. Cálculos eléctricos y mecánicos justificativos del CT, desarrollados. Planos del proyecto para garantizar la viabilidad técnica del CT, elaborados. Presupuesto del CT a partir de mediciones y cuadros de precios, determinado. Pliego de condiciones del CT a proyectar, elaborado. Plan de seguridad y salud laboral para el proyecto del CT, elaborado. Legalización del centro de transformación (CT) presentando la documentación, tramitada.

### Información utilizada o generada

Normas externas de trabajo (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión -REBT. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad de instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad de líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. Normativa sobre prevención de riesgos laborales. Normalización electrotécnica nacional e internacional -UNE, CEI, CENELEC, entre otras-. Código técnico de edificación (CTE-DB-HR). Normas de la Administración de los diferentes ámbitos territoriales. Ordenanzas municipales. Documentación de fabricantes de herramientas, equipos y medios de protección individual. Catálogos técnico-comerciales de fabricantes de equipos y materiales). Normas internas de trabajo (Fichas y registros. Proyectos tipo de compañías eléctricas). Documentación administrativa (certificado de la instalación, certificado final de obra, autorización de explotación, acta de puesta en servicio, plan de seguridad y salud, entre otros). Normativa sobre protección medioambiental.

## UNIDAD DE COMPETENCIA 4

### Desarrollar proyectos de instalaciones de alumbrado exterior

Nivel: 3

Código: UC0834\_3

Estado: Tramitación BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Determinar las características y la disposición de los equipamientos y materiales de las instalaciones de alumbrado exterior, a partir de especificaciones y criterios previos de diseño, cumpliendo la normativa técnica y de eficiencia energética aplicable.

**CR1.1** El proyecto de instalaciones de alumbrado exterior se desarrolla, cumpliendo las condiciones de potencia previstas en la normativa eléctrica y de eficiencia energética aplicable, determinando niveles de iluminación según las horas, consiguiendo ahorro energético.

**CR1.2** La instalación de alumbrado exterior se configura, teniendo en cuenta el tipo de instalación (autopistas, carreteras, calles, parques, plazas, pasos elevados o subterráneos, jardines, entre otros), la previsión de cargas, el tipo de terreno por el que discurre, las posibles acometidas existentes, las características del trazado, las interferencias con otras instalaciones, el volumen de tráfico, el control telemático, entre otros.

**CR1.3** Los esquemas funcionales y generales de una instalación de alumbrado exterior se completan, recogiendo entre otros datos:

- La descripción de las zonas a iluminar indicando su situación, uso y superficie.
- La disposición de los puntos de luz (unilateral, tresbolillo, pareada, suspendida, entre otras), en función de la ubicación y tipología.
- El estudio lumínico de la instalación mediante un programa informático.
- La ubicación de zanjas, arquetas, báculos y columnas, luminarias y lámparas, equipos y componentes, entre otros.
- La situación y características de los cuadros de protección, medida y control de los circuitos de alimentación.
- Las líneas de puesta a tierra según el tipo de instalación.

**CR1.4** Las magnitudes eléctricas (intensidad máxima admisible, sección de los conductores, momento eléctrico, caídas de tensión, pérdidas de potencia, entre otras) se calculan, utilizando tablas, programas informáticos y procedimientos establecidos.

**CR1.5** Las magnitudes luminotécnicas (iluminancia y luminancia máxima, las uniformidades media, extrema y longitudinal en su caso, índice específico de la luminaria, control del deslumbramiento molesto, incremento de umbral correspondiente al deslumbramiento perturbador, entre otros) se calculan para cada tipo de instalación, utilizando tablas, programas informáticos y procedimientos, cumpliendo la normativa según el propietario de la vía a iluminar.

**CR1.6** La red de tierra de la instalación se configura, de acuerdo con las medidas de seguridad industrial y la normativa técnica aplicable, teniendo en cuenta el tipo de instalación y evitando que pueda tener una derivación a esta red.

**CR1.7** Las características funcionales y técnicas de la instalación de alumbrado exterior, los equipos, elementos y su finalidad se reúnen, recogiendo en el informe de especificaciones o en las fichas técnicas.

**RP2:** Seleccionar los equipos, elementos y materiales requeridos para el desarrollo del proyecto de las instalaciones de alumbrado exterior, a partir del informe de especificaciones, criterios de calidad y cumpliendo la normativa de seguridad industrial, prevención de riesgos laborales y gestión de residuos.

**CR2.1** Los parámetros de selección de los elementos de la instalación-tipo, características nominales, entre otros- se determinan, ajustándose a las especificaciones técnicas, al tipo de instalación y cumpliendo con la normativa aplicable y de ahorro energético.

**CR2.2** El modelo y rango de los soportes, luminarias, conductores, accesorios eléctricos y otros materiales de la instalación se seleccionan de acuerdo a los valores obtenidos en los cálculos, cumpliendo su función y garantizando la compatibilidad, fiabilidad y durabilidad.

**CR2.3** Los elementos de la instalación se identifican con las referencias de marca, modelo, rangos, entre otros, del fabricante y con la información que determine la norma u homologación de aplicación correspondiente.

**CR2.4** Los componentes de la instalación de alumbrado exterior-cables, redes de BT, soportes de luminarias, luminarias, conductores, equipos eléctricos, protecciones, entre otros, se eligen en función del informe de especificaciones o fichas técnicas y cumpliendo las garantías de suministro, costes y ahorro energético.

**CR2.5** La trazabilidad de los residuos se registra en el plan de gestión, identificando los puntos de recogida, almacenaje y tratamiento a través de gestores autorizados.

**CR2.6** El informe final de especificaciones de la instalación de alumbrado exterior se elabora, recogiendo el listado general de equipos, elementos y medios de seguridad, incluyendo las referencias técnicas, normas de homologación, identificación de fabricantes y precios unitarios, permitiendo elaborar la memoria, los presupuestos, el pliego de condiciones y el estudio básico de seguridad y salud.

**RP3:** Elaborar o adaptar, en su caso, los planos de trazado general, emplazamiento, detalle y esquemas funcionales de las instalaciones de alumbrado exterior a partir de los croquis, esbozos y esquemas realizados, usando sistemas normalizados y los criterios de diseño requeridos en el proyecto.

**CR3.1** La representación de los planos de la instalación de alumbrado exterior se realiza, teniendo en cuenta:

- La simbología normalizada (normas UNE) y, en su caso, con las normas internas de la empresa.
- La identificación de los circuitos o sistemas y de sus componentes.
- El sistema de representación y la escala adecuados a los contenidos de los planos.
- El funcionamiento secuencial de la instalación.
- Los valores característicos en cada circuito y las especificaciones de los equipos y de los elementos constituyentes de la instalación.
- El uso de programa de diseño asistido por ordenador.

**CR3.2** Los croquis, esquemas unifilares, planos de conexionado y montaje se dibujan, cumpliendo las especificaciones y criterios de diseño, consiguiendo los niveles de calidad establecidos en el proyecto para elaborar los planos de la instalación eléctrica de alumbrado exterior.

**CR3.3** Los planos generales -de situación y emplazamiento- se elaboran a la escala requerida en el proyecto, definiendo la localización de la instalación de alumbrado exterior.

**CR3.4** Los esquemas de trazado de la instalación se realizan, teniendo en cuenta las características del terreno, su ubicación, otro tipo de instalaciones -agua, gas, saneamiento, telecomunicaciones, entre otros -permitiendo el mantenimiento sostenible y seguro para las personas y equipos.

**CR3.5** Los planos de distribución relativos a cruzamientos, paralelismos, pasos y demás situaciones reguladas se delimitan, identificando numéricamente las separaciones mínimas que se imponen a cada uno de ellos y las medidas de seguridad y balizamiento necesarias.

**CR3.6** Los planos de soportes, cimentaciones, tipos de luminarias, tomas de tierra, entre otros se completan, utilizando la escala requerida, detallando aspectos como los tipos de columna a utilizar y la cimentación necesaria, entre otros.

**CR3.7** El emplazamiento de los soportes, báculos, equipos y sus elementos definidos en los planos generales de la instalación se efectúa, teniendo en cuenta el ángulo de apertura de luz de las luminarias a utilizar, los requerimientos de seguridad industrial y ordenanzas municipales.

**RP4:** Determinar los costes de implantación de proyecto de alumbrado exterior para obtener el presupuesto general, definiendo las unidades de obra y las cantidades de cada una de ellas, aplicando precios unitarios establecidos, a partir de la documentación técnica del proyecto.

**CR4.1** Las unidades de obra se establecen, comprobando que se ajustan a las especificaciones técnicas del proyecto en el pliego de condiciones.

**CR4.2** Las unidades de obra establecidas se descomponen, obteniendo sus características y el coste total de la instalación, aplicando procedimientos establecidos, determinando, entre otros:

- Los elementos que la componen, las mediciones, unidades y las cantidades de cada una de ellas.
- Las operaciones que hay que realizar y la mano de obra que interviene.
- Las condiciones de calidad del montaje.
- El tiempo estimado para la ejecución.
- El coste total de cada unidad de obra.

**CR4.3** El conjunto de unidades de obra se calcula, contemplando los trabajos a realizar en la implantación del proyecto de alumbrado exterior.

**CR4.4** La información obtenida se redacta en el documento correspondiente, reflejando las mediciones obtenidas, permitiendo la elaboración del presupuesto general y del presupuesto de las obras en las partes que se encuentren sometidas a intervención de organismos.

**RP5:** Elaborar los requisitos y las especificaciones técnicas de las pruebas y ensayos de recepción de las instalaciones de alumbrado exterior y de sus equipamientos y elementos para desarrollo del proyecto, cumpliendo la normativa eléctrica y de seguridad industrial aplicable.

**CR5.1** Las especificaciones técnicas para el suministro de materiales, productos y equipos se definen, destacando sus características, las homologaciones de construcción y condiciones de seguridad, determinando las pruebas de recepción de materiales, equipos y de la instalación para asegurar el nivel de calidad establecido.

**CR5.2** Los componentes de las instalaciones de alumbrado exterior se registran, incluyendo las lámparas, luminarias, soportes, columnas, equipos auxiliares, dispositivos de regulación del flujo luminoso, cuadros de alumbrado, entre otros.

**CR5.3** Las condiciones de selección de los equipos y elementos de la instalación (marcado CE, requisitos de seguridad, perturbación radioeléctrica, compatibilidad electromagnética, fichas

técnicas de los componentes) se determinan, aplicando criterios de calidad y homologación y detallándolas en la documentación.

**CR5.4** Las condiciones de recepción de la instalación de alumbrado exterior se especifican comprobando la caída de tensión, equilibrio de cargas, medición de aislamiento y tierra, protecciones, separación entre puntos de luz, entre otros incluyéndolas en la documentación correspondiente.

**CR5.5** Las condiciones de almacenamiento y manipulación para el montaje de equipos y elementos de la instalación se establecen, siguiendo las recomendaciones del fabricante y cumpliendo la normativa sobre prevención de riesgos laborales (PRL).

**CR5.6** Los parámetros (resistencia, aislamiento, tensiones de contacto, entre otros) que deben cumplir las redes de tierra se configuran, indicando el rango de valores especificado en la normativa eléctrica.

**CR5.7** La documentación técnica utilizada para elaborar las especificaciones técnicas de la instalación de alumbrado y los hitos del proyecto se recopila, utilizando recursos informáticos.

**RP6:** Elaborar la documentación para el estudio básico de seguridad y salud, el manual de usuario y de mantenimiento de las instalaciones de alumbrado exterior, cumpliendo la normativa aplicable sobre prevención de riesgos laborales, protección medioambiental y gestión de residuos.

**CR6.1** El manual de instrucciones de servicio se elabora, especificando las condiciones de puesta en marcha, funcionamiento y seguridad, las actuaciones que deben seguirse en caso de avería o emergencia y las instrucciones de uso de equipos y componentes (programación del crepuscular).

**CR6.2** El manual de mantenimiento se elabora, especificando los procedimientos de parada y puesta en servicio, los puntos de inspección, parámetros a controlar, operaciones a realizar (reposiciones masivas de lámparas, limpieza de luminarias, entre otras), los medios empleados y la periodicidad de las actuaciones, realizando un análisis anual de consumos.

**CR6.3** Los factores de riesgo asociados a las operaciones (transporte de materiales, montaje de báculos, trabajos en altura, montaje de luminarias, entre otros) de la ejecución de la instalación de alumbrado exterior se identifican, estableciendo un protocolo de actuación determinado por la empresa instaladora.

**CR6.4** Los riesgos asociados (caídas al mismo o distinto nivel, contactos eléctricos, atrapamientos, choques o golpes, izado de cargas, entre otros) al desarrollo del proyecto se identifican, estableciendo las medidas preventivas, las protecciones individuales y colectivas a utilizar, cumpliendo la normativa sobre seguridad industrial.

**CR6.5** El estudio básico de seguridad y salud se redacta o modifica, teniendo en cuenta las instrucciones de manipulación de equipos y materiales suministrado por el fabricante, la experiencia obtenida en obras de similares características y la designación del coordinador de seguridad y salud de la obra por parte del promotor.

**CR6.6** El plan de gestión de residuos se redacta, recogiendo la identificación y la cantidad a generar, la segregación según el tipo, la previsión de operaciones de reutilización de los mismos, el destino de los no reutilizables, entre otros.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Equipos informáticos. Programas informáticos para diseño, cálculo y simulación de instalaciones de redes de alumbrado exterior. Aplicaciones informáticas de dibujo tipo CAD o BIM. "Software" de planificación de proyectos. Acceso telemático a bases de datos de proveedores y productos-marcas,



referencias, precios, entre otros-. Instrumentos de dibujo técnico. Periféricos de impresión y trazado de planos -impresoras, escáner, reproductora de planos, trazador de dibujo técnico o plotter, entre otros. Calculadora. Programas informáticos de cálculo y simulación. Tablas y gráficos.

### Productos y resultados

Características y disposición de los equipamientos y materiales de las instalaciones de alumbrado exterior, determinadas. Equipos, elementos y materiales requeridos para el desarrollo de las instalaciones de alumbrado exterior, seleccionados. Planos de trazado general, emplazamiento, detalle y esquemas funcionales de las instalaciones de alumbrado exterior, elaborados o adaptados, en su caso. Costes de implantación del proyecto de alumbrado exterior, determinados. Requisitos y especificaciones técnicas de las pruebas y ensayos de recepción de las instalaciones de alumbrado exterior, elaborados. Documentación para el estudio básico de seguridad y salud, manual de usuario y de mantenimiento de las instalaciones de alumbrado exterior, elaborada.

### Información utilizada o generada

Normas externas de trabajo (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión -REBT. Reglamento de Eficiencia Energética para instalaciones de Alumbrado Exterior -REEAE y Guía de Aplicación. Normativa sobre prevención de riesgos laborales. Normalización electrotécnica nacional e internacional -UNE, CEI, CENELEC, entre otras-. Normas sobre compatibilidad electromagnética. Normas de la Administración de los diferentes ámbitos territoriales. Ordenanzas municipales. Documentación de fabricantes de herramientas, equipos y medios de protección individual. Catálogos técnico-comerciales de fabricantes de equipos y materiales). Normas internas de trabajo (Fichas y registros. Proyectos tipo de compañías eléctricas. Proyectos y MTD). Documentación administrativa (certificado de la instalación, declaración responsable de inicio de actividad, permisos y licencias, manual de uso y prevención de riesgos laborales, entre otros). Normativa sobre protección medioambiental.

## MÓDULO FORMATIVO 1

### Desarrollo de proyectos de redes eléctricas de baja tensión

|                   |  |
|-------------------|--|
| Nivel:            | 3  |
| Código:           | MF0831_3   |
| Asociado a la UC: | UC0831_3 - Desarrollar proyectos de redes eléctricas de baja tensión |
| Duración (horas): | 180  |
| Estado:           | Tramitación BOE  |

### Capacidades y criterios de evaluación

- C1:** Recoger antecedentes técnicos y administrativos de un proyecto de red eléctrica de BT, teniendo en cuenta las características de las instalaciones existentes y las solicitudes realizadas, elaborando una memoria descriptiva a partir de la normativa técnica y medioambiental con la ayuda de reportajes fotográficos.
- CE1.1** Redactar un informe de especificaciones de una red eléctrica de baja tensión a partir de los datos recogidos (finalidad, emplazamiento, localización de las instalaciones, conductores y sección, equipos y elementos, antecedentes técnicos y administrativos, entre otros), recogiendo los datos para la elaboración de la memoria.
- CE1.2** Efectuar la coordinación con otros organismos afectados por la realización del proyecto de la red eléctrica de BT, tomando datos, posición de las instalaciones, estado de los elementos, mediciones, adaptaciones constructivas, entre otras, recopilando las reuniones y visitas.
- CE1.3** Representar hitos del proyecto a desarrollar, comprobando los requisitos de diseño, mediante cronogramas, diagramas de Gantt y otras herramientas, utilizando programas informáticos.
- CE1.4** En un supuesto práctico de configuración de una red eléctrica de distribución en baja tensión, tener en cuenta las siguientes actividades:
- Definir los valores nominales de la red (tensión, nivel de aislamiento, corriente de cortocircuito, entre otros) según las características del proyecto.
  - Describir el tipo de red (mallada, radial) y su ejecución (aérea o subterránea), considerando la red existente.
  - Calcular la previsión de cargas, determinando la potencia de la red de distribución.
  - Identificar el trazado y composición, acometidas, canalizaciones, cajas y armarios de seccionamiento, caracterizando la red eléctrica de baja tensión.
  - Definir el esquema de distribución empleado en la conexión (TT, IT, TN) y el trazado del conductor neutro, asegurando su continuidad.
- C2:** Caracterizar equipos, materiales y elementos auxiliares para desarrollar un proyecto de redes eléctricas de BT, partiendo de los requisitos y criterios técnicos establecidos en la normativa técnica aplicable en materia de seguridad y prevención de riesgos laborales.
- CE2.1** Elegir método y sistemas de instalación (posada sobre fachada o tensada sobre poste, subterráneas directamente enterrada o al aire en galerías registrables o visitables), caracterizándolas según la normativa eléctrica aplicable a redes eléctricas de suministro de energía en baja tensión.

**CE2.2** Cuantificar los materiales para las obras del proyecto, comprobando las previsiones y condiciones de entrega, según cronograma.

**CE2.3** Seleccionar materiales, cables, accesorios, canalizaciones en base a las necesidades de un proyecto, cumpliendo los criterios de intercambiabilidad, suministro, costes y homologación.

**CE2.4** Desglosar un listado con los equipos, elementos de la instalación y medios de seguridad de una red eléctrica de baja tensión, redactando un informe que establezca los plazos y certificaciones presupuestarias.

**CE2.5** En un supuesto práctico de programación de trabajos de montaje de una red eléctrica de baja tensión, realizando las siguientes acciones:

- Examinar las condiciones de ejecución de la instalación, comprobando su viabilidad.
- Estimar los parámetros a controlar, definiéndolos según el tipo de red eléctrica de baja tensión.
- Cuantificar las unidades de obra, valorando el proyecto.
- Asignar los recursos humanos, evaluando los trabajos del proyecto.
- Definir los materiales según el tipo de red eléctrica de baja tensión (aérea o subterránea).
- Evaluar los tiempos de ejecución, asignándolos a cada trabajo.

**C3:** Desarrollar cálculos eléctricos y mecánicos de una red eléctrica de baja tensión, permitiendo la elaboración de planos (generales, trazados de canalizaciones, ubicación de equipos, esquemas unifilares y multifilares, detalle de elementos, entre otros), usando escalas normalizadas y según la normativa eléctrica aplicable.

**CE3.1** En un supuesto práctico de cálculos eléctricos de una red subterránea de baja tensión, tener en cuenta las siguientes acciones:

- Determinar las intensidades máximas admisibles en régimen permanente, considerando las condiciones de instalación tipo (enterradas o al aire).
- Identificar los factores de corrección si la instalación no es considerada tipo (temperatura, resistividad térmica del terreno, número de circuitos instalados en contacto mutuo directamente enterrados, en tubos o en bandejas), aplicando los que afecten a la red eléctrica de baja tensión.
- Definir la intensidad de cortocircuito admisible en función de los conductores elegidos.
- Comprobar la caída de tensión máxima y las pérdidas de potencia permitidas por la empresa distribuidora.
- Calcular los elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, cumpliendo los parámetros de la red eléctrica de baja tensión (intensidad del conductor, intensidad de la canalización, valores normalizados de fusibles, entre otros).

**CE3.2** En un supuesto práctico de cálculos mecánicos de una red aérea de baja tensión, considerar las siguientes acciones:

- Definir las cargas y sobrecargas (cargas permanentes, fuerzas debidas al viento, sobrecargas motivadas por el hielo), ubicando la instalación en zona A, B o C según normativa eléctrica.
- Determinar la tracción máxima admisible en los cables, comprobando los fenómenos vibratorios, la flecha máxima, entre otros.
- Caracterizar los apoyos (alineación, ángulo, estrellamiento, final de línea), comprobando el tipo de esfuerzo (longitudinal, vertical, transversal) y la hipótesis de viento con las aplicaciones informáticas.

**CE3.3** Configurar la puesta a tierra de una instalación conforme a los criterios de seguridad eléctrica, comprobando la conexión del neutro de las redes de distribución de las compañías eléctricas a tierra en el centro de transformación o central generadora de alimentación.

**CE3.4** Agrupar en un índice codificado los esquemas de representación de elementos de la red eléctrica de baja tensión, facilitando la identificación y correspondencia entre ellos.

**CE3.5** En un supuesto práctico de elaboración de planos y esquemas de una red eléctrica de baja tensión, obteniendo la representación de la red eléctrica:

- Identificar simbología y escala normalizada, dependiendo del tipo de plano.
- Utilizar coordenadas GPS o UTM, ubicando equipos y elementos.
- Definir las condiciones de cruzamiento, paralelismos y proximidades con otros servicios, cumpliendo la normativa eléctrica.
- Determinar los elementos constructivos y características eléctricas de los circuitos, dependiendo del tipo de red eléctrica.
- Elegir el tipo de conductor normalizado y sus secciones, cumpliendo normativa eléctrica.
- Definir los elementos de protección y seccionamiento y sus características, cumpliendo las prescripciones del proyecto.

**CE3.6** Utilizar "software" de diseño (CAD, BIM, entre otras), representando y actualizando las fases del proyecto.

**CE3.7** Dibujar planos generales de ubicación de la red eléctrica de baja tensión a escala normalizada, definiendo el trazado, longitud y otras instalaciones afectadas, permitiendo el mantenimiento de la instalación.

**C4:** Desarrollar el presupuesto general de una red eléctrica de baja tensión desglosando conceptos, mano de obra, materiales, cuadro descompuestos y precios.

**CE4.1** Redactar un informe justificativo, reflejando el importe unitario de los precios que servirá de base para calcular y determinar presupuestos de la obra, comprobando que las partidas presupuestarias cumplen las especificaciones técnicas del proyecto incluidas en el pliego de condiciones.

**CE4.2** Elaborar una planificación de trabajos, considerando el programa estimado, el programa definitivo, fecha de comienzo y horario de ejecución de los mismos contemplada en el conjunto de partidas.

**CE4.3** Determinar elementos de la unidad de obra por partidas-coste horario, dividiéndolas por categorías, maquinaria, materiales a pie de obra, costes indirectos y precios unitarios.

**CE4.4** Calcular el importe de la hora de utilización de maquinaria considerando los seguros, el valor de reposición, las reparaciones generales, los mantenimientos preventivos, el periodo de uso, entre otros.

**CE4.5** Valorar los materiales, teniendo en cuenta los costes de adquisición, transporte, carga, descarga y cánones de gestión de residuos.

**CE4.6** Contemplar en un presupuesto los cálculos y mediciones de los elementos de seguridad en el trabajo, incluidos en el estudio básico de seguridad y salud del proyecto.

**CE4.7** En un supuesto práctico de realización de las partidas presupuestarias para obtener el desglose, obteniendo el coste total:

- Definir los elementos que las componen según el proyecto de la red eléctrica de baja tensión.
- Determinar las mediciones con sus unidades, indicando las cantidades correspondientes.
- Indicar las operaciones, las condiciones de montaje, la mano de obra que interviene y el tiempo estimado para la ejecución, cumpliendo las condiciones de calidad.
- Calcular el coste total de cada unidad de obra y el coste total de la instalación.
- Redactar un documento resumen del presupuesto general, recogiendo la información para su elaboración.

**C5:** Definir especificaciones técnicas, pruebas y ensayos de los elementos e instalaciones a recepcionar en las redes eléctricas de baja tensión, partiendo de la documentación técnica del proyecto, del plan de calidad y del plan de seguridad.

**CE5.1** Especificar las características técnicas, normativa eléctrica aplicable, especificaciones particulares de las empresas suministradoras y homologaciones de construcción para el suministro de los materiales, aparataje, productos y equipos.

**CE5.2** Detallar las pruebas de recepción de materiales y equipos e indicar los criterios de calidad y las condiciones de seguridad, incluyéndolas en la documentación técnica de un proyecto.

**CE5.3** Verificar que el montaje de los equipos y elementos de una red de distribución de baja tensión se realiza cumpliendo las condiciones de almacenamiento y de manipulación indicadas por el fabricante.

**CE5.4** Especificar parámetros (resistencia de aislamiento, intensidades máximas de cortocircuito, entre otros) que deben cumplir las redes eléctricas de baja tensión, indicando inequívocamente cada unidad de medida y sus valores, en base a los requisitos reglamentarios y las especificaciones particulares de las empresas suministradoras.

**CE5.5** Definir pruebas funcionales y ensayos a realizar antes de la puesta en marcha y durante la explotación y el mantenimiento de redes eléctricas de baja tensión (ensayo de resistencia de aislamiento de los conductores de fase y neutro y resistencia de aislamiento entre cada conductor y el neutro), incluyéndolas en la documentación técnica de un proyecto.

**C6:** Redactar la documentación requerida (estudio básico de seguridad y salud y plan de gestión de residuos) para la ejecución de redes eléctricas de BT, cumpliendo la normativa eléctrica y la de seguridad industrial protegiendo el medioambiente.

**CE6.1** Identificar factores de riesgo asociados a las operaciones de ejecución de instalaciones (transporte de materiales, trabajos en altura, izado de apoyos, cimentación de los apoyos, tensado de conductores, colocación de elementos de sujeción y poleas, demoliciones, apertura y cierre de zanjas, entre otros), estableciendo un protocolo de actuación.

**CE6.2** Especificar riesgos asociados al desarrollo de un proyecto (electrocución, choque eléctrico, quemaduras, incendios, golpes, caídas, impactos, entre otros), determinando las medidas preventivas, los elementos de señalización y las protecciones eléctricas y mecánicas a utilizar (guantes aislantes para trabajos en baja tensión, ropa de trabajo adecuada, casco de seguridad aislante con barboquejo, guantes de protección contra el arco eléctrico, calzado de trabajo, entre otras).

**CE6.3** Redactar un estudio básico de seguridad y salud, teniendo en cuenta los materiales, equipos y herramientas empleados en el montaje de la red eléctrica de baja tensión, las instrucciones del fabricante y las especificaciones particulares de las empresas suministradoras y cumpliendo los principios de la acción preventiva (comprobación de las técnicas y procedimientos de trabajo, de la formación e información de los trabajadores, verificación de procedimientos, entre otros).

**CE6.4** En un supuesto práctico de elaboración de un plan de residuos de una red eléctrica de distribución en baja tensión, realizar las siguientes acciones:

- Identificar los productos contaminantes, teniendo en cuenta las intervenciones realizadas.
- Evaluar las situaciones de riesgo ambiental, cumpliendo la normativa de protección medioambiental.
- Elaborar un plan de gestión de residuos, definiendo los tipos de residuos y su tratamiento, las medidas preventivas para evitar la contaminación y la trazabilidad de los mismos.

**C7:** Desarrollar manuales asociados a la explotación, uso y mantenimiento de una red eléctrica de baja tensión, utilizando información técnica.

**CE7.1** Redactar un manual de instrucciones de servicio, detallando las condiciones de puesta en marcha, de funcionamiento y de seguridad, así como las actuaciones en caso de avería o de emergencia.

**CE7.2** Elaborar un manual de uso de la red eléctrica de distribución en baja tensión, especificando los parámetros controlados y los procedimientos de parada y puesta en servicio.

**CE7.3** En un supuesto práctico de elaboración de un programa de mantenimiento de una red de distribución de baja tensión, redactando las siguientes intervenciones:

- Indicar los puntos de inspección y verificación, incluyéndolos en los planos de la red eléctrica de baja tensión.

- Realizar las operaciones de verificación e inspección, cumpliendo la periodicidad de las actuaciones.

- Incluir las especificaciones técnicas de los fabricantes de equipos, recogiéndolas con las de las empresas suministradoras de energía eléctrica.

**CE7.4** Elaborar los manuales de operación de los equipos que integran una instalación, organizándolos, clasificándolos y recopilándolos como parte de la documentación técnica de un proyecto de una red eléctrica de baja tensión.

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

C1 respecto a CE1.4; C2 respecto a CE2.5; C3 respecto a CE3.1, CE3.2 y CE3.5; C4 respecto a CE4.7; C6 respecto a CE6.4 y C7 respecto a CE7.3.

### Otras Capacidades:

Ejecutar correctamente las instrucciones que recibe responsabilizándose de la labor que desarrolla en su ámbito de competencias.

Adaptarse a la organización, a sus cambios estructurales y tecnológicos, así como a situaciones o contextos nuevos.

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

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

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Respetar la igualdad de trato y de oportunidades en el ámbito laboral.

## Contenidos

### 1 Elaboración de la memoria descriptiva de las redes eléctricas de baja tensión

Proyectos. Documentos: memoria descriptiva, pliego de condiciones, planos, presupuesto, cálculos justificativos, estudio básico de seguridad y salud. Memoria técnica de diseño (MTD). Documentación técnica y administrativa de las redes eléctricas en BT. Informes técnicos. Compañías suministradoras. Organismos oficiales. Coordinación de actividades. Clasificación de las redes eléctricas en baja tensión. Redes aéreas. Redes subterráneas. Tipos de redes (en anillo, radial). Características generales. Valores nominales (tensión de la red, nivel de aislamiento, corriente de cortocircuito, entre otros). Sistemas de conexión del neutro y masas. Definición de intensidad, potencia, impedancias, factor de potencia en sistemas trifásicos, entre otros. Esquemas de distribución para protección contra choques eléctricos en caso de defecto y contra sobreintensidades. Esquema TN (TN-S, TN-C, TN-C-S). Esquema TT. Esquema IT. Aplicación de los

tres tipos de esquemas. Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (REBT). Guía de aplicación del REBT. Normas UNE, CENELEC, ISO. Normativa medioambiental. Programas informáticos para la elaboración de la memoria descriptiva.

## 2 Selección de los equipos de las redes eléctricas de baja tensión

Métodos de instalación. Selección de materiales. Redes aéreas: tipos de conductores y naturaleza, alcance, designación del cable y marcado. Aisladores, elementos de sujeción, apoyos, tornapuntas. Redes subterráneas: Tipos de conductores y naturaleza, alcance, designación del cable y marcado. Sistemas de instalación: directamente enterrados, en canalizaciones entubadas, galerías, atarjeas, bandejas, directamente en la pared. Cuadros de distribución, apartamento de protección y control, armarios, cajas generales, elementos auxiliares. Equipos de medida, sistemas de comunicación. Catálogos y tarifas de fabricantes de material eléctrico. Tipos de transformadores, grupos de conexión, y envolventes. Equipos y materiales homologados por compañías distribuidoras, organismos y empresas. Métodos de coordinación y control. Aplicaciones informáticas de selección de materiales. Normativa sobre seguridad industrial y sobre prevención de riesgos laborales.

## 3 Realización de cálculos eléctricos y mecánicos de las redes eléctricas de baja tensión

Cálculos mecánicos en redes aéreas: Cargas y sobrecargas, clasificación zonal. Tracción máxima de los conductores, flecha máxima y apoyos. Cálculo eléctrico: Métodos de cálculo de la sección. Tensión de la red y esquema de distribución conexión a tierra del neutro. Intensidad. Previsión de cargas. Potencia máxima admisible. Caídas de tensión máxima en régimen de carga. Intensidad de cortocircuito. Sistemas de protección: protección contra sobreintensidades. Tablas de selección, tipo y clases de fusibles, intensidad de fusión, intensidad asignada, intensidad de los conductores cargados. Tablas de secciones mínimas e Intensidades máximas admisibles del REBT. Representación esquemática en planos. Escalas. Coordenadas GPS. Simbología normalizada. Representación en planta. Esquemas unifilares y multifilares. Planos de detalle y montaje de los elementos eléctricos. Listado de materiales y referencias cruzadas en esquema y plano de los elementos de la instalación. Bases de datos. Métodos de impresión. Formatos informáticos para creación, edición y visualización de esquemas y planos. Formatos y soportes informáticos para entrega de documentación. Tipos de impresión para la documentación, tamaños, impresoras, plotters. Herramientas y aplicaciones informáticas de diseño (CAD, BIM, entre otras). Normativa aplicable para diseño de planos eléctricos. Normas UNE, ISO.

## 4 Elaboración de presupuestos y unidades de obra de redes eléctricas de baja tensión

Presupuestos: tipos, organización, capítulos y unidades de obra. Mediciones. Precios unitarios. Presupuestos parciales. Resumen del presupuesto. Partidas presupuestarias. Codificación, naturaleza o tipo de concepto. Resumen. Rendimiento o cantidad presupuestada. Importe del presupuesto. Tarifas de fabricantes y proveedores. Revisiones y actualizaciones de precios. Costes totales. Presentación de ofertas y concursos. Porcentajes y márgenes. Certificaciones y liquidaciones de cierre de obra. Herramientas de desarrollo de "software" para realización de presupuestos.

## 5 Elaboración de especificaciones técnicas de pruebas y ensayos de redes eléctricas de baja tensión

Documentación de partida. Planificación de las actuaciones previas, obra civil, montaje e instalación. Elaboración de procedimientos de suministro de instalaciones, equipos, materiales y apartamento. Partes de recepción y control del material. Identificación de instalaciones, equipos y apartamento: fabricante, marca, modelo, características técnicas, entre otros. Identificación de materiales: características, calidad y homologaciones. Control de existencias y almacenaje. Uso de

herramientas informáticas para la realización del plan de recepción y montaje. Verificaciones previas a la puesta en servicio. Verificación de la instalación según planos y esquemas. Comprobación visual de elementos de la instalación: envolventes, tendido de los conductores, identificación de las fases y neutro, conexiones, empalmes, derivaciones, puestas a tierra, distancias de seguridad, entre otros. Calibrado de los dispositivos de protección. Equipos de comprobación y medida. Pruebas y ensayos funcionales y de medida en las instalaciones: continuidad, conductividad de tierras, resistencia de tierra/neutro, resistencia de aislamiento, secuencia de fases, entre otros. Recepción de la instalación. Procedimientos de parada y puesta en servicio. Agentes que intervienen en la recepción y puesta en servicio: titular, proyectista, dirección facultativa, empresa instaladora, organismo de control autorizado, empresa suministradora. Certificado de instalación. Inspecciones reglamentarias. Tipos de inspecciones: previas y periódicas ITC BT-05. Clasificación de las inspecciones: favorable, condicionada y negativa. Clasificación de defectos: muy grave, grave y leve. Certificados de inspecciones periódicas. Plazos de validez. Elaboración de informes. Trámites con la empresa suministradora: descargos, autorizaciones, soporte documental, entre otros.

## 6 Elaboración del estudio básico de seguridad y salud, y del plan gestión de residuos de una red eléctrica de baja tensión

Trabajo y la salud. Normativa sobre prevención de riesgos laborales, seguridad e higiene. La ley de prevención de riesgos laborales. Organismos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo. Estudio básico de seguridad y salud. Riesgos laborales y su prevención. Riesgos en la manipulación de herramientas y equipos. Riesgos en la manipulación de instalaciones. Riesgos asociados al almacenamiento y transporte de cargas. Riesgos frecuentes en instalaciones eléctricas (electrocución, choque eléctrico, quemaduras, incendios, entre otros). Protección frente al riesgo eléctrico. Riesgos mecánicos (golpes, caídas, impactos, sobreesfuerzos, entre otros). Trabajos en altura. El fuego. Riesgos derivados de la carga de trabajo: Fatiga mental. Fatiga física. La insatisfacción laboral. La protección de los trabajadores. Protección individual. Protección colectiva. Tipos de accidentes. Situaciones de emergencia. Actuación en caso de emergencia: evaluación del accidentado. Primeros auxilios. Planes de emergencia y evacuación. Protección medioambiental y gestión de residuos. Normativa y legislación medioambiental. Ahorro energético en redes eléctricas de baja tensión: sistemas de control y eficiencia energética. Eficiencia energética de las líneas. Emisiones de CO<sub>2</sub> por kg de cable. Sección económica y amortización ecológica. Riesgos medioambientales más comunes en el montaje y mantenimiento de redes eléctricas de baja tensión. Protección de avifauna. Las técnicas de manipulación e instalación de redes eléctricas de baja tensión. Clasificación, tratamiento y control de residuos conforme a normativa medioambiental. Gestión de residuos.

## 7 Elaboración del manual de instrucciones, de uso y mantenimiento de una red eléctrica de baja tensión

Condiciones de puesta en marcha de la instalación. Condiciones de índole administrativo: certificados, permisos, libros de órdenes, entre otros. Características de funcionamiento de la red de baja tensión. Parámetros a controlar. Aspectos y parámetros de regulación. Procedimiento de actuación ante averías. Elaboración de planes de mantenimiento preventivo y correctivo. Puntos de inspección, criterios de revisión, frecuencia. Mantenimiento técnico-legal obligatorio según reglamentación y normativa aplicable. Mantenimiento predictivo. Modelos de informes de mantenimiento. Elaboración de fichas, registros y tablas de puntos de revisión. Histórico de averías. Procedimiento de parada y puesta en marcha. Recopilación y clasificación de manuales de operaciones de los componentes de la instalación. Descripción y funcionamiento de los componentes de la instalación. Especificaciones técnicas de los fabricantes.



## 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:

- Instalación de 3 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el desarrollo de proyectos de redes eléctricas de baja tensión, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con este 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

### Desarrollo de proyectos de redes eléctricas de alta tensión

|                   |  |
|-------------------|--|
| Nivel:            | 3  |
| Código:           | MF0832_3   |
| Asociado a la UC: | UC0832_3 - Desarrollar proyectos de redes eléctricas de alta tensión |
| Duración (horas): | 210  |
| Estado:           | Tramitación BOE  |

### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Desarrollar la memoria descriptiva de una línea eléctrica de alta tensión, considerando los requisitos derivados de su categoría a partir de las especificaciones y criterios previos de diseño, determinando las características generales y cumpliendo con la normativa eléctrica, de seguridad industrial y medioambiental.

**CE1.1** Redactar un informe de especificaciones que contenga datos de la línea objeto del proyecto- finalidad, titularidad, emplazamiento, naturaleza y secciones de los conductores, relación de bienes afectados, entre otros.

**CE1.2** En un supuesto práctico de configuración de una línea eléctrica de alta tensión, contemplar:

- Calificar la línea eléctrica según su tensión nominal y el sistema al que pertenece.
- Clasificar el tipo de línea eléctrica de alta tensión (aérea o subterránea) y su instalación.
- Determinar la previsión de carga, la potencia a transportar y la intensidad máxima según el tipo de línea eléctrica de alta tensión.
- Definir el pasillo medioambiental y orografía del trazado, entre otros, por donde discurriría la línea eléctrica.
- Distinguir las diferentes calificaciones de los terrenos por los que discurre la línea de acuerdo a lo reflejado en el catastro.
- Especificar accesos, entorno, dimensiones y características del terreno, entre otras, para configurar los electrodos de puesta a tierra.

**CE1.3** En un supuesto práctico de realización de los esquemas funcionales y generales de una línea eléctrica de alta tensión, definir los siguientes aspectos:

- Determinar los tramos aéreos o subterráneos del trazado de la línea.
- Describir el trazado de la línea (longitud, perfil, vanos, cantones, flecha máxima de los conductores, entre otros), indicando las provincias y términos municipales afectados.
- Identificar los puntos singulares (cruzamientos, paralelismos, entre otros) para su geolocalización, reflejando los datos del propietario.
- Definir los elementos de la línea de alta tensión subterránea indicando conductores, zanjas, arquetas, galerías y cajas de empalme, entre otros.
- Definir los elementos de la línea aérea de alta tensión (conductores, apoyos, herrajes, aisladores y elementos de señalización, entre otros).
- Ajustar el diseño de la línea al proyecto tipo de la empresa distribuidora o transportista, si es el caso.

**CE1.4** Realizar los cálculos eléctricos de una línea (intensidades máximas, caídas de tensión y pérdidas de potencia, entre otros), teniendo en cuenta:

- Los regímenes de funcionamiento y los parámetros eléctricos de las líneas (resistencia, inductancia, capacitancia, entre otros).
- Las intensidades de cortocircuito máximas admisibles según el tipo (cortocircuito trifásico, fase - fase, fase - tierra, bifásico, entre otros).
- El efecto corona y las perturbaciones radioeléctricas en los conductores.
- La coordinación de aislamiento según la rigidez dieléctrica de los materiales, de las tensiones de la red y de las condiciones geográficas y ambientales.
- Las protecciones contra cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones permanentes y transitorias, normalizadas para el tipo de línea eléctrica.
- El sistema de puesta a tierra según el tipo de instalación (aérea o subterránea), el tipo y material del apoyo, la ubicación de los apoyos (zonas frecuentadas o no, pública concurrencia, accesible o inaccesible), el método de puesta a tierra del neutro en origen de la red eléctrica a la que se conecta la línea objeto del proyecto.

**CE1.5** Realizar los cálculos mecánicos de una línea eléctrica de alta tensión teniendo en cuenta:

- Las cargas sobre los apoyos, incluyendo el peso propio de los conductores, los esfuerzos sobre el apoyo de los semivanos en función de la geometría de la línea, las fuerzas del viento sobre los componentes de las líneas (apoyos, conductores y cadenas de aisladores) y las sobrecargas por hielo.
- El desequilibrio de tracciones en apoyos de alineación, ángulo y fin de línea.
- La tracción máxima, los efectos de los fenómenos vibratorios y las flechas máximas de los conductores y cables de tierra en función de las cargas y temperaturas de las condiciones reglamentarias de diseño de la línea, determinando para ello las correspondientes tablas de tendido.
- El tipo y la cantidad del aislamiento, teniendo en cuenta las condiciones geográficas del trazado de la línea, su altura sobre el nivel del mar, la cercanía a las costas o la proximidad a zonas de intensa niebla o contaminación ambiental.

**CE1.6** Realizar los cálculos mecánicos de una línea eléctrica subterránea de alta tensión, considerando las conducciones, infraestructuras y edificaciones existentes de forma que se cumplan las prescripciones reglamentarias.

**CE1.7** Proteger la avifauna de una zona por donde transcurre la línea eléctrica aérea de alta tensión instalando los dispositivos anticolidión, antielectrocución y antinidificación, sobre todo en zonas de especial protección de aves.

**C2:** Caracterizar los equipos, elementos y materiales que conforman la línea eléctrica de alta tensión, de acuerdo al informe de especificaciones y las normas particulares de las compañías eléctricas, cumpliendo con la normativa técnica y de seguridad industrial.

**CE2.1** Seleccionar elementos y materiales de una línea eléctrica de alta tensión, respondiendo a las normas de homologación del sector y según los definidos en los proyectos tipo de las compañías de transporte o distribución, cuando proceda.

**CE2.2** Elegir el modelo y rango de equipos, conductores y accesorios eléctricos, de acuerdo con los valores obtenidos en los cálculos reglamentarios, asegurando el cumplimiento de su función y garantizando la compatibilidad, fiabilidad, durabilidad, suministro y optimización de costes.

**CE2.3** Identificar los elementos de una línea (equipamiento, cableado, apartamento de seccionamiento, corte y protección, entre otros), siguiendo el sistema de codificación normalizado, incorporando las referencias de marca, modelo, rango, entre otros, del fabricante seleccionado y con la información que determine la norma u homologación correspondiente.

**CE2.4** Elaborar un informe sobre equipamientos, medios y materiales de seguridad seleccionados, incluyendo el listado general con las referencias técnicas, normas de

homologación, identificación de fabricantes y precios unitarios, entre otros datos, usando la información y recursos informáticos requeridos, permitiendo el desarrollo posterior de la memoria descriptiva, pliego de condiciones, los presupuestos generales y de obra y el estudio básico de seguridad y salud.

**C3:** Diseñar los planos de una línea de alta tensión (general, de emplazamiento, planta, perfiles y detalles) y los esquemas funcionales de la instalación, utilizando escalas normalizadas, según las especificaciones, criterios de diseño y calidad y cumpliendo la normativa eléctrica y de seguridad industrial aplicable.

**CE3.1** En un supuesto práctico de realización de los planos de una línea eléctrica aérea de alta tensión:

- Utilizar la simbología normalizada y, en su caso, la definida en las normas internas de las empresas distribuidoras de energía eléctrica.
- Identificar los elementos o sistemas y sus componentes (conductores, apoyos y su cimentación, crucetas, aisladores, herrajes, descargadores y aparamenta, entre otros).
- Representar la línea con el sistema y escala requerida según el contenido del plano (trazado o planta general, detalles, emplazamiento, esquema funcional, entre otros).
- Aplicar las especificaciones y los criterios de definición de la línea (naturaleza del terreno, protecciones, entre otros).
- Geolocalizar los apoyos, municipios, fincas y servicios afectados por la línea eléctrica.
- Usar programas de diseño asistido por ordenador (CAD o BIM) aprobados por la administración y aceptados por la empresa eléctrica.

**CE3.2** Identificar gráficamente una representación de los elementos, su agrupación, así como, los sistemas de referencia y codificación en los planos, permitiendo conocer las relaciones establecidas entre ellos, el seguimiento secuencial del funcionamiento de la instalación, los valores característicos en cada circuito, las especificaciones de los equipos y los elementos constituyentes de la instalación, entre otros.

**CE3.3** Elaborar unos planos de situación y emplazamiento, utilizando la escala normalizada, recogiendo la localización y accesos de la línea eléctrica, incluyendo datos y cotas topográficas de puntos singulares de la línea eléctrica de alta tensión y la ubicación de otro tipo de instalaciones.

**CE3.4** Dibujar unos planos del perfil longitudinal y planta para líneas aéreas utilizando las escalas indicadas en la normativa aplicable, situándose en planta los servicios que existan y verificando las distancias reglamentarias, las coordenadas de los apoyos y puntos singulares, la numeración de los apoyos, el tipo y sistema de fijación de los conductores, la escala kilométrica con las longitudes de los vanos y cantones, los ángulos de trazado, la altitud de los principales puntos del perfil, entre otros.

**CE3.5** Señalar cruzamientos, paralelismos, pasos y otras situaciones reguladas, detallándolo explícita y numéricamente en los planos, especialmente en las redes eléctricas subterráneas de alta tensión, cumpliendo las separaciones mínimas establecidas en cada caso de acuerdo con los estándares y proyectos tipo de las empresas transportistas y distribuidoras.

**CE3.6** Detallar esquemas de trazado de la línea eléctrica de alta tensión recogiendo las magnitudes (longitud de los vanos y cantones, altitud de los apoyos, flecha máxima, distancias, entre otros) en los puntos y tramos característicos, representando su perfil.

**C4:** Elaborar un presupuesto de instalación de una línea eléctrica de alta tensión, definiendo las unidades de obra y las cantidades requeridas de cada una,

aplicando precios unitarios y criterios de calidad, a partir de la documentación técnica del proyecto.

**CE4.1** Definir unidades de obra ajustándose a las especificaciones técnicas del proyecto y a las recogidas en el pliego de condiciones, calculando el conjunto de unidades para realizar el proyecto.

**CE4.2** En un supuesto práctico de elaboración de unas unidades de obra para obtener su coste:

- Definir los elementos que las componen, indicando las cantidades de cada una con su unidad correspondiente.
- Determinar las operaciones de los trabajos efectivos y las condiciones de montaje y la mano de obra prevista.
- Estimar el tiempo de ejecución considerando el proyecto de la instalación.
- Calcular el coste total de cada unidad de obra y el coste total de la instalación.
- Utilizar programas informáticos, presentando los resultados en un modelo aprobado por el promotor de la obra, identificando las diferentes unidades de obra y calculando el coste global y particular de cada una de las partidas en que se divide el proyecto.

**CE4.3** Redactar la información correspondiente al presupuesto de obra, en un documento, recogiendo el presupuesto general de las obras y las partidas para ejecutar el proyecto.

**C5:** Desarrollar un protocolo de verificaciones e inspecciones (periódicas y de puesta en servicio) en líneas de alta tensión aéreas y subterráneas, cumpliendo la normativa eléctrica y de seguridad industrial y las normas de las compañías de transporte y distribución.

**CE5.1** Realizar la programación de la verificación inicial y periódica de las líneas de alta tensión, así como de su puesta en servicio, realizando ensayos, inspección visual, termográfica, localización de averías en cables, entre otros, cumpliendo con la normativa aplicable y definiendo el alcance de las inspecciones.

**CE5.2** Indicar la cualificación profesional y las acreditaciones exigidas a personas técnicas dedicadas a la realización de inspecciones, así como las normas de uso de los equipos de medida (telurómetro, medidor de aislamiento, pértiga aislante con detector de tensión, multímetro, pinza amperimétrica, ohmímetro, cámara termográfica, equipo verificador de la continuidad de los conductores, entre otros), su calibración y los Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para que los trabajos se ejecuten en condiciones de seguridad.

**CE5.3** En un supuesto práctico de redacción de un acta de verificación de la línea eléctrica de alta tensión:

- Definir los datos de la línea de alta tensión, permitiendo su identificación.
- Incluir la relación de defectos encontrados, posibilitando su corrección en el plazo establecido.
- Definir los planes de corrección y, en su caso, observaciones al respecto en función del defecto de la instalación (muy grave, grave o leve).
- Estimar los plazos de resolución de las anomalías para conectarla a la red.

**C6:** Redactar el manual de instrucciones de servicio y mantenimiento de una línea eléctrica de alta tensión cumpliendo la normativa eléctrica y de seguridad industrial aplicable, las normas particulares de la empresa distribuidora o de transporte de energía eléctrica y las internas de la empresa propietaria, si fuera el caso, y estableciendo los procedimientos de trabajo para la prevención y protección del riesgo eléctrico.

**CE6.1** Elaborar un manual de instrucciones de servicio, especificando las condiciones de puesta en servicio, de funcionamiento y de seguridad de la línea, así como las actuaciones que deben seguirse en caso de avería o de emergencia.

**CE6.2** Realizar un manual de mantenimiento, especificando los procedimientos de supresión y reposición de la tensión, los procesos de trabajo recogidos para maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones, los parámetros a controlar, las operaciones a realizar, los medios empleados y la periodicidad de las actuaciones o, en su defecto, los criterios que definen la necesidad de realizar una determinada intervención en la línea.

**CE6.3** Redactar un manual de mantenimiento, incluyendo los planos y croquis en planta de la línea eléctrica de alta tensión, así como, perfiles y detalles considerados para el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo de la instalación, indicando cruzamientos y paralelismos con otras infraestructuras y líneas eléctricas, accesos a los apoyos, los tipos de apoyos, aislamiento y conductores de cada vano, tipo de cimentación empleada en cada apoyo, longitud general de la línea y la particular de cada vano, el término municipal por el que discurre la línea, entre otros.

**C7:** Redactar la documentación técnica correspondiente al estudio de seguridad y salud y a la gestión medioambiental del proyecto de la línea de alta tensión.

**CE7.1** Identificar los factores de riesgo eléctrico asociados a las operaciones montaje y puesta en servicio de las líneas eléctricas de alta tensión (supresión y reposición de la tensión, ejecución de trabajos sin tensión o con tensión, maniobras locales, preparación y realización de trabajos en proximidad, entre otros), precisando cada uno de ellos, siguiendo el protocolo establecido por la empresa de transporte y distribución de energía eléctrica.

**CE7.2** Definir riesgos de origen no eléctrico (exposición a ruidos, caída de objetos desprendidos, caída al mismo o distinto nivel, punzonamientos, entre otros), asociándolos a trabajos en altura, lugares confinados, emplazamientos con riesgo de incendio o explosión, a condiciones climatológicas adversas -lluvia, frío, calor, viento y radiaciones solares, entre otros, adoptando los procedimientos adecuados de trabajo y las medidas de prevención y protección individual y colectiva según la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

**CE7.3** Elaborar un estudio de seguridad y salud teniendo en cuenta los materiales, equipos y herramientas empleados en el montaje, mantenimiento y explotación de la línea de alta tensión, verificando que cumplen las especificaciones de los fabricantes y los principios de la acción preventiva (evitar o evaluar los riesgos, tener en cuenta la evolución técnica, planificar las medidas de prevención de las personas que realizan trabajos y darles instrucciones, entre otros).

**CE7.4** Redactar el documento de gestión medioambiental, teniendo en cuenta la normativa aplicable sobre protección medioambiental, recopilando información sobre la protección de la avifauna, los acuíferos y las especies protegidas que puedan verse afectadas por la nueva instalación objeto del proyecto, incluyendo un apartado dedicado a la gestión de residuos (reutilización, valorización, traslado a gestor autorizado, medidas preventivas para evitar la contaminación, responsabilidades sobre la gestión de cada de residuo y trazabilidad de los mismos, entre otros).

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

C1 respecto a CE1.2 y CE1.3; C3 respecto a CE3.1; C4 respecto a CE4.2 y C5 respecto a CE5.3.

Otras Capacidades:

Ejecutar correctamente las instrucciones que recibe responsabilizándose de la labor que desarrolla en su ámbito de competencias.

Adaptarse a la organización, a sus cambios estructurales y tecnológicos, así como a situaciones o contextos nuevos.

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

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

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Respetar la igualdad de trato y de oportunidades en el ámbito laboral.

## Contenidos

### 1 Elaboración de la memoria descriptiva del proyecto de redes eléctricas de alta tensión

Proyectos. Documentos: memoria descriptiva, pliego de condiciones, planos, presupuesto, cálculos justificativos, estudio de seguridad y salud. Clasificación de las líneas. Categoría de las líneas. Tensiones nominales. Frecuencia de la red. Información catastral de la línea. Configuración. Tipo de instalación de la línea: aérea o subterránea. Canalizaciones. Corriente alterna en sistemas trifásicos. Sistema de referencia de tensiones en sistemas trifásicos. Tensiones. Intensidades. Impedancias y reactancias. Potencias. Factor de potencia, entre otros. Manuales de cables, apoyos, tubos y canalizaciones normalizados. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. Cálculos eléctricos: Previsión de carga. Efecto térmico de la corriente eléctrica sobre los conductores y elementos. Pérdida de potencia. Secciones de conductores e Intensidades máximas admisibles. Factores de corrección. Intensidades máximas de cortocircuito admisible en los conductores de los cables. Fenómenos transitorios. Niveles de aislamiento. Puesta a tierra de una línea de alta tensión. Cálculos mecánicos: Cargas y sobrecargas. Factores influyentes. Tracción máxima admisible. Carga de rotura. Tablas de tendido. Flecha máxima. Vanos de regulación. Cantones. Plantillas de replanteo. Tablas de utilización de apoyos. Tipos de Apoyos. Esfuerzos (en punta, longitudinales, trasversales, entre otros). Distribución de apoyos. Distancias de seguridad. Cruzamientos y paralelismos. Cimentaciones. Hipótesis de Cálculo. Zonas Eléctricas. Prescripciones especiales. Trazado del perfil longitudinal. Normativa medioambiental. Exigencias para los elementos que constituyen las líneas eléctricas de alta tensión. "Software" para la elaboración de la memoria descriptiva y cálculos (eléctricos y mecánicos) de líneas de alta tensión.

### 2 Elección de equipos, materiales y elementos de una línea eléctrica de alta tensión

Conductores a emplear en las líneas aéreas de alta tensión. Conductores desnudos (aluminio-acero), Conductores recubiertos. Conductores en haz. Naturaleza, características, empalmes y conexiones. Designación. Puesta a tierra de apoyos. Conductores a emplear en las líneas subterráneas de alta tensión: constitución, parámetros, designación, empalmes y terminaciones. Instalación y tendido. Técnicas de puestas a tierra. Aparata de maniobra y protección. Seccionadores. Interruptores. Interruptores automáticos. Transformadores de tensión e intensidad. Protección contra sobretensiones. Pararrayos y autoválvulas. Normas de homologación. Referencias técnicas de fabricantes de materiales y equipos. Listado de precios.

### 3 Elaboración de planos a escala normalizada y esquemas funcionales de línea eléctrica de alta tensión

Planos. Tipos de planos. Planos preliminares: croquis, esbozos, esquemas (funcionales, multifilares, entre otros). Planos de ejecución: generales (situación, emplazamiento, replanteo, distribución,

planta, perfil, entre otros), de detalle (cimentaciones, puesta a tierra, derivaciones, entre otros). Plegado de planos. Planos de detalle de montaje de líneas de alta tensión de compañías distribuidoras o de transporte. Escalas. Tipos. Técnicas de representación gráfica de líneas aéreas y subterráneas de alta tensión. Símbolos empleados en la representación de elementos de líneas aéreas y subterráneas de alta tensión. Geolocalización y coordenadas (Lambert y UTM). Sistemas de referencia y codificación. Acotación. Interpretación de planos topográficos y de urbanismo. Equipos informáticos y "software" específico para diseño gráfico-CAD- utilizados en la representación gráfica de líneas aéreas de alta tensión.

#### 4 Elaboración de presupuestos de líneas eléctricas de alta tensión

Definición de hitos. Unidades de obra y mediciones. Elaboración de especificaciones técnicas. Partidas de obra. Presupuestos generales y desglosados: cuadros de precios, baremos, especificaciones de calidad. "Software" de aplicación (bases de datos específicas, materiales, tiempos, precios, entre otros) para las líneas eléctricas de alta tensión.

#### 5 Elaboración del protocolo de verificaciones e inspecciones de las líneas eléctricas de alta tensión

Protocolos de pruebas y puesta en servicio de líneas de alta tensión. Equipos de medida y herramientas. Telurómetro. Medidor de aislamiento de al menos 10 kV. Pértiga aislante con cabeza detectora de tensión según la categoría. Tenaza o multímetro. Medidor de tensiones de paso y contacto. Cámara termográfica. Equipo verificador de la continuidad de conductores. Equipos de prueba de tangente delta. Medida de tensión de paso y de tensión de contacto. Medida de resistencia de puesta a tierra en apoyos de líneas aéreas de alta tensión. Ensayos de aislamiento principal y de cubierta, pantallas y descargas parciales en cables aislados de alta tensión. Normas sobre prevención de riesgos laborales. Boletines de inspección periódica de líneas de alta tensión (contenido, periodicidad y administraciones competentes).

#### 6 Elaboración del manual de instrucciones de servicio y mantenimiento de las líneas eléctricas de alta tensión

Manual de instrucciones de servicio. Estructura y contenidos según normativa eléctrica, de seguridad industrial y normas particulares de las compañías distribuidoras o de transporte de energía eléctrica. Procedimientos de operación y mantenimiento en líneas de alta tensión. Condiciones de puesta en servicio. Mediciones. Ensayos y verificaciones realizadas. Procedimientos de seguridad recogidos en la normativa sobre prevención de riesgos laborales. Parámetros. Criterios para realizar intervenciones en las líneas de alta tensión.

#### 7 Elaboración del estudio básico de seguridad y salud de las líneas eléctricas de alta tensión

Trabajos con tensión. Trabajos sin tensión. Factores y situaciones de riesgo. Riesgo de origen eléctrico y no eléctrico. Riesgo eléctrico. Factores y situaciones. Diferencias entre trabajador autorizado y cualificado. Jefe de trabajo. Aplicación de técnicas de seguridad a medios y equipos. Procedimiento de supresión y reposición de tensión. Trabajos en proximidad. Preparación y ejecución. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva. Trabajos en altura. Trabajos en instalaciones subterráneas y lugares confinados, en condiciones climatológicas adversas. Exposición a agentes físicos, químicos y biológicos. Equipos y procedimientos. Otros riesgos (movimiento manual de cargas, punzonamientos, caídas al mismo o distinto nivel, entre otros). Técnicas de primeros auxilios (posición lateral de seguridad, maniobra de Heimlich, soporte vital básico, entre otros). Evitación de daños a la avifauna e incendios forestales. Análisis del impacto de las líneas



eléctricas. Normativa sobre protección medioambiental. Estudio de Impacto ambiental o, en su caso, Informe de Impacto Ambiental.

## 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:

- Instalación de 3 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el desarrollo de proyectos de redes eléctricas de alta tensión, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con este 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

### Desarrollo de proyectos de instalaciones eléctricas en centros de transformación

|                   |   |
|-------------------|---|
| Nivel:            | 3   |
| Código:           | MF0833_3  |
| Asociado a la UC: | UC0833_3 - Desarrollar proyectos de instalaciones eléctricas de centros de transformación |
| Duración (horas): | 210   |
| Estado:           | Tramitación BOE   |

#### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Desarrollar la memoria descriptiva del proyecto de un centro de transformación partiendo de las necesidades de la red de distribución de energía eléctrica, cumpliendo con los criterios de calidad, eficiencia y con la normativa ambiental y de seguridad industrial.

**CE1.1** Redactar el informe de necesidades a partir de los datos recogidos de un CT, emplazamiento, titularidad, elementos y características, normas y especificaciones particulares de las empresas de producción, transporte y distribución de energía eléctrica, entre otros.

**CE1.2** Establecer el emplazamiento de un CT proyectado, utilizando coordenadas UTM y geolocalización.

**CE1.3** Generar datos para el dimensionamiento de un CT, utilizando el informe de necesidades, la potencia instalada, describiendo el punto de suministro y la viabilidad del proyecto.

**CE1.4** Emplazar un CT, los equipos, la traza de líneas de acometida, las dimensiones y elementos de los planos generales, cumpliendo con la normativa eléctrica y de seguridad industrial de aplicación.

**CE1.5** En un supuesto práctico de elaboración de la memoria de un proyecto de CT, cumpliendo la normativa eléctrica, tener en cuenta:

- Definir el tipo de CT y características como categoría, tensión normalizada, intensidad de falta, entre otras, cumpliendo los requerimientos de suministro de la compañía eléctrica.
- Describir el local, la obra civil, puesta a tierra, instalaciones secundarias entre otras, para tener una visión completa del proyecto del CT.
- Determinar el tipo de conductores, su aislamiento, las canalizaciones, las intensidades de cortocircuito, entre otras definiendo el entronque con la red eléctrica existente.
- Analizar las interferencias con servicios existentes (canalizaciones de agua, alcantarillado, gas, telecomunicaciones, entre otros), incluyéndolas en el proyecto de CT.

**CE1.6** Determinar los dispositivos de protección y seccionamiento de alta y baja tensión (seccionadores, interruptores automáticos, seccionadores de puesta a tierra, entre otros), definiendo el número de celdas, de transformadores, unidades de protección, automatismos y telecontrol, entre otros.

**CE1.7** Planificar las medidas de gestión de residuos y protección medioambiental en función del tipo de aislante, ventilación, zonas de almacenamiento de materiales, entre otros, incorporándolas al proyecto de un CT.

**C2:** Realizar cálculos eléctricos y mecánicos de un centro de transformación (CT) según los datos del terreno y de la red existente, cumpliendo la normativa eléctrica aplicable.

**CE2.1** En un supuesto práctico de definición de trabajos de obra civil para la instalación de un centro de transformación (CT), cumpliendo la normativa eléctrica, tener en cuenta:

- Analizar los datos del terreno, ubicando el CT.
- Calcular los pesos y dimensiones de los equipos, instalándolos en el CT.
- Definir el tipo de ventilación requerida, según el tipo de centro de transformación.
- Analizar las interferencias con canalizaciones existentes, cumpliendo las distancias de seguridad reglamentarias.

**CE2.2** En un supuesto práctico de elección de los elementos eléctricos y componentes de un CT, cumpliendo las especificaciones del proyecto:

- Definir las intensidades de las líneas, en AT y BT, dimensionando los equipos y embarrados.
- Dimensionar los cables de las líneas de acometida, considerando resistencias, reactivas, caída de tensión y pérdida de potencia.
- Calcular los parámetros de cortocircuito, determinando los equipos y las protecciones.
- Dimensionar la red de tierras, calculando la corriente de falta.
- Calcular la densidad de corriente, la sollicitación electrodinámica y térmica y las protecciones frente a sobrecargas, determinando el tipo de transformador o transformadores.

**CE2.3** En un supuesto práctico de cálculos complementarios para la ejecución del proyecto de un CT, asegurando el cumplimiento de la normativa sobre seguridad industrial:

- Calcular la ventilación de un CT (natural o forzada), realizando los ensayos de pérdidas magnéticas (ensayo en vacío) y en los arrollamientos por efecto Joule (ensayo en carga) del transformador o transformadores.
- Efectuar el cálculo acústico del transformador o transformadores de un CT, teniendo en cuenta el efecto bóveda del local, el suelo, paredes, bandejas de cables, estructuras, armónicos de tensión, pérdidas excesivas en el hierro, entre otros.
- Calcular el campo electromagnético en un CT (teniendo en cuenta líneas y circuitos aéreos y subterráneos, transformadores y embarrados), justificando que no se superan los valores establecidos en materia de seguridad industrial, cumpliendo las ordenanzas municipales y usando los sistemas de instalación para minimizarlos.

**CE2.4** Utilizar programas informáticos para el cálculo y dimensionamiento de los equipos de un CT, garantizando el funcionamiento y la seguridad de las personas, de las instalaciones existentes y la protección del medio ambiente.

**C3:** Diseñar los planos del proyecto de un CT, según sus especificaciones, emplazamiento y elementos, aplicando los criterios normativos de la empresa eléctrica suministradora de energía.

**CE3.1** Dibujar la situación y emplazamiento de un CT en un plano, detallando sus coordenadas, servicios y calles anexas.

**CE3.2** Representar la planta de un CT, en un plano específico, incluyendo cotas, celdas y transformadores, asegurando las distancias de seguridad con las instalaciones existentes.

**CE3.3** Definir la envolvente de un CT, en un plano de alzado, detallando la tipología y los elementos constructivos.

**CE3.4** Detallar la puesta a tierra de las masas metálicas y de servicio de un CT, especificando, en un plano propio, secciones y profundidades según la normativa de seguridad para las personas.

- CE3.5** Elaborar esquemas unifilares de AT y BT, situando los transformadores, las líneas de entrada/salida para entronques o anillos y consumidores de BT, reflejando los parámetros eléctricos de equipos, embarrados e interconexiones.
- CE3.6** Definir la conexión de un CT al sistema de AT existente en un plano de entronque, detallando el punto de conexión a la red, las canalizaciones de AT y BT con cotas, interferencias y cruzamientos.
- C4:** Elaborar el presupuesto de un CT, partiendo de las unidades de obra y mediciones, cumpliendo las especificaciones según los precios de mercado para la ejecución del proyecto.
- CE4.1** Asignar un precio unitario a cada una de las unidades de obra necesarias para la ejecución del proyecto de un CT, asegurando la inclusión de los costes asociados para la finalización de la misma.
- CE4.2** Descomponer los precios de las unidades de obra según los materiales, medios auxiliares, entre otros, facilitando la regularización de cambios de alcance inicialmente proyectados.
- CE4.3** Establecer el presupuesto total de ejecución del proyecto de un CT, listando en un documento las unidades, mediciones y precios unitarios.
- CE4.4** Sintetizar el presupuesto total de ejecución del proyecto de un CT, recogiéndolo en un documento resumen.
- CE4.5** Ajustar las unidades de obra al proyecto de un CT, asegurando el cumplimiento de las especificaciones técnicas, del pliego de condiciones y del marco normativo, entre otros.
- CE4.6** Simular el registro oficial y la tramitación de los documentos generados, usando el presupuesto general calculado con el proyecto de un CT.
- C5:** Desarrollar el pliego de condiciones de un CT proyectado, garantizando las calidades de los materiales y la ejecución de las instalaciones, cumpliendo la normativa de servicio y seguridad.
- CE5.1** Describir calidades de los materiales a utilizar, asegurando el funcionamiento de las instalaciones de un CT a lo largo de su vida útil.
- CE5.2** Agrupar las normas de ejecución de un CT en un documento específico, listando todas las aplicables a los trabajos e instalaciones asegurando su calidad.
- CE5.3** Definir las revisiones e inspecciones reglamentarias sobre cada suministro o servicio, garantizando la calidad y ejecución del CT.
- CE5.4** Recoger condiciones de uso y gama de mantenimientos de los equipos, asegurando su durabilidad a partir de las recomendaciones de los fabricantes y los requerimientos propios de su instalación.
- CE5.5** Asegurar el cumplimiento de las normas de servicio y seguridad del CT, definiendo los requerimientos de colocación de cartelería, extintores y elementos de seguridad, entre otros.
- CE5.6** Reunir certificados y documentos en un dossier de información, asegurando el cumplimiento de requisitos para la tramitación técnica y administrativa de un CT.
- CE5.7** Recopilar procedimientos de puesta en marcha, secuenciación de trabajos y verificaciones ante paradas programadas en un dossier de operación del CT.
- C6:** Redactar un plan de seguridad y salud y el manual de mantenimiento para el proyecto de un CT, según las características de la obra y análisis de riesgos de operación, cumpliendo la normativa eléctrica y de seguridad aplicable.

**CE6.1** En un supuesto práctico de elaboración de un plan de seguridad y salud, minimizando los riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, tener en cuenta:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores, adoptando medidas preventivas.
- Contemplar las acciones o situaciones producto de la improvisación, insuficiencia o falta de medios, recogiendo soluciones.
- Asegurar las atribuciones y responsabilidades de las personas que intervienen, comprobando su cualificación.
- Definir los costes de las medidas de protección y prevención, incluyéndolas en el presupuesto.
- Asignar las medidas de protección a emplear, detectando los riesgos derivados de la ejecución de un CT.

**CE6.2** Definir un plan de seguridad y salud, asegurando la disponibilidad de las normas aplicables actualizadas.

**CE6.3** Analizar la afección al entorno donde se desarrolla el CT, mediante la definición del punto de suministro de energía eléctrica, agua potable, vertido de aguas sucias, vías de acceso y evacuación, entre otros.

**CE6.4** Clasificar los riesgos según su naturaleza (caídas al mismo o distinto nivel, caídas de objetos, choques y golpes, proyecciones, riesgo eléctrico por contactos directos o indirectos, por descarga atmosférica, por incendios y exposición a temperaturas extremas, entre otros), asegurando la inclusión de las actividades asociadas al montaje de un CT (montaje de celdas, colocación de soportes y embarrados, transformadores, conexionado de cables de AT y BT, entre otros).

**CE6.5** Recoger, en un documento específico (manual de mantenimiento), la secuencia de operaciones para la puesta en tensión de un CT, asegurando el cumplimiento de los procedimientos para garantizar la seguridad de personas e instalaciones.

**CE6.6** Completar el plan de seguridad y salud, recogiendo aspectos generales de la instalación, apertura del centro de trabajo, disponibilidad de caseta, botiquín, entre otros, garantizando la tramitación administrativa.

**C7:** Solicitar la legalización de un CT, partiendo de los modelos requeridos por la administración, a través de las actas de puesta en servicio.

**CE7.1** En un supuesto práctico de realización de ensayos reglamentarios de medida y certificación para legalizar un CT elaborando la documentación, tener en cuenta:

- Medir los aislamientos de cables, la puesta a tierra y las tensiones de paso y contacto, comprobando sus valores.
- Realizar las pruebas funcionales a los relés de protección y enclavamientos eléctricos, asegurando su funcionamiento.
- Comprobar la integridad y funcionalidad de los materiales, comprobando su correcta instalación.

**CE7.2** Simular la cesión de las instalaciones del CT a la compañía distribuidora para su explotación, mediante la documentación relativa a las autorizaciones administrativas.

**CE7.3** Recoger declaraciones de conformidad de los equipos y materiales mediante un dossier con la información aportada por los fabricantes.

**CE7.4** Tramitar la aprobación de la construcción de las instalaciones cedidas, presentando el dossier de autorización administrativa en la comunidad autónoma.

**CE7.5** Obtener el certificado de instalación de un CT, según el modelo establecido por la administración pública competente, mediante una empresa instaladora autorizada y habilitada en AT.

**CE7.6** Obtener el certificado final de obra de un CT, según el modelo establecido por la administración pública competente, recogiendo en el documento las variaciones respecto al proyecto original.

**CE7.7** Tramitar la autorización de explotación de una instalación particular, solicitando el acta de puesta en servicio por parte de la administración pública competente, una vez suscrito un contrato de mantenimiento con la empresa mantenedora autorizada.

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

C1 respecto a CE1.5; C2 respecto a CE2.1, CE2.2 y CE2.3; C6 respecto a CE6.1 y C7 respecto a CE7.1.

### Otras Capacidades:

Ejecutar correctamente las instrucciones que recibe responsabilizándose de la labor que desarrolla en su ámbito de competencias.

Adaptarse a la organización, a sus cambios estructurales y tecnológicos, así como a situaciones o contextos nuevos.

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

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

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Respetar la igualdad de trato y de oportunidades en el ámbito laboral.

## Contenidos

### 1 Elaboración de la memoria descriptiva de instalaciones eléctricas de centros de transformación

Proyectos tipo. Documentos del proyecto. Justificación y memoria general. Planos y croquis. Cálculos. Estudio de seguridad y salud. Pliego de Condiciones. Características de elementos y materiales. Presupuesto general y descompuestos. Tipología y estructura de las redes. Tipos de centros de transformación. Clasificación. Según la alimentación: en punta o en paso (anillo o bucle). Según obra civil: convencional, compacto semienterrado, compacto de superficie, de maniobra prefabricado. Según su emplazamiento: intemperie o aéreo y de interior. Según su titularidad: de la clientela y de compañía. Normativa medioambiental.

### 2 Cálculos de los parámetros eléctricos y mecánicos: selección de elementos de las instalaciones eléctricas de los centros de transformación

Cálculos mecánicos: Ventilación: dimensionado de rejillas. Dimensionado del embarrado. Cálculo de campos electromagnéticos. Cálculo y justificación del ruido. Esfuerzos. Tenses. "Software" de aplicación. Tablas y gráficos. Cálculos eléctricos: Intensidades. Secciones de conductores. Potencia. Coordinación y ajustes de protecciones. Corrección del factor de potencia. Autoválvulas. Red de tierras. Tensión de paso y tensión de contacto. Tablas y gráficos. Selección de elementos de las instalaciones dimensionados. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. Código técnico de edificación (CTE).

### 3 Selección de equipos y materiales de instalaciones eléctricas de centros de transformación

Edificios y apoyos para centros de transformación. Tipos y características de las celdas de los centros de transformación. Celdas de alta tensión. Transformadores. Placa de características. Foso del transformador. Rejillas de ventilación. Valores característicos. Corrección del factor de potencia. Elementos de corrección de factor de potencia. Protecciones de líneas. Protección de transformadores. Conductores. Conexionados con cable y terminales en alta tensión (AT) y baja tensión (BT). Condiciones de acoplamiento y operaciones de apertura y cierre. Transformadores de medida. Aparata de protección y maniobra. Cuadro general de baja tensión. Equipos de medida y corrección del factor de potencia. Telemedida y telecontrol. Puestas a tierra. Materiales de seguridad e iluminación. Sistemas de protección contra incendios (extintor, extinción automática). Señalización de seguridad.

#### 4 Elaboración de planos y esquemas eléctricos de instalaciones eléctricas de centros de transformación

"Software" de diseño de instalaciones de centros de transformación. Bibliotecas. Planos isométricos. Planos de detalle de elementos constructivos y de montaje. Esquemas eléctricos: generales y de conexionado. Planos de elementos de obra civil. Planos de puesta a tierra. Planos de elementos del CT (alumbrado, emergencia, celdas de alta tensión, transformador, orden técnico computerizado -CBTO-). Simbología normalizada. Sistemas de representación. Acotación. Tolerancias. Tipos de líneas, letras, escalas y formatos normalizados. Escalas. Márgenes y cajetín en los planos. Conceptos de vistas normalizadas. Recomendaciones para la elaboración de croquis. Recomendaciones de plegado de planos. Elementos constructivos de obra civil. Interpretación de planos topográficos y de urbanismo. Interpretación de la documentación técnica de proyectos de obra civil y de urbanización (planos, memoria, especificaciones técnicas y mediciones). Equipos informáticos y "software" específico -CAD-para diseño de instalaciones eléctricas en centros de transformación.

#### 5 Elaboración de presupuestos de instalaciones eléctricas de centros de transformación

Definición de hitos. Mediciones. Unidades de obra. Cuadros de precios. Baremos. Presupuestos generales y descompuestos. "Software" de aplicación (base de datos, precios, catálogos de fabricantes de materiales y equipos) para instalaciones eléctricas de centros de transformación.

#### 6 Elaboración del pliego de condiciones de instalaciones eléctricas de centros de transformación

Especificaciones técnicas de equipos y materiales. Pruebas y ensayos de recepción de elementos de los centros de transformación. Condiciones de puesta en servicio de las instalaciones. Documentación de los fabricantes. Puntos de inspección para el mantenimiento y parámetros a controlar. Elaboración de fichas y registros. Elaboración de manuales de servicio y mantenimiento. Normas particulares de las empresas distribuidoras. Libro de mantenimiento del centro de transformación. Esquema unifilar de la instalación de AT.

#### 7 Elaboración del plan de seguridad y salud y el manual de mantenimiento de instalaciones eléctricas del centro de transformación

Proyectos tipo de seguridad y salud de líneas de A.T. Planes de seguridad en la ejecución de proyectos de las instalaciones de instalaciones eléctricas de centros de transformación. Identificación de riesgos y riesgos asociados. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectivos. Material de seguridad (guantes según la categoría de la alimentación, pértiga aislante y detector de AT y pértiga de salvamento) e iluminación. Sistemas de protección contra incendios (extintor, extinción automática). Señalización de seguridad (cinco reglas de oro para trabajos sin tensión,

instrucciones de primeros auxilios). Elaboración de estudios básicos de seguridad y salud. Normativa sobre prevención de riesgos laborales.

## 8 Tramitación para legalizar el centro de transformación proyectado

Ensayos reglamentarios de medida y certificación. Medida de aislamiento de los cables y tierras. Medida de los valores de las tensiones de paso y de contacto. Ensayos funcionales de los equipos eléctricos y partes de la instalación eléctrica. Pruebas funcionales de los relés de protección y enclavamientos. Autorizaciones administrativas eléctricas, ambientales y urbanísticas. Certificados de conformidad de equipos y materiales. Modelos de certificado de instalación de las empresas instaladoras y habilitadas en alta tensión (AT). Contrato de mantenimiento. Certificado final de obra. Acta 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:

- Instalación de 3 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el desarrollo de proyectos de instalaciones eléctricas en centros transformación, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con este campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 4 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

### Desarrollo de proyectos de instalaciones de alumbrado exterior

|                   |   |
|-------------------|---|
| Nivel:            | 3   |
| Código:           | MF0834_3  |
| Asociado a la UC: | UC0834_3 - Desarrollar proyectos de instalaciones de alumbrado exterior |
| Duración (horas): | 150   |
| Estado:           | Tramitación BOE   |

### Capacidades y criterios de evaluación

- C1:** Definir características de los equipamientos y materiales disponiéndolos en una instalación de alumbrado exterior, partiendo de especificaciones y criterios previos cumpliendo la normativa técnica aplicable y la eficiencia energética.
- CE1.1** Desarrollar un proyecto de instalaciones de alumbrado exterior según la potencia prevista, contemplando eficiencia y ahorro energético.
- CE1.2** Conformar una instalación de alumbrado teniendo en cuenta la tipología (autopistas, carreteras, calles, parques, plazas, entre otros), el terreno por el que transcurre, la previsión de cargas, las características del trazado, las interferencias con otras instalaciones, el volumen de tráfico, entre otras.
- CE1.3** En un supuesto práctico de definición de los esquemas funcionales y generales de una instalación de alumbrado exterior, tener en cuenta las siguientes acciones:
- Describir las zonas a iluminar, indicando sus características (situación, uso y superficie).
  - Disponer los puntos de luz, estudiando el tipo de alumbrado y ubicación (unilateral, tresbolillo, entre otros).
  - Usar un programa informático para el estudio lumínico, configurando la instalación.
  - Ubicar zanjas, arquetas, báculos y columnas, entre otros, detallándolos en los planos.
  - Situar los cuadros de protección medida y control indicando sus características.
  - Definir las líneas de puesta a tierra, dependiendo del tipo de instalación de alumbrado.
- CE1.4** Calcular magnitudes eléctricas (intensidades, secciones, momento eléctrico, entre otros), usando tablas y programas informáticos, comprobando la caída de tensión máxima permitida.
- CE1.5** Calcular magnitudes luminotécnicas (iluminancia y luminancia máxima, uniformidades media, extrema y longitudinal en su caso, índice específico de la luminaria, control del deslumbramiento molesto, incremento de umbral correspondiente al deslumbramiento perturbador, entre otros), dimensionando los elementos de la instalación.
- CE1.6** Configurar la red de tierra según el tipo de instalación de alumbrado exterior y cumpliendo las medidas de seguridad industrial.
- CE1.7** Reunir las características funcionales y técnicas, equipos, elementos y la finalidad de una instalación eléctrica de alumbrado exterior, recogiendo en el informe de especificaciones o en fichas técnicas.
- C2:** Caracterizar equipos, elementos y materiales requeridos para el desarrollo del proyecto de las instalaciones de alumbrado exterior, a partir de informes de especificaciones, criterios de calidad y el cumplimiento de la normativa de seguridad industrial, prevención de riesgos laborales y gestión de residuos.

**CE2.1** En un supuesto práctico de selección de elementos de una instalación de alumbrado exterior, cumpliendo con el ahorro energético:

- Identificar la normativa que afecta al trazado de la red (REBT, CIE, ordenanzas municipales, entre otras).
- Determinar los parámetros de los elementos de la instalación-tipos, características nominales, entre otros, considerando el trazado general de la instalación.
- Seleccionar modelo y rango de los soportes, luminarias, conductores y el resto de accesorios eléctricos, considerando los valores obtenidos en los cálculos eléctricos y lumínicos.
- Identificar los elementos de una instalación de alumbrado exterior, incluyendo marca, modelo, rangos, información del fabricante, entre otros.
- Elegir los componentes de una instalación de alumbrado exterior (cables, redes de BT, soportes de luminarias, protecciones, equipos eléctricos, entre otros), cumpliendo las especificaciones técnicas y la garantía de suministro, costes y ahorro energético.

**CE2.2** Registrar la trazabilidad de los residuos en el plan de gestión, identificando los puntos de recogida, almacenaje y tratamiento por gestores autorizados.

**CE2.3** Elaborar un informe final de especificaciones de la instalación de alumbrado exterior, contemplando el listado general de equipos y elementos dimensionados, así como los medios de seguridad y las referencias técnicas de fabricantes.

**C3:** Dibujar los planos de trazado general, emplazamiento, detalle y esquemas funcionales de una instalación de alumbrado exterior en una ubicación determinada, partiendo de croquis y esquemas desarrollados y del listado general de equipos y elementos.

**CE3.1** En un supuesto práctico de realización de planos de una instalación de alumbrado exterior, utilizando croquis y esquemas:

- Utilizar la simbología normalizada (normas UNE) y, en su caso, las normas internas de la empresa.
- Identificar los circuitos o sistemas y sus componentes, definiendo la instalación.
- Representar la instalación de alumbrado exterior, utilizando el sistema y escala adecuados a los contenidos de los planos.
- Identificar los elementos y sus agrupaciones, permitiendo conocer el funcionamiento secuencial de la instalación.
- Determinar los valores característicos en cada circuito y las especificaciones de equipos y elementos, caracterizando la instalación.
- Utilizar un programa de diseño asistido por ordenador aceptado por la empresa eléctrica, representando la instalación de alumbrado exterior.

**CE3.2** Dibujar croquis, esquemas unifilares, planos de conexionado y montaje, cumpliendo las especificaciones establecidas en el proyecto.

**CE3.3** Elaborar planos generales -de situación y emplazamiento-, indicando la localización de una instalación de alumbrado exterior.

**CE3.4** Realizar esquemas de trazado de una instalación, teniendo en cuenta las características del terreno, la ubicación de la instalación y la de otros servicios (agua, gas, saneamiento, telecomunicaciones, entre otras).

**CE3.5** Delinear planos de distribución indicando cruzamientos, paralelismos, pasos y otras situaciones reguladas, señalando numéricamente las distancias mínimas y las medidas de seguridad y balizamiento.

**CE3.6** Completar los planos la instalación de alumbrado exterior, añadiendo los de soportes, luminarias, tomas de tierra, tipo de columna y cimentación, entre otros.

**CE3.7** Emplazar soportes, báculos, equipos y elementos en los planos generales de una instalación de alumbrado exterior, considerando el ángulo de apertura de la luz en las luminarias, la seguridad industrial y las ordenanzas municipales.

**C4:** Elaborar el presupuesto general, definiendo las unidades de obra y las cantidades de cada una de ellas, aplicando precios unitarios establecidos, a partir de la documentación técnica del proyecto.

**CE4.1** Establecer las unidades de obra, comprobando que se ajustan a las especificaciones técnicas del proyecto en el pliego de condiciones.

**CE4.2** En un supuesto práctico de desglose de unidades de obra de una instalación de alumbrado exterior, determinando el coste total de la instalación tener en cuenta:

- Definir los elementos que las componen, indicando las cantidades de cada una de las unidades de obra y su unidad correspondiente.
- Determinar las operaciones que hay que realizar, estimando la mano de obra que interviene.
- Estimar el tiempo de ejecución del montaje, cumpliendo las condiciones de calidad.
- Elaborar el coste total teniendo en cuenta el número de unidades de obra.

**CE4.3** Calcular el conjunto de unidades de obra, contemplando los trabajos a realizar en la implantación del proyecto de alumbrado exterior.

**CE4.4** Redactar la información obtenida en un documento, reflejando las mediciones obtenidas, permitiendo la elaboración del presupuesto general y del presupuesto de las obras en las partes que se encuentren sometidas a intervención de organismos.

**C5:** Desarrollar requisitos y especificaciones técnicas de las pruebas y ensayos de recepción de las instalaciones de alumbrado exterior y de sus equipamientos y elementos para desarrollo del proyecto, cumpliendo la normativa eléctrica y de seguridad industrial aplicable.

**CE5.1** En un supuesto práctico de elaboración de especificaciones técnicas para suministros de materiales, productos y equipos, cumpliendo las siguientes condiciones:

- Definir las características de los materiales, comprobando las homologaciones de construcción y condiciones de seguridad.
- Determinar las pruebas de recepción de materiales y equipos (lámparas, luminarias, soportes, columnas, equipos auxiliares, dispositivos de regulación del flujo luminoso, cuadros de alumbrado, entre otros), cumpliendo las condiciones de selección (marcado CE, requisitos de seguridad, perturbación radioeléctrica, compatibilidad electromagnética, fichas técnicas de los componentes).
- Elaborar la documentación correspondiente a las condiciones de recepción de la instalación, asegurando el nivel de calidad establecido (caída de tensión, equilibrio de cargas, medición de aislamiento y tierra, protecciones, separación entre puntos de luz, entre otros).

**CE5.2** Establecer las condiciones de almacenamiento y manipulación para el montaje de equipos y elementos de la instalación, siguiendo las recomendaciones del fabricante y cumpliendo la normativa sobre prevención de riesgos laborales -PRL-.

**CE5.3** Definir los parámetros (resistencia, aislamiento, tensión de contacto, entre otros) que cumplen las redes de tierra, indicando el rango de valores especificado en la normativa eléctrica.

**CE5.4** Reunir la documentación técnica usada en la elaboración de las especificaciones técnicas de una instalación de alumbrado exterior y los hitos del proyecto, utilizando recursos informáticos.

**C6:** Desarrollar la documentación para elaborar un estudio básico de seguridad y salud, el manual de usuario y de mantenimiento de una instalación de alumbrado exterior, cumpliendo la normativa aplicable sobre prevención de riesgos laborales, protección medioambiental y gestión de residuos.

**CE6.1** Elaborar un manual de instrucciones de servicio, recogiendo las condiciones de puesta en marcha, de funcionamiento y de seguridad, las actuaciones en caso de avería o de emergencia y las instrucciones de uso de equipos y componentes (programación del crepuscular, entre otros).

**CE6.2** Elaborar un manual de mantenimiento, especificando los procedimientos de parada y puesta en servicio, los puntos de inspección, parámetros a controlar, operaciones a realizar (reposiciones masivas de lámparas, limpieza de luminarias, entre otras), los medios empleados y la periodicidad de las actuaciones, realizando un análisis anual de consumos.

**CE6.3** Identificar factores de riesgo asociados a las operaciones (transporte de materiales, montaje de báculos, trabajos en altura, montaje de luminarias, entre otros) de la ejecución de la instalación de alumbrado exterior, estableciendo un protocolo de actuación determinado por la empresa instaladora.

**CE6.4** Identificar riesgos asociados (caídas al mismo o distinto nivel, contactos eléctricos, atrapamientos, choques o golpes, izado de cargas, entre otros) al desarrollo del proyecto, estableciendo las medidas preventivas, las protecciones individuales y colectivas, cumpliendo la normativa sobre seguridad industrial.

**CE6.5** Redactar un estudio básico de seguridad y salud, considerando las instrucciones de los fabricantes sobre manipulación de equipos y materiales y la experiencia en obras similares.

**CE6.6** Redactar un plan de gestión de residuos, identificándolos y recogiendo la cantidad a generar, la segregación según el tipo, la previsión de operaciones de reutilización de los mismos, el destino de los no reutilizables, entre otros.

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

C1 respecto a CE1.3; C2 respecto a CE2.1; C3 respecto a CE3.1; C4 respecto a CE4.2 y C5 respecto a CE5.1.

### Otras Capacidades:

Ejecutar correctamente las instrucciones que recibe responsabilizándose de la labor que desarrolla en su ámbito de competencias.

Adaptarse a la organización, a sus cambios estructurales y tecnológicos, así como a situaciones o contextos nuevos.

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

Demstrar el grado de autonomía requerido en la resolución de contingencia dentro de su ámbito competencial.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Respetar la igualdad de trato y de oportunidades en el ámbito laboral.

## Contenidos

### 1 Definición de las características de materiales y equipamientos de las instalaciones de alumbrado exterior

Proyectos. Documentos: memoria descriptiva, pliego de condiciones, planos, presupuesto, cálculos justificativos, estudio básico de seguridad y salud. Documentación técnica y administrativa sobre

alumbrado exterior. Informes técnicos. Compañías suministradoras. Organismos oficiales. Alumbrado exterior. Tipos: autopistas, calles, parques, pasos elevados o subterráneos, entre otros. Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT). Reglamento sobre eficiencia energética y alumbrado exterior (REEAE). Magnitudes fundamentales de luminotecnia. Leyes fundamentales. Sistemas de coordenadas. Normativa medioambiental. Programas informáticos para la elaboración de la memoria descriptiva.

## 2 Selección del equipamiento de las instalaciones de alumbrado exterior

Acometidas desde las redes de distribución de la compañía suministradora. Redes de alimentación. Redes aéreas: tipos de conductores y naturaleza. Redes subterráneas: tipos de conductores y naturaleza. Redes de control y auxiliares. Dimensionamiento de las instalaciones. Factor de potencia. Caída de tensión. Ciclos de funcionamiento. Interruptor crepuscular. Cuadros de protección, medida y control. Soportes de luminarias. Características. Instalación eléctrica de los soportes. Luminarias. Características. Instalación eléctrica de luminarias suspendidas. Lámparas: tipos y características. Disposición de luminarias. Conexiones. Conductores y accesorios. Equipo de medida. Elementos de protección. Cajas de conexión y protecciones de luminarias. Arquetas, canalizaciones y cimentaciones. Equipos eléctricos de los puntos de luz. Protección contra contactos directos e indirectos. Puestas a tierra. Catálogos y tarifas de fabricantes de material eléctrico. Normativa sobre seguridad industrial. Normativa sobre protección medioambiental.

## 3 Elaboración de planos de instalaciones de alumbrado exterior

Representación esquemática en planos. Escalas. Coordenadas GPS. Simbología normalizada. Representación en planta. Esquemas unifilares y multifilares. Planos de detalle y montaje de los elementos eléctricos. Listado de materiales y referencias cruzadas en esquema y plano de los elementos de la instalación. Bases de datos. Métodos de impresión. Formatos informáticos para creación, edición y visualización de esquemas y planos. Formatos y soportes informáticos para entrega de documentación. Tipos de impresión para la documentación, tamaños, impresoras, plotters. Herramientas y aplicaciones informáticas de diseño (CAD). Normativa aplicable para diseño de planos eléctricos. Normas UNE, ISO.

## 4 Elaboración de presupuestos y unidades de obra de instalaciones de alumbrado exterior

Presupuestos: tipos, organización, capítulos y unidades de obra. Mediciones. Precios unitarios. Presupuestos parciales. Resumen del presupuesto. Partidas presupuestarias. Codificación. Resumen. Cantidad presupuestada. Importe del presupuesto. Tarifas de fabricantes y proveedores. Revisiones y actualizaciones de precios. Costes totales. Ofertas y concursos. Porcentajes y márgenes. Certificaciones y liquidaciones de cierre de obra. Herramientas de "software" para realización de presupuestos.

## 5 Elaboración de especificaciones técnicas de pruebas y ensayos de alumbrado exterior

Documentación de partida. Procedimientos de suministro de equipos, materiales y aparataje. Partes de recepción y control del material. Identificación de instalaciones, equipos y aparataje: fabricante, marca, modelo, características técnicas, entre otros. Control de existencias y almacenaje. Uso de herramientas informáticas para la realización del plan de recepción y montaje. Verificaciones previas a la puesta en servicio. Verificación de la instalación según planos y esquemas. Comprobación visual de elementos de la instalación. Calibrado de los dispositivos de protección. Equipos de comprobación y medida. Pruebas y ensayos funcionales y de medida en las instalaciones: continuidad, conductividad de tierras, resistencia de tierra/neutro, resistencia de

aislamiento, secuencia de fases, entre otros. Recepción de la instalación. Procedimientos de parada y puesta en servicio. Certificado de instalación. Inspecciones reglamentarias. Tipos de inspecciones: previas y periódicas. Clasificación de las inspecciones: favorable, condicionada y negativa. Clasificación de defectos: muy grave, grave y leve. Certificados de inspecciones periódicas. Plazos de validez. Elaboración de informes.

## 6 Documentación para elaboración del estudio básico de seguridad y salud, el manual de usuario y el manual de mantenimiento de una instalación d alumbrado exterior

Riesgos laborales. Riesgos en la manipulación de herramientas y equipos. Riesgos asociados al almacenamiento y transporte de cargas. Riesgos frecuentes en instalaciones eléctricas (electrocución, choque eléctrico, quemaduras, incendios, entre otros). Protección frente al riesgo eléctrico. Riesgos mecánicos (golpes, caídas, impactos, sobreesfuerzos, entre otros). Trabajos en altura. Riesgos derivados de la carga de trabajo. Protección individual. Protección colectiva. Tipos de accidentes. Situaciones de emergencia. Actuación en caso de emergencia: Evaluación del accidentado. Primeros auxilios. Planes de emergencia y evacuación. Protección medioambiental y gestión de residuos. Normativa y legislación medioambiental. Ley de prevención de riesgos laborales. Estudio básico de seguridad y salud. Sistemas de control y eficiencia energética. Eficiencia energética de las líneas. Emisiones de CO<sub>2</sub>. Riesgos medioambientales comunes en el montaje y mantenimiento de redes eléctricas de baja tensión. Puesta en servicio de las instalaciones. Documentación de los fabricantes. Puntos de inspección para el mantenimiento y parámetros a controlar. Elaboración de fichas y registros. Elaboración de manuales de servicio y mantenimiento. Clasificación, tratamiento y control de residuos conforme a normativa medioambiental. Gestión de residuos.

## 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:

- Instalación de 3 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el desarrollo de proyectos de alumbrado exterior, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:
  - Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con este 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.