DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA DE CUALIFICACIÓN

*La estructura de cualificación **7-PEEL-T&D-13210-E-004 – "Transformación inteligente de los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica"** será el referente nacional para la oferta educativa que conduce al título de **Magíster en Transformación inteligente de los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica**, correspondiente al Nivel 7 del Marco Nacional de Cualificaciones.*

El análisis que la fundamenta y justifica se presenta a continuación:

La transformación digital del sector eléctrico colombiano, impulsada por la implementación de redes inteligentes, la automatización avanzada, la ciberseguridad y la analítica en tiempo real, exige la formación de profesionales con competencias de nivel superior para liderar la modernización del sistema de transmisión y distribución. La incorporación de recursos energéticos distribuidos, la expansión de la infraestructura digital, las exigencias regulatorias nacionales e internacionales y los compromisos de descarbonización hacen necesario contar con magísteres capaces de dirigir proyectos de innovación tecnológica, diseñar estrategias de expansión de redes, evaluar impactos técnicos y económicos de nuevas tecnologías y proyectar escenarios de evolución del sistema bajo criterios de sostenibilidad, resiliencia y eficiencia.

La cualificación responde a la necesidad de alinear la oferta educativa con las demandas derivadas de la transición energética y la digitalización de la T&D, fortaleciendo la capacidad del país para disponer de profesionales de alto nivel que integren enfoques interdisciplinarios, dominen estándares internacionales (IEC, IEEE, ISO, NERC CIP) y lideren la modernización de infraestructuras críticas con seguridad, confiabilidad y pertinencia tecnológica.

Su diseño se sustentó en los procesos de investigación desarrollados con la metodología del Marco Nacional de Cualificaciones, mediante fuentes primarias y secundarias que permitieron identificar brechas de capital humano, vacancias en la oferta académica de posgrado y tendencias globales hacia la digitalización y automatización de las redes eléctricas.

Se fundamenta en los siguientes hallazgos:

La cualificación responde a la necesidad de formar profesionales capaces de diseñar sistemas de transporte inteligente de energía, estructurar estrategias de expansión de T&D, determinar impactos técnico-económicos de tecnologías avanzadas, modelar escenarios de evolución de redes, definir lineamientos normativos, liderar proyectos de transformación digital, supervisar la integración de plataformas de información y actualizar permanentemente estrategias de innovación tecnológica en concordancia con la transición energética y los objetivos de sostenibilidad.

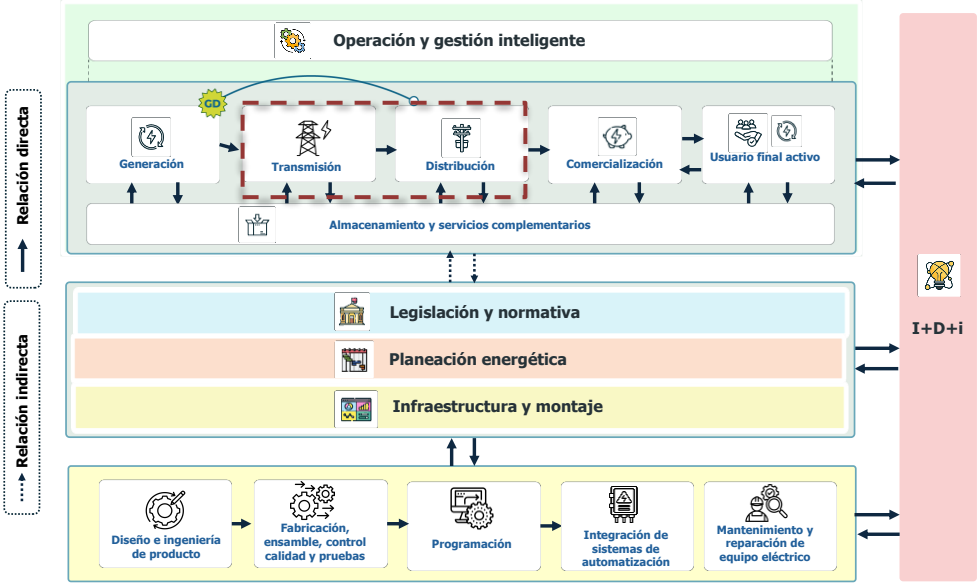
Este perfil es altamente demandado en el sector, como lo demuestra el análisis de brechas realizado, que evidencia una oferta limitada de programas de maestría especializados en modernización y digitalización de T&D. Se requiere ampliar la oferta formativa de posgrado para fortalecer perfiles con competencias en innovación tecnológica, resiliencia operativa, sostenibilidad y liderazgo de proyectos estratégicos en infraestructuras eléctricas críticas, en un contexto de creciente expansión del sistema de transporte.

Finalmente, la cualificación propuesta incluye competencias relacionadas con el diseño de sistemas de transporte de energía inteligente, la formulación de estrategias de expansión, la evaluación técnico-económica de tecnologías emergentes, la modelación prospectiva, la definición de lineamientos de seguridad e interoperabilidad, el liderazgo de proyectos de digitalización, la supervisión de integración de plataformas de información y la actualización de estrategias de innovación, consolidando un perfil de magíster orientado a la investigación aplicada, la gestión estratégica y el liderazgo técnico frente a los retos de modernización y sostenibilidad del sistema eléctrico nacional.

1. IDENTIFICACIÓN DE LA CUALIFICACIÓN		
1.1 Denominación.	**Transformación inteligente de los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica.**	
1.2 Código de la cualificación.	**7-PEEL-T&D-13210-E-004**	Versión: 01 - 2025
1.3 Nivel del MNC.	7	
1.4 Área de cualificación.	PEEL- Producción de energía y electricidad.	
1.5 Duración (horas-créditos)	Rango sugerido total para el nivel 7, de 35 a 75 créditos.	
1.6 Organismo que autoriza la cualificación.		
1.7 Institución que otorga la cualificación.		
1.8 Referente de cualificación para:	Título de Magíster. Ley 30 de 1992. Decreto 1330 de 2019; y, Decreto 529 de 2024.	
2. PERFIL DE COMPETENCIAS		
2.1 Competencia General.	Dirigir proyectos de innovación tecnológica en la transmisión y distribución de energía eléctrica AC[1] o DC[2], mediante redes inteligentes, formulando estrategias de transformación digital, ciberseguridad, seguridad eléctrica y optimización energética del sistema eléctrico, impulsando la modernización, la resiliencia operativa y el uso eficiente de los recursos, con el propósito de fortalecer la sostenibilidad y la competitividad del sistema energético en un entorno digitalizado.	
2.2 Ámbito (Productivo, Laboral, Social)	**Cadena de valor:**	

[1] AC = Corriente Alterna (Alternating Current). Es la forma tradicional y más utilizada de transmisión y distribución de la electricidad en los sistemas eléctricos del mundo.

[2] DC = Corriente Continua (Direct Current). La corriente fluye en una sola dirección. En el pasado se usaba poco para grandes redes, pero hoy tiene un rol estratégico gracias a la tecnología HVDC (High Voltage Direct Current).



Fuente: elaboración propia etapa A.

Sector productivo:
Sector de energía y electricidad.

Contexto de acción:
Se pueden desempeñar en empresas del sector energético, organismos reguladores nacionales e internacionales, agencias multilaterales, centros de investigación y desarrollo tecnológico, firmas de consultoría estratégica y ministerios o entidades gubernamentales relacionadas con la transición energética. Su ámbito de acción se centra en la planeación y ejecución de proyectos de modernización, expansión y digitalización de redes eléctricas, liderando la integración de recursos energéticos distribuidos, sistemas de medición avanzada (AMI), plataformas de analítica de datos masivos y tecnologías de automatización inteligente. Participan en el diseño de políticas públicas, el desarrollo de modelos de gestión estratégica, la definición de estándares de ciberseguridad y resiliencia, y la evaluación técnico-económica de proyectos de innovación en T&D. Este perfil ocupacional actúa en escenarios interdisciplinarios y globales, articulando normativas nacionales (RETIE, CREG, NTC 2050) con marcos internacionales (IEC, IEEE, NERC CIP, ISO), asegurando la confiabilidad, eficiencia y sostenibilidad de la infraestructura eléctrica frente a los retos de la transición energética, la descarbonización y la digitalización del sector.

Ocupaciones relacionadas:

12230 - Directores y gerentes de ingeniería, investigación y desarrollo
12230 Directores y gerentes de ingeniería, investigación y desarrollo
12230.028 Gerente ingeniería eléctrica

13210 - Directores y gerentes de industrias manufactureras
13210 Directores y gerentes de industrias manufactureras
13210.016 Director operación, calidad y distribución energía
13210.020 Director planeación transmisión y distribución energía
13210.057 Jefe gestión de la información transmisión y distribución energía
13210.058 Jefe operación integrada transmisión y distribución energía

	13210.064 Jefe soporte tecnologías operación transmisión y distribución energía **21510 - Ingenieros electricistas** 21510 Ingenieros electricistas 21510.039 Profesional de operación del sistema T&D (transmisión y distribución) 21510.040 Profesional de operación y mantenimiento T&D (transmisión y distribución) 21510.042 Profesional tecnologías operación T&D (transmisión y distribución) **Otras denominaciones:** N/A
2.3 Competencias Específicas.	**CE01-7-PEEL-T&D-13210-E-004**– Diseñar sistemas de transporte de energía AC o DC con tecnologías de redes inteligentes de acuerdo con los principios de seguridad eléctrica, eficiencia operativa y criterios de resiliencia eléctrica.
	CE02-7-PEEL-T&D-13210-E-004– Formular estrategias de expansión de redes eléctricas AC o DC según los criterios de automatización, control remoto y eficiencia energética del plan maestro del sistema eléctrico.
	CE03-7-PEEL-T&D-13210-E-004– Determinar el impacto técnico y económico de la implementación de tecnologías inteligentes en el sistema de transporte eléctrico AC o DC teniendo en cuenta los estudios de factibilidad y los indicadores de retorno de inversión.
	CE04-7-PEEL-T&D-13210-E-004– Modelar escenarios de evolución de redes inteligentes teniendo en cuenta las condiciones regulatorias, los impactos ambientales y las tendencias tecnológicas del sector eléctrico.
	CE05-5-PEEL-PEE-31228-E-001– Definir lineamientos del sistema eléctrico inteligente de transporte de acuerdo con requisitos de seguridad, de interoperabilidad funcional y normativa sectorial de sostenibilidad energética.
	CE06-7-PEEL-T&D-13210-E-004– Liderar proyectos de transformación digital del sistema de transporte eléctrico AC o DC según tecnologías emergentes aplicables y objetivos estratégicos de innovación del sector.
	CE07-7-PEEL-T&D-13210-E-004– Supervisar la integración de fuentes de información y sistemas de control en el transporte energético inteligente de acuerdo con los protocolos de operación coordinada y los estándares de interoperabilidad.
	CE08-7-PEEL-T&D-13210-E-004– Actualizar las estrategias de innovación tecnológica en el sistema de transmisión y distribución AC o DC de energía eléctrica inteligente teniendo en cuenta los resultados de desempeño operativo, los avances en transformación digital y los lineamientos de sostenibilidad energética.
COMPETENCIA ESPECÍFICA	**CE01-7-PEEL-T&D-13210-E-004**– Diseñar sistemas de transporte de energía DC o AC con tecnologías de redes inteligentes de acuerdo con los principios de seguridad eléctrica, eficiencia operativa y criterios de resiliencia eléctrica.
Elemento de competencia 1. Establecer especificaciones técnicas de los sistemas de transporte inteligente de energía AC o DC de acuerdo con los requisitos funcionales y económicos de los criterios de eficiencia operativa y seguridad eléctrica establecidos.	

Criterios de desempeño:

- La definición de parámetros de desempeño del sistema corresponde con los requisitos funcionales del transporte inteligente y los objetivos de eficiencia y seguridad eléctrica establecidos por el plan estratégico del sistema eléctrico.
- La identificación de características técnicas de los equipos y componentes cumple con los criterios de compatibilidad operativa y escalabilidad tecnológica requeridos por el diseño de la red inteligente.
- La caracterización de condiciones de operación del sistema está acorde con los niveles de confiabilidad, flexibilidad y continuidad exigidos por los estándares de transporte energético inteligente.
- La formulación de lineamientos para la selección de tecnologías asociadas cumple con las directrices de interoperabilidad del sistema y las metas de eficiencia energética establecidas por la normativa del sector.

Elemento de competencia 2. Seleccionar tecnologías de redes inteligentes y equipos de transmisión de energía AC o DC según los estándares internacionales de calidad y las necesidades operativas del sistema.

Criterios de desempeño:

- La comparación de alternativas tecnológicas está acorde con los requerimientos de interoperabilidad del sistema y los estándares internacionales de calidad aplicables.
- La determinación de compatibilidades funcionales entre tecnologías y equipos corresponde con las necesidades operativas del sistema y los principios de eficiencia energética establecidos.
- La evaluación del ciclo de vida útil de los equipos seleccionados cumple con los criterios de sostenibilidad técnica y los lineamientos de mantenimiento predictivo definidos en el plan de gestión de activos.
- La validación de especificaciones técnicas de las tecnologías adoptadas está acorde con las condiciones de resiliencia del sistema y los parámetros de escalabilidad previstos en el diseño de la red.

Elemento de competencia 3. Configurar arquitecturas de red eléctrica AC o DC inteligente teniendo en cuenta los principios de resiliencia, escalabilidad y seguridad cibernética.

Criterios de desempeño:

- La definición de la estructura modular del sistema está acorde con los principios de escalabilidad y la capacidad de integración de nuevas tecnologías.
- La identificación de nodos críticos de comunicación y control corresponde con los criterios de resiliencia operativa y continuidad del servicio ante eventos disruptivos.
- La incorporación de mecanismos de protección de datos e interfaces cumple con los lineamientos de seguridad cibernética y las normativas técnicas aplicables al sector energético.
- La integración de capas funcionales dentro de la arquitectura de red corresponde con los estándares de interoperabilidad y los requerimientos de gestión inteligente del sistema.
- La validación topológica se ajusta a los procedimientos de prueba, los criterios de aceptación y las especificaciones regulatorias.

Elemento de competencia 4. Validar modelos de diseño de sistemas de transporte eléctrico inteligente de acuerdo con escenarios de operación previstos y los parámetros de confiabilidad técnica.

Criterios de desempeño:

- La comprobación del desempeño del modelo ante condiciones críticas está acorde con los escenarios de carga máxima y los criterios de continuidad del servicio.
- La simulación de fallos y respuestas del sistema cumple con los parámetros de confiabilidad técnica y los umbrales aceptables de riesgo operativo.
- La verificación de la coherencia entre los componentes del modelo corresponde con los requerimientos de integración funcional y las especificaciones técnicas del diseño.
- La revisión de los resultados obtenidos en pruebas de validación cumple con los niveles de eficiencia operativa y la precisión exigida en los modelos predictivos del sistema.

Contexto de la competencia.

- **Recursos utilizados:**
  - Software de modelado de redes inteligentes, plataformas SCADA-EMS-DMS, gemelo digital.
  - Normas IEC 61850, IEEE C37, NERC CIP, guías CIGRÉ de resiliencia.
  - Laboratorios de pruebas de equipos, bancos de simulación hardware-in-the-loop, repositorios BIM/PLM.
  - Herramientas de analítica avanzada (Python, R, Power BI) y de ciberseguridad industrial.

- **Productos y resultados (evidencias):**
  - Matrices de requisitos de desempeño y eficiencia.
  - Fichas comparativas de tecnologías y equipos seleccionados.
  - Diagramas modulares y mapas de riesgo de la arquitectura de red.
  - Informes de simulación de fallos y reportes de confiabilidad.
  - Planes de mejora continua y actas de compromiso energético.

- **Información requerida (referentes):**
  - Estrategias nacionales y normas internacionales de transporte inteligente.
  - Estándares de ciberseguridad OT (IEC 62443, NIST SP 800-82).
  - Políticas corporativas de sostenibilidad y eficiencia energética.
  - Bases de datos de eventos y de indicadores históricos del sistema eléctrico.

COMPETENCIA ESPECÍFICA	**CE02-7-PEEL-T&D-13210-E-004**– Formular estrategias de expansión de redes eléctricas AC o DC según los criterios de automatización, control remoto y eficiencia energética del plan maestro del sistema eléctrico.

Elemento de competencia 1. Analizar las necesidades de expansión de redes eléctricas teniendo en cuenta las proyecciones de demanda, los niveles de automatización requeridos y los criterios de eficiencia energética.

Criterios de desempeño:

- La evaluación de necesidades cumple con proyecciones de demanda, las condiciones de crecimiento y los criterios de eficiencia energética.
- La detección de requerimientos corresponde con niveles de automatización definidos, los parámetros de eficiencia y las prioridades técnicas.
- La generación de informes de análisis cumple con los lineamientos del plan maestro del sistema eléctrico, los formatos establecidos y la trazabilidad normativa.
- La verificación técnica de análisis está acorde con los procedimientos de revisión, los criterios de aceptación y los estándares de calidad.

Elemento de competencia 2. Plantear objetivos estratégicos de crecimiento de la red eléctrica de acuerdo con el plan maestro del sistema y las políticas de modernización tecnológica.

Criterios de desempeño:

- La alineación de los objetivos estratégicos con los escenarios de desarrollo energético está acorde con las tendencias tecnológicas del sector y los requerimientos de cobertura y confiabilidad del sistema.
- La estructuración de enfoques de crecimiento de la red corresponde con los principios de sostenibilidad, escalabilidad y control remoto aplicables a redes eléctricas inteligentes.
- La priorización de áreas de expansión eléctrica cumple con los criterios de automatización progresiva y eficiencia operativa definidos por las políticas sectoriales.
- La delimitación de metas de crecimiento de la red corresponde con las proyecciones establecidas en el plan maestro del sistema y los lineamientos de modernización tecnológica.

Elemento de competencia 3. Evaluar alternativas de expansión de redes inteligentes según los escenarios de inversión, los recursos energéticos distribuidos, los riesgos operativos y los beneficios energéticos esperados.

Criterios de desempeño:

- La comparación de las alternativas tecnológicas de expansión corresponde con los escenarios de inversión definidos y los niveles de automatización requeridos para la red inteligente.
- La estimación del impacto operativo y económico de cada alternativa cumple con los parámetros de confiabilidad, retorno de inversión y sostenibilidad energética establecidos en el plan maestro.
- La caracterización de los riesgos asociados a las opciones de expansión está acorde con los requerimientos de continuidad del servicio y los niveles de seguridad funcional de la red.
- La jerarquización de las propuestas de crecimiento de la red corresponde con los beneficios energéticos proyectados y los criterios de eficiencia y control remoto definidos para la modernización del sistema.

Elemento de competencia 4. Organizar planes de implementación de proyectos de expansión de redes eléctricas teniendo en cuenta los cronogramas de ejecución y los recursos disponibles.

Criterios de desempeño:

- La formulación de planes corresponde con cronogramas de ejecución, la asignación de recursos y los criterios de viabilidad.
- La descripción de actividades cumple con las fases de ejecución, los hitos de control y los plazos establecidos.
- La integración de plan está acorde con los formatos de planificación, los procedimientos de aprobación y la coherencia documental.
- La validación de plan se alinea con los requisitos normativos, los criterios de control de gestión y las normas de calidad.

Contexto de la competencia.

- **Recursos utilizados:**
  - Plataformas de planeación de expansión (PSS® E, DIgSILENT, Plexos).
  - Herramientas GIS, simuladores de flujo de potencia y software de análisis financiero.
  - Normas CIGRÉ, IEC 62559, guías de automatización progresiva y manuales del plan maestro.
  - Sistemas PMO/ERP para gestión de portafolios y recursos.

- **Productos y resultados (evidencias):**
  - Informe de necesidades de expansión dimensionadas y matrices de requisitos.
  - Escenarios de crecimiento y mapas de red futura validados.
  - Evaluaciones costo-beneficio y análisis de riesgos de alternativas tecnológicas.
  - Plan maestro de implementación con cronograma, presupuesto y mecanismos de seguimiento.
  - Actas de compromiso y reportes de participación socio-ambiental.

- **Información requerida (referentes):**
  - Datos de proyección de demanda y políticas de electrificación.
  - Estándares de automatización, control remoto y eficiencia energética.
  - Lineamientos del plan maestro del sistema eléctrico.
  - Marcos regulatorios sobre sostenibilidad y participación pública.

COMPETENCIA ESPECÍFICA	**CE03-7-PEEL-T&D-13210-E-004**– Determinar el impacto técnico y económico de la implementación de tecnologías inteligentes en el sistema de transporte eléctrico AC o DC teniendo en cuenta los estudios de factibilidad y los indicadores de retorno de inversión.

Elemento de competencia 1. Elaborar análisis de los factores técnicos de la adopción de tecnologías inteligentes en el transporte eléctrico teniendo en cuenta la expansión de la red, los estudios de factibilidad técnica y los parámetros de compatibilidad con la red existente.

Criterios de desempeño:

- La identificación de variables técnicas críticas corresponde con los parámetros de compatibilidad con la red existente y los requerimientos funcionales del sistema de transporte eléctrico inteligente.
- La estructuración del análisis técnico de adopción tecnológica cumple con los resultados de los estudios de factibilidad y los estándares de interoperabilidad vigentes.

- La interpretación de datos técnicos del sistema eléctrico está acorde con los criterios de integración tecnológica, escalabilidad y sostenibilidad operativa.
- La validación de los factores técnicos considerados en el análisis corresponde con los niveles de desempeño esperados y las condiciones de infraestructura del sistema actual.

Elemento de competencia 2. Estimar costos de implementación y operación de tecnologías inteligentes de acuerdo con escenarios de inversión y criterios de rentabilidad definidos.

Criterios de desempeño:

- La proyección de costos operativos y de capital corresponde con los escenarios de inversión establecidos y los niveles de escalabilidad tecnológica requeridos por el sistema eléctrico inteligente.
- La desagregación de los componentes de gasto en la implementación cumple con los lineamientos de evaluación financiera y los criterios de eficiencia económica definidos para el proyecto.
- La modelación de escenarios de costo-beneficio está acorde con los indicadores de rentabilidad previstos y las condiciones técnicas de integración de tecnologías inteligentes.
- La justificación económica de las decisiones de inversión corresponde con los parámetros de retorno estimado, los riesgos financieros aceptables y los objetivos estratégicos del plan maestro del sistema eléctrico.

Elemento de competencia 3. Realizar estudios comparativos de beneficios económicos y operativos de las alternativas tecnológicas según los indicadores de retorno de inversión y los niveles de eficiencia energética.

Criterios de desempeño:

- La selección de criterios de comparación y evaluación de alternativas corresponde con las tendencias del sector, los parámetros de desempeño esperados y los estándares internacionales de eficiencia energética.
- La comparación de beneficios económicos y operativos entre alternativas tecnológicas corresponde con los indicadores de retorno de inversión y los márgenes de eficiencia energética establecidos en el plan de modernización.
- La integración de variables técnicas y financieras en los análisis comparativos está acorde con los lineamientos del estudio de factibilidad y los requerimientos funcionales del sistema de transporte eléctrico.
- La identificación de ventajas diferenciales entre opciones tecnológicas cumple con los criterios de rentabilidad proyectada, sostenibilidad operativa y alineación con los objetivos del sistema eléctrico inteligente.

Elemento de competencia 4. Redactar informes de impacto técnico y económico de la implementación tecnológica teniendo en cuenta los requisitos del proyecto y los lineamientos de reporte estratégico.

Criterios de desempeño:

- La estructuración del contenido técnico y económico del informe corresponde con los objetivos del proyecto, los resultados de factibilidad y las metas de implementación tecnológica.
- La presentación de hallazgos y conclusiones en el informe cumple con los estándares de reporte estratégico, los requerimientos de claridad técnica y los criterios de toma de decisiones directivas.
- La integración de datos cuantitativos y cualitativos en el documento está acorde con los indicadores de retorno de inversión y las métricas de impacto técnico establecidas.

- La adecuación del formato y lenguaje del informe corresponde con las exigencias institucionales de comunicación técnica y los lineamientos establecidos para proyectos estratégicos del sistema eléctrico.

Contexto de la competencia.

- **Recursos utilizados:**
  - Simuladores eléctricos, herramientas de análisis financiero y software de riesgo.
  - Bases de datos de costos, estándares de interoperabilidad (IEC 61850, IEEE).
  - Plataformas de Business Intelligence y repositorios normativos.

- **Productos y resultados (evidencias):**
  - Análisis técnico detallado de integración tecnológica.
  - Escenarios de costos y retornos de inversión validados.
  - Estudios comparativos multicriterio y matrices de riesgo.
  - Informe estratégico de impacto técnico-económico para la dirección.

- **Información requerida (referentes):**
  - Estudios de factibilidad, lineamientos del plan de modernización.
  - Indicadores internacionales de eficiencia energética y ROI.
  - Normas y guías de interoperabilidad, ciberseguridad y resiliencia.

COMPETENCIA ESPECÍFICA	**CE04-7-PEEL-T&D-13210-E-004**– Modelar escenarios de evolución de redes inteligentes teniendo en cuenta las condiciones regulatorias, los impactos ambientales y las tendencias tecnológicas del sector eléctrico.

Elemento de competencia 1. Contrastar variables clave para la evolución de redes inteligentes según los escenarios regulatorios, ambientales y tecnológicos previstos.

Criterios de desempeño:

- El mapeo de variables cumple con escenarios regulatorios definidos, los criterios de relevancia técnica y las condiciones ambientales.
- La categorización de variables corresponde con impactos ambientales, los objetivos estratégicos y las tendencias tecnológicas.
- El registro de variables cumple con los lineamientos de análisis prospectivo, los formatos establecidos y la coherencia documental.
- La confirmación de variables corresponde con procedimientos de revisión técnica, los criterios de aceptación y los estándares de calidad.

Elemento de competencia 2. Idear proyecciones de crecimiento y modernización de redes inteligentes teniendo en cuenta los modelos de simulación y las tendencias del sector eléctrico.

Criterios de desempeño:

- Las proyecciones de crecimiento y modernización de redes inteligentes corresponden con escenarios de simulación, parámetros de crecimiento y requisitos de confiabilidad técnica.
- La descripción de escenarios cumple con las tendencias tecnológicas, los objetivos de modernización y los criterios de viabilidad operativa.
- La integración de proyecciones corresponde con formatos de reporte estratégico, los requisitos normativos y la trazabilidad institucional.
- La validación de proyecciones cumple con procedimientos de aprobación, los criterios de confiabilidad y los estándares técnicos.

Elemento de competencia 3. Valorar los impactos potenciales de los escenarios de evolución de acuerdo con los criterios de sostenibilidad, resiliencia operativa y rentabilidad económica.

Criterios de desempeño:

- La identificación de efectos técnicos y económicos en los escenarios proyectados corresponde con los criterios de sostenibilidad energética y rentabilidad del sistema eléctrico inteligente.
- La estimación de impactos operativos ante cambios tecnológicos o regulatorios cumple con los principios de resiliencia funcional y las condiciones de evolución del entorno sectorial.
- La jerarquización de riesgos y beneficios en los escenarios de transformación está acorde con los parámetros de viabilidad económica y los objetivos estratégicos de modernización de la red.
- La argumentación de las decisiones sobre escenarios de evolución corresponde con los lineamientos de sostenibilidad ambiental, la robustez operativa y las proyecciones del plan maestro del sistema.

Elemento de competencia 4. Documentar los escenarios prospectivos de redes inteligentes de acuerdo con los requisitos de reporte estratégico y los lineamientos institucionales.

Criterios de desempeño:

- La presentación de escenarios cumple con los requisitos de reporte estratégico, los estándares de presentación y las directrices institucionales.
- La validación de contenido cumple con los criterios de calidad, los procedimientos de revisión técnica y las aprobaciones requeridas.
- La aprobación de documentación cumple con requisitos normativos, los criterios de aceptación y las firmas de responsables.

Contexto de la competencia.

- **Recursos utilizados:**
  - Plataformas de simulación y planeación:
  - DIgSILENT PowerFactory para flujos de carga, estudios de contingencia y análisis dinámico.
  - PLEXOS / TIMES para optimización de expansión y evaluación de costos nivelados.
  - Módulos de análisis estadístico en Python (pandas, NumPy, SciPy) y librerías de ML (scikit-learn, TensorFlow) para pronósticos de demanda y series de tiempo.
  - Infraestructura de cómputo y datos:

- Clúster HPC o servicios en la nube (AWS EC2, Azure Batch) con nodos GPU/CPU para ejecutar simulaciones Monte Carlo y algoritmos evolutivos.
- Data-lake corporativo con históricos SCADA, AMI y registros PMU; repositorio GIS con topología de red y capas socio-ambientales.
- Herramientas de análisis multicriterio y visualización:
- TOPSIS / AHP implementados en R-Shiny para ponderar tecnologías y priorizar riesgos.
- Power BI / Tableau para tableros interactivos de indicadores de resiliencia, emisiones y ROI.
- Documentación técnica y normativa:
- Catálogos IEC (IEC 61850, 62357-2), guías CIGRE y manuales de interoperabilidad IEEE 2030.
- Escenarios base de ENTSO-E TYNDP, planes maestros nacionales de transmisión y compromisos Net-Zero.

- **Productos y resultados (evidencias):**
  - Mapas de variables clave (regulatorias, ambientales, tecnológicas) con metadatos de relevancia y fichas de trazabilidad.
  - Portafolio de escenarios prospectivos con:
  - Proyecciones de automatización (% activos con control remoto, digital twins implementados).
  - Matrices de incorporación de energías renovables y penetración de almacenamiento.
  - Curvas de costo nivelado, indicadores LCOE/LCOH, índices de resiliencia (SAIDI-R, TIL-Res).
  - Matrices de impacto técnico-económico (CAPEX/OPEX, ROI, VAN, TIR, reducción de CO_2) y tableros de riesgo (probabilidad × impacto).
  - Informe ejecutivo y anexos técnicos aprobados por el Comité de Innovación: incluye visualizaciones dinámicas, supuestos del modelo, sensibilidad y ruta recomendada.

- **Información requerida (referentes):**
  - Normativa y política:
  - Reglamentos de interconexión acelerada (p.ej. FERC 2222), directiva europea Clean Energy Package, normas ISO 55001 (gestión de activos) y ISO 27019 (seguridad OT).
  - Tendencias tecnológicas del sector:
  - Informes IEA Digitalisation & Energy y Smart Grid Snapshot, hojas de ruta IEC/CIGRE sobre subestaciones digitales, 5G-NR, IEC 61850-9-3 PTP.
  - Bases de datos climáticos y ambientales:
  - Series CMIP6 (IPCC) para estrés térmico de líneas, datos de riesgo de incendios (Copernicus EMSR), inventarios nacionales de emisiones.
  - Estudios económicos y de mercado:
  - Indicadores de costo de capital (WACC sectorial), precios de tecnologías de conversión HVDC/VSC, benchmarking de costos de digitalización (Gartner IT Key Metrics).
  - Planes estratégicos: Visión de modernización y resiliencia publicada por el regulador/operador (p.ej. Grid Modernization Plan 2035), criterios de priorización ESG de la empresa.

COMPETENCIA ESPECÍFICA	**CE05-7-PEEL-T&D-13210-E-004**– Definir lineamientos del sistema eléctrico inteligente de transporte de acuerdo con requisitos de seguridad, de interoperabilidad funcional y normativa sectorial de sostenibilidad energética.

Elemento de competencia 1. Establecer criterios técnicos del sistema eléctrico inteligente de transporte de acuerdo con los requisitos de interoperabilidad y sostenibilidad definidos por la normativa sectorial.

Criterios de desempeño:

- La definición de criterios técnicos cumple con los requisitos de interoperabilidad, los parámetros de sostenibilidad energética y las normas sectoriales.
- La descripción de lineamientos corresponde con los objetivos estratégicos de modernización y los marcos normativos aplicables.
- La descripción de lineamientos corresponde con los objetivos estratégicos de modernización y los marcos normativos aplicables.
- La validación técnica satisfactoria cumple con los estándares de calidad y los requisitos regulatorios vigentes.

Elemento de competencia 2. Construir los estándares de seguridad operativa del sistema eléctrico inteligente teniendo en cuenta regulaciones aplicables y las mejores prácticas internacionales.

Criterios de desempeño:

- La selección de parámetros técnicos de seguridad operativa corresponde con los marcos regulatorios vigentes y las mejores prácticas aplicadas en sistemas eléctricos inteligentes.
- La caracterización de riesgos operativos cumple con los criterios de criticidad funcional y los niveles de exposición aceptables establecidos en sistemas inteligentes de transporte eléctrico.
- El establecimiento de criterios de confiabilidad del sistema eléctrico está acorde con los estándares internacionales de operación segura y las exigencias de interoperabilidad funcional.
- La delimitación de condiciones mínimas de seguridad operacional corresponde con objetivos de sostenibilidad energética y los requerimientos normativos sectoriales de infraestructuras críticas.

Elemento de competencia 3. Crear directrices de operación y mantenimiento de redes inteligentes según los objetivos de eficiencia energética y continuidad del servicio.

Criterios de desempeño:

- La estructuración de las directrices operativas corresponde con los principios de eficiencia energética y los niveles requeridos de disponibilidad del sistema eléctrico inteligente.
- La especificación de protocolos de mantenimiento cumple con los estándares técnicos del sector y los requerimientos de continuidad del servicio en redes inteligentes.
- La integración de criterios técnicos y estratégicos en las directrices está acorde con los objetivos de sostenibilidad operativa y las condiciones particulares del entorno regulatorio.
- La organización de los procedimientos de gestión de fallas y soporte técnico corresponde con los lineamientos de interoperabilidad funcional y los niveles de resiliencia definidos para el sistema de transporte eléctrico inteligente.

Elemento de competencia 4. Refrendar los lineamientos técnicos y operativos del sistema eléctrico inteligente de transporte de acuerdo con los procedimientos de aprobación y los requisitos regulatorios.

Criterios de desempeño:

- La conformidad de lineamientos técnicos corresponde con procedimientos de aprobación y los requisitos regulatorios vigentes.
- La revisión de contenidos está acorde con criterios de calidad y los estándares técnicos aplicables.
- La trazabilidad de validación cumple con registros de revisión y a los formatos institucionales.
- La formalización de aprobación final está acorde con criterios de aceptación y los requisitos de control normativo.

Contexto de la competencia.

- **Recursos utilizados:**
  - Plataformas de gestión normativa y de ciberseguridad
  - ISOTools / Compliance Manager para mapear y rastrear requisitos legales (ISO / IEC 27001, ISO 55001, IEC 62443).
  - NERC CIP benchmarking databases para requisitos de infraestructura crítica.
  - Herramientas de evaluación técnica
  - Modelos de confiabilidad y análisis RAM-S basados en ReliaSoft BlockSim y PowerWorld (estudios de contingencia N-1/N-2).
  - Software de análisis de riesgo operativo (BowTieXP, PHAST) para identificación de amenazas en subestaciones digitales y líneas HV.
  - Sistemas de documentación y control de versiones
  - Repositorio GitLab o Azure DevOps Wiki para lineamientos y estándares vivos; flujos CI/CD para validar cambios de documentación técnica.
  - Gestor de procesos ARIS o Visio BPMN para diagramas de procesos de operación y mantenimiento.
  - Instrumentación y laboratorios
  - Bancos de prueba de interoperabilidad IEC 61850 y laboratorios de prueba de penetración OT-ICS para validar requisitos de seguridad.
  - Laboratorio de ensayo energético con equipos PHIL (Power-Hardware-In-the-Loop) para validar protocolos de resiliencia y reconexión.

- **Productos y resultados (evidencias):**
  - Manual de criterios técnicos del SETI (Sistema Eléctrico de Transporte Inteligente): parámetros de interoperabilidad, eficiencia energética y sostenibilidad.
  - Estándar de seguridad operativa que integra requisitos de ciberseguridad OT, criterios de confiabilidad (SAIDI-R, MTBF) y umbrales de exposición al riesgo.
  - Directrices de operación y mantenimiento: protocolos de respuesta a fallas, rutinas de mantenimiento predictivo basadas en IA y KPIs de disponibilidad ≥ 99,98 %.
  - Matriz de trazabilidad regulatoria que vincula cada lineamiento con artículos de la normativa nacional, reglamentos IEC/IEEE y políticas ESG corporativas.

- Acta de refrendación y plan de difusión firmados por el organismo regulador interno, evidenciando aprobación y calendario de actualización.

- **Información requerida (referentes):**
  - Normativa internacional: IEC 61850 (interoperabilidad), IEC 62271-203 (AIS/GIS), IEC 62443-3-3 (seguridad OT), ISO 50001 (gestión energía), ISO 55001 (activos).
  - Regulación sectorial: Reglamento de transmisión eléctrica vigente, guías de la autoridad de protección de infraestructuras críticas, códigos de red de confiabilidad.
  - Buenas prácticas: CIGRE WG B5-67 (subestaciones digitales), IEEE Std 2030-2022 (interoperabilidad de sistemas inteligentes) y NISTIR 7628 (ciberseguridad Smart-Grid).
  - Estudios de referencia: Plan maestro de transporte 20XX-20YY, hoja de ruta de modernización y compromisos Net-Zero del operador nacional.
  - Datos operativos: Historias de fallas, registros SCADA/PMU, resultados de auditorías internas/externas y mapas de riesgo OT-ICS.

COMPETENCIA ESPECÍFICA	**CE06-7-PEEL-T&D-13210-E-004–** Liderar proyectos de transformación digital del sistema de transporte eléctrico AC o DC según tecnologías emergentes aplicables y objetivos estratégicos de innovación del sector.

Elemento de competencia 1. Definir los objetivos de transformación digital del sistema de transporte eléctrico de acuerdo con las prioridades estratégicas del sector y las tendencias tecnológicas emergentes.

Criterios de desempeño:

- La alineación de objetivos está acorde con prioridades estratégicas del sector y los lineamientos de transformación digital.
- La formulación de directrices corresponde con tendencias tecnológicas emergentes y las metas institucionales establecidas.
- La integridad de la documentación cumple con formatos de planificación estratégica y los requisitos de gestión del proyecto.
- La conformidad de objetivos cumple con los procedimientos de aprobación y los criterios de seguimiento del proyecto.

Elemento de competencia 2. Planificar las etapas de implementación de proyectos de transformación digital teniendo en cuenta la proyección de la demanda, cronogramas de ejecución y recursos asignados.

Criterios de desempeño:

- El cumplimiento de cronogramas corresponde con ejecución definida y la asignación de recursos disponibles.
- La secuencia de fases cumple con hitos estratégicos y los plazos de cada etapa del proyecto.
- La estructura de planificación cumple con formatos de gestión de proyectos y procedimientos de aprobación establecidos.
- El control de planes está acorde con estándares de calidad y criterios de seguimiento definidos.

Elemento de competencia 3. Gestionar los riesgos asociados a la adopción de tecnologías emergentes según los lineamientos de gestión de proyectos, la ciberseguridad y las políticas de seguridad de la información.

Criterios de desempeño:

- La identificación de riesgos está acorde con lineamientos de gestión de proyectos y requisitos de seguridad de la información.
- El alcance de la documentación cumple con escenarios de impacto y planes de mitigación definidos.
- La eficacia de acciones preventivas corresponde con políticas institucionales y los estándares de control de riesgos.
- La exhaustividad de la revisión cumple con los procedimientos de seguimiento y los criterios de aceptación del proyecto.

Elemento de competencia 4. Monitorear el avance de los proyectos de transformación digital de acuerdo con los indicadores de desempeño y los resultados esperados.

Criterios de desempeño:

- La cobertura de monitoreo está acorde con indicadores de desempeño y a los objetivos estratégicos del proyecto.
- La calidad de los registros de seguimiento corresponde con los formatos de reporte y los registros de avance establecidos.
- La rigurosidad de la evaluación cumple con criterios de calidad y los parámetros de eficiencia operativa.
- La conformidad de avances cumple con los procedimientos de control y los estándares de aceptación definidos.

Contexto de la competencia.

- **Recursos utilizados:**
  - Plataformas PPM y PMIS (Primavera P6, MS Project Online, Jira, ServiceNow).
  - Herramientas de análisis de datos y BI (Power BI, Tableau, Grafana).
  - Infraestructura digital: redes 5G stand-alone de pruebas, nodos edge, entornos de simulación EMT & RTDS.
  - Marcos normativos y de buenas prácticas: PMBOK 7, PRINCE2 Agile, ISO 21502, ISO 27001/27005, NERC CIP.
  - Equipos multidisciplinarios: ingeniería eléctrica, OT-IT, ciberseguridad, finanzas y sostenibilidad.

- **Productos y resultados (evidencias):**
  - Documento de alcance y objetivos de transformación digital alineado al plan maestro.
  - Cronograma maestro, curva S y hoja de ruta detallada con recursos y presupuesto aprobados.
  - Matriz integral de riesgos y plan de tratamiento actualizado.
  - Dashboards de KPIs (SPI, CPI, OTIF) y reportes ejecutivos mensuales.
  - Lecciones aprendidas y plan de mejora continua validados.

- **Información requerida (referentes):**

- Regulación energética y digital vigente (CREG, IEA, IEC 61850/62443).
- Guías de transformación digital del sector (CIGRE, EPRI).
- Estándares de gestión de proyectos y riesgos (PMI, ISO, NIST).
- Políticas corporativas de ESG, HSE y seguridad de la información.

COMPETENCIA ESPECÍFICA	**CE07-7-PEEL-T&D-13210-E-004–** Supervisar la integración de fuentes de información y sistemas de control en el transporte energético inteligente de acuerdo con los protocolos de operación coordinada y los estándares de interoperabilidad.

Elemento de competencia 1. Coordinar la integración de plataformas de monitoreo y sistemas de control del transporte eléctrico de acuerdo con los protocolos de interoperabilidad y las especificaciones técnicas del proyecto.

Criterios de desempeño:

- El cumplimiento de protocolos de interoperabilidad está acorde con especificaciones técnicas del proyecto, los plazos establecidos y los requisitos de operación.
- La sincronización técnica cumple con requerimientos funcionales, los criterios de operación coordinada y las métricas de desempeño.
- La calidad de la documentación está acorde con formatos de reporte, los lineamientos de gestión técnica y la trazabilidad normativa.
- La conformidad del proceso cumple con los procedimientos de control, los estándares de calidad y los criterios de aceptación.

Elemento de competencia 2. Verificar la compatibilidad de los sistemas de información y control según los estándares de operación coordinada y los requisitos funcionales definidos.

Criterios de desempeño:

- La compatibilidad de sistemas corresponde con estándares de operación coordinada, parámetros de interoperabilidad y criterios técnicos.
- La consistencia técnica de los sistemas de información cumple con requisitos funcionales, características del sistema eléctrico y criterios de evaluación.
- La disponibilidad de registros está acorde con registros de prueba, los informes de evaluación técnica y la accesibilidad para auditoría.
- La autorización de compatibilidad de los sistemas de información y control cumple con procedimientos de validación, criterios de aceptación y normativas vigentes.

Elemento de competencia 3. Orientar la implementación de interfaces de comunicación y procesos de sincronización de datos teniendo en cuenta las políticas de ciberseguridad y los lineamientos de calidad de la información.

Criterios de desempeño:

- La configuración de los canales de intercambio de datos está acorde con los estándares de interoperabilidad del sistema eléctrico inteligente y las directrices de seguridad de la infraestructura crítica.

- La coordinación de la sincronización entre plataformas y dispositivos corresponde con los requerimientos de consistencia temporal y los protocolos de operación segura del sistema.
- La validación de la calidad de la información transmitida y recibida cumple con los parámetros de integridad, disponibilidad y precisión definidos en los lineamientos de gestión de datos del sector.
- La articulación de las políticas de ciberseguridad en la infraestructura de comunicación está acorde con los principios de protección de la información y los niveles de riesgo aceptables en el entorno digital del transporte energético.

Elemento de competencia 4. Corroborar la operatividad de los sistemas integrados de información y control de acuerdo con los procedimientos de prueba y los indicadores de desempeño establecidos.

Criterios de desempeño:

- La operatividad de sistemas está acorde con procedimientos de prueba, criterios de interoperabilidad y los indicadores de desempeño.
- La medición de desempeño corresponde con los indicadores establecidos, las condiciones operativas y los umbrales definidos.
- La edición de la documentación cumple con los registros de resultados, los informes de revisión técnica y los criterios de auditoría.
- La conformidad final corresponde con requisitos normativos, los estándares de aceptación y la autorización de responsables.

Contexto de la competencia.

- **Recursos utilizados:**
  - Plataformas SCADA-EMS/DMS, historian PI System, brokers OPC UA, servidores NTP/PTP Grandmaster.
  - Herramientas de prueba y diagnóstico: UCA IUG IEC 61850 CTS, Wireshark, Ixia IxNetwork, Grafana.
  - Infraestructura de red resiliente con switches tiempo-sensibles (TSN) y firewalls de próxima generación.
  - Marcos normativos y guías: IEC 61850, IEC 61970/61968 (CIM), IEC 62443, NERC CIP, ISO 27001.
  - Equipos humanos: ingenieros de protección y control, especialistas OT-IT, analistas de ciberseguridad, auditores de calidad.

- **Productos y resultados (evidencias):**
  - Plan maestro de integración con cronograma, RACI y presupuestos aprobados.
  - Informes de conformidad técnica y certificados de interoperabilidad.
  - Reportes de pruebas FAT/SAT con métricas de latencia, disponibilidad e integridad.
  - Dashboards en tiempo real de calidad de servicio e indicadores de ciberseguridad (SIEM).
  - Actas de lecciones aprendidas y plan de mejora continua.

- **Información requerida (referentes):**

○ Especificaciones técnicas del proyecto, estándares IEC, NIST SP 800-82 y políticas internas de ciberseguridad. ○ SLA y OLA vigentes, manuales de dispositivos, diagramas unifilares y mapas de red. ○ Procedimientos corporativos de gestión de proyectos, control de calidad y respuesta a incidentes.	
COMPETENCIA ESPECÍFICA	**CE08-7-PEEL-T&D-13210-E-004–** Actualizar las estrategias de innovación tecnológica en el sistema de transmisión y distribución AC o DC de energía eléctrica inteligente teniendo en cuenta los resultados de desempeño operativo, los avances en transformación digital y los lineamientos de sostenibilidad energética.
Elemento de competencia 1. Producir análisis de los indicadores de desempeño de los sistemas inteligentes de transmisión y distribución de energía eléctrica teniendo en cuenta los resultados de operación integral, las métricas de eficiencia energética y los criterios de confiabilidad del sistema. **Criterios de desempeño:** ● La interpretación de los datos de desempeño corresponde con estándares de eficiencia operativa y los niveles de confiabilidad técnica del sistema eléctrico. ● El establecimiento de correlaciones entre indicadores técnicos y funcionales cumple con los requerimientos de análisis integral y los objetivos de mejora del desempeño sistémico. ● La priorización de variables críticas de desempeño está acorde con los criterios de impacto en la continuidad del servicio y la sostenibilidad energética.	
Elemento de competencia 2. Valuar las oportunidades de mejora en las soluciones tecnológicas implementadas en redes inteligentes de transmisión y distribución de energía eléctrica según los impactos operacionales, las proyecciones de sostenibilidad y los requerimientos de innovación del sistema eléctrico. **Criterios de desempeño:** ● La identificación de brechas tecnológicas cumple con las exigencias de sostenibilidad operativa y alineación con los objetivos de innovación estratégica. ● La estimación del potencial de mejora corresponde con los impactos operacionales esperados y los criterios de viabilidad técnica y económica. ● La estructuración de propuestas de optimización está acorde con las tendencias tecnológicas del sector y las metas de eficiencia energética del sistema.	
Elemento de competencia 3. Ajustar las líneas de acción estratégicas de transformación digital en el sistema eléctrico inteligente teniendo en cuenta la evolución tecnológica del sector, los niveles de ciberseguridad alcanzados y los objetivos de sostenibilidad definidos por la organización. **Criterios de desempeño:** ● La redefinición de las líneas estratégicas corresponde con los avances en tecnologías digitales y los nuevos requerimientos de seguridad cibernética.	

- La articulación de las acciones de transformación digital cumple con los objetivos institucionales de sostenibilidad e innovación operativa.
- La actualización de los enfoques de gestión tecnológica está acorde con el entorno regulatorio, las capacidades del sistema y las demandas del mercado energético.

Elemento de competencia 4. Integrar mejoras tecnológicas en los proyectos de innovación del sistema de transmisión y distribución eléctrica según los aprendizajes operativos, las condiciones regulatorias vigentes y las tendencias emergentes del mercado energético.

Criterios de desempeño:

- La incorporación de soluciones innovadoras cumple con los lineamientos regulatorios y las necesidades operativas identificadas en los sistemas inteligentes.
- La alineación de las mejoras tecnológicas con los proyectos estratégicos corresponde con los objetivos de evolución del sistema eléctrico y las proyecciones de modernización sectorial.
- La adaptación de las soluciones implementadas está acorde con los aprendizajes derivados de la operación y las exigencias del entorno competitivo digital.

Contexto de la competencia.

- **Recursos utilizados:**
  - Plataformas de analítica avanzada (Databricks, Power BI, Python ML), data lakes híbridos OT-IT.
  - Sistemas SCADA-EMS/DMS, BRMS y ERPs energéticos; gemelos digitales (Siemens PSS®, ETAP DT).
  - Normas y marcos: IEC 61850/61970-61968, IEC 62443, ISO 27001, ISO 50001, IEEE 2030.5, NIST CSF.
  - Infraestructura de pruebas: laboratorios HIL, bancos de carga, redes de comunicaciones TSN/PTP.
  - Equipos: comité de innovación, PMOs ágiles, especialistas en energía, data scientists y analistas ESG.

- **Productos y resultados (evidencias):**
  - Informes analíticos de desempeño con dashboards interactivos y métricas ESG.
  - Mapa de brechas y portafolio priorizado de oportunidades tecnológicas.
  - Hoja de ruta de transformación digital revisada y aprobada (KPIs, hitos, presupuesto).
  - Planes de integración de nuevas tecnologías con evidencias FAT/SAT y certificados de conformidad.
  - Reportes de cultura de innovación y bases de conocimiento actualizadas.

- **Información requerida (referentes):**
  - Estrategia nacional/organizacional de energía, políticas Net-Zero y regulación sectorial (CREG, FERC).
  - Manuales de fabricante, estándares de calidad/seguridad, estudios de mercado tecnológico.
  - Datos operativos históricos, registros de mantenimiento, incidentes de ciberseguridad.
  - Lineamientos corporativos de PMO, gestión de calidad y gobernanza de datos.

<table>
<tr>
<td>2.4 Competencias Clave (Básicas y transversales)</td>
<td>
Competencias básicas: 7 créditos.
<table>
<tr><th>Competencia Comunicación (oral y escrita en lengua materna y una segunda lengua)</th><th>Duración</th></tr>
<tr><td>• Producción de textos técnicos y científicos.
• Ética de la comunicación.
• Segunda lengua, nivel B2 del Marco Común Europeo.</td><td>2</td></tr>
<tr><th>Competencias en matemáticas, estadística y analítica</th><th>Duración</th></tr>
<tr><td>• Estadística descriptiva e inferencial.
• Analítica de datos.
• Diseño experimental.</td><td>2</td></tr>
<tr><th>Competencias en ciencias sociales, ciencias naturales y ambientales; y, ciudadana</th><th>Duración</th></tr>
<tr><td>• Ciencias sociales: relaciones con la historia y la cultura; relaciones espaciales y ambientales; relaciones ético-políticas; relación ciencia, tecnología y sociedad, relación administración pública; marco normativo del sector de energía y electricidad; Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS; transición energética; eficiencia energética; teoría organizacional; herramientas gerenciales; ciberseguridad y resiliencia energética; gestión integral de riesgos en infraestructuras críticas y herramientas de evaluación económica de proyectos de energía.
• Ciencias naturales y ambientales: Normatividad y protocolos de seguridad eléctrica; principios de la física (electricidad, magnetismo, trabajo, energía y calor); fundamentos termodinámicos; dinámica de sistemas; Aplicación de herramientas de inteligencia artificial, machine learning, plataformas de simulación energética; software de modelado de sistemas eléctricos; Modelación predictiva de la demanda, análisis de big data energético, diseño de algoritmos aplicados a sistemas eléctricos.
• Convivencia y paz; participación y responsabilidad democrática; pluralidad, identidad y valoración de las diferencias.</td><td>2</td></tr>
<tr><th>Competencias de planeación, liderazgo y trabajo en equipo</th><th>Duración</th></tr>
<tr><td>• Teoría organizacional.
• Herramientas gerenciales.
• Planeación del tiempo.
• Orientación al logro.
• Optimización de recursos.
• Capacidad de resolución de problemas y conflictos.
• Imparcialidad, objetividad e igualdad en el ambiente laboral.</td><td>1</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
</table>

Competencias transversales: 7 créditos.

Habilidades en el uso de las TIC		
Módulo	**Referente para el aprendizaje**	**Duración**
Manejo de herramientas informáticas.	**RA1.** Clasificar grandes volúmenes de datos a partir de los criterios de procedencia y estructura. **RA2.** Aplicar técnicas en la captura y recuperación de datos de acuerdo con necesidades de información. **RA3.** Identificar tendencias globales y patrones de los datos a partir de entornos de trabajo de datos masivos. **RA4.** Seleccionar técnicas de almacenamiento de datos en función de la arquitectura del modelo de minería de datos. **RA5.** Usar redes informáticas en actividades de gestión de la información y comunicación.	1
Protección de salud y el medio ambiente		
Módulo	**Referente para el aprendizaje**	**Duración**
Seguridad eléctrica.	**RA1.** Formular políticas organizacionales de seguridad eléctrica teniendo en cuenta la normativa internacional, los lineamientos regulatorios y los objetivos estratégicos de sostenibilidad. **RA2.** Liderar procesos de innovación tecnológica en sistemas de seguridad eléctrica en relación con la transición energética, la digitalización industrial y la confiabilidad operativa. **RA3.** Gestionar programas integrales de seguridad y salud ocupacional en concordancia con estándares internacionales, sistemas de calidad y compromisos de responsabilidad social empresarial.	2
Conservación del medio ambiente.	**RA1.** Formular acciones de mitigación de riesgos ambientales según el plan de protección ambiental de la organización. **RA2.** Seleccionar estrategias de protección ambiental según los riesgos identificados y la normativa ambiental vigente.	

		RA3. Establecer mecanismos de seguimiento del plan de protección ambiental acorde con los lineamientos de la organización. RA4. Evaluar los riesgos derivados de su actividad, analizando las condiciones de trabajo y los factores de riesgo presentes en su entorno laboral.	
	Cultura emprendedora y empresarial		
	Módulo	**Referente para el aprendizaje**	**Duración**
	Expansión.	**RA1.** Monitorear tendencias relevantes analizando las oportunidades y amenazas para generar valor y transforma las ideas en soluciones que aportan valor. **RA2.** Diseñar estrategias de desarrollo profesional para el equipo y la organización basado en una comprensión clara de las fortalezas y debilidades, en relación con las oportunidades actuales y las futuras para crear valor. **RA3.** Evaluar la salud financiera de una actividad de creación de valor y emitir concepto sobre flujo de fondos de una organización utilizando indicadores financieros. **RA4.** Involucrar e inspirar a otras personas, consiguiendo que se integren en el equipo del proyecto a desarrollar y diseñar un plan de acción detallado teniendo en cuenta circunstancias cambiantes y el logro de los objetivos. **RA5.** Evaluar el riesgo al que la empresa está expuesta a medida que cambian las condiciones.	2
	Capacidad de innovación e investigación		
	Módulo	**Referente para el aprendizaje**	**Duración**
	Investigación aplicada.	**RA1.** Demostrar conocimiento amplio de la teoría y práctica de un campo profesional especializado en contextos multidisciplinarios. **RA2.** Abordar desde una visión sistémica los problemas o dificultades, planteando soluciones y alternativas. **RA3.** Formular soluciones innovadoras a partir de la resolución de problemas	2

		complejos mediante la investigación y valoración de información avanzada. **RA4.** Generar ambientes de innovación y herramientas que promueven el desarrollo de nuevas ideas. **RA5.** Evaluar la viabilidad, factibilidad y sostenibilidad de soluciones innovadoras, priorizando según las capacidades y recursos asignados.	

Nota: *las Competencias Clave presentan los referentes que requieren integrarse en el diseño y desarrollo de los procesos educativos y formativos; en el caso de las competencias de inglés, y en general, se recomienda adaptarlas a los requerimientos según la realidad del sector, las características del perfil, necesidades del programa y de la institución.*

3. RESULTADOS DE APRENDIZAJE Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
CE01-7-PEEL-T&D-13210-E-004– Diseñar sistemas de transporte de energía DC o AC con tecnologías de redes inteligentes de acuerdo con los principios de seguridad eléctrica, eficiencia operativa y criterios de resiliencia eléctrica.	
Duración créditos: 9	**Duración en horas:**
Resultado de aprendizaje 1. Formular criterios de desempeño y eficiencia en sistemas de transporte inteligente según objetivos estratégicos y requisitos funcionales.	
Resultado de aprendizaje 2. Especificar tecnologías y equipos de transmisión teniendo en cuenta estándares, ciclo de vida y sostenibilidad técnica.	
Resultado de aprendizaje 3. Estructurar la arquitectura modular teniendo en cuenta la integración de capas funcionales, nodos críticos y ciberseguridad con enfoque de resiliencia.	
Resultado de aprendizaje 4. Simular escenarios críticos y fallos validando confiabilidad de acuerdo con umbrales de riesgo y continuidad.	
Resultado de aprendizaje 5. Promover mejora continua y uso responsable de recursos durante el diseño colaborativo, de acuerdo con lineamientos técnicos.	
CE02-7-PEEL-T&D-13210-E-004– Formular estrategias de expansión de redes eléctricas AC o DC según los criterios de automatización, control remoto y eficiencia energética del plan maestro del sistema eléctrico.	
Duración créditos: 5	**Duración en horas:**
Resultado de aprendizaje 1. Dimensionar requerimientos de expansión de acuerdo con demanda, automatización prevista y límites de eficiencia.	
Resultado de aprendizaje 2. Proyectar escenarios de crecimiento teniendo en cuenta criterios de sostenibilidad y control remoto progresivo y plan maestro del sistema eléctrico.	

Resultado de aprendizaje 3. Optimizar alternativas tecnológicas según riesgos operativos, criterios de inversión y retorno.
Resultado de aprendizaje 4. Coordinar planes de implementación de acuerdo con viabilidad técnica, recursos y cronogramas.
Resultado de aprendizaje 5. Articular la responsabilidad socioambiental y la participación de actores del sector en la formulación de estrategias de acuerdo con criterios técnicos y metodológicos.
CE03-7-PEEL-T&D-13210-E-004– Determinar el impacto técnico y económico de la implementación de tecnologías inteligentes en el sistema de transporte eléctrico AC o DC teniendo en cuenta los estudios de factibilidad y los indicadores de retorno de inversión.

Duración créditos: 5	**Duración en horas:**
Resultado de aprendizaje 1. Evaluar la viabilidad técnica de adopción teniendo en cuenta compatibilidad, escalabilidad e interoperabilidad.	
Resultado de aprendizaje 2. Modelar costos operativos y de capital según escenarios de inversión y criterios de rentabilidad y riesgo.	
Resultado de aprendizaje 3. Comparar beneficios económicos y energéticos teniendo en cuenta indicadores de ROI y eficiencia.	
Resultado de aprendizaje 4. Generar informes técnico-económicos teniendo en cuenta protocolos de operación e indicadores de ROI y eficiencia.	
Resultado de aprendizaje 5. Liderar decisiones con transparencia y gestión del riesgo teniendo en cuenta protocolos y políticas institucionales.	
CE04-7-PEEL-T&D-13210-E-004– Modelar escenarios de evolución de redes inteligentes teniendo en cuenta las condiciones regulatorias, los impactos ambientales y las tendencias tecnológicas del sector eléctrico.	
Duración créditos: 5	**Duración en horas:**
Resultado de aprendizaje 1. Anticipar variables críticas de evolución teniendo en cuenta tendencias regulatorias, tecnológicas y ambientales.	
Resultado de aprendizaje 2. Construir escenarios prospectivos de acuerdo con plataformas de simulación y supuestos validados.	
Resultado de aprendizaje 3. Ponderar impactos técnicos, económicos y ambientales teniendo en cuenta matrices multicriterio y umbrales de resiliencia.	
Resultado de aprendizaje 4. Elaborar informes prospectivos teniendo en cuenta criterios de proyección, riesgo y beneficio.	
Resultado de aprendizaje 5. Propiciar decisiones que equilibren viabilidad económica, sostenibilidad y robustez del sistema teniendo en cuenta análisis técnico de datos e información y criterios técnicos.	

CE05-7-PEEL-T&D-13210-E-004– Definir lineamientos del sistema eléctrico inteligente de transporte de acuerdo con requisitos de seguridad, de interoperabilidad funcional y normativa sectorial de sostenibilidad energética.	
Duración créditos: 3	**Duración en horas:**
Resultado de aprendizaje 1. Analizar requisitos normativos, técnicos y ambientales según lineamientos técnicos y operativos.	
Resultado de aprendizaje 2. Diseñar el marco integral de lineamientos teniendo en cuenta seguridad operativa, interoperabilidad y sostenibilidad energética.	
Resultado de aprendizaje 3. Validar la correspondencia de lineamientos según estándares de calidad, confiabilidad y eficiencia.	
Resultado de aprendizaje 4. Supervisar la integración de lineamientos en operación y mantenimiento de acuerdo con documentación técnica y normativa sectorial.	
Resultado de aprendizaje 5. Afianzar la cultura de cumplimiento normativo y mejora continua en equipos multidisciplinarios de acuerdo con metodologías.	
CE06-7-PEEL-T&D-13210-E-004– Liderar proyectos de transformación digital del sistema de transporte eléctrico AC o DC según tecnologías emergentes aplicables y objetivos estratégicos de innovación del sector.	
Duración créditos: 9	**Duración en horas:**
Resultado de aprendizaje 1. Valorar objetivos estratégicos de transformación digital teniendo en cuenta tendencias tecnológicas y plan maestro sectorial.	
Resultado de aprendizaje 2. Planificar la hoja de ruta con fases, hitos y asignación de recursos de acuerdo con metodologías y objetivos del proyecto.	
Resultado de aprendizaje 3. Gestionar riesgos técnicos y de ciberseguridad según lineamientos y políticas corporativas.	
Resultado de aprendizaje 4. Estructurar plan de monitoreo de avance de proyectos incluyendo indicadores (KPIs) y tableros analíticos, teniendo en cuenta criterios técnicos y de cumplimiento de SLA.	
Resultado de aprendizaje 5. Fomentar innovación colaborativa, liderazgo ético y resiliencia operativa en equipos de acuerdo con metodologías.	
CE07-7-PEEL-T&D-13210-E-004– Supervisar la integración de fuentes de información y sistemas de control en el transporte energético inteligente de acuerdo con los protocolos de operación coordinada y los estándares de interoperabilidad.	
Duración créditos:5	**Duración en horas:**
Resultado de aprendizaje 1. Diagnosticar el alineamiento entre plataformas SCADA-EMS teniendo en cuenta brechas críticas, criterios de monitoreo y estándares de interoperabilidad.	
Resultado de aprendizaje 2. Verificar el plan maestro de integración de datos y control teniendo en cuenta lineamientos técnicos y parámetros de calidad.	

Resultado de aprendizaje 3. Auditar la compatibilidad técnica teniendo en cuenta parámetros de latencia, disponibilidad e integridad.
Resultado de aprendizaje 4. Dirigir la implementación de interfaces seguras y ciber-sincronización de datos en infraestructura crítica teniendo en cuenta lineamientos técnicos y operativos.
Resultado de aprendizaje 5. Potenciar la colaboración multidisciplinaria y la cultura de datos abiertos de acuerdo con metodologías y parámetros de calidad.
CE08-7-PEEL-T&D-13210-E-004– Actualizar las estrategias de innovación tecnológica en el sistema de transmisión y distribución AC o DC de energía eléctrica inteligente teniendo en cuenta los resultados de desempeño operativo, los avances en transformación digital y los lineamientos de sostenibilidad energética.

Duración créditos: 5	**Duración en horas:**
Resultado de aprendizaje 1. Proponer mejoras a las estrategias de innovación tecnológica en el sistema de transmisión y distribución AC o DC de energía eléctrica inteligente de acuerdo con resultado de indicadores operativos, energéticos y de confiabilidad.	
Resultado de aprendizaje 2. Priorizar brechas y oportunidades teniendo en cuenta analítica multivariada de datos OT/IT y ESG y parámetros de impacto en continuidad y eficiencia.	
Resultado de aprendizaje 3. Verificar la hoja de ruta digital ajustando iniciativas, KPIs y controles de ciberseguridad según evidencia y regulación emergente.	
Resultado de aprendizaje 4. Gestionar la incorporación de soluciones validadas (almacenamiento distribuido, FACTS modulares, gemelos energéticos) en programas de modernización teniendo en cuenta arquitectura corporativa y objetivos Net-Zero.	
Resultado de aprendizaje 5. Impulsar una cultura de innovación continua y gestión del conocimiento teniendo en cuenta estrategias tecnológicas del sistema.	

4. PARÁMETROS DE CALIDAD	
4.1 Docentes- formadores- tutores – personal administrativo.	Título de pregrado universitario o de especialización relacionado con el sector de energía y electricidad o con áreas disciplinares afines a la ingeniería eléctrica o energética conferido por institución de educación con licencia de funcionamiento y legalmente autorizada para impartir educación superior en el país; o, del exterior, en cuyo caso debe ser convalidado de acuerdo con las normas que rigen en el país. Se requiere, además, en caso de convalidación, presentar la prueba SABER PRO de egreso de programas de educación superior realizada por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación – ICFES; o, su equivalente en otros países. Se sugiere contar con experiencia en procesos de innovación tecnológica o mejora continua en sistemas energéticos.

4.4 Regulación de la profesión.	El ejercicio de las funciones propias de esta cualificación se encuentra reglamentado por la Ley 51 de 1986, que establece las disposiciones para el ejercicio de las profesiones de ingeniería eléctrica, mecánica y afines, y por la Ley 842 de 2003, que modifica la reglamentación del ejercicio de la ingeniería, adopta el Código de Ética Profesional y dicta otras disposiciones. Realizada la revisión legal sobre la regulación del desempeño en este perfil ocupacional, no se encontró una norma específica que restrinja su ejercicio. Sin embargo, dependiendo del tipo de actividades desempeñadas, pueden ser exigibles requisitos adicionales como la matrícula profesional otorgada por el Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y profesiones afines (CONICEM), en los casos en que se ejerzan funciones propias de la ingeniería, así como certificaciones en seguridad y salud en el trabajo, trabajo seguro en alturas, o en riesgo eléctrico, según el contexto laboral específico.