Educación

PNUD

50 AÑOS 1974 - 2024 COLOMBIA



DOCUMENTO CON LA IDENTIFICACIÓN DE BRECHAS DE CAPITAL HUMANO DEL ÁREA DE CUALIFICACIÓN: PRODUCCIÓN DE ENERGÍA Y ELECTRICIDAD (PEEL)

Junio 2025

Marco Nacional de Cualificaciones Colombia

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN **13**

OBJETIVO **17**

Objetivo general **17**

Objetivos específicos **17**

1. ANÁLISIS DE LA DEMANDA LABORAL: ¿Qué necesita el sector productivo? **18**

1.1 Características del sector productivo. 18

1.1.1 Empresas del sector eléctrico asociado al área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL) **18**

1.1.2 Clúster y gremios asociados **22**

1.2 Demanda actual. 23

1.2.1 A partir de fuentes secundarias. **23**

1.2.2 A partir de fuentes primarias **46**

1.3 Demanda futura: prospectiva laboral 61

1.3.1 Descripción metodológica. **63**

1.3.2 Análisis bibliométrico para el área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL) **77**

1.3.3 Identificación y descripción tendencias del área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL) **82**

1.3.4 Validación y análisis de tendencias a partir del instrumento IMI 103

1.3.5 Escenarios prospectivos del área de cualificación PEEL. **120**

1.3.6 Análisis de impacto en el capital humano **124**

2. ANÁLISIS DE LA OFERTA EDUCATIVA Y FORMATIVA: ¿Cuáles son las características de la oferta? **135**

2.1 Análisis cuantitativo de la oferta educativa y formativa del área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL) 138

2.1.1 Educación superior (ES) – Programas educativos. 139

2.1.2 Educación para el trabajo y el desarrollo humano (ETDH) – Programas educativos. 160

2.1.3 Formación Profesional Integral (FPI) del Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA. 170

2.1.4 Modalidad virtual 175

2.1.5 Educación informal – Programas de formación relacionados con el sector ofertados en plataformas. 176

2.1.6 Centros de formación más demandados. 177

2.1.7 Programas de educación continua en el sector eléctrico. 177

2.2 Análisis cualitativo de la oferta educativa y formativa del área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL) 177

2.2.1 Análisis de programas académicos a partir de competencias. 177

2.2.2 Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano – ETDH. 178

2.2.3 Formación Profesional Integral - Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) 178

2.3 Análisis de la oferta educativa a partir de fuente primarias. 179

2.3.1 Caracterización general 179

2.3.2 Relacionamiento con el sector productivo y el mercado laboral. 181

2.3.3 Identificación de brechas y acciones para el cierre. 183

2.3.4 Análisis de programas educativos y de formación. 184

2.3.5 Programas faltantes 197

¿Qué otros programas educativos o formativos, considera son necesarios para fortalecer la oferta laboral del sector y que no tienen suficiente presencia en el territorio? 197

2.3.6 TENDENCIAS TECNOLÓGICAS Y PEDAGÓGICAS EN LA EDUCACIÓN. 200

3 ANÁLISIS DE BRECHAS DE CAPITAL HUMANO: ¿Cuál es el desajuste entre la demanda y la oferta? 212

3.1. A partir de indicadores cuantitativos 216

3.1.1 Brechas de cantidad 218

3.1.2 Brechas de calidad 229

3.1.3 Brechas de pertinencia 237

3.2. A partir de indicadores cualitativos 244

CONCLUSIONES 252

REFERENCIAS 255

ANEXOS 261

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases metodológicas para el diseño de cualificaciones. 15
Figura 2. Fases metodología prospectiva. 63
Figura 3. Fase 1 de la metodología prospectiva. 63
Figura 4. Fase 2 de la metodología prospectiva. 70
Figura 5. Fase 3 de la metodología prospectiva. 71
Figura 6. Fase 4 de la metodología prospectiva. 76
Figura 7. Nube de Palabras 79
Figura 8. Tendencia de términos clave 80
Figura 9. Co-ocurrencia de palabras clave de investigación 81
Figura 10. Producción científica por país 81
Figura 11. Número de citas recibidas por país 82
Figura 12. Fase 5 de la metodología prospectiva. 121
Figura *13*. Contexto de la oferta educativa para el AC PEEL en el ámbito nacional. 136
Figura 14. Palabras clave relacionadas con el área de Producción de Energía y Electricidad 139
Figura 15. Número de programas de educación superior relacionados con el AC PEEL 139
Figura 16. Número de programas de educación para ETDH relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL) 160
Figura 17. Número de programas de titulada y complementarios de FPI relacionados con el área PEEL 170
Figura 18. Caminos a 2050. 202
Figura 19. Clasificación de las brechas de capital humano. 213

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Competencias transversales más demandadas. 43
Ilustración 2. Competencias técnicas (digitales) más demandadas. 44
Ilustración 3. Indicadores del índice de priorización. 48

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Distribución departamental de empresas relacionadas con el AC. 19
Gráfica 2. Distribución de empresas por actividad económica. 21
Gráfica 3. Distribución de empresas por tamaño. 22
Gráfica 4. Conocimientos asociados a las ocupaciones del área de cualificación PEEL, según la CUOC. 28
Gráfica 5. Destrezas por ocupaciones asociadas al sector PEEL según la CUOC. 29
Gráfica 6. Distribución departamental de empresas buscadoras. 32
Gráfica 7. Distribución de empresas buscadoras por división económica. 33
Gráfica 8. Distribución de empresa buscadoras por tamaño. 34
Gráfica 9. Top 10 de ocupaciones misionales más demandadas en 2024 y I Trim 2025. 42
Gráfica 10. Tipo de competencias más demandadas por nivel de competencias. 45
Gráfica 11. Resultados del índice de priorización. 48
Gráfica 12. Tamaño de empresa por tipo. 51
Gráfica 13. Nivel de aceptación de macrotendencia "Transición energética y descarbonización". 104
Gráfica 14 . Nivel de aceptación de macrotendencia "Generación distribuida y diversificación". 105
Gráfica 15. Nivel de aceptación de macrotendencia "Digitalización y automatización". 106
Gráfica 16. Nivel de aceptación de macrotendencia "Democratización y equidad energética". 106

Gráfica 17. Nivel de aceptación de macrotendencia "Mitigación del impacto ambiental y economía circular". 108
Gráfica 18. Nivel de aceptación de macrotendencia "Crecimiento e impacto económico". 109
Gráfica 19. Nivel de aceptación de macrotendencia "Evolución normativa sectorial". 109
Gráfica 20. Materialización e impacto de las tendencias. 113
Gráfica 21. Resumen IMI de tendencias. 119
Gráfica 22. Caracterización de la oferta de programas relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad. 138
Gráfica 23. Programas de educación superior de posgrado y pregrado relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad. 140
Gráfica 24. Programas de pregrado por nivel de formación relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad. 141
Gráfica 25. Programas de posgrado por nivel de formación relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad -PEEL. 143
Gráfica 26. Programas de educación superior de posgrados y pregrados por nivel de formación relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad. 144
Gráfica 27. Relación de las áreas de conocimiento de la CINE F de los programas de educación superior. 145
Gráfica 28. Ubicación de los programas de educación superior relacionados del AC Producción de Energía y Electricidad -PEEL. 146
Gráfica 29. Programas de educación superior por modalidad AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL). 147
Gráfica 30. Cantidad y porcentaje de programas con reconocimiento de acreditación de alta calidad AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL). 148
Gráfica 31. Tipo de sector oficial y privado de las instituciones de educación superior con oferta relacionada del AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL). 150
Gráfica 32.Carácter académico de las instituciones de educación superior con oferta relacionada del AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL). 151
Gráfica 33. Matriculados en programas de educación superior relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL). 154

Gráfica 34. Instituciones con mayor número de matriculados corte 2023 en programas de educación superior relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL). 157
Gráfica 35. Matriculados y graduados en programas de educación superior corte 2023 relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL). 158
Gráfica 36 . Matriculados y graduados en programas de educación superior por nivel corte 2023 relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL). .. 159
Gráfica 37. Matriculados y graduados en programas de educación superior por género corte 2023 relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL). .. 159
Gráfica 38. Áreas de desempeño de programas de ETDH con oferta relacionada con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL). 161
Gráfica 39. Ubicación geográfica de los programas de educación para el trabajo y el desarrollo humano relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL). 162
Gráfica 40. Matriculados en programas de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano (ETDH), relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL). 164
Gráfica 41. Certificados en programas de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano relacionado con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL). 166
Gráfica 42. Matriculados y certificados en programas de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL). 168
Gráfica 43. Relación de Matriculados y certificados en programas de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL). 169
Gráfica 44. Programas por nivel de formación profesional integral – SENA relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad - PEEL. 171
Gráfica 45. Certificados en FPI relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL). 173
Gráfica 46. Certificados en técnicos laborales FPI relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad. 174

Gráfica 47. Oferta educativa modalidad virtual relacionados con el área de Producción de Energía y Electricidad -PEEL. 176
Gráfica 48. Ubicación instituciones educativas y centros de formación. 180
Gráfica 49. Duración promedio de la oferta de empleo registrada para el área de cualificación y promedio general. 219
Gráfica 50. Indicador de desbalance entre oferta y demanda laboral. 221
Gráfica 51. Brecha de ingresos salariales por hora. 226
Gráfica 52. Brecha de salarial por genero (General Nacional Vs Área de cualificación). 227
Gráfica 53. Brecha por competencias transversales Saber Pro. 230
Gráfica 54. Brecha por competencias transversales Saber TyT. 231
Gráfica 55. Brecha por competencias técnicas Saber Pro. 232
Gráfica 56. Brecha por competencias técnicas Saber TyT. 233
Gráfica 57. Brecha de dispersión competencias técnicas Saber Pro. 234
Gráfica 58. Brecha de dispersión competencias técnicas Saber TyT. 235
Gráfica 59. Brecha de excelencia competencias técnicas Saber Pro. 236
Gráfica 60. Brecha de excelencia competencias técnicas Saber TyT. 237
Gráfica 61. Brecha de competencias general y área de cualificación. 238
Gráfica 62. Brecha de competencias por genero (2024). 239

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ocupaciones y denominaciones ocupacionales del AC PEEL 24
Tabla 2. Grandes grupos y Niveles de Competencia - CUOC. 26
Tabla 3. Ocupaciones por Nivel de Competencia. 27
Tabla 4. Publicaciones y vacantes por año asociadas al AC. 34
Tabla 5. Distribución de vacantes por departamento. 35
Tabla 6. Porcentaje de publicaciones de vacantes por nivel educativo. 37
Tabla 7. Porcentaje de publicaciones de vacantes por rango salarial ofertado. 39
Tabla 8. Porcentaje de publicaciones de vacantes por rango de experiencia requerida. 40

Tabla 9. Tipos de empresa. 51
Tabla 10. Ocupaciones de nivel directivo y profesional. 52
Tabla 11. Ocupaciones de nivel técnico. 58
Tabla 12. Ocupaciones de nivel operativo. 60
Tabla 13. Caracterización de tendencias específicas 101
Tabla 14. Importancia de las tendencias. 110
Tabla 15. Tendencia de accion inmediata 114
Tabla 16. Tendencia de accion necesaria. 115
Tabla 17. Tendencia menos urgente. 117
Tabla 18. Estrategias de largo plazo. 118
Tabla 19. Impacto de la gran tendencia 1 en el capital humano. 124
Tabla 20. Impacto de la gran tendencia 2 en el capital humano. 125
Tabla 21. Impacto de la gran tendencia 3 en el capital humano 126
Tabla 22. Impacto de la gran tendencia 4 en el capital humano 127
Tabla 23. Impacto de la gran tendencia 5 en el capital humano 128
Tabla 24. Impacto de la gran tendencia 6 en el capital humano 129
Tabla 25. Impacto de la gran tendencia 7 en el capital humano 129
Tabla 26. Programas de pregrado destacados, AC Producción de Energía y Electricidad 142
Tabla 27. Programas de posgrado más destacados del AC Producción de Energía y Electricidad 143
Tabla 28. Distribución de oferta de programas relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL) 146
Tabla 29. Programas de educación superior con acreditación de alta calidad AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL) 149
Tabla 30. Ubicación de las instituciones de educación superior con oferta relacionada del AC PEEL. 152
Tabla 31. Matriculados en programas de educación superior por nivel relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL) 154
Tabla 32. Programas de educación superior / posgrados con mayor número matriculados por nivel relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL) 155

Tabla 33. Programas de educación superior / pregrado con mayor número matriculados por nivel relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL) 156
Tabla 34. Programas por área de desempeño relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL) 161
Tabla 35. Ubicación geográfica por departamento de programas de educación para el trabajo y el desarrollo humano relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL) 162
Tabla 36. Programas de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano con mayor número de matriculados corte 2025 relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL) 165
Tabla 37. Programas de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano con mayor número de certificados relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL) 167
Tabla 38. Instituciones con mayor número de certificados en programas de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano relacionado con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL) 168
Tabla 39. Número de programas por modalidad y nivel de formación profesional integral - SENA, AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL) 171
Tabla 40. Programas por nivel de formación profesional integral - SENA, AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL) 172
Tabla 41. Certificados en técnicos laborales FPI relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad -PEEL, por departamento. 174
Tabla 42. Relación de instituciones y programas educativos y formativos consultados. 181
Tabla 43. Programa 1: Técnico laboral electricista de sistema de energía eléctrica. 185
Tabla 44. Programa 2: Técnico laboral en electricidad industrial 186
Tabla 45. Programa 3: Técnico laboral en sistemas de generación de energía solar fotovoltaica 187
Tabla 46. Programa 4: Supervisión de redes de distribución de energía eléctrica .. 188
Tabla 47. Programa 5: Universitario Ingeniería Eléctrica. 189

Tabla 48. Programa 6: Universitario Ingeniería en Energías 190
Tabla 49. Programa 7: Universitario Ingeniería en Energías. 191
Tabla 50. Programa 8: Especialización Gestión Eficiente de Energía. 192
Tabla 51. Programa 9: Maestría en Gestión Energética. 194
Tabla 52. Programa 10: Maestría en Eficiencia Energética y Energía Renovable. .. 196
Tabla 53. Programas faltantes Cali. 197
Tabla 54. Programa faltante Barranquilla. 200
Tabla 55. Clasificación de brechas cuantitativas. 217
Tabla 56. Duración promedio de la oferta de empleo registrada por grandes grupos ocupacionales. 220
Tabla 57. Desbalance entre oferta y demanda laboral por grandes grupos ocupacionales. 222
Tabla 58. Brecha de salarial por gran grupo ocupacional (General Nacional Vs Área de cualificación). 228
Tabla 59. Resultado modelo (1) Mincer simple nivel nacional general. 241
Tabla 60. Resultado modelo (1) Mincer simple nivel área de cualificación. 242
Tabla 61. Resultado modelo (2) Mincer ampliado nivel nacional general. 243

INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el entregable relacionado con el "Documento con las brechas de capacidades humanas del área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad (PEEL)", del convenio 01000571 suscrito entre el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Ministerio de Educación Nacional (MEN) donde el objeto consiste en "Aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para aplicar los elementos metodológicos del Marco Nacional de Cualificaciones en el diseño de catálogos de cualificaciones para el fortalecimiento de la educación y aporte a la reconversión laboral en la transformación productiva del país".

Las Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 "Colombia, Potencia mundial de la vida" ha establecido una hoja de ruta para que el país se convierta en un líder de la lucha mundial por la vida, la humanidad y la naturaleza, a través de cinco (5) grandes transformaciones. Particularmente, la Seguridad humana y justicia social contempla el catalizador "C. Expansión de capacidades: más y mejores oportunidades de la población para lograr sus proyectos de vida", en el cual incluye el numeral 5. Educación, formación y reconversión laboral como respuesta al cambio productivo, donde se expone la importancia de:

Identificar sectores o subsectores económicos con potencial de transición y con ventajas comparativas para estimar la demanda y las brechas de competencias y cualificaciones.

Diseñar acciones para que la educación superior, la formación para el trabajo, la formación profesional integral responda a las necesidades de la transformación productiva.

Consolidar el Sistema Nacional de Cualificaciones (SNC) y sus componentes en el marco de la estrategia de país de formación y reconversión laboral.

Permitir el acceso a las vías de cualificación con calidad de las ofertas educativas y formativas y con movilidad hacia el empleo digno, a través de los componentes del SNC y su relacionamiento con la oferta de la educación posmedia44.

En línea con lo anterior, Colombia ha venido avanzando en la consolidación del Sistema Nacional de Cualificaciones (SNC) en el cual incluye al Marco Nacional de Cualificaciones (MNC) como uno de los componentes más importantes, ya que contribuye a garantizar el relacionamiento y la correspondencia de las necesidades de los sectores con la oferta educativa-formativa.

En este sentido, el MNC se presenta como una oportunidad para identificar y dar respuesta a los requerimientos, prospectivas y brechas de las apuestas de transformación productiva. Asimismo, para fortalecer, entre otros aspectos, la articulación entre los sectores público y privado, el reconocimiento de los aprendizajes a lo largo de la vida, la movilidad educativa y laboral y la reconversión de los sectores.

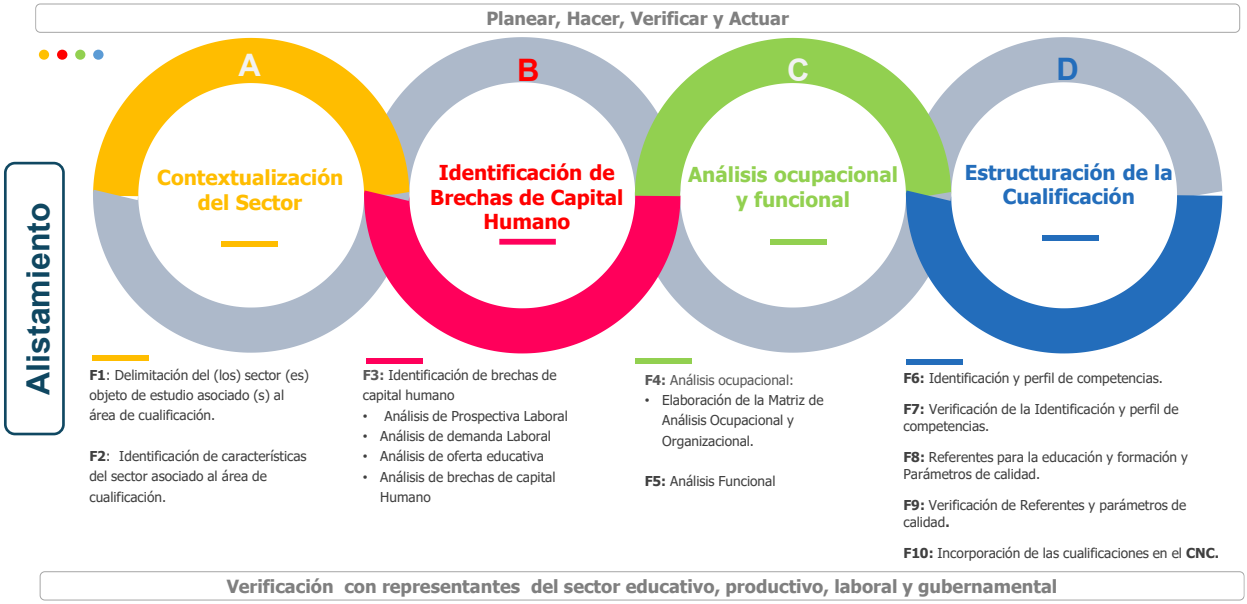
De igual forma, la misma línea Educación, formación y reconversión laboral como respuesta al cambio productivo de las Bases del PND, presenta la estrategia "Consolidación del Sistema de Educación Superior Colombiano", en la que expone la necesidad de fomentar la oferta educativa en áreas estratégicas que generen una mayor interacción de las Instituciones de Educación Superior (IES) con los sectores productivo, social y cultural. En este sentido, el Marco Nacional de Cualificaciones se prioriza como un instrumento clave para la oferta de programas en la educación posmedia donde se espera contar con un modelo de educación que articule programas que puedan ser ofertados desde la media con los de la educación superior, la Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano – ETDH y la formación para el trabajo.

En este contexto, desde el año 2010 el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en coordinación con entidades gubernamentales, productivas, educativas y formativas han venido avanzando significativamente en la estructuración, desarrollo e implementación del Marco Nacional de Cualificaciones (MNC) para Colombia. Producto de estos avances, el MNC fue reglamentado y adoptado a través del Decreto 1649 de 2021, donde se define "como el instrumento que permite estructurar y clasificar las cualificaciones en un esquema de ocho (8) niveles ordenados y expresados en términos de conocimientos, destrezas y actitudes aplicables en contextos de estudio, trabajo o en ambos, de acuerdo con la secuencialidad y complejidad de los aprendizajes que logran las personas en las diferentes Vías de Cualificación".

Específicamente, las acciones de diseño de catálogos de cualificaciones se han venido desarrollando teniendo en cuenta que los catálogos: i) facilitan el diseño curricular de los programas a partir de las necesidades y las apuestas del entorno social y productivo, ii) brindan referentes al sector en la gestión y capacitación del talento humano, iii) orientan a los usuarios acerca de las oportunidades de acceso a las trayectorias de cualificación que favorezcan la movilidad educativa, formativa y laboral en el ámbito nacional e internacional y iv) promueven la interacción de los sectores educativo, formativo, productivo, laboral y gubernamental, evidenciando de esta manera la articulación con las apuestas del Plan Nacional de Desarrollo mencionadas anteriormente.

Como parte de los avances que se tienen en torno al MNC, las entidades que vienen liderando este proceso concertaron una ruta metodológica para el diseño de cualificaciones, como se puede apreciar en la **Figura 1**, esta ruta consta de cuatro (4) etapas y diez (10) fases consideradas en la metodología de MNC. En este documento se presentan los resultados de la aplicación de la etapa A correspondiente a la "Contextualización del área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad (PEEL)".

Figura 1. Fases metodológicas para el diseño de cualificaciones.



Fuente. Tomado del Ministerio de Educación Nacional, 2021.

El documento consta de tres secciones. La primera sección, presenta el análisis del tejido productivo del sector eléctrico en el ámbito nacional y regional, a partir de la identificación de demanda laboral de instituciones, organizaciones, empresas y unidades productivas del sector y de las ocupaciones y cargos asociados a la demanda, a partir de vacantes ofertadas, la demanda insatisfecha y la prospectiva laboral.

La segunda sección, contiene el análisis cuantitativo y cualitativo de la oferta educativa y de formación caracterizada por instituciones, programas educativos y de formación, niveles, educación superior, educación para el trabajo y desarrollo humano, la formación profesional integral, la educación continua, modalidades, estrategias para el fortalecimiento del talento humano, el análisis cualitativo de los programas a partir de competencias y las tendencias tecnológicas y pedagógicas en la educación.

La tercera sección, presenta el análisis cuantitativo, cualitativo y de pertinencia de brechas de capital humano o de capacidades humanas del área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL).

OBJETIVO

Objetivo general

Realizar análisis de brechas de capital humano del área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL), a partir de información de demanda identificada desde las fuentes secundarias, y la oferta educativa, con el propósito de construir estrategias de cualificación del talento humano del sector que aporten al desarrollo de la sociedad.

Objetivos específicos

- Determinar características de demanda laboral relacionada con el sector de Producción de Energía y Electricidad (PEEL), a partir del análisis de fuentes secundarias.
- Analizar el comportamiento cuantitativo de la oferta educativa del área de cualificación.
- Cuantificar los programas educativos y de formación existentes (nivel de formación, instituciones que los ofertan, títulos y certificaciones, región y ciudad donde se ofertan, y modalidad), con relación al área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL), revisando las fuentes secundarias disponibles.
- Describir el comportamiento de las variables relacionadas con los programas educativos y de formación existentes (plan y contenidos curriculares) que integran la oferta del área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL), mediante la identificación de perfiles ocupacionales y competencias.
- Presentar los hallazgos relevantes del estado actual de la oferta educativa y formativa en el área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL), a través del análisis de los requerimientos del sector y su incidencia en el diseño de cualificaciones.

1. ANÁLISIS DE LA DEMANDA LABORAL: ¿Qué necesita el sector productivo?

Frente al concepto de "demanda" que deriva del latín demandāre. Esta palabra podría definirse como una solicitud o una petición. Sin embargo, presenta un significado dependiendo del área donde se emplee, ya que es un concepto utilizado en la economía y en el derecho. El presente estudio de brechas de capital humano toma el concepto de demanda empleado en economía[1].

Desde el punto de vista teórico, la demanda laboral deriva de la necesidad de productos y servicios en cuya producción se utiliza el factor trabajo, es así como, existe una relación directa entre el número de trabajadores y las necesidades de satisfacer el mercado (OIT, 2020). De esta manera, este concepto hace referencia al sector productivo y a los requerimientos específicos requeridos para cumplir la actividad económica propuesta.

1.1 Características del sector productivo.

Esta sección presenta una descripción de las empresas, así como clúster y gremios asociados, que conforman el sector eléctrico en lo relacionado con el al área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL).

1.1.1 Empresas del sector eléctrico asociado al área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

La información sobre el universo empresarial analizado en esta sección proviene del Registro Único Empresarial y Social (RUES) proporcionado por Confecámaras. A partir de esta información, se realizó un proceso de identificación y selección de aquellas empresas cuyas actividades económicas, clasificadas bajo la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), se alinean directamente con el área teniendo en cuenta la delimitación realizada en la etapa de caracterización.

[1] En economía la demanda representa la cantidad de productos o servicios que una persona quiere y puede adquirir para satisfacer sus necesidades o deseos.

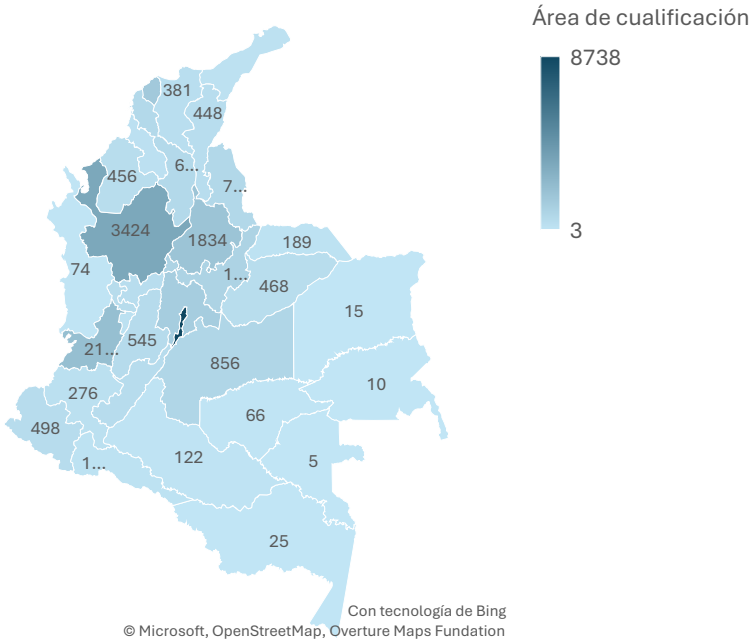
Los datos nos permiten un acercamiento al tejido empresarial, presentando sus particularidades en términos de su distribución territorial, desagregación por códigos de actividad económica y clasificación según su tamaño de empresa.

Para el año 2025, el total de empresas con registro mercantil activas a nivel nacional asciende a 1.584.330. De este universo, se han identificado 28.274 empresas cuyas actividades económicas, según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), se asocian directamente con el área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad (PEEL).

Esta cifra representa aproximadamente el 1.78% del total de empresas activas registradas a nivel nacional. Si bien este porcentaje puede parecer modesto en un primer acercamiento, indica una presencia significativa de unidades productivas dedicadas al sector energético.

La concentración de estas empresas no es homogénea a lo largo del territorio nacional. La distribución departamental de las empresas del área PEEL se ilustra en el siguiente mapa, el cual permite visualizar las zonas de mayor y menor densidad empresarial en el sector.

Gráfica 1. Distribución departamental de empresas relacionadas con el AC.



Fuente: elaboración propia a partir de base de empresas Confecámaras (2025).

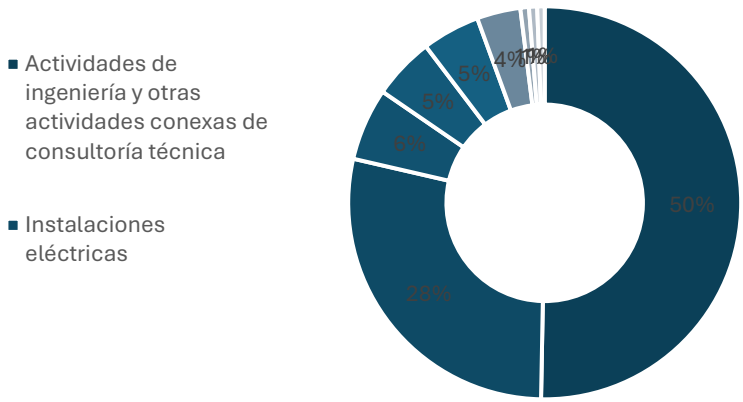
Como se observa en el mapa, la distribución de las empresas del área PEEL muestra una marcada concentración en algunas regiones del país. Bogotá D.C. lidera significativamente la concentración empresarial, albergando cerca del 30.9% del total de empresas asociadas al área de cualificación PEEL. Esta alta concentración puede atribuirse a la centralización de servicios corporativos, sedes de grandes empresas energéticas y un entorno propicio para el desarrollo de actividades económicas diversas.

Siguiendo a la capital, departamentos como Antioquia, que concentra aproximadamente el 12.1% de las empresas del sector, Valle del Cauca con un 7.5% y Santander con un 6.5%, también presentan una densidad empresarial notable en el área PEEL. Estos departamentos, reconocidos por su desarrollo industrial y sus necesidades energéticas crecientes, albergan un número significativo de compañías del sector. El Atlántico, con un 5.5%, y Cundinamarca, con un 4.7%, también demuestran una presencia importante, lo que sugiere corredores económicos activos en el desarrollo y operación de infraestructuras energéticas.

En contraste, departamentos como Vaupés, Guainía y Vichada muestran una presencia empresarial mínima, representando conjuntamente menos del 0.2% del total de empresas del área. Esta disparidad geográfica puede reflejar la menor densidad poblacional, las limitaciones de infraestructura o la predominancia de otras actividades económicas en estas zonas.

Los datos también revelan que las empresas asociadas al área se clasifican principalmente en "Actividades de ingeniería y otras actividades conexas de consultoría técnica", las cuales representan el 50% de las empresas del área de cualificación. Esto sugiere una fuerte orientación del sector hacia los servicios de consultoría, diseño y gestión de proyectos en el ámbito energético. Le siguen las "Instalaciones" con un 28%, lo que indica una considerable proporción de empresas dedicadas a la implementación y montaje de infraestructuras eléctricas y energéticas.

Gráfica 2. Distribución de empresas por actividad económica.

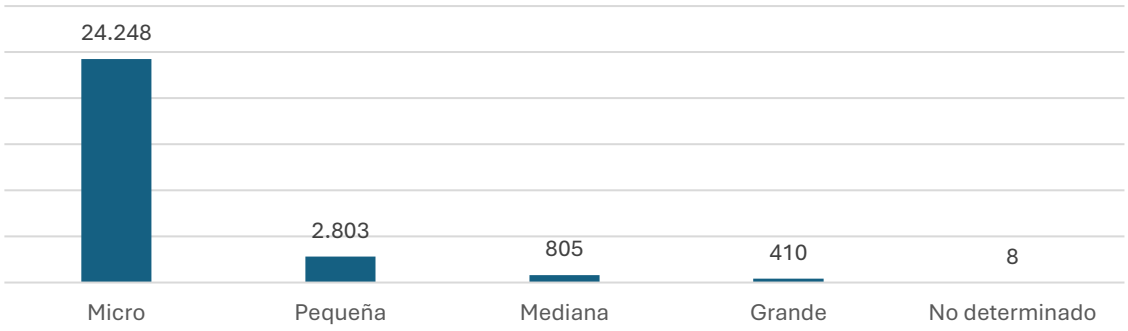


Fuente: elaboración propia a partir de base de empresas Confecámaras (2025).

Otras actividades relevantes incluyen "Ensayos y análisis técnicos" con un 6%, "Construcción de proyectos de servicio público" y "Generación de energía eléctrica" que representan cada una el 5% de las empresas, destacando la inversión en nuevas infraestructuras y la producción efectiva de energía. Finalmente, la "Investigación y desarrollo experimental en el campo de las ciencias naturales y la ingeniería" contribuye con un 4%, lo que puede señalar un enfoque en la innovación y mejora tecnológica.

Por último, podemos observar que del total de 28.274 empresas identificadas en el área PEEL, la gran mayoría corresponde a microempresas, que representan aproximadamente el 85.7% del total. Esta predominancia de microempresas es una característica común en el tejido empresarial colombiano y sugiere que una parte significativa de las actividades del sector es llevada a cabo por unidades productivas de menor escala, que pueden incluir consultores individuales, pequeños instaladores o proveedores de servicios especializados.

Gráfica 3. Distribución de empresas por tamaño.



Fuente: elaboración propia a partir de base de empresas Confecámaras (2025).

Las pequeñas empresas constituyen el siguiente segmento más grande, con aproximadamente el 9.9% del total. Las medianas empresas representan cerca del 2.8%, mientras que las grandes empresas son el segmento menos numeroso, abarcando aproximadamente el 1.4% del total de empresas en el área PEEL. El pequeño porcentaje restante corresponde a empresas cuyo tamaño no ha sido determinado.

Esta estructura, dominada por micro y pequeñas empresas, implica que la demanda de perfiles laborales puede estar fragmentada, con necesidades específicas y variadas según el tamaño y la especialización de cada compañía. Si bien las grandes empresas pueden requerir un volumen significativo de profesionales con perfiles altamente especializados, las micro y pequeñas empresas podrían demandar perfiles más generalistas o con habilidades técnicas muy específicas para nichos de mercado.

1.1.2 Clúster y gremios asociados

El sector cuenta además con gremios y asociaciones que articulan a diferentes actores, promueven la estandarización técnica, el desarrollo de políticas y el fortalecimiento de capacidades:

- Cámara Colombiana de Energía (CCE), de la ANDI, que agrupa a empresas de toda la cadena de valor para promover la competitividad y la sostenibilidad del sector energético.
- ASIER (Asociación Iberoamericana de Entidades Reguladoras de la Energía) y COSIER (Consejo Suramericano de Infraestructura y Energía), que impulsan la

cooperación internacional y el intercambio de conocimientos regulatorios y técnicos.

- ADELAT (Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de Latinoamérica), que fortalece la articulación regional para enfrentar desafíos comunes como la transformación digital, la descarbonización y la inclusión energética.

1.2 Demanda actual.

En esta sección se presenta el análisis realizado de la demanda laboral actual para el área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad PEEL considerando, por un lado, el análisis realizado a partir de fuentes secundarias considerando las ocupaciones según la CUOC y las ocupaciones según el Servicio Público de Empleo – SPE, y, por otro lado, el análisis realizado a partir de fuentes primarias que comprenden información recopilada desde expertos y empresas del sector seleccionados a través de una muestra por conveniencia.

1.2.1 A partir de fuentes secundarias.

En este apartado se analizan las necesidades de capital humano a partir de la información secundaria disponible. En este sentido, se consultó la información de dos fuentes de información: la Clasificación Única de Ocupaciones para Colombia – CUOC y los datos recopilados por la Unidad Administrativa Especial del Servicio Público de Empleo (UAESPE).

1.2.1.1 Análisis de las ocupaciones según la CUOC

Las ocupaciones que se analizan desde el área de cualificación de PEEL son las identificadas desde la delimitación que realiza el Ministerio de Educación Nacional. Estas se estarán analizando desde la información que aporta la Clasificación Única de Ocupaciones para Colombia, sobre la clasificación de empleos, cargos y oficios de todo el mercado laboral colombiano. Así mismo, proporciona información frente a cada una de las ocupaciones, su descripción, funciones, destrezas, conocimientos, ocupaciones afines, denominaciones ocupacionales, área de cualificación y equivalencia.

En este apartado se presenta el análisis de los principales componentes de las ocupaciones (código a 5 dígitos) (Departamento Nacional de Estadística DANE, 2022).

En la siguiente tabla se presenta las diferentes ocupaciones para el área de cualificación, así como su descripción:

Tabla 1. Ocupaciones y denominaciones ocupacionales del AC PEEL

Ocupación	Descripción
12230 directores y gerentes de ingeniería, investigación y desarrollo	Planean, dirigen y coordinan las actividades de investigación y desarrollo científico de una empresa u organización que proporcionan servicios afines a otras empresas y organizaciones; preparan reportes, proveen consultoría y administran programas relacionados, ya sea como director de un departamento de una gran empresa u organización o de una empresa que ofrece este tipo de servicios a otras empresas y organizaciones.
13210 directores y gerentes de industrias manufactureras	Planean, coordinan y controlan las operaciones relacionadas con la producción de bienes y servicios y la distribución de servicios públicos, así como la recolección, el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de residuos.
21499 ingenieros no clasificados en otras ocupaciones	Investigan, diseñan, operan y/o dirigen los procesos de elaboración, funcionamiento, mantenimiento, reparación de equipos y sistemas. Analizan y asesoran sobre aspectos tecnológicos de productos y/o procesos propios de la ingeniería no clasificados en otras ocupaciones.
21510 ingenieros electricistas	Investigan, analizan, asesoran, diseñan, modelan, administran, planean, seleccionan y vigilan la construcción, funcionamiento, mantenimiento, reparación, prueba de sistemas eléctricos y de producción, generación, transmisión, distribución y transporte de energía eléctrica, componentes, motores, equipos eléctricos e instrumentos de medición de variables eléctricas; estudian y asesoran sobre aspectos tecnológicos de los materiales, productos y procesos propios de la ingeniería eléctrica
21521 ingenieros electrónicos[2] **21521.016 ingeniero electrónico** **21521 013 ingeniero de sistemas embebidos**	Investigan, diseñan, operan y dirigen los procesos de construcción, ensamble, funcionamiento, mantenimiento, reparación de equipos y sistemas electrónicos en las áreas de comunicación, control, instrumentación, potencia, entre otras; adicionalmente estudian, analizan y asesoran sobre aspectos tecnológicos de materiales, productos y procesos propios de la ingeniería electrónica. Se pueden desempeñar en empresas de consultoría, desarrollo, fabricación, servicio, soporte e integración de dispositivos y equipos electrónicos, del sector público y privado, entre otros.
31130 técnicos en electricidad	Ejecutan actividades técnicas asociadas a la investigación en ingeniería eléctrica, diseño, fabricación, desarrollo, prueba, producción, construcción, montaje, ampliación, remodelación, funcionamiento, operación, mantenimiento, instalación, reparación y reposición de sistemas y equipos eléctricos para la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.
31228 supervisores de fabricación de productos eléctricos y electrónicos	Supervisan y coordinan las actividades de los trabajadores que fabrican, ensamblan e inspeccionan productos, partes, componentes y sistemas eléctricos y electrónicos. Se pueden desempeñar en empresas fabricantes de productos eléctricos, electrónicos e industria manufacturera, entre otros.

[2] Esta ocupación del área de cualificación (ELCA) Electrónica y Automatización; aporta a los procesos misionales del área de cualificación (PEEL) Producción de Energía y Electricidad por lo que será tenida en cuenta en el desarrollo del proyecto.

Ocupación	Descripción
31229 supervisores de industrias manufactureras no clasificadas en otras ocupaciones. **31229.016 supervisor de central eléctrica**	Esta ocupación abarca a los supervisores de industrias manufactureras no clasificados en otras ocupaciones en el Grupo Primario 3122: supervisores de industrias manufactureras. ***Asesorar técnicamente en el diseño y disposición eficiente de las instalaciones de planta y equipos de producción.***
31310 operadores de plantas de generación y distribución de energía	Manejan, operan y mantienen los tableros de control y equipos técnicos relacionados que se utilizan en los centros de control eléctrico que rigen la producción, distribución de energía eléctrica a través de redes de transmisión. El equipo operador incluye reactores, turbinas, generadores y otros equipos auxiliares empleados en las estaciones generadoras de energía eléctrica.
35221 - técnicos en telecomunicaciones[3] **35221.032 tecnólogo telemedida**	Ejecutan tareas técnicas relacionadas con la instalación, montaje, construcción, operación, mantenimiento y reparación de sistemas y servicios de telecomunicaciones, apoyan técnicamente labores de investigación en ingeniería de telecomunicaciones. Se pueden desempeñar en empresas de telecomunicaciones o todas aquellas que requieran infraestructura de telecomunicaciones del sector público y privado, pueden trabajar en forma independiente, entre otros.
72152 instaladores y empalmadores de cables	Instalan, empalman y mantienen los cables, cuerdas y alambres en sistemas de distribución y transmisión de energía eléctrica, aérea y subterránea que se utilizan en obras de construcción, edificios y otras estructuras. Se pueden desempeñar en compañías de generación, transmisión y distribución de energía, empresas de servicios públicos, entre otros.
74111 electricistas de obra, residenciales y afines	Instalan, prueban, regulan y reparan sistemas de cableado eléctrico, aparatos de control, accesorios afines y equipos relacionados en edificios, fábricas y otras instalaciones. Se pueden desempeñar en departamentos de mantenimiento, constructoras, compañías de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, entre otros.
74112 ayudantes electricistas	Ayudan a los trabajadores que realizan labores de instalación, mantenimiento y reparación de equipos, accesorios y estructuras eléctricas tales como: redes eléctricas, subestaciones, transformadores y tableros eléctricos.
74121 electricistas industriales	Instalan, mantienen, prueban y reparan sistemas eléctricos de aeronavegación, componentes eléctricos de vehículos automotores, redes eléctricas, equipos de generación eléctrica, subestaciones, transformadores, sistemas de distribución y transmisión de energía, controles y tableros eléctricos.
74123 mecánicos electricistas	Instalan, montan, ajustan y reparan maquinaria eléctrica, motores eléctricos, transformadores, interruptores, ascensores, escaleras automáticas y otros aparatos. Se pueden desempeñar en talleres de reparación eléctrica, plantas manufactureras, fabricantes de equipo y maquinaria industrial, entre otros.
74130 instaladores y reparadores de líneas eléctricas	Instalan, construyen y reparan líneas aéreas y subterráneas de sistemas de distribución, transmisión y suministro de energía eléctrica. Se pueden desempeñar en empresas de servicios públicos, compañías de generación, transmisión y distribución de energía, entre otros.
81899 otros operadores de máquinas y de instalaciones fijas no clasificados en otras ocupaciones	Operan máquinas y equipos de fabricación y ensamble de productos como lápices, cepillos, cadena, botones, chips de silicio, cables y cuerdas de empalme, entre otros. Se pueden

[3] Esta ocupación, del área de cualificación (TICO) aporta a los procesos misionales del área de cualificación PEEL, de ahí que es tenida en cuenta en el proyecto.

Ocupación	Descripción
	desempeñar plantas industriales, compañías manufactureras, fábricas de productos de metal, entre otros.
82123 ensambladores de transformadores y motores eléctricos industriales	Ensamblan, fabrican, ajustan equipos eléctricos industriales de gran resistencia, de acuerdo con los procedimientos establecidos de producción. Revisan y prueban productos ensamblados.
82124 operadores de máquinas para la fabricación de productos y componentes eléctricos	Operan máquinas y equipos para fabricar productos completos o partes utilizadas en el ensamble de aparatos y equipos eléctricos como baterías, bombillos, fusibles, entre otros; revisan y prueban partes y productos.

Fuente: elaboración propia a partir de la Clasificación Única de Ocupaciones para Colombia CUOC 2024.

Las 19 ocupaciones identificadas para el área de cualificación de PEEL fueron analizadas en la "Etapa A" de caracterización dentro de la ruta metodológica de construcción de las cualificaciones. Cada una de las ocupaciones tiene asignado, según la CUOC, un conjunto de conocimientos clave para su óptimo desarrollo, los cuales dependen del nivel de competencias en los que se clasifican las ocupaciones, estos niveles definen la capacidad de llevar a cabo funciones y cometidos correspondientes de un determinado empleo. Para efectos del análisis se utilizan los cuatro niveles de competencias descritos en la CUOC 2022.

Tabla 2. Grandes grupos y Niveles de Competencia - CUOC.

Grandes grupos de la CUOC		Nivel de competencias
0	Fuerzas militares	1, 2, 3,4
1	Directores y gerentes	3, 4
2	Profesionales, científicos e intelectuales	4, 3
3	Técnicos y profesionales del nivel medio	3, 2
4	Personal de apoyo administrativo	2
5	Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados	2, 3
6	Agricultores y trabajadores calificados agropecuarios forestales y pesqueros	2, 3
7	Oficiales, operarios, artesanos y oficios relacionados	2
8	Operadores de instalaciones y máquinas y ensambladores	2
9	Ocupaciones elementales	1

Fuente: DANE, SENA y Ministerio del Trabajo, Clasificación Única de Ocupaciones para Colombia - CUOC, 2022.

Frente a los niveles de competencias, se observa que las ocupaciones vinculadas a PEEL se concentran principalmente en el nivel 2, que representa el 53%. Le siguen el nivel 4, con un 26%, y el nivel 3, con un 21%, tal como se presenta en la **Tabla 3**:

Tabla 3. Ocupaciones por Nivel de Competencia.

Código	Ocupación	Nivel de competencias
12230	Directores y gerentes de ingeniería, investigación y desarrollo	4
13210	Directores y gerentes de industrias manufactureras	4
21499	Ingenieros no clasificados en otras ocupaciones	4
21510	Ingenieros electricistas	4
21521	Ingenieros electrónicos	4
31130	Técnicos en electricidad	3
31228	Supervisores de fabricación de productos eléctricos y electrónicos	3
31229	Supervisores de industrias manufactureras no clasificadas en otras ocupaciones	3
31310	Operadores de plantas de generación y distribución de energía	2
35221	Técnicos en telecomunicaciones	3
72152	Instaladores y espalmadores de cables	2
74111	Electricistas de obra, residenciales y afines	2
74112	Ayudantes electricistas	2
74121	Electricistas industriales	2
74123	Mecánicos electricistas	2
74130	Instaladores y reparadores de líneas eléctricas	2
81899	Otros operadores de máquinas y de instalaciones fijas no clasificados en otras ocupaciones	2
82123	Ensambladores de transformadores y motores eléctricos industriales	2
82124	Operadores de máquinas para la fabricación de productos y componentes eléctricos	2

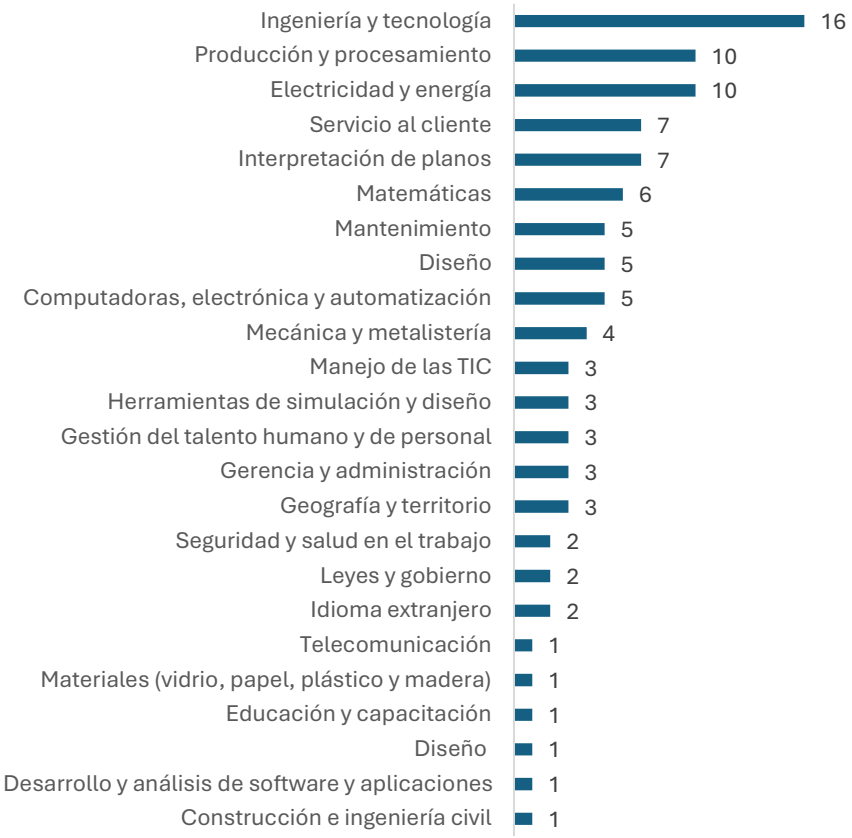
Fuente: elaboración propia a partir de la Clasificación Única de Ocupaciones para Colombia - CUOC, 2022.

Lo anterior, indica que PEEL es un área de cualificación con un nivel de competencias intermedio-bajo (nivel 2), lo que implica la necesidad de habilidades de lectoescritura y cálculo aritmético relativamente avanzadas, además de competencias en comunicación interpersonal para desempeñar las funciones propias de estas ocupaciones.

En cuanto a los conocimientos asociados, la **Gráfica 4** muestra que las ocupaciones del área de PEEL requieren con mayor frecuencia saberes vinculados con el ámbito de AC, destacándose en particular ingeniería y tecnología, producción y procesamiento, y electricidad y energía. Esto indica que las áreas de conocimiento demandadas corresponden a campos técnicos y especializados, lo cual evidencia una combinación entre tareas operativas que requieren habilidades básicas y la necesidad de

comprensión de principios técnicos fundamentales para el desempeño eficiente en el sector.

Gráfica 4. Conocimientos asociados a las ocupaciones del área de cualificación PEEL, según la CUOC.



Elaboración propia, información tomada del DANE, SENA y Ministerio del Trabajo, Clasificación Única de Ocupaciones para Colombia - CUOC, 2022.

Es de destacar que competencias como computadoras, electrónica y automatización; diseño; electricidad y energía; ingeniería y tecnología; interpretación de planos; matemáticas; producción y procesamiento son transversales a todos los niveles de cualificación identificados (2, 3 y 4).

En relación con las destrezas, la **Gráfica *5*** evidencia que las más recurrentes son el análisis de control de calidad, el pensamiento crítico, la comunicación asertiva, el manejo de imprevistos y la resolución de problemas complejos. Esto refleja que se requiere que los trabajadores cuenten con habilidades cognitivas y sociales que les

permitan adaptarse a situaciones cambiantes, mantener estándares de calidad y resolver problemas técnicos con eficacia.

Gráfica 5. Destrezas por ocupaciones asociadas al sector PEEL según la CUOC.



Fuente: Elaboración propia, información tomada del DANE, SENA y Ministerio del Trabajo, Clasificación Única de Ocupaciones para Colombia – CUOC, 2023.

El análisis de los niveles de competencias, conocimientos y destrezas en el área de cualificación PEEL evidencia un perfil ocupacional que combina una base de competencias con la necesidad de conocimientos técnicos especializados y destrezas complejas. Esto sugiere que, aunque gran parte de las ocupaciones se concentran en funciones operativas, el sector demanda trabajadores capaces de aplicar principios técnicos, manejar herramientas digitales y responder a contextos dinámicos con pensamiento crítico y capacidad de resolución de problemas, elementos que fortalecen la productividad y competitividad del sector energético.

1.2.1.2 Análisis de las ocupaciones según el Servicio Público de Empleo – SPE.

Como principal herramienta para el análisis estadístico de la demanda laboral para el área de cualificación de PEEL, se consultaron los datos de la Unidad Administrativa Especial del Servicio Público de Empleo (UAESPE) quien consolida la información de demanda y oferta laboral a través del registro tanto de las vacantes publicadas a nivel nacional por parte de las empresas, como los perfiles de las personas interesadas en conseguir empleo. Es importante aclarar que dentro de la base se tienen en cuenta todos los prestadores autorizados a nivel nacional, es decir, cajas de compensación, agencias privadas, bolsas de empleo, entes territoriales y APE SENA.

A través del Sistema de Información del Servicio Público de Empleo (SISE), plataforma donde se gestionan las transacciones relativas a la intermediación laboral entre buscadores de empleo, empresas y prestadores, es posible acceder a características específicas de las empresas relacionadas con el área de cualificación PEEL que publican sus vacantes. Esta información permite no solo cuantificar la demanda de ciertas ocupaciones, sino también entender el tipo de empresas que están buscando talento en el sector.

Características de las empresas potencialmente empleadoras en el SPE para el área

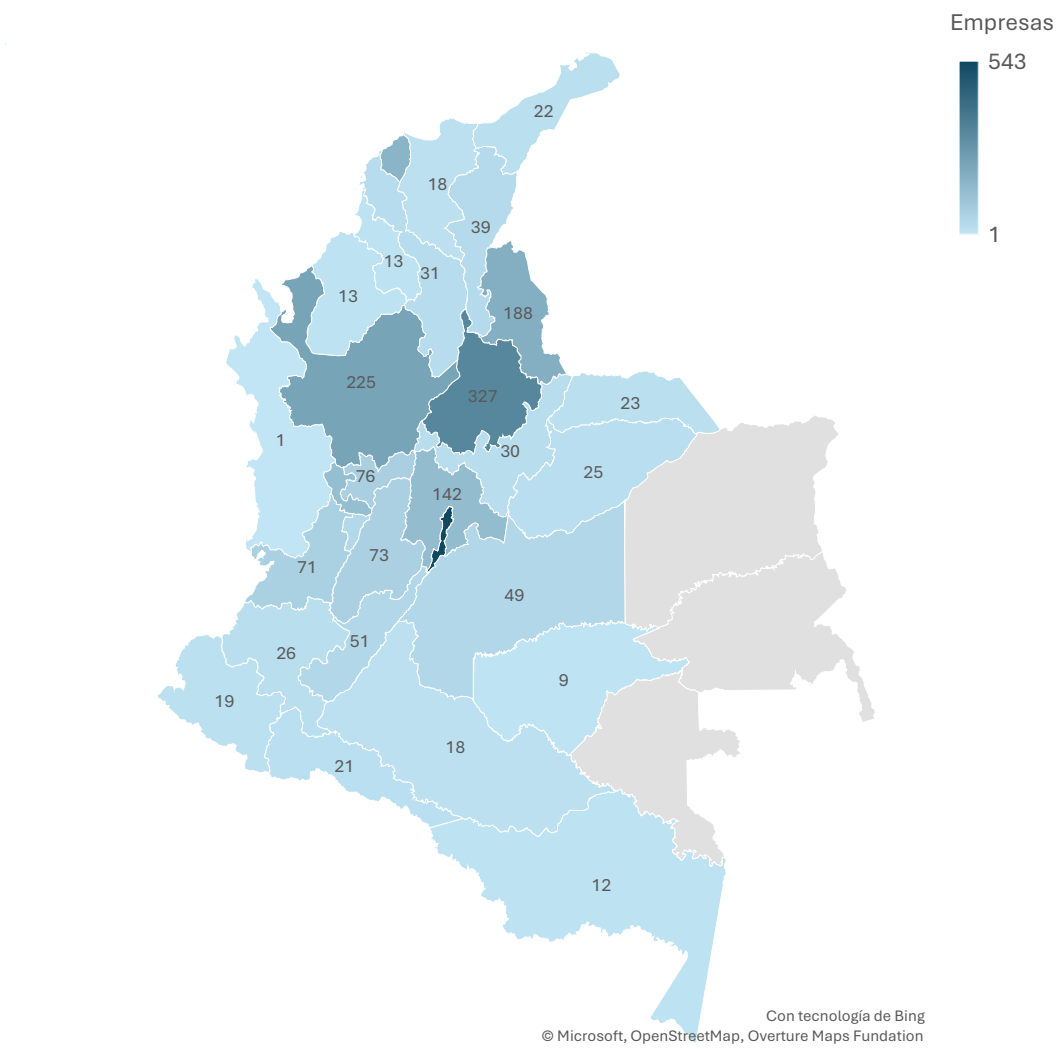
Para identificar a las empresas potencialmente empleadoras asociadas al área de cualificación PEEL que publican vacantes en el SISE, se llevó a cabo un proceso de extracción similar al de la caracterización general de empresas del sector. Se filtraron las empresas que, según su código CIIU, están relacionadas con el área. Es importante señalar una limitación metodológica: la clasificación en la base de datos del SPE solo permite identificar códigos CIIU a dos dígitos (división), lo que restringe la identificación específica de las actividades del área, las cuales fueron delimitadas a cuatro dígitos CIIU en el inicio de este estudio. Para mitigar esta limitación y evitar una sobrestimación de las cifras de empresas, se realizó un ejercicio de ponderación basado en el total de vacantes publicadas (donde sí fue posible alcanzar un mayor

nivel de detalle en la clasificación) para obtener una aproximación más cercana a la realidad de las empresas directamente vinculadas con el área PEEL.

De esta manera, se estima que, para el primer trimestre de 2025, aproximadamente 2.424 empresas son potenciales empleadores a través de sus publicaciones en el Servicio Público de Empleo, estando directamente relacionadas con el área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad.

En el siguiente mapa se presenta la distribución de las empresas buscadoras en el territorio nacional, se evidencia que Bogotá D.C. se posiciona como el principal centro de publicación de vacantes, albergando 543 empresas, lo que representa aproximadamente el 22.4% de las empresas buscadora. Esta cifra subraya el rol central de la capital no solo como epicentro empresarial, sino también como un nodo crucial en la demanda de talento para la producción de energía y electricidad.

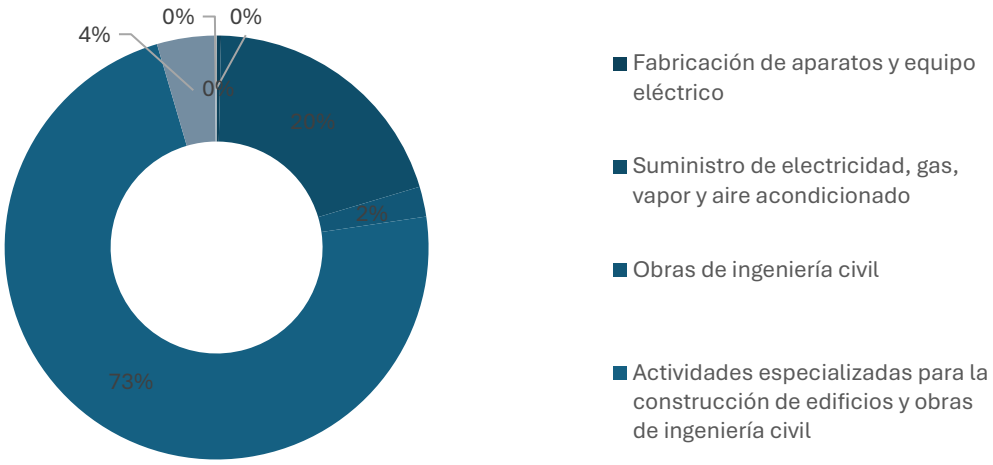
Gráfica 6. Distribución departamental de empresas buscadoras.



Fuente: elaboración propia a partir de base de empresas SISE-SPE.

Le siguen en importancia departamentos como Santander, con 327 empresas (aproximadamente el 13.5%), y Antioquia, con 225 empresas (cerca del 9.3%). Estas regiones mantienen una relevancia importante en la búsqueda activa de personal para el sector, lo cual es coherente con su desarrollo industrial y energético. Norte de Santander, con 188 empresas (7.8%), y Atlántico, con 170 empresas (7.0%), también muestran una actividad destacada en la publicación de ofertas laborales.

Gráfica 7. Distribución de empresas buscadoras por división económica.

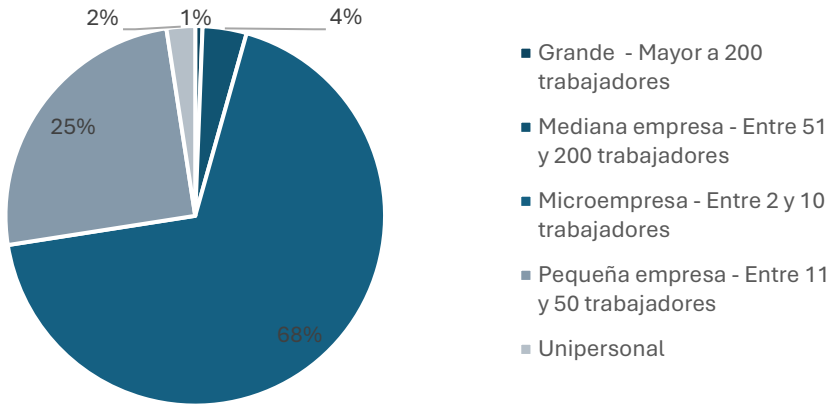


Fuente: elaboración propia a partir de base de empresas SISE-SPE.

En cuanto a la distribución por división económica de estas empresas que publican vacantes en el SPE, se observa una clara predominancia de algunas actividades. Las Actividades especializadas para la construcción de edificios y obras de ingeniería (CIIU 43) concentran la mayor proporción de empresas, con un 73% del total de las 2.424 empresas. Esto sugiere que gran parte de la demanda laboral mediada por el SPE para el área PEEL está vinculada a la ejecución de proyectos de infraestructura y construcción, lo cual es intrínseco al desarrollo y mantenimiento de sistemas energéticos.

En un segundo plano, el Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado (CIIU 35) representa el 20% de las empresas buscadoras. Esta categoría incluye a las generadoras, transmisoras y distribuidoras de energía, lo que indica que los actores centrales del sector también utilizan activamente el SPE para cubrir sus necesidades de personal. Las Actividades de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos (CIIU 71) contribuyen con un 4% de las empresas, lo que resalta la demanda de profesionales en consultoría, diseño y aseguramiento de calidad. Las Obras de ingeniería civil (CIIU 42), con un 2%, también tienen una participación, mostrando la diversidad de proyectos de infraestructura relacionados con el sector.

Gráfica 8. Distribución de empresa buscadoras por tamaño.



Fuente: elaboración propia a partir de base de empresas SISE-SPE.

Adicionalmente, el análisis de la distribución por tamaño de estas empresas que publican vacantes en el SPE revela una composición interesante. Las microempresas (entre 2 y 10 trabajadores) constituyen la mayor parte, con un 68.16% de las empresas que buscan personal a través de esta plataforma. Les siguen las pequeñas empresas (entre 11 y 50 trabajadores) con un 25.03%. Esto sugiere que, si bien las micro y pequeñas empresas son el grueso del tejido empresarial del sector, también son usuarios activos del Servicio Público de Empleo para sus procesos de contratación. Por su parte, las medianas empresas (entre 51 y 200 trabajadores) representan un 3.75%, mientras que las grandes empresas (más de 200 trabajadores) apenas alcanzan un 0.62% de las empresas que publican vacantes. Cabe destacar también la presencia de empresas unipersonales con un 2.44%.

Características de las publicaciones y vacantes del AC

A partir de la información de las bases de publicaciones de vacantes proporcionadas por el Servicio Público de Empleo (SPE), se describen las principales características de la demanda laboral realizada por las empresas que utilizan este medio para sus convocatorias.

Tabla 4. Publicaciones y vacantes por año asociadas al AC.

Año	2021	2022	2023	2024	I Trim 2025
Publicaciones	17,387	22,599	16,369	14,582	3,694
Vacantes	111,299	141,086	109,860	93,341	21,818

Fuente: elaboración propia a partir de base de vacantes SPE.

En primera instancia se analizaron las publicaciones y vacantes para el área de cualificación entre el año 2021 y el I trimestre del 2025. Este análisis muestra una dinámica variable, se observa un significativo en la demanda de talento humano entre 2021 y 2022. Durante este período, las publicaciones de vacantes aumentaron un 29.97%, pasando de 17.387 a 22.599 publicaciones, y el número de vacantes disponibles creció un 26.77%, de 111.299 a 141.086.

Sin embargo, a partir de 2022, se evidencia una tendencia a la baja tanto en el número de publicaciones como de vacantes. Entre 2022 y 2023, las publicaciones disminuyeron un 27.57%, y las vacantes cayeron un 22.14%. Esta tendencia decreciente continuó en 2024, con una reducción del 10.92% en publicaciones y del 15.02% en vacantes con respecto a 2023.

Para el primer trimestre de 2025, se registraron 3.694 publicaciones y 21.818 vacantes. Al proyectar estos datos, aunque de manera preliminar y sin considerar estacionalidades, la cifra anual de 2025 podría mantenerse en la tendencia de descenso o estabilizarse en niveles inferiores a los de 2022. La disminución observada desde 2022 podría estar influenciada por diversos factores, como la desaceleración económica, cambios en las estrategias de contratación de las empresas o una posible saturación en la demanda de ciertos perfiles después del pico de 2022.

También se destaca que, en promedio, las vacantes asociadas al área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad representan aproximadamente el 0.5% del total de vacantes publicadas a nivel nacional en el Servicio Público de Empleo.

A continuación, se presenta la distribución geográfica de las vacantes publicadas en el SPE para el área.

Tabla 5. Distribución de vacantes por departamento.

Departamento	2021	2022	2023	2024	I Trim 2025
AMAZONAS	0%	0%	0%	0%	0%
ANTIOQUIA	11%	14%	7%	14%	19%
ARAUCA	0%	0%	1%	0%	0%
ATLÁNTICO	5%	4%	6%	3%	5%
BOGOTÁ, D.C.	21%	20%	42%	40%	32%
BOLÍVAR	3%	3%	2%	3%	2%

Departamento	2021	2022	2023	2024	I Trim 2025
BOYACÁ	5%	1%	1%	1%	1%
CALDAS	1%	1%	1%	0%	1%
CAQUETÁ	0%	0%	0%	0%	0%
CASANARE	8%	9%	6%	8%	8%
CAUCA	1%	0%	0%	1%	0%
CESAR	1%	2%	2%	2%	1%
CHOCÓ	0%	0%	0%	0%	0%
CÓRDOBA	2%	1%	1%	2%	1%
CUNDINAMARCA	3%	4%	4%	4%	3%
GUAINÍA	0%	0%	0%	0%	0%
GUAVIARE	0%	0%	0%	0%	0%
HUILA	1%	1%	1%	0%	1%
LA GUAJIRA	1%	1%	2%	2%	1%
MAGDALENA	3%	1%	1%	0%	1%
META	11%	8%	8%	5%	11%
NARIÑO	0%	0%	0%	0%	0%
NORTE DE SANTANDER	1%	0%	1%	1%	1%
PUTUMAYO	1%	1%	0%	0%	0%
QUINDÍO	1%	0%	0%	0%	0%
RISARALDA	1%	2%	1%	1%	1%
SAN ANDRÉS Y PROVIDENCIA	0%	0%	0%	0%	0%
SANTANDER	9%	8%	8%	6%	9%
SUCRE	2%	0%	1%	0%	0%
TOLIMA	2%	2%	1%	2%	1%
VALLE DEL CAUCA	4%	6%	2%	3%	2%
VAUPÉS	0%	0%	0%	0%	0%
VICHADA	1%	1%	1%	0%	0%
VACANTE A NIVEL NACIONAL	1%	8%	0%	0%	0%

Fuente: elaboración propia a partir de base de vacantes SPE.

Se evidencia que Bogotá D.C se mantiene como un epicentro fundamental de la demanda laboral, aunque con fluctuaciones notables. Pasó de concentrar el 21% de las vacantes en 2021 y 20% en 2022, a experimentar un fuerte incremento en su participación en 2023 (42%) y 2024 (40%), para luego descender al 32% en el primer trimestre de 2025. Este pico en 2023-2024 sugiere un período de alta demanda de talento en la capital que luego se atenuó ligeramente.

Antioquia muestra una tendencia generalmente al alza en su participación, comenzando con el 11% en 2021 y alcanzando un 19% en el I Trimestre de 2025, a

pesar de una caída temporal en 2023. Esto la posiciona como un departamento con creciente relevancia en la búsqueda de perfiles PEEL.

Santander, por su parte, ha mantenido una participación significativa, fluctuando entre el 6% y 9%, demostrando una demanda constante, pero con una leve reducción en su peso porcentual en 2024 antes de recuperarse en 2025. Casanare también muestra una participación relativamente estable en torno al 8%, lo que podría estar ligado a la actividad petrolera y energética en la región.

Departamentos como Meta presentan variaciones interesantes; del 11% en 2021, su participación disminuyó a 5% en 2024, para luego repuntar al 11% en el I Trimestre de 2025, indicando una posible reactivación o proyectos específicos en curso. El Atlántico ha mantenido su participación entre el 3% y 6%, mostrando una demanda más constante.

Por otro lado, departamentos con una participación consistentemente baja o nula a lo largo de los años (como Amazonas, Caquetá, Chocó, Guainía, Guaviare, Nariño, San Andrés y Providencia, Vaupés y Vichada) sugieren una demanda laboral muy limitada o que las empresas en estas regiones utilizan canales de reclutamiento diferentes al SPE para el área PEEL.

En lo que respecta al nivel educativo requerido en las publicaciones de vacantes para el área PEEL, se observan tendencias relevantes a lo largo del tiempo.

Tabla 6. Porcentaje de publicaciones de vacantes por nivel educativo.

Nivel educativo	2021	2022	2023	2024	I Trim 2025
No especifica	26%	29%	16%	20%	14%
Primaria	3%	4%	1%	3%	2%
Secundaria	5%	5%	8%	13%	7%
Bachillerato	22%	24%	34%	28%	38%
Técnico	5%	4%	7%	6%	6%
Tecnológico	28%	27%	24%	20%	22%
Universitario	11%	7%	10%	9%	10%
Especialización	1%	1%	1%	1%	1%
Maestría	0%	0%	0%	0%	0%
Doctorado	0%	0%	0%	0%	0%

Fuente: elaboración propia a partir de base de vacantes SPE.

El nivel de bachillerato ha mostrado una tendencia de crecimiento notable en la demanda de vacantes, pasando de un 22% en 2021 a alcanzar su punto más alto en el I Trimestre de 2025 con un 38%. Esto podría indicar una creciente necesidad de perfiles operativos o de apoyo que requieren formación media.

En contraste, el nivel tecnológico ha experimentado una disminución en su participación relativa, pasando del 28% en 2021 al 22% en el I Trimestre de 2025, con un punto bajo del 20% en 2024. Aunque sigue siendo un nivel educativo importante en la demanda, su peso porcentual ha cedido terreno.

La demanda de perfiles universitarios ha mostrado cierta estabilidad, fluctuando entre el 7% y 11% a lo largo del período, cerrando el I Trimestre de 2025 en un 10%. Esto sugiere una demanda constante de profesionales con formación superior para roles más especializados o de gestión.

Es relevante la evolución de la categoría "No especifica", que, aunque inició en un 26% en 2021 y llegó a un 29% en 2022, ha disminuido significativamente a 14% en el I Trimestre de 2025. Esto podría indicar una mejora en la calidad y el detalle de la información proporcionada por los empleadores en sus publicaciones de vacantes en el SPE.

Los niveles de primaria y secundaria mantienen una participación baja pero presente, con 2% y 7% respectivamente en el I Trimestre de 2025, lo que sugiere la necesidad de fuerza laboral para tareas que no requieren alta cualificación formal. Los niveles de Técnico se mantienen relativamente estables en torno al 6%. Por otro lado, la demanda de perfiles con especialización, maestría y doctorado es marginal o inexistente, lo cual es esperable para un sector con un fuerte componente operativo y de ingeniería aplicada, donde la alta especialización a menudo se busca a través de la experiencia o canales específicos.

De otro lado encontramos la información de los rangos salariales ofertados en las publicaciones de vacantes que proporciona una perspectiva sobre la valoración económica de los perfiles demandados a lo largo del tiempo. Es fundamental destacar que estos rangos salariales están expresados en precios corrientes de cada año.

Tabla 7. Porcentaje de publicaciones de vacantes por rango salarial ofertado.

Rango salarial	2021	2022	2023	2024	I Trim 2025
Hasta $1.000.000	29.4%	27.4%	9.1%	1.0%	0.4%
$1.000.001 - $1.500.000	21.5%	27.5%	31.2%	36.0%	29.0%
$1.500.001 - $2.000.000	23.7%	23.2%	29.0%	24.2%	16.1%
$2.000.001 - $3.000.000	5.2%	4.9%	13.4%	18.0%	33.7%
$3.000.001 - $4.000.000	2.6%	4.1%	1.2%	1.5%	1.1%
$4.000.001 - $6.000.000	5.1%	1.1%	1.3%	2.2%	2.5%
$6.000.001 - $8.000.000	0.2%	0.1%	0.6%	1.1%	0.1%
$8.000.001 - $10.000.000	0.1%	0.1%	0.2%	0.1%	2.8%
$10.000.001-$12.000.000	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	0.0%
$12.000.001-$15.000.000	0.0%	0.3%	0.1%	0.1%	0.1%
>$15.000.001	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.3%
A convenir	12.2%	11.4%	13.9%	15.6%	13.9%

Fuente: elaboración propia a partir de base de vacantes SPE.

Se observa una clara disminución en la proporción de vacantes con salarios más bajos. La participación de ofertas con salarios "Hasta $1.000.000" ha caído drásticamente, pasando de casi un 30% en 2021 a solo un 0.4% en el I Trimestre de 2025. Esta tendencia se explica por el incremento del Salario Mínimo Legal Mensual Vigente (SMLMV) a lo largo de los años. A medida que el SMLMV ha aumentado (superando o acercándose a $1.000.000 a partir de 2022), un menor número de vacantes se clasifica en este rango inferior, ya que los salarios base se elevan por regulación.

El rango "$1.000.001 - $1.500.000" ha mantenido una alta preponderancia, siendo la categoría más frecuente en varios años (36.0% en 2024), y capturando gran parte de las vacantes que antes podrían haber estado en el rango inferior. Aunque muestra un descenso al 29.0% en el I Trimestre de 2025, esto se debe a un desplazamiento hacia rangos salariales más altos a medida que el SMLMV continúa su ascenso.

Paralelamente, el rango "$2.000.001 - $3.000.000" ha mostrado un crecimiento sostenido y muy significativo, pasando de un 5.2% en 2021 a convertirse en el más dominante en el I Trimestre de 2025, con un 33.7% de las publicaciones. Este incremento sugiere una mayor demanda de perfiles que justifican un salario por encima del SMLMV (aproximadamente entre 1.4 y 2.1 SMLMV para 2025), lo que podría indicar una demanda por roles con mayor cualificación o responsabilidad en el sector.

Los rangos salariales superiores (por encima de $3.000.000) generalmente presentan proporciones bajas. Sin embargo, es notable el incremento al 2.8% en el I Trimestre de 2025 para el rango de "$8.000.001 - $10.000.000". Aunque es una participación modesta, podría sugerir una búsqueda de perfiles muy especializados o de alta gerencia a través del SPE en este último período, con salarios que equivalen a más de 5 veces el SMLMV de 2025.

La categoría "A convenir" se mantiene relativamente estable alrededor del 12% al 15% a lo largo del período, lo que es común para posiciones donde el salario puede depender de la experiencia del candidato, el tipo de proyecto o negociaciones directas, y donde el empleador puede tener mayor flexibilidad.

Tabla 8. Porcentaje de publicaciones de vacantes por rango de experiencia requerida.

Rango de experiencia	2021	2022	2023	2024	I Trim2025
Sin Experiencia	24.9%	24.0%	34.1%	39.6%	46.3%
1-6 Meses	3.0%	3.2%	0.6%	1.1%	0.2%
7-12 Meses	31.2%	33.9%	37.4%	31.1%	24.6%
13-24 Meses	17.0%	16.1%	12.5%	13.4%	12.2%
25-36 Meses	7.5%	10.0%	5.8%	6.3%	6.7%
37-60 Meses	10.9%	7.7%	5.2%	3.5%	4.8%
Mayor a 60 meses	5.5%	5.1%	4.4%	5.0%	5.2%

Fuente: elaboración propia a partir de base de vacantes SPE

En cuanto a los requisitos de experiencias, una de las tendencias más notables es el crecimiento sostenido y significativo de las vacantes que no requieren experiencia previa. Este segmento ha pasado del 24.9% en 2021 a representar casi la mitad de las publicaciones en el I Trimestre de 2025, con un 46.3%. Este aumento sugiere una mayor apertura del sector PEEL, al menos en las vacantes intermediadas por el SPE, a incorporar talento recién graduado o sin experiencia laboral formal, lo que podría ser una estrategia para cubrir la demanda o para capacitar personal desde cero.

En contraste, el rango de experiencia de "7-12 meses" que era la categoría dominante en 2021 y 2022 (31.2% y 33.9% respectivamente), y que incluso creció al 37.4% en 2023, ha mostrado un descenso notorio, cayendo al 24.6% en el I Trimestre de 2025. Esto, sumado a la baja participación actual de "1-6 Meses" (0.2%), indica una menor demanda de perfiles con experiencia muy limitada en el último período.

Las vacantes que requieren entre "13-24 meses" y "25-36 meses" han mantenido una participación más estable, aunque con ligeras fluctuaciones. El primer rango se sitúa en el 12.2% en el I Trimestre de 2025, y el segundo en el 6.7%, lo que demuestra una demanda continua de perfiles con un nivel de experiencia intermedia.

Por otro lado, la proporción de vacantes que requieren "Mayor a 60 meses" de experiencia (más de 5 años) ha sido relativamente constante, oscilando entre el 4.4% y 5.5%, y cerrando el I Trimestre de 2025 en 5.2%. Esto indica una demanda estable, aunque minoritaria, de profesionales con alta trayectoria y experticia en el sector. La categoría "37-60 meses" (3-5 años) ha mostrado una leve disminución en su participación relativa, pasando del 10.9% en 2021 a 4.8% en I Trim 2025.

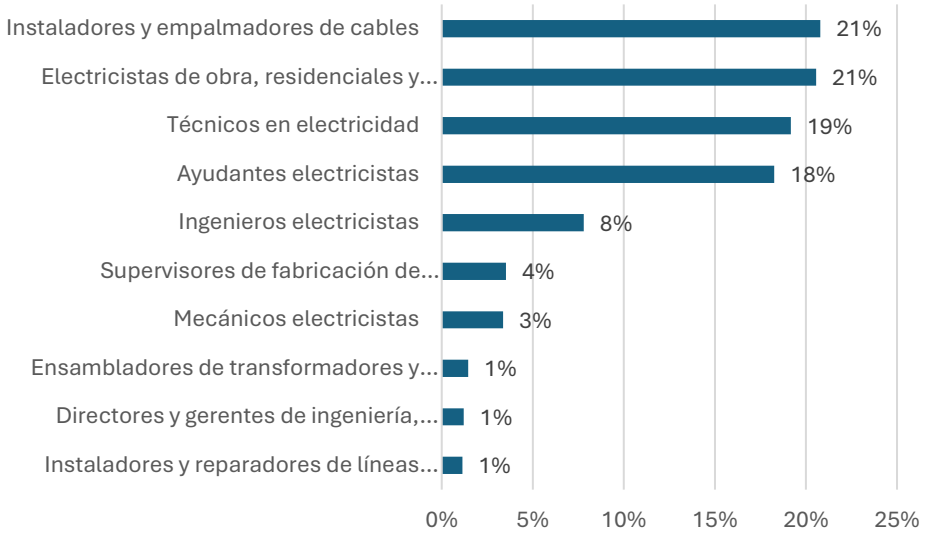
Top 10 de ocupaciones misionales más demandas en el SPE

Hemos presentado previamente el análisis de las vacantes publicadas en el Servicio Público de Empleo (SPE) por las empresas asociadas al área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad (PEEL), donde el filtro aplicado para identificar a estas empresas se basó en su actividad económica. Sin embargo, en el marco de la delimitación del área de cualificación, también se han identificado específicamente aquellas ocupaciones que son consideradas misionales o directamente inherentes al área PEEL.

De este total de vacantes del área de cualificación, el conjunto de las ocupaciones misionales representa el 43% de las vacantes publicadas entre el 2021 y el primer trimestre del 2025. Dentro de este subconjunto de vacantes misionales, las diez ocupaciones más demandas, entre 2024 y I trim 2025, concentran una proporción significativa, representando aproximadamente el 95% del total.

La siguiente tabla detalla el porcentaje de las vacantes correspondientes a estas 10 ocupaciones misionales más demandadas en el área PEEL:

Gráfica 9. Top 10 de ocupaciones misionales más demandadas en 2024 y I Trim 2025.



Fuente: elaboración propia a partir de base de vacantes SPE

Como se observa en la tabla, la demanda de perfiles en el área PEEL está fuertemente concentrada en roles técnicos y operativos. Los electricistas y los instaladores (en sus diversas especialidades, que pueden incluir redes, equipos o sistemas), cada uno con un 21%, lideran conjuntamente las ocupaciones más solicitadas. Esto subraya la necesidad constante de mano de obra calificada para la construcción, mantenimiento y operación de infraestructuras eléctricas y energéticas.

Siguiendo de cerca, los técnicos en electricidad, electrónica o energía representan un 19% de la demanda, lo que resalta la importancia de la formación técnica y tecnológica para el soporte y la ejecución de tareas especializadas. Los ayudantes eléctricos o de obras (18%) también tienen una alta demanda, indicando la necesidad de personal de apoyo para las labores de campo y la ejecución de proyectos.

Los ingenieros eléctricos y profesiones afines, con un 8%, constituyen el principal grupo de profesionales con formación universitaria. Su demanda es crucial para el diseño, la planificación y la gestión de proyectos complejos, aunque su porcentaje es menor en comparación con los roles técnicos y operativos, lo cual es esperable dada la pirámide de cualificación. Los supervisores (4%) y mecánicos eléctricos (3%) complementan los roles de supervisión y mantenimiento de equipos.

Finalmente, ocupaciones como directores, ensambladores y otras categorías de instaladores registran una participación más marginal (1% cada una), lo que sugiere que son roles con menor volumen de vacantes publicadas en el SPE o que son posiciones de alta especialización o gerencia que se cubren por otros medios.

Conocimientos digitales y transversales más demandados

Más allá de las ocupaciones específicas, es fundamental comprender qué conocimientos y habilidades —tanto digitales como transversales— son los más valorados por las empresas del área PEEL al publicar sus vacantes en el Servicio Público de Empleo.

Entre el periodo del año 2021 y el primer trimestre del 2025, se identificaron las siguientes competencias transversales y técnicas (digitales) con mayor demanda:

Ilustración 1. Competencias transversales más demandadas.



Fuente: elaboración propia a partir de base de vacantes SPE

En cuanto a las competencias transversales más demandadas, los datos revelan que la proactividad es, con diferencia, la habilidad más valorada, representando cerca del 42.9% del total de menciones en esta categoría. Le siguen la cooperación, con un 17.3%, y la comunicación, con un 8.4%. Otras competencias relevantes incluyen la orientación al servicio (8.2%), la eficacia (7.1%), la organización (4.9%), el compromiso (3.0%) y el análisis (2.8%). Competencias como el liderazgo (1.2%), la

resolución (1.2%) y la flexibilidad (1.1%) también son significativas, aunque con porcentajes menores.

Por otro lado, la información sobre las competencias técnicas (digitales) más demandadas muestra la preponderancia del conocimiento básico y el uso de herramientas generales.

Ilustración 2. Competencias técnicas (digitales) más demandadas.



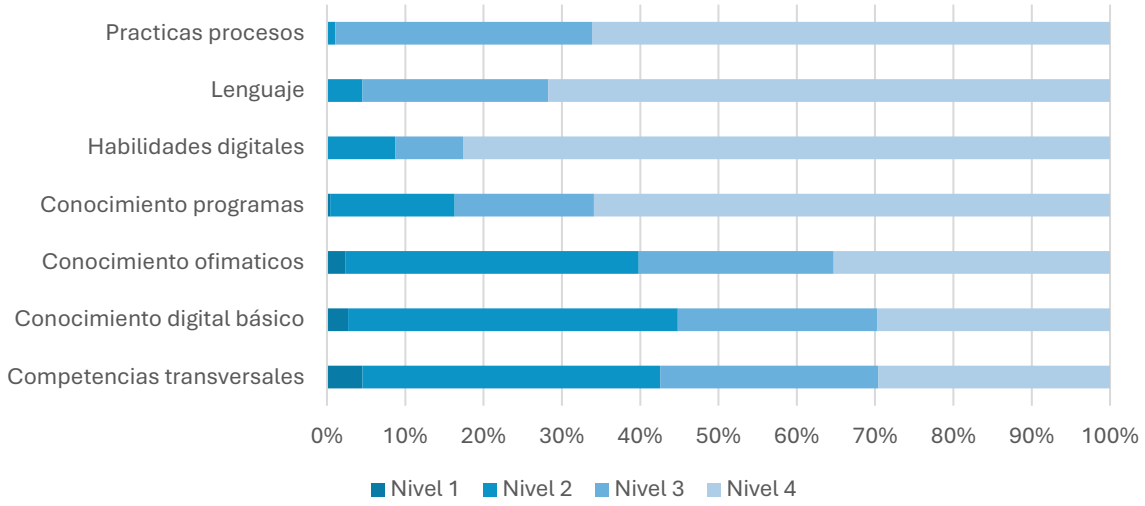
Fuente: elaboración propia a partir de base de vacantes SPE

El conocimiento digital básico es la habilidad técnica más solicitada, representando un impresionante 71.0% del total de menciones en esta categoría. Esto indica una expectativa generalizada de familiaridad con el entorno digital en cualquier rol. Seguidamente, el conocimiento ofimático (24.4%) es también altamente requerido, lo que apunta a la necesidad de dominio de herramientas de productividad de oficina. Entre los programas y herramientas más específicos, AutoCAD se destaca significativamente, con un 2.4%, lo que es coherente con el componente de diseño e ingeniería en el sector PEEL. Le siguen SAP (1.2%) y Project (0.6%), herramientas de gestión empresarial y de proyectos, respectivamente. Otras competencias de programación o bases de datos como SQL, Python, Oracle, Java, PHP, o entornos como Azure, así como metodologías como ITIL y Scrum, y software de diseño gráfico

como Adobe y Photoshop, aparecen con porcentajes marginales (inferiores al 0.1%), sugiriendo una demanda mucho más de nicho para perfiles altamente especializados.

Finalmente, la distribución de la demanda de competencias por nivel de competencias se evidencia en la siguiente gráfica.

Gráfica 10. Tipo de competencias más demandadas por nivel de competencias.



Fuente: elaboración propia a partir de base de vacantes SPE

Se observa una clara tendencia hacia la demanda de competencias en niveles intermedios y avanzados.

Para las competencias transversales, conocimiento digital básico y conocimiento ofimáticos, la mayor demanda se concentra predominantemente en el Nivel 2, que abarca la operación y manipulación de información, con porcentajes del 38%, 42% y 37% respectivamente. Sin embargo, los niveles 3 y 4 también muestran una participación significativa (sumando entre el 58% y 65% para estas categorías), lo que sugiere que las empresas requieren personal con capacidad para funciones técnicas complejas o para la solución de problemas avanzados, más allá del uso básico.

En contraste, para categorías más específicas como conocimiento programas, habilidades digitales y lenguaje, la demanda se inclina predominantemente hacia el nivel 4 (perfiles especializados), representando el 66%, 83% y 72% respectivamente.

Esto indica que cuando se requiere el manejo de programas especializados o habilidades digitales avanzadas (que implican la solución de problemas complejos y creatividad), y el dominio de un idioma, las empresas buscan perfiles con un nivel de experticia muy alto, y la demanda para los niveles básicos (nivel 1 y 2) es mínima o inexistente.

Para las prácticas de procesos, la demanda también se concentra en los niveles 3 (33%) y nivel 4 (66%), lo que subraya la importancia de la experiencia práctica y la capacidad de aplicar conocimientos en contextos reales de trabajo, que a menudo implican funciones técnicas complejas y resolución de problemas.

1.2.2 A partir de fuentes primarias

En este apartado se analizan las necesidades de capital humano a partir de la información que se obtiene directamente desde el sector productivo. La investigación y la perspectiva de los empresarios se concentra en las demandas específicas por competencias y perfiles que requiere el sector. Por tanto, a partir de esta fase metodológica, se determinan los problemas de capital humano en los perfiles más relevantes para la competitividad de la actividad productiva, arrojando para ello, información cuantitativa y cualitativa.

El análisis de demanda actual a partir de fuentes primarias se realizó a través de información recogida con expertos y empresas del sector seleccionados a través de una muestra por conveniencia, donde se incluyen empresas de todos los tamaños y eslabones de la cadena de valor de PEEL. Los instrumentos utilizados fueron:

- Grupos focales
- Encuestas virtuales
- Entrevistas estructuradas

1.2.2.1 Índice de priorización territorial.

Para llevar a cabo un análisis de la demanda laboral actual y futura en el área de cualificación, con un enfoque particular en la obtención de datos desde fuentes primarias, como grupos focales y entrevistas semiestructuradas, se requiere la creación de espacios de recolección de información. Estos espacios implican la participación de expertos y empresas especializadas en el área de cualificación.

Con el objetivo de optimizar y dirigir eficientemente el proceso de recopilación de información para el análisis de la demanda laboral, se propone la implementación de un índice de priorización territorial. Este índice compuesto ha sido desarrollado, considerando tres categorías de criterios que abarcan tanto indicadores macroeconómicos generales como indicadores específicos de cada industria en el área de cualificación.

Este índice de priorización territorial se convierte en una herramienta estratégica esencial para la selección de territorios prioritarios en la recolección de datos. Su creación se justifica por la necesidad de enfocar recursos y esfuerzos en áreas geográficas que, según los criterios establecidos, se destacan como relevantes para comprender la demanda laboral en el área de cualificación. De esta manera, el índice sirve como un guía clave para garantizar que la información recopilada sea representativa y responda a las necesidades específicas de los territorios identificados como prioritarios en el análisis de demanda laboral.

Resumen metodológico y resultados

La estructura del índice busca proporcionar una visión integral que permita identificar y priorizar los territorios más relevantes para el análisis de la demanda laboral. La inclusión de indicadores macroeconómicos generales garantiza una comprensión holística del entorno económico, mientras que los indicadores específicos de cada industria aseguran una consideración detallada de las características particulares del área de cualificación.

Este enfoque estratégico, respaldado por la diversidad de criterios y la participación de expertos, busca asegurar que la información recopilada refleje con precisión las necesidades y dinámicas laborales actuales y futuras en el área de cualificación.

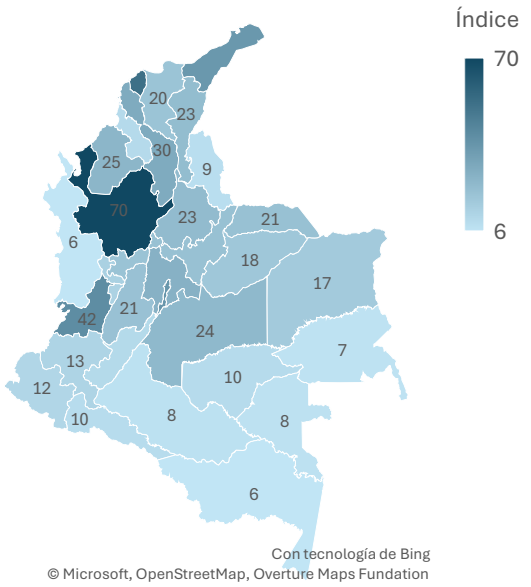
Ilustración 3. Indicadores del índice de priorización.



Fuente: Elaboración propia, equipo técnico PNUD

Después de la aplicación de la metodología del índice de priorización para el área de cualificación, se identificaron y priorizaron los siguientes departamentos, utilizando un índice estandarizado que otorga resultados en una escala de 1 a 100 puntos: Antioquia, Atlántico, Valle del Cauca y Bogotá D.C.

Gráfica 11. Resultados del índice de priorización.



Fuente: Elaboración propia, equipo técnico PNUD.

Es importante destacar que, además del índice de priorización, se tuvieron en cuenta criterios complementarios que permiten una visión más integral del sector eléctrico, combinando factores estructurales, de dinamismo económico y de potencial energético. Estos criterios se agrupan en:

Criterios genéricos:

- PIB sectorial y departamental: regiones como Antioquia, Bogotá D.C. y Cundinamarca presentan tienen una alta participación en cuanto a su aporte al PIB total del sector eléctrico, así como en cuanto a la contribución del sector eléctrico en el PIB regional, reflejando su relevancia económica en la producción y suministro de energía eléctrica.
- Número de empresas: los departamentos con mayor número de empresas relacionadas con la generación y suministro de energía eléctrica se concentraron en Bogotá D.C., Antioquia, Valle del Cauca y Atlántico, lo que evidencia una presencia consolidada del sector eléctrico.
- Índice de especialización del empleo: San Andrés y Providencia, Bogotá D.C. y Cundinamarca mostraron una alta especialización del empleo en actividades energéticas.
- Crecimiento en volumen y demanda laboral: Cundinamarca, Santander y San Andrés y Providencia destacan por presentar crecimiento sostenido en el sector energético. Por otro lado, Bogotá D.C., Antioquia y Valle del Cauca presentaron una demanda creciente de fuerza laboral capacitada.

Criterios específicos:

- Capacidad instalada efectiva neta en megavatios: Antioquia y Cundinamarca lideran en capacidad instalada para la generación de energía eléctrica en Colombia (XM, 2025).
- Departamentos con mayor potencial de fuentes de energía renovable para la generación de electricidad:
    - Energía solar, de acuerdo con el Atlas de radiación solar de Colombia del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM):

Guajira, Cesar y Córdoba presentan alto potencial solar, clave para futuros desarrollos de energía fotovoltaica (IDEAM, 2017).

- Energía eólica, de acuerdo con el Atlas de viento de Colombia del IDEAM: Atlántico y Bolívar, junto con La Guajira, se posicionan como la región con mayor potencial eólico en el país (IDEAM, 2017).
- Energía de la biomasa, de acuerdo con el Atlas de biomasa residual de Colombia (UPME, 2010): Antioquia, Valle del Cauca y Meta tienen ventajas comparativas en potencial para el desarrollo de proyectos energéticos a partir de biomasa.

Otros factores considerados:

- Presencia de iniciativas del PNUD: En los departamentos priorizados se ha identificado una presencia activa del PNUD, lo que facilita alianzas estratégicas para el desarrollo territorial y formación para el trabajo.

Esta priorización permite orientar de manera eficiente los esfuerzos de investigación para el desarrollo del catálogo de cualificaciones del área de Producción de Energía y Electricidad (PEEL), asegurando una cobertura territorial que refleje tanto la dinámica actual del sector eléctrico como su proyección futura.

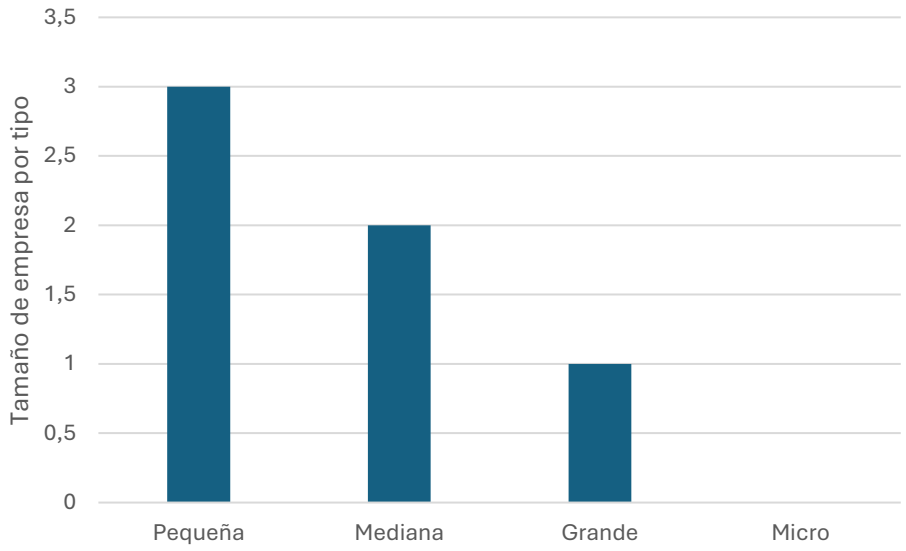
1.2.2.2 Descripción de la muestra por conveniencia.

Las empresas entrevistadas en los territorios, corresponde a una muestra de tipo por conveniencia (método estadístico semicualitativo), donde previo análisis de información secundaria por el equipo técnico del área de cualificación PEEL desde el PNUD Colombia, se seleccionó la cantidad de empresas asociadas al sector eléctrico a incluir en el ejercicio, las cuales en conjunto hacen parte de la cobertura productiva de actividades económicas relacionadas con el sector a nivel nacional.

La clasificación establece la siguiente escala: micro, de 1 a 9 empleados; pequeña de 10 a 49 empleados; mediana, de 50 a 200 empleados; y grande, más de 200 empleados (TASA, 2022). Bajo dicha perspectiva se realizaron entrevistas a un total de 6 empresas del sector relacionados con el área de cualificación PEEL, las cuales se

clasifican según el tamaño, como se muestra en la ¡Error! No se encuentra el origen d e la referencia..

Gráfica 12. Tamaño de empresa por tipo.



Fuente: elaboración propia.

En la **Tabla 9**, se relacionan las empresas y entidades entrevistadas para el diseño de la cualificación.

Tabla 9. Tipos de empresa.

Razón social	Tipo de empresa	Actividad económica principal de la empresa
Corporación Ema	Pequeña	7110-Actividades de arquitectura e ingeniería y otras actividades conexas de consultoría técnica
Ultratek Ltda	Pequeña	7110-Actividades de arquitectura e ingeniería y otras actividades conexas de consultoría técnica
Helios s.a. Esp	Mediana	3511-Generación de energía eléctrica
Genercol	Pequeña	3511-Generación de energía eléctrica
Hg ingeniería	Grande	7210-Investigaciones y desarrollo experimental en el campo de las ciencias naturales y la ingeniería
Solenium	Mediana	4321-Instalaciones eléctricas

Fuente: elaboración propia.

1.2.2.3 Caracterización de cargos de alta rotación y de difícil consecución para el área de cualificación PEEL.

A continuación, se presentan los cargos de alta rotación y de difícil consecución identificados para el área de cualificación PEEL, a partir del análisis de fuentes primarias. Estos cargos se enmarcan en las categorías definidas por la metodología de brechas de capital humano, la cual permite posteriormente establecer la demanda laboral satisfecha e insatisfecha a partir de la identificación de los cargos de alta rotación y de difícil consecución.

- Cargos de alta rotación: son aquellos en los cuales no se puede generar un nivel de retención de los empleados.
- Cargos de difícil consecución: equivalen a aquellos en los cuales las empresas no encuentran candidatos que cumplan con el perfil y los requerimientos solicitados.

1.2.2.3.1 Ocupaciones de nivel directivo y profesional.

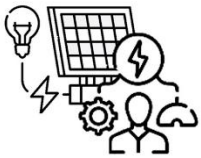
Tabla 10. Ocupaciones de nivel directivo y profesional.

OCUPACIÓN	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CARGO CRÍTICO	ROTACIÓN CARGO
13210 Directores y gerentes de industrias manufactureras 	**Director aseguramiento de calidad (13210.003)** **Director operación, calidad y distribución energía (13210.016)**	**FUNCIONES:** Planean, coordinan y controlan las operaciones relacionadas con la producción de bienes y servicios y la distribución de servicios públicos, así como la recolección, el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de residuos; establecen los controles de inventarios, variables operacionales, indicadores de producción, centro de costos, productividad del equipo de trabajadores a su cargo, utilización racional de los recursos necesarios en el desarrollo de sus actividades y el cumplimiento de normas de seguridad y salud en el trabajo; calidad del producto; innovación y sostenibilidad ambiental; ya sea como directores de un departamento o como gerentes generales en empresa u organización que no cuenta con una estructura jerarquizada de directivos.	Los candidatos no cuentan con las competencias técnicas requeridas por las empresas Falta de experiencia laboral por parte de los aspirantes Las personas no cuentan con el nivel de desarrollo y conocimientos requeridos por la empresa.	Media (permanencia en la empresa 6 a 12 meses)

OCUPACIÓN	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CARGO CRÍTICO	ROTACIÓN CARGO
		Dentro de sus funciones se encuentra definir y supervisar los estándares de calidad en la producción; anticipar y eliminar cuellos de botella en la línea productiva; garantizar la operatividad y disponibilidad de los procesos; identificar rutas críticas y optimizar el flujo de trabajo; y coordinar con los distintos stakeholders, tanto internos como externos. Se pueden desempeñar en empresas de manufactura, empresas de transformación de materias primas, entre otros. **CONOCIMIENTOS:** Diseño; gerencia y administración; gestión del talento humano y de personal; ingeniería y tecnología; leyes y gobierno; producción y procesamiento; seguridad y salud en el trabajo. **DESTREZAS:** Análisis de necesidades; análisis de procesos; comunicación asertiva; criterio y toma de decisiones; evaluación y control de actividades; gestión de recursos de personal; resolución de problemas complejos. **DEFICIENCIAS EN CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y DESTREZAS:** Gerencia y administración; manejo de procesos; seguridad y salud en el trabajo.		

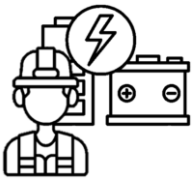
Fuente: elaboración propia a partir de fuentes primarias.

OCUPACIÓN	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CARGO CRÍTICO	ROTACIÓN CARGO
12230 Directores y gerentes de ingeniería,	**Director de ingeniería (12230.007)**	**FUNCIONES:** Planean, dirigen y coordinan las actividades de investigación y desarrollo científico de una empresa u organización que proporcionan	Las personas no cuentan con las competencias técnicas requeridas por las empresas.	Baja (el período de permanencia es superior a un año)

investigación y desarrollo 	**Director servicios de ingeniería (12230.013)** **Gerente de ingeniería y proyectos (12230.020)** **Gerente de proyectos y ensayos (12230.024)** **Gerente departamento ingeniería (12230.025)**	servicios afines a otras empresas y organizaciones; preparan reportes, proveen consultoría y administran programas relacionados, ya sea como director de un departamento de una gran empresa u organización o de una empresa que ofrece este tipo de servicios a otras empresas y organizaciones. Entre sus funciones se destacan liderar el diseño y desarrollo de proyectos de I+D y de ingeniería, evaluar la viabilidad económica y regulatoria de iniciativas tecnológicas, gestionar presupuestos, talento humano y contratistas, velar por el cumplimiento de normas y estándares técnicos, coordinar equipos multidisciplinarios y fomentar la formación del personal, supervisar la elaboración de documentación técnica y la validación de prototipos, así como monitorear indicadores de avance y corregir desvíos estratégicos. Se pueden desempeñar en empresas de consultoría e investigación científica, organizaciones reguladoras, entre otros. **CONOCIMIENTOS:** Gerencia y administración; gestión del talento humano y de personal; idioma extranjero; ingeniería y tecnología; leyes y gobierno; manejo de las TIC; servicio al cliente. **DESTREZAS:** Creatividad; criterio y toma de decisiones; evaluación y control de actividades; gestión de recursos financieros; pensamiento crítico; resolución de problemas complejos; transmisión de conocimiento. **DEFICIENCIAS EN CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y DESTREZAS:** Desarrollo y análisis de software y aplicaciones de diseño; diseño y administración de redes y bases de datos; economía; electricidad y	Las modalidades de contratación no son atractivas para los candidatos. Falta de experiencia laboral por parte de los candidatos. Los salarios no son atractivos para el trabajar en el sector. Limitada oferta educativa y/o formativa con las competencias requeridas por el sector. Alta demanda del cargo. Alta competencias entre las empresas y un bajo número candidatos interesados en trabajar en éste. Baja cantidad de candidatos que desean formarse en el cargo. Las personas no cuentan con el nivel de desarrollo y conocimientos requeridos por la empresa. Los programas educativos y/o formativos no enseñan lo que requiere el sector. Las personas no cuentan con las competencias transversales requeridas por la empresa.	

		energía; energía solar; energías renovables; energización de proyecto; formación integral; gerencia y administración; gestión de riesgo de diseños; gestión documental; gestión financiera; administración bancaria y seguros; gestión presupuestal; herramientas de simulación y diseño; idioma extranjero; ingeniería y tecnología; interpretación de planos; leyes y gobierno; manejo de plataformas de administración de proyectos; matemáticas; regulación y normatividad eléctrica; seguridad y salud en el trabajo; y servicio al cliente. Además, se requieren destrezas como aceptación de errores y fracasos; comunicación asertiva; escucha activa y redacción de textos.		

Fuente: elaboración propia a partir de fuentes primarias.

OCUPACIÓN	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CARGO CRÍTICO	ROTACIÓN CARGO
21510 Ingenieros electricistas 	**Ingeniero electricista especialista en almacenamiento de energía (Nueva denominación ocupacional requerida en el sector)**	**FUNCIONES:** Diseñan sistemas de almacenamiento, como baterías, bombeo reversible o volantes de inercia; definen especificaciones técnicas y criterios de selección de tecnología; coordinan la puesta en marcha y validación de los sistemas instalados; supervisan pruebas de desempeño, eficiencia y seguridad de los sistemas de almacenamiento de energía en baterías (BESS)[4]; monitorean su operación y optimizan la integración en el despacho eléctrico; analizan datos de rendimiento para proponer mejoras y ajustes operativos. **CONOCIMIENTOS:** Electricidad y energía, gerencia y administración; idioma extranjero, ingeniería y tecnología; mecánica y	Baja cantidad de candidatos que desean formarse en el cargo. Las personas no cuentan con el nivel de desarrollo y conocimientos requeridos por la empresa.	Baja (el período de permanencia en la empresa es superior a un año)

[4] (BESS) sigla en inglés: Battery Energy Storage System, en lo sucesivo referenciada como tal para hablar de los sistemas de almacenamiento de energía en baterías.

OCUPACIÓN	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CARGO CRÍTICO	ROTACIÓN CARGO
		metalistería. **DESTREZAS:** Aprendizaje continuo; manejo de imprevistos; manejo de riesgos; pensamiento sistémico; planificación detallada de proyectos; resolución de problemas complejos y trabajo en equipo. **DEFICIENCIAS EN CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y DESTREZAS:** Gerencia y administración; manejo de riesgos, resolución de problemas complejos.		

Fuente: elaboración propia a partir de fuentes primarias.

OCUPACIÓN	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CARGO CRÍTICO	ROTACIÓN CARGO
21510 Ingenieros electricistas 	**Ingeniero de diseño de instalaciones eléctricas (21510.004)** **Ingeniero de diseño eléctrico (21510.005)** **Ingeniero de distribución de energía eléctrica (21510.007)** **Ingeniero electricista (21510.020)** **Ingeniero electricista de diseño de instrumentación industrial (21510.021)** **Ingeniero eléctrico (21510.028)** **Profesional de gestión de proyectos e**	**FUNCIONES:** Investigan, analizan, asesoran, diseñan, modelan, administran, planean, seleccionan y vigilan la construcción, funcionamiento, mantenimiento, reparación, prueba de sistemas eléctricos y de producción, generación, transmisión, distribución y transporte de energía eléctrica, componentes, motores, equipos eléctricos e instrumentos de medición de variables eléctricas; estudian y asesoran sobre aspectos tecnológicos de los materiales, productos y procesos propios de la ingeniería eléctrica; desarrollan y dimensionan sistemas e instalaciones eléctricas, realizan estudios técnicos de carga, cortocircuito, protecciones y calidad de energía; elaboran y validan documentación técnica; supervisan la instalación, puesta en marcha y pruebas de equipos, garantizando el cumplimiento de normativas técnicas, ambientales y	Las empresas compiten por los candidatos; pero, hay un bajo número de aspirantes interesados en trabajar en el cargo. Alta demanda del cargo. Las personas no cuentan con las competencias técnicas requeridas por las empresas. Las personas no cuentan con las competencias transversales requeridas por las empresas. Falta de experiencia laboral por parte de los candidatos. Limitada oferta educativa y/o	Baja (el período de permanencia en la empresa no es superior a un año)

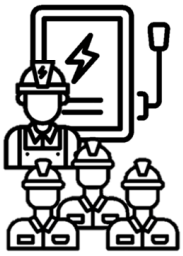
OCUPACIÓN	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CARGO CRÍTICO	ROTACIÓN CARGO
	ingeniería T&D (transmisión y distribución) (21510.036)	de seguridad. Participan en auditorías, procesos de certificación y mejora continua, gestionan el mantenimiento preventivo y correctivo, integran soluciones de automatización y digitalización, evalúan técnica y económicamente proyectos eléctricos, lideran estrategias de eficiencia energética y sostenibilidad, y coordinan equipos técnicos promoviendo la capacitación del personal y el desarrollo de innovaciones tecnológicas. Se pueden desempeñar en empresas de servicio de energía eléctrica, de comunicaciones, fabricantes de equipos eléctricos, firmas de consultoría e industrias de transporte y procesamiento, del sector público y privado, entre otros. **CONOCIMIENTOS:** Diseño, electricidad y energía; ingeniería y tecnología; interpretación de planos, mantenimiento, matemáticas. **DESTREZAS:** Análisis de control de calidad, análisis de necesidades, análisis de procesos, criterio y toma de decisiones; evaluación y control de actividades; gestión de recursos materiales, lógica matemática. **DEFICIENCIAS EN CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y DESTREZAS:** Desarrollo y análisis de software y aplicaciones, gestión financiera, administración bancaria y seguros, idioma extranjero, normativa y regulación, regulación y normatividad eléctrica, servicio al cliente y manejo de plataformas de administración de proyectos. Así como destrezas como aceptación de errores y fracasos, comunicación	formativa con las competencias requeridas por el sector. Baja cantidad de candidatos que desean formarse en el cargo. Los programas educativos y/o formativos no enseñan lo que requiere el sector. Las personas no cuentan con el nivel de desarrollo y conocimientos requeridos por las empresas. Las modalidades de contratación no son atractivas para los candidatos.	

OCUPACIÓN	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CARGO CRÍTICO	ROTACIÓN CARGO
		asertiva, gestión del tiempo, persuasión y redacción de textos.		

Fuente: elaboración propia a partir de fuentes primarias.

1.2.2.3.2 Ocupaciones de nivel técnico.

Tabla 11. Ocupaciones de nivel técnico.

OCUPACIÓN	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CARGO CRÍTICO	ROTACIÓN CARGO
31228 Supervisores de fabricación de productos eléctricos y electrónicos 	**Supervisor de electricistas industriales (31228.014)**	**FUNCIONES:** Supervisan y coordinan las actividades de los trabajadores que fabrican, ensamblan e inspeccionan productos, partes, componentes y sistemas eléctricos y electrónicos. Se pueden desempeñar en empresas fabricantes de productos eléctricos, electrónicos e industria manufacturera, entre otros. **CONOCIMIENTOS:** Computadoras; electrónica y automatización; diseño; ingeniería y tecnología; interpretación de planos; matemáticas; mecánica y metalistería; producción y procesamiento. **DESTREZAS:** Análisis de control de calidad; comprensión de lectura; comunicación asertiva; escucha activa; evaluación y control de actividades; gestión de recursos materiales; gestión del tiempo. **DEFICIENCIAS EN CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y DESTREZAS:** No se reportan deficiencias en conocimientos; sin embargo, en cuanto a las destrezas, se identifican dificultades en gestión del tiempo y manejo de personal.	Las personas no cuentan con las competencias técnicas requeridas por las empresas.	Baja (el período de permanencia en la empresa es superior a un año)

Fuente: elaboración propia a partir de fuentes primarias.

OCUPACIÓN	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CARGO CRÍTICO	ROTACIÓN CARGO
31130 Técnicos en electricidad 	**Técnico electrotecnia (31130.021)** **Técnico de electricidad (31130.012)** **Técnico en instalación de redes eléctricas (31130.024)**	**FUNCIONES:** Instalan, montan, ajustan y reparan maquinaria eléctrica, motores eléctricos, transformadores, interruptores, ascensores, escaleras automáticas y otros aparatos. Se pueden desempeñar en talleres de reparación eléctrica, plantas manufactureras, fabricantes de equipo y maquinaria industrial, entre otros. **CONOCIMIENTOS:** Electricidad y energía; ingeniería y tecnología; interpretación de planos; mantenimiento; mecánica y metalistería; servicio al cliente. **DESTREZAS:** Análisis de control de calidad; ensamble; manejo de imprevistos; mantenimiento de equipos; proactividad; reparación. **DEFICIENCIAS EN CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y DESTREZAS:** Gestión documental; instalaciones solares; instrumentación y electrónica; interpretación de planos; seguridad y salud en el trabajo; servicio al cliente; así como en temas propios del perfil de técnico electricista industrial y trabajo social. En cuanto a las destrezas, se identifican dificultades en gestión del riesgo; gestión del tiempo; honestidad; atención y servicio al cliente; comunicación asertiva; conciliación; estrategias para el aprendizaje; adaptación al cambio; liderazgo; relaciones interpersonales; seguir instrucciones; trabajo bajo presión y trabajo en equipo.	Alta demanda del cargo. Las personas no cuentan con las competencias técnicas requeridas por la empresa. Las personas no cuentan con las competencias transversales requeridas por la empresa. Falta de experiencia laboral por parte de los candidatos. Limitada oferta educativa y/o formativa con las competencias requeridas por el sector. Baja cantidad de candidatos que desean formarse en el cargo. Los programas educativos y/o formativos no enseñan lo que requiere el sector. Las personas no cuentan con el nivel de desarrollo y conocimientos requeridos por la empresa.	Baja (el período de permanencia en la empresa es superior a un año)

Fuente: elaboración propia a partir de fuentes primarias.

1.2.2.3.3 Ocupaciones de nivel operativo.

Tabla 12. Ocupaciones de nivel operativo.

OCUPACIÓN	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CARGO CRÍTICO	ROTACIÓN CARGO
72152 Instaladores y espalmadores de cables 	**Liniero de redes de energía (72152.016)**	**FUNCIONES:** Instalan, empalman y mantienen los cables, cuerdas y alambres en sistemas de distribución y transmisión de energía eléctrica, aérea y subterránea que se utilizan en obras de construcción, edificios y otras estructuras; interpretan planos y diagramas de tendidos eléctricos; realizan empalmes y conexiones de conductores conforme a las normativas vigentes; ejecutan tendidos de cableado siguiendo rutas y canalizaciones definidas; verifican la continuidad y aislamiento de los sistemas mediante ensayos técnicos adecuados; y etiquetan, documentan y certifican el cumplimiento de los estándares de seguridad eléctrica. Se pueden desempeñar en compañías de generación, transmisión y distribución de energía, empresas de servicios públicos, entre otros. **CONOCIMIENTOS**: Electricidad y energía; interpretación de planos; servicio al cliente. **DESTREZAS:** Análisis de control de calidad; escucha activa; gestión de recursos materiales; gestión del tiempo; selección de equipo. **DEFICIENCIAS EN CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y DESTREZAS:** Electricidad y energía; seguridad y salud en el trabajo. En cuanto a las destrezas, se identifican dificultades en seguir instrucciones; confianza; y escucha activa.	Alto desgaste o esfuerzo físico para las personas que trabajan en el sector.	Baja (el período de permanencia en la empresa es superior a un año)

Fuente: elaboración propia a partir de fuentes primarias.

OCUPACIÓN	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CARGO CRÍTICO	ROTACIÓN CARGO
74123 Mecánicos electricistas 	**Técnico en reparación de plantas eléctricas (74123.026)**	**FUNCIONES:** Instalan, montan, ajustan y reparan maquinaria eléctrica, motores eléctricos, transformadores, interruptores, ascensores, escaleras automáticas y otros aparatos. Se pueden desempeñar en talleres de reparación eléctrica, plantas manufactureras, fabricantes de equipo y maquinaria industrial, entre otros. **CONOCIMIENTOS:** Electricidad y energía; ingeniería y tecnología; interpretación de planos; mantenimiento; mecánica y metalistería; servicio al cliente. **DESTREZAS:** Análisis de control de calidad; ensamble; manejo de imprevistos; mantenimiento de equipos; proactividad; reparación. **DEFICIENCIAS EN CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y DESTREZAS:** No se reportan deficiencias en conocimientos, habilidades o destrezas.	La ubicación geográfica es una limitante para que las personas accedan o permanezcan en el trabajo	Baja (el período de permanencia en la empresa es superior a un año)

Fuente: elaboración propia a partir de fuentes primarias.

1.3 Demanda futura: prospectiva laboral

La prospectiva es una disciplina emergente de las ciencias sociales, cuyo origen etimológico proviene de los vocablos latinos *prospicere* o *prospectare*, que expresan la idea de "mirar mejor y más lejos" aquello que está por venir (Medina, Becerra, & Castaño, 2014). Esta disciplina se enfoca en el análisis de sistemas sociales y permite comprender mejor la situación presente, identificar tendencias, visualizar escenarios futuros y analizar el impacto del cambio —tecnológico y no tecnológico— en la sociedad (Medina Vásquez, 2011). También ha sido definida como una herramienta metodológica que facilita la construcción de posibles escenarios sobre los cuales se

pueden establecer líneas estratégicas de acción y tomar decisiones que incidan positivamente en las áreas analizadas (Pineda, 2013).

Aplicada al ámbito laboral, la prospectiva permite prever el impacto de las transformaciones sociales, económicas y tecnológicas en las ocupaciones, lo cual es clave para anticipar la demanda futura de capital humano. Reconocer las tendencias y vislumbrar escenarios futuros contribuye a planificar la formación, la gestión del talento y el diseño de políticas públicas ajustadas a las necesidades del sector productivo.

Para ello, es necesaria una reflexión estructurada y sistemática del sector, sustentada en la interacción con expertos, redes y comunidades. Este diálogo, basado en hechos y datos, debe dar lugar a visiones de futuro estructuradas, verosímiles, innovadoras, transformadoras y con posibilidades de realización (Medina, Becerra, & Castaño, 2014). En este marco, se desarrollaron grupos focales con participación de actores de la academia, la industria y el gobierno, con el fin de estudiar las tendencias, su importancia y el impacto que estas podrían tener sobre el capital humano.

Desde un enfoque estratégico, se propone analizar el mercado laboral con una visión de corto, mediano y largo plazo, determinando hacia dónde se quiere y se puede llegar, dadas las condiciones actuales. Este enfoque implica reconocer que los estudios del futuro relacionados con el individuo, la sociedad, la economía, la política, la tecnología y el medio ambiente plantean tres aproximaciones: (1) proyectar el futuro a partir de experiencias pasadas; (2) adoptar un enfoque proactivo, construyendo el futuro deseado desde una visión futura del presente; y (3) combinar ambas perspectivas, lo cual es lo más común y recomendable (Mera, 2014). En este caso, y dada la experiencia previa en el fortalecimiento del capital humano, se adopta una combinación de estos enfoques para una lectura más integral del futuro laboral.

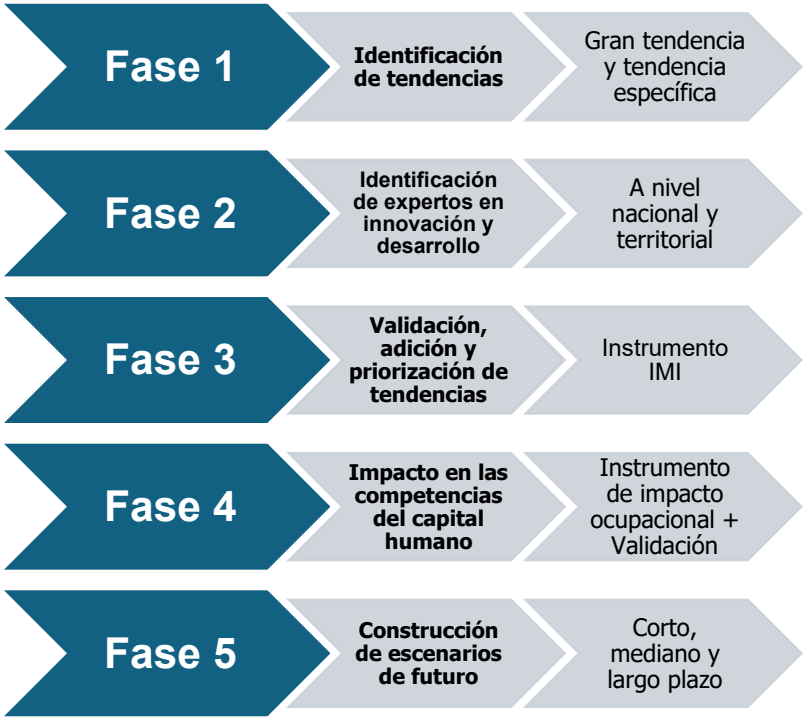
Por último, considerando que en la etapa de análisis de la demanda laboral suelen participar representantes de recursos humanos, se recomienda que este proceso se complemente con la participación activa de expertos sectoriales pertenecientes al sector productivo, la academia y los entes encargados de formular políticas públicas.

Estos actores aportan una visión amplia del sector que trasciende los intereses particulares de una empresa o negocio específico, permitiendo así construir un análisis más representativo y alineado con los desafíos futuros.

1.3.1 Descripción metodológica.

La metodología de prospectiva contempla 5 fases para la obtención de información que permita hacer un análisis de futuros (**Figura 2**).

Figura 2. Fases metodología prospectiva.



Fuente: elaboración propia.

FASE 1

Figura 3. Fase 1 de la metodología prospectiva.



Fuente: elaboración propia.

En esta etapa comienza el proceso de generación de una visión de futuro del sector. Se utilizan diferentes técnicas de investigación cualitativa para conocer qué posición tomará el sector dadas las condiciones actuales, frente a fenómenos tecnológicos, organizacionales y coyunturales.

Las tendencias pueden responder a diferentes ámbitos, tal es el caso ambiental, económico, social, político, cultural, tecnológico, organizacional, entre otros, sin embargo, no se debe perder de vista que el objetivo es identificar aquellas tendencias con mayor impacto en el capital humano que hace o hará parte del sector.

En esta etapa se identifica la gran tendencia y la tendencia específica. Entendiendo la primera como la suma o agrupación de aquellas tendencias específicas que hacen parte de una temática general, mientras que en el caso de la segunda se entiende como las técnicas, instrumentos o procedimientos que tienen el potencial de difundirse en un determinado horizonte de tiempo y aplicarse en un campo del conocimiento o sector económico en particular.

La búsqueda debe hacerse a nivel mundial, regional, nacional y local. Para el caso mundial y regional se deben buscar referencias de países donde el sector está altamente desarrollado como parte de los ejercicios de prospectiva cualitativa. Así mismo, toma relevancia identificar cuáles serían las posibles fuentes recurrentes de información que facilitan la identificación de las tendencias. Por ejemplo, los ejercicios internacionales como el futuro del trabajo conocido como el OECD Employment Outlook, podrían indicar tendencias recientes del mercado laboral, cómo evolucionan las políticas relacionadas, y se revisan prospectivas del mercado relacionadas con el cambio tecnológico. De igual forma la Organización Internacional del Trabajo – OIT provee de informes y estadísticas importantes para la identificación de tendencias. Para el caso de la región se deben buscar referencias de algunos países donde el sector también tiene relativa importancia.

En este punto resulta especialmente relevante incluir las recomendaciones generadas para la identificación de factores que generan el cambio sectorial en cuestiones económicas, tecnológicas y organizacionales. Este proceso, debe buscar el mayor nivel de estandarización posible para favorecer la automatización y sistematización del proceso y la comparabilidad de los resultados. Sobre el proceso de revisión de literatura inicial, el documento de mejora tecnológica producido del convenio de asistencia técnica entre el Ministerio del Trabajo y el Banco Mundial puntualiza:

"La revisión bibliográfica para generar el estado del arte es el primer paso para hacer una aproximación al objeto del estudio prospectivo ya que permite identificar qué se sabe y cuáles son los vacíos que existen, es decir, permite tener un resumen basado en libros, investigaciones y artículos científicos que da una idea sobre cuál es el estado actual del objeto del estudio. Se requiere ubicar el objeto de estudio en el marco de la literatura que se ha producido en los últimos 5 años (la cantidad de años puede cambiar de acuerdo con el sector, por ejemplo, lo relacionado con temas tecnológicos puede tener un periodo más corto porque se generan cambios más rápidos). Para desarrollarlo se pueden consultar las bases de datos Scopus, Science Direct, Ebsco Host, con una estrategia de búsqueda diseñada para obtener resultados relacionados con la metodología de elaboración de una revisión de la literatura.

Con el fin de optimizar el tiempo empleado en la búsqueda de información se sugiere utilizar la bitácora de búsqueda como instrumento. Este instrumento facilita el seguimiento a las actividades de búsqueda en el tiempo, permitiendo retomar las búsquedas más fácilmente, trabajar entre varias personas el mismo foco de vigilancia e incluso identificar la página(s) o base(s) de datos donde ya se consultó. Adicionalmente, se genera el registro de las ecuaciones que se buscaron, los resultados que sirvieron y aquellas en donde no se encontró información y se debe cambiar la ecuación o simplemente no hay información. Las ecuaciones que generan resultados se pueden utilizar después en la actualización del proyecto prospectivo desarrollado. La búsqueda de información para el estado del arte llega hasta el momento en el cual, se cumplan con los objetivos de consulta y se disponga de información suficiente, actualizada y validada para la toma de decisiones o pasos posteriores."

Así, la bitácora como instrumento debe servir de insumo para consignar toda la información recolectada en la literatura. Relacionando toda la información descriptiva de interés y la información específica sobre las tendencias identificadas. De lo anterior que la bitácora de búsqueda pueda constituir una nueva matriz dentro de la metodología, o pueda utilizarse para complementar y estructurar la actual matriz de vigilancia estratégica.

Con respecto a cómo llegar a dichas tendencias, la propuesta de actualización metodológica de prospectiva laboral define lo siguiente:

"Para la identificación de tendencias, se utiliza como insumo principal la revisión del estado del arte descrito en la sección 5.1.1. Asimismo, se complementa con la búsqueda en las siguientes fuentes de información:

- Revisión en páginas web especializadas
- Revisión de estudios
- Revisión de memorias de foros o congresos relacionados con el tema objeto de estudio
- Revisión de experiencias internacionales para identificar qué tendencias de alto impacto se están dando o se han dado en otros países y que aún no han llegado a nuestro país"

Para entender mejor el criterio de selección referido a que las tendencias "tendrán un alto impacto en las ocupaciones del sector"; a continuación, se enumeran cuáles son los impactos que podrían tener las tendencias (los cuales se identificarán más adelante con grupos focales y con la aplicación de entrevistas semiestructuradas):

i. La tendencia hará que las ocupaciones se transformen. Ejemplo: en el sector agrícola se identificó la tendencia de agricultura de precisión, la cual hará que la ocupación de ingeniero agrónomo se transforme porque requerirá nuevas competencias como son el manejo de sistemas de georreferenciación y la generación y uso de elementos de automatización.
ii. La tendencia hará que aparezcan nuevas ocupaciones. Ejemplo: hace 5 años en el sector de las TIC se identificó la tendencia de Big Data, la cual generaría una nueva ocupación, el científico de datos. Actualmente, Colombia ya cuenta con demanda laboral de esta ocupación.
iii. La tendencia hará que algunas ocupaciones empiecen a perder relevancia. Ejemplo: La tendencia de automatización en diferentes sectores hará que pierdan relevancia ocupaciones relacionadas con trabajos operativos y manuales (lo cual ya está ocurriendo).

La metodología también avanza en la formalización de la vigilancia científico-tecnológica para la cual menciona:

Para la etapa de búsqueda y dentro del proceso metodológico se requiere diseñar e implementar la estrategia de recopilación de información, la cual tiene como objetivo obtener la mayor cantidad de información de las bases de datos disponibles de manera legal, a nivel nacional e internacional. Para ello, es fundamental tener un método y una estrategia de búsqueda avanzada. En este paso, es clave el asesoramiento de expertos en la temática para ubicar estrategias. Los pasos que resumen este proceso son:

i. Identificar los focos de vigilancia
ii. Identificar fuentes de información delimitadas y de acceso legal
iii. Identificar y seleccionar palabras clave
iv. Construir las ecuaciones de búsqueda
v. Elaborar la bitácora de búsqueda

A continuación, se define de manera específica cada componente de la etapa de búsqueda de información.

Focos de vigilancia: Los focos de vigilancia se definen como las temáticas que requieren de un monitoreo de datos e información de manera constante y sistemática para soportar decisiones estratégicas, es decir, es el tema en específico sobre el cual se va a vigilar; pueden existir varios focos de vigilancia por proyecto. Se recomienda validarlos con los expertos internos (personas aliadas de los sectores). Un ejemplo de foco de vigilancia podría ser "nuevas tecnologías en los mercados financieros"; así en el estudio de vigilancia se debe indagar por aquellas tecnologías emergentes que van a incidir en los mercados financieros.

Identificar fuentes de información delimitadas y de acceso legal: Para asegurar la robustez del ejercicio de vigilancia e inteligencia organizacional, se debe tener en cuenta al menos 4 tipos de fuentes de información calificada:

- Bases de datos científicas y tecnológicas: se deberán utilizar las siguientes bases de datos especializadas en artículos científicos: Scopus, Sciencedirect, Scirus, AGRIS – CARIS, EBSCO, ISI – Web of Science, publindex, entre otras.

- Bases de datos de Patentes y Comerciales: World Intellectual Property Organization: WIPO, Trademap, Alibaba, European Patent, entre otras.
- Bases de datos específicas de empresas y agremiaciones sectoriales: la búsqueda de información debe hacerse en la web de las instituciones y empresas más importantes a nivel global.

Adicionalmente, se clasifican las distintas bases de datos científicas y tecnológicas disponibles para consulta, otras fuentes de información socioeconómica, institucional, territorial y cultural a nivel nacional e internacional, e información sobre patentes a nivel mundial.

Seleccionar palabras clave: Elegidas las bases de datos en las cuales se encuentra la información de interés, se debe seleccionar una serie de palabras de búsqueda especializada por tipo de fuente de información, que permite extraer de las bases de datos la información requerida. Es importante tener en cuenta que la misma búsqueda va arrojando más y más palabras que pueden considerarse como claves y pueden generar nuevas ecuaciones de búsqueda. En esta, las palabras están en mínimo dos idiomas, español e inglés; este último es muy importante ya que es el idioma en el cual se pública la mayor cantidad de información científica. Se sugiere realizar una validación de palabras claves y fuentes de consulta mediante búsquedas iníciales y consulta a expertos con el fin de obtener resultados actualizados y oportunos.

Ecuaciones de búsqueda: Las ecuaciones de búsqueda son el resultado de múltiples pruebas y error de palabras clave en las bases de datos seleccionadas, en un lenguaje booleano. Su construcción permite tener una fuente común de búsqueda en cualquier base de datos de información científica. Se sugiere que haya una validación previa de las palabras clave y fuentes de consulta mediante búsquedas iníciales y consulta a expertos. Las búsquedas booleanas permiten combinar palabras claves con operadores lógicos para generar resultados más relevantes. Los operadores lógicos, son conectores que permiten enlazar de forma lógica conceptos o grupos de términos para así ampliar, limitar o definir las búsquedas rápidamente. Tanto AND, OR, y NOT deben ser usados en mayúsculas para que funcionen. El operador NOT tiene mayor prioridad, le sigue AND y después OR. Cuando se efectúa una búsqueda con más de dos operadores booleanos se tendrá en cuenta este orden de prioridades. Los

siguiente son algunos ejemplos de la forma en que se construyen las ecuaciones para la búsqueda usando lenguaje booleano, las cuales se introducen en las barras de búsqueda de las distintas bases de datos.

- Deserción AND formación técnica y profesional AND Colombia
- Colombia AND deserción AND ""formación técnica y profesional"" OR (deserción AND ""formación técnica"") OR (abandono AND ""formación técnica y profesional"") –escolar"

Una vez se ha adelantado la búsqueda en referentes de diferentes indoles, se pasa a la síntesis y análisis del equipo de investigación en donde a través de técnicas de agrupamiento de información y segregación de esta, se determinar las grandes tendencias y las tendencias específicas de todos los ámbitos del desarrollo en donde se hayan identificado éstas. Es posible que, tras la búsqueda de tendencias por medio de fuentes secundarias, se llegue a desconocer alguna que aún no este documentada en las fuentes de investigación consultadas, por lo tanto, será necesario incluirlas dentro del listado, por medio de la Fase 3 en la que se trabaja con expertos sectoriales, tal como se enuncia en el siguiente documento.

¿Con qué herramientas?

1. Para documentar la revisión se recomienda la inclusión de planillas de resumen para los artículos incluidos en la revisión, que incluyan toda la información relevante de los artículos; nombre, autor, revista, año de publicación, palabras clave, objetivo, metodología, y resultados. Posteriormente el agregado de la información recolectada en las planillas puede estructurarse en un formato que recoja los resultados y los hallazgos especificando las tendencias encontradas en los diferentes niveles de desagregación, nacional, regional y mundial.

2. Del Anexo 1_ IMI_Prospectiva se diligencian las Columnas A y B y se adicionan tantas celdas como sea necesario con el fin de tener las grandes tendencias y las tendencias específicas que resultaron tras la búsqueda y síntesis de información hallada en las fuentes de investigación consultadas:

Gran Tendencia	Tendencia Específica
1.	1.1.
	1.2.
	1.3.
	1.4
2.	2.1.
	2.2.
	2.3.

Se diligencian tantas filas como sea necesario. Entre mayor desagregación, mayor entendimiento del ejercicio.

FASE 2

Figura 4. Fase 2 de la metodología prospectiva.



Fuente: elaboración propia.

Una vez se tenga una visión realista del sector en aquellos aspectos relevantes para el análisis de prospectiva, se seleccionan los expertos que generarán en conjunto un panorama amplio del sector y de los respectivos subsectores.

Los expertos consultados deben reunir por lo menos los siguientes requisitos:

a) Conocimiento de las dinámicas tecnológicas, organizacionales, laborales o de formación en el sector y región. Sobre todo, hace referencia a personas que tienen relación con los procesos de Innovación y Desarrollo ya que están al tanto más informadas sobre el desarrollo del sector y sus posibles comportamientos en el corto, mediano y largo plazo.

b) Experiencia laboral relacionada con el sector.

c) Estar vinculado a una institución que participe activamente en la dinámica del sector en la región. Se debe contar con representatividad de expertos desde la academia, el sector productivo y sector público.

¿Cómo se desarrolla?

1. Revisar los territorios priorizados para cada uno de los sectores y los segmentos.
2. Listar expertos teniendo en cuenta los criterios de representatividad territorial y los tipos de actores.

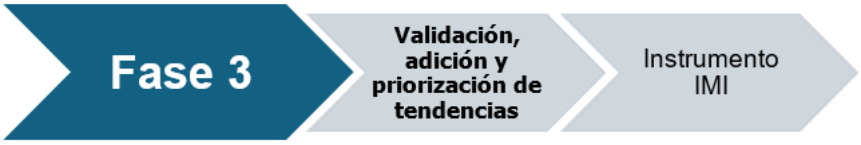
¿Con qué herramientas?

El listado de actores se debe desarrollar en un directorio que contemple el nombre del experto, el ámbito al que pertenece (sector productivo, academia o tomadores de decisiones frente a las políticas públicas), sector o subsector del que hace parte el experto, correo, teléfono, entidad de la que hace parte, territorio.

A pesar de que no hay un número ideal para la identificación de expertos, se recomienda una selección mínima de 20 expertos en cada territorio priorizado (local, regional o nacional). Sin embargo, los grupos focales se espera que sean máximo de 8 personas.

FASE 3

Figura 5. Fase 3 de la metodología prospectiva.



Fuente: elaboración propia.

El objetivo de esta fase es lograr una interacción entre los expertos seleccionados frente a las tendencias identificadas por medio de fuentes secundarias. Esta interacción se relaciona con la validación de aquellos temas considerados tendencias específicas y grandes tendencias, así mismo, se requiere conocer desde la visión del experto cuál otro tema podría contemplarse dentro de la investigación (sin perder de vista que estas tendencias llevarán a revisar el impacto ocupacional).

Así mismo, tras la aplicación de diferentes técnicas se podrán clasificar las tendencias y priorizar aquellas que respondan a los criterios establecidos.

¿Cómo se desarrolla?

1. Tras la identificación de los expertos se debe construir una invitación en donde se cuente la importancia de contar con ellos en este ejercicio y así buscar que participen en el espacio en el cual se desarrollará el instrumento construido para esta fase.

   Esta invitación debe ser en formato texto (para el correo) e imagen (con todos los elementos) debe contemplar el objetivo, los actores que invitan y el enlace o lugar en el cual se desarrollará.
2. El envío se realiza desde un correo institucional.
3. Preparar el material que se utilizará en la presentación, para ello se debe contemplar:
   - Objetivo del proyecto
   - Contexto y fases de la investigación
   - Explicación gráfica de las tendencias seleccionadas y listadas en la Fase 1., para esto se deben recoger los insumos con el análisis del proceso de minería de texto que se está realizando por parte del equipo transversal.
   - Explicación metodológica del ejercicio a realizar.
   - Pasos por seguir
4. Confirmación de la participación de los actores.
5. Realizar el grupo focal con la aplicación de los instrumentos que se describen a continuación.

   Nota: si el grupo es presencial o virtual se deberá contar máximo con 8 expertos con el fin de incentivar la participación de todos, de haber un mayor número

participantes se recomienda hacer sesiones diferentes o dividir el grupo y trabajar de manera simultánea. Las plataformas virtuales permiten hacer esta labor, pero requiere organización y armonía por parte del equipo que dirige el grupo focal.

6. Sistematizar la información.
7. Analizar la información.
    - Perfiles necesarios para el grupo focal: se requiere al menos una persona con un rol de moderador, otra con el rol de secretario técnico o relator, y otra con el rol de asistentes tecnológico que se encargue de toda la preparación para antes, durante y después del grupo focal (crear links, aceptar a las personas, tener lista la presentación y proyección, dejar la grabación, todo lo necesario según la propuesta)

¿Con qué herramientas?

Para el desarrollo de esta fase se construyó un instrumento que permitirá obtener la información para su posterior análisis: Anexo 1_ IMI_Prospectiva.

Estos se desarrollan en un grupo focal que se desarrollará para cada uno de los territorios priorizados, tendrá una duración aproximada de **dos horas con 8 personas**, en el que se debe contemplar una estructura similar a la que se presenta a continuación:

Paso	Descripción de la actividad	Duración aproximada (en minutos)
1	Saludo, presentación de los expertos participantes y exposición de los objetivos de la reunión y contextualización del ejercicio realizado. Solicitud de permiso para grabar la sesión.	5
2	Se comparten los instrumentos a los correos de los invitados para trabajar en archivos compartidos y se solicita que nuevamente pongan allí su nombre en los espacios para cada experto	2
3	Presentación del objetivo de la investigación (especificar para que servirán los resultados), de las fases y contextualizar el ejercicio	5
4	Socialización de las tendencias identificadas por medio de fuentes secundarias. Se debe preguntar si el experto considera que hay otra y de ser así, agregarla en el instrumento en línea que tienen como medio de trabajo.	5
5	Explicar la metodología a usar durante el ejercicio.	5
6	Orientación de la conversación acerca de las grandes tendencias y las tendencias específicas con las siguientes preguntas **a)** Según su conocimiento del sector y su experiencia, ¿considera que esta es una tendencia? **b)** ¿Es pertinente considerar esta tendencia para el sector? Tras el debate en el grupo, se debe desarrollar el archivo por parte de cada experto de la pregunta 1 del Instrumento IMI (Importancia – Materialización – Impacto)	10

	7	Determinar la importancia de cada tendencia especifica utilizando la siguiente pregunta: **a)** Dada su experiencia y conocimiento frente a la tendencia específica, ¿cuál considera que es nivel de importancia? Tras el debate en el grupo, se debe desarrollar el archivo por parte de cada experto de la pregunta 2 del Instrumento IMI (Importancia – Materialización – Impacto)	10
	9	Determinar la materialización en el tiempo de cada tendencia especifica utilizando la siguiente pregunta: **a)** Dada su experiencia y conocimiento frente a la tendencia específica, ¿considera que esto se materializará en el corto, mediano o largo plazo? Tras el debate en el grupo, se debe desarrollar el archivo por parte de cada experto de la pregunta 3 del Instrumento IMI (Importancia – Materialización – Impacto)	10
	10	Determinar el impacto en el capital humano de cada tendencia específica utilizando la siguiente pregunta: **a)** Dada su experiencia y conocimiento frente a la tendencia específica, ¿cuál es el nivel de impacto en el capital humano? Tras el debate en el grupo, se debe desarrollar el archivo por parte de cada experto de la pregunta 4 del Instrumento IMI (Importancia – Materialización – Impacto)	10
	11	Tras el diligenciamiento en la matriz, se explica que la gráfica que automáticamente se genera en la siguiente pestaña permite clasificar las tendencias, quedando en el cuadrante superior derecho aquellas tendencias que tienen mayor impacto en el capital humano y materialización en el más corto tiempo.	5
	Desde este punto se recoge información en el grupo focal, que se analiza en la fase 4 de esta metodología		
	12	Se pasará a preguntar sobre los cargos impactados por cada tendencia (se recomienda hacerlo por gran tendencia, sin embargo, esto dependerá del número de tendencias específicas que se estén analizando). Este análisis comprende la descripción	50

	de los conocimientos y destrezas, del tipo de impacto que tendrá el cargo, de las nuevas funciones, de los nuevos conocimientos de la 4. Rev. Industrial (asociado a las tecnologías y sus usos) En este caso se va preguntando para cada tendencia y bajo un relator y ayudas gráficas y visuales, se va dejando registrada la información de los expertos. En el paso a continuación se dará mayor detalle.	
13	Cierre final, conclusiones y pasos con los que se continuará tras la finalización del grupo focal.	5
Duración total de la reunión		2 horas (aprox.)

Aspectos para tener en cuenta frente al instrumento:

1. **Instrumento IMI (Importancia – Materialización – Impacto)**

- Si los expertos marcan Sí en la primera pregunta, se da paso a diligenciar las siguientes, de lo contrario no se deben desarrollar y se continua con la siguiente.
- La matriz está formulada y al poner las puntuaciones se grafica automáticamente en la pestaña que sigue.

2. **Las variables escogidas para graficar son materialización en el tiempo e impacto en el capital humano, lo cual arroja 4 cuadrantes en los que se encuentra:**
   - **a.** RETOS DE ACCIÓN INMEDIATA,
   - **b.** ESTRATEGIAS DE ALTO IMPACTO EN EL CAPITAL HUMANO EN EL LARGO PLAZO,
   - **c.** ESTRATEGIAS MENOS URGENTES,
   - **d.** ESTRATEGIAS DE BAJO IMPACTO EN EL CAPITAL HUMANO EN EL CORTO PLAZO
3. **Se debe desarrollar tantos instrumentos como grupos focales se tengan y una vez culminado el proceso de interacción con los expertos, se consolida la información de cada grupo en uno solo.**

FASE 4

Figura 6. Fase 4 de la metodología prospectiva.



Fuente: elaboración propia.

Uno de los principales objetivos de la identificación de las tendencias es conocer su consecuente impacto en el capital humano y las dinámicas que estos desarrollan dentro del mercado laboral. Es así como en esta fase se identifican cargos, de los conocimientos y destrezas, así como algunos otros elementos que permiten caracterizarlo.

¿Cómo se desarrolla?

1. La mayor parte del desarrollo de esta fase se explicó en el apartado anterior debido a que se realiza en el mismo espacio del grupo focal. Se recomienda contar con una herramienta de visualización para que el relator del grupo focal pueda ir tomando notas y cada experto visualice aquello que se está dejando ahí.

   En la herramienta, usando los post-it virtuales se puede describir para cada cargo, los conocimientos y destrezas, del tipo de impacto que tendrá el cargo, de las nuevas funciones, de los nuevos conocimientos de la 4. Rev. Industrial (asociado a las tecnologías y sus usos).
2. Una vez se termina el grupo focal se pasa al análisis, depuración, sistematización y síntesis de la información frente al impacto de las tendencias en el capital humano. Este ejercicio se hace dentro de una matriz que permita la estandarización de la información para cada tendencia.

1.3.2 Análisis bibliométrico para el área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

El análisis bibliométrico es una herramienta fundamental para examinar el posicionamiento de los temas identificados como tendencias en el área de cualificación de PEEL mediante publicaciones académicas e investigativas. Esta metodología emplea técnicas de minería de texto para identificar palabras clave presentes en la investigación vinculada al área de cualificación PEEL. El objetivo principal de este análisis es proyectar las investigaciones científicas relevantes mediante la formulación de ecuaciones de búsqueda que reflejen de manera precisa las necesidades de información. En este contexto, las ecuaciones se componen de conceptos y palabras clave específicas del área de cualificación, lo que permite visualizar las tendencias y

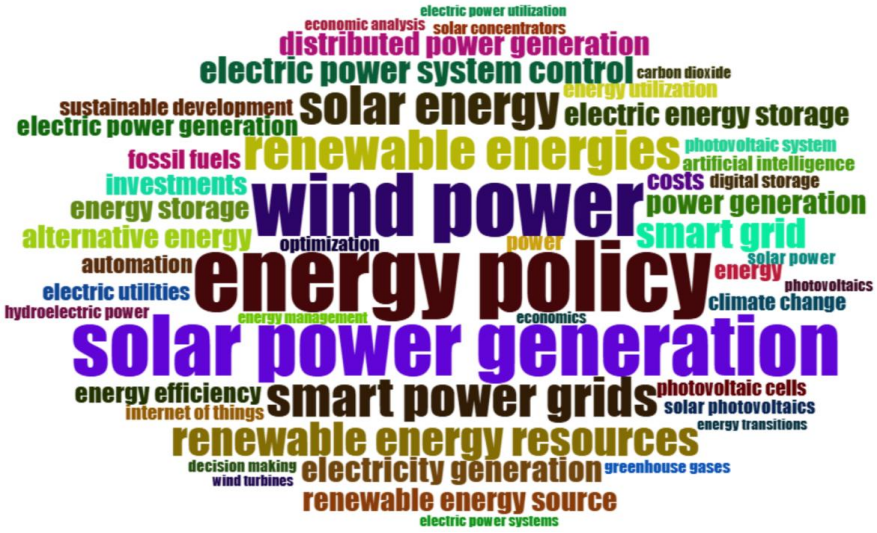
su impacto en el capital humano, contribuyendo así a la formulación de estrategias clave.

Una vez definida la ecuación, se implementa en una o más bases de datos bibliométricas, como Scopus y Web of Science en este caso, para filtrar las publicaciones relacionadas con los términos de la ecuación durante los últimos 10 años (2014-2024). Este proceso proporciona una panorámica actualizada y exhaustiva de la investigación en el ámbito de interés, facilitando así la identificación de áreas prioritarias y el desarrollo de enfoques estratégicos.

Las palabras representadas en la nube de palabras ofrecen una perspectiva general sobre las principales líneas de investigación y desarrollo del sector energético en los últimos años. Se destacan términos como política energética (energy policy), energía eólica (wind power) y generación de energía solar (solar power generation), lo que evidencia una fuerte orientación hacia la transición energética, con énfasis en la adopción de fuentes renovables y el diseño de marcos regulatorios que las respalden.

Asimismo, aparecen conceptos como redes eléctricas inteligentes (smart power grids), recursos de energía renovable (renewable energy resources) y control de sistemas de energía eléctrica (electric power system control), los cuales reflejan la integración de tecnologías digitales y automatizadas en los sistemas de distribución y transmisión eléctrica. Esto señala la creciente demanda por perfiles técnicos y especializados en automatización, inteligencia artificial aplicada, gestión de datos energéticos y diseño de redes inteligentes.

Figura 7. Nube de Palabras



Fuente: elaboración propia usando Bibliometrix R Package.

El análisis de temas de tendencia permite observar cómo han evolucionado los focos de atención en la literatura científica sobre Producción de Energía y Electricidad a lo largo del tiempo. Esta herramienta resulta clave para identificar tanto los enfoques emergentes como aquellos que han logrado mantenerse con relevancia en el sector.

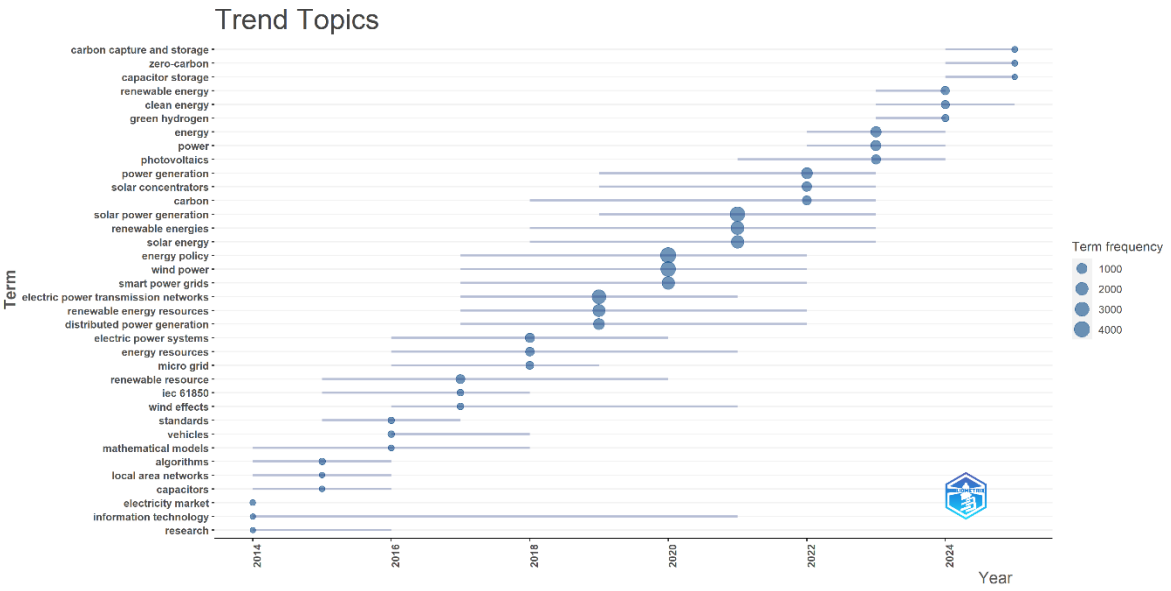
Durante el último año, se destaca la aparición de términos como captura y almacenamiento de carbono, cero emisiones de carbono y almacenamiento con capacitores, lo que refleja una intensificación en la investigación orientada hacia la descarbonización del sistema energético, así como un renovado interés en tecnologías de almacenamiento.

Asimismo, términos como generación de energía solar, energías renovables y energía solar han mantenido una presencia constante durante los últimos cuatro años. Esta tendencia sugiere una consolidación de la energía solar como eje fundamental en las estrategias de generación eléctrica sostenible, así como una prioridad en su mejora tecnológica y operativa.

Por otro lado, el término tecnología de la información ha mostrado una continuidad significativa desde 2014 hasta 2021, convirtiéndose en uno de los tópicos más estables en el tiempo. Esta permanencia indica la importancia sostenida de las tecnologías

digitales en los procesos de modernización del sector energético, incluyendo aspectos como la digitalización de redes, la gestión de datos y la automatización.

Figura 8. Tendencia de términos clave



Fuente: elaboración propia usando Bibliometrix R Package.

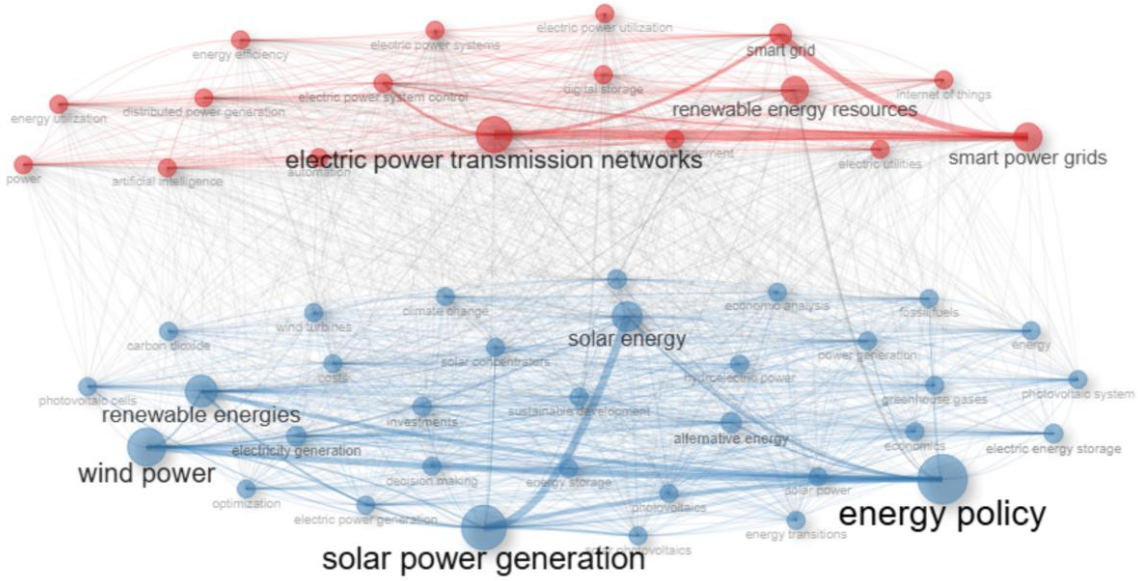
El análisis de la relación entre palabras muestra interconexiones entre los conceptos relevantes en las publicaciones. En la **Figura 9**, el tamaño de la fuente de cada palabra refleja su importancia, mientras que los nodos muestran la relación de cada término en el contexto de las publicaciones analizadas. Este análisis revela dos clústeres temáticos principales.

El clúster azul tiene como nodos centrales los términos política energética y generación renovable, lo cual evidencia un fuerte vínculo entre los marcos regulatorios y la expansión de fuentes renovables, particularmente la energía solar. La presencia de términos como energía eólica, energías renovables y energía solar sugiere un interés sostenido por parte de la comunidad académica y técnica en la transición hacia modelos energéticos más sostenibles y diversificados.

El clúster rojo, cuya centralidad recae en el término red de transmisión de energía eléctrica refleja el énfasis en el fortalecimiento y modernización de la infraestructura energética. Su conexión con términos como recursos energéticos renovables, redes eléctricas inteligentes y eficiencia energética señala una clara orientación hacia la

digitalización de los sistemas eléctricos, así como hacia la mejora en su eficiencia operativa.

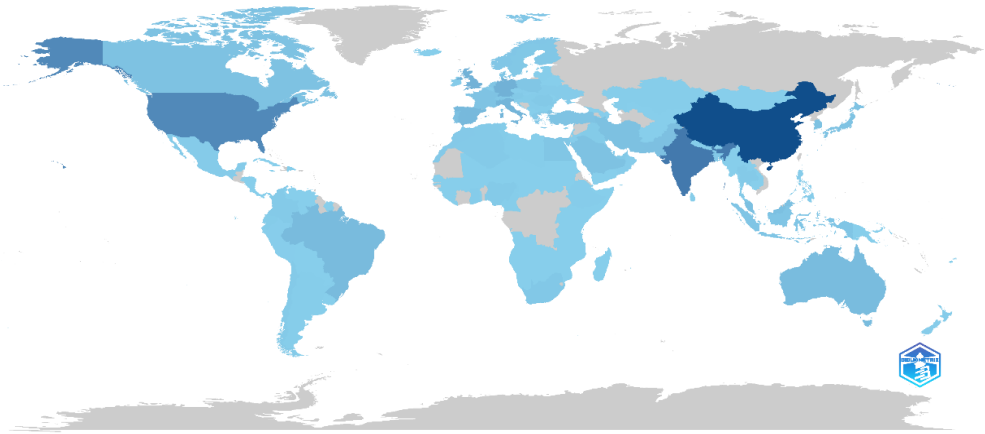
Figura 9. Co-ocurrencia de palabras clave de investigación



Fuente: elaboración propia usando Bibliometrix R Package.

La **Figura 10** analiza la producción científica en el área de cualificación PEEL a nivel global, destacando los países con mayor volumen de publicaciones. La intensidad del color en el mapa representa el número de publicaciones por país, con China, India, Estados Unidos, Alemania y Reino Unido liderando en productividad académica en esta área.

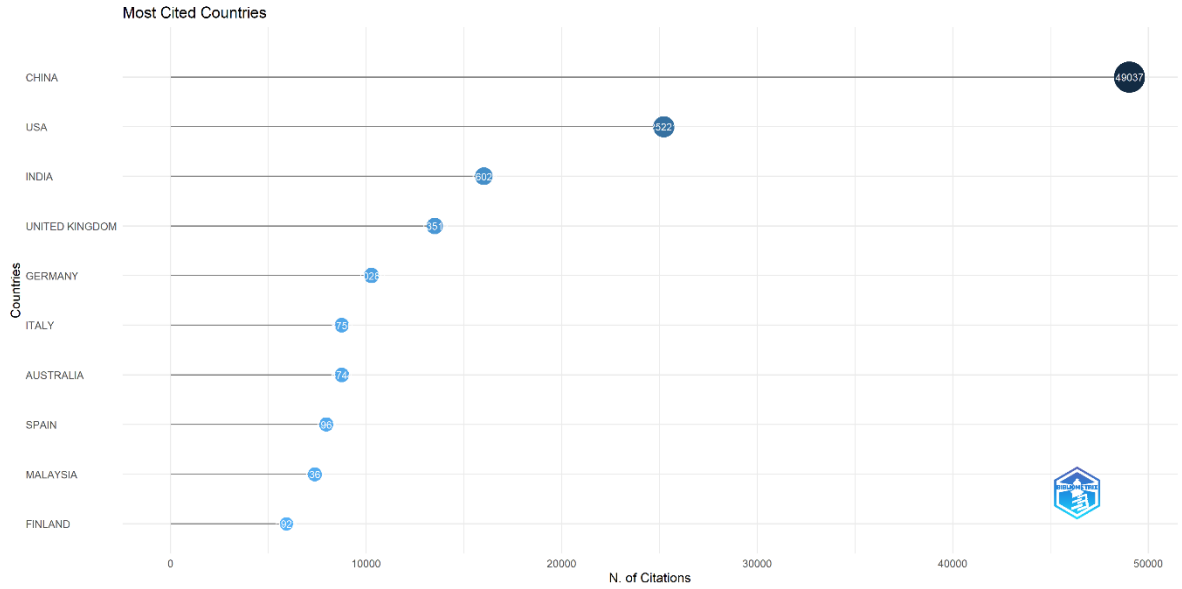
Figura 10. Producción científica por país



Fuente: elaboración propia usando Bibliometrix R Package.

Al evaluar el impacto a través del número de citas recibidas, se observa una correlación notable entre la cantidad de documentos producidos y su influencia académica, con China a la cabeza, seguida de India.

Figura 11. Número de citas recibidas por país



Fuente: elaboración propia usando Bibliometrix R Package.

Este contraste entre productividad y frecuencia de citas ofrece una visión integral del alcance y la relevancia de la investigación científica en PEEL, permitiendo valorar tanto la cantidad como la calidad de los aportes a nivel mundial.

1.3.3 Identificación y descripción tendencias del área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

En este apartado se realiza un análisis prospectivo del sector de energía eléctrica basado en fuentes secundarias, con el objetivo de identificar sus tendencias considerando el contexto socioeconómico, tecnológico, medioambiental y organizacional del sector. Este análisis examina los cambios en el uso de herramientas y metodologías a corto, mediano y largo plazo que influyen directamente en el capital humano, las organizaciones y las actividades económicas relacionadas con el sector. A partir de las fuentes consultadas, se identificaron varias tendencias agrupadas en categorías clave o grandes tendencias, como se detalla más adelante.

El sector de la energía eléctrica asociado al área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad (PEEL) no sólo es un motor crítico de la actividad económica colombiana, sino también un determinante fundamental del bienestar social. A continuación, se examinan las mega tendencias o grandes tendencias clave, y sus correspondientes tendencias específicas, que actualmente se están configurando y hacen parte de la evolución del sector eléctrico en Colombia. Comprender estas tendencias es esencial para anticipar las futuras demandas de mano de obra, diseñar programas de educación y formación eficaces que respondan a esas demandas, y garantizar una transición justa e inclusiva dentro del panorama energético.

1.3.3.1 Gran tendencia 1 – Transición energética y descarbonización.

El sector eléctrico está experimentando una transformación significativa impulsada por avances tecnológicos que buscan responder a las demandas de sostenibilidad, eficiencia y descarbonización. Las principales tendencias en este contexto son:

- ✓ Transición hacia fuentes renovables de energía orientadas a reducir emisiones de carbono

La transición energética implica un cambio progresivo desde fuentes convencionales de energía, como el petróleo, el carbón y el gas natural, hacia fuentes renovables y más limpias. Este proceso responde a la necesidad global de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y avanzar hacia un sistema energético más sostenible. A continuación, se describen algunas de las principales fuentes renovables que están transformando la matriz energética:

- Proyectos solares fotovoltaicos (parques solares):

La energía solar fotovoltaica se ha consolidado como una de las fuentes renovables más prometedoras debido a la reducción de costos en paneles solares y avances tecnológicos en eficiencia de conversión. Este modelo de generación aprovecha la radiación solar para producir electricidad a través de células fotovoltaicas, permitiendo su implementación tanto en granjas solares a gran escala como en instalaciones de autoconsumo en hogares e industrias. En Colombia, regiones como el Caribe y la

Orinoquía cuentan con altos niveles de irradiación solar, lo que las convierte en zonas estratégicas para el desarrollo de proyectos fotovoltaicos (UPME, 2024).

- Centrales eólicas:

La energía eólica es una de las fuentes renovables con mayor potencial de expansión en Colombia. Su implementación permite generar electricidad a partir de la fuerza del viento, utilizando aerogeneradores ubicados en regiones con vientos constantes y de alta velocidad. En el caso colombiano, la península de La Guajira se ha convertido en el epicentro del desarrollo eólico, debido a su extraordinario recurso eólico con factores de capacidad superiores al 50%, muy por encima del promedio mundial (IDEAM, 2017).

La generación distribuida con energía eólica ofrece beneficios clave, como la descentralización del suministro eléctrico, la reducción de pérdidas en la transmisión de electricidad a poblaciones costeras y la mejora en la estabilidad del sistema y el balance energético.

- Centrales termoeléctricas a partir de biomasa:

La biomasa es una fuente de energía renovable derivada de residuos agrícolas, forestales o urbanos. Su transformación en biogás, pellets o briquetas permite alimentar sistemas de generación termoeléctrica con un impacto ambiental significativamente menor que los combustibles fósiles. En Colombia, existen seis proyectos activos de biomasa, la mayoría en los departamentos del Valle del Cauca y Cauca, donde se aprovechan residuos de la industria azucarera y forestal para producir electricidad (MME, 2023).

La generación con biomasa no solo contribuye a la reducción de emisiones de CO_2, sino que también impulsa la economía circular al valorizar residuos orgánicos municipales y agroindustriales. Además, esta tecnología es clave en zonas rurales, donde puede permitir una producción energética más autónoma y resiliente.

- Proyectos hidroeléctricos sin embalse y pequeñas centrales hidroeléctricas:

La hidroelectricidad sigue siendo una fuente clave en la matriz energética colombiana, pero el desarrollo de proyectos sin embalse representa una alternativa más sostenible y con menor impacto ambiental. Este tipo de centrales aprovecha el caudal natural de

los ríos sin necesidad de grandes represamientos, lo que reduce el impacto en ecosistemas y comunidades locales.

Las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) han demostrado ser una solución eficiente para zonas con recursos hídricos constantes, permitiendo una generación de energía limpia y estable. En Colombia, estas plantas están ganando protagonismo debido a su capacidad de complementar la generación renovable intermitente (solar y eólica), aportando estabilidad al sistema eléctrico. Adicionalmente, su desarrollo fomenta la creación de empleo en regiones apartadas y reduce la dependencia de fuentes térmicas contaminantes.

- Energía marina:

Aunque aún no se encuentra en fase de desarrollo comercial en Colombia, la energía marina, que aprovecha el movimiento de las mareas (energía mareomotriz), olas (energía undimotriz), y corrientes oceánicas para generar electricidad, representa una tendencia emergente con potencial a mediano y largo plazo. Dada su ubicación geográfica privilegiada con costas en el océano Pacífico y el mar Caribe, Colombia podría explorar en el futuro esta fuente de energía renovable complementaria, especialmente en las zonas costeras con dinámicas de marea significativas.

El avance tecnológico en este campo a nivel mundial y la necesidad de diversificar aún más la matriz energética hacen que la energía marina comience a aparecer en los estudios prospectivos del país. Aunque su implementación requerirá importantes inversiones en investigación, infraestructura y adecuación normativa, representa una oportunidad estratégica para fortalecer la autonomía energética costera y contribuir al cumplimiento de las metas de descarbonización.

La transición energética hacia fuentes renovables no solo contribuye a la reducción de emisiones de carbono, sino que también impulsa la modernización del sector eléctrico, promoviendo la diversificación de la matriz energética, reduciendo la dependencia de fuentes de energía tradicionales como la hidráulica y térmica, y la descentralización del sistema. Sin embargo, su implementación requiere inversiones en infraestructura, actualización de la regulación y la capacitación de profesionales especializados en energías renovables, almacenamiento energético e integración de redes inteligentes.

La adopción de fuentes no convencionales de energía renovable, que excluye los grandes proyectos hidroeléctricos, ha ganado protagonismo y se complementa con innovaciones en almacenamiento energético, como baterías de iones de litio y tecnologías de hidrógeno verde. Esta transición responde a la necesidad global de sustituir los combustibles fósiles por alternativas menos contaminantes, seguras y asequibles (MME, 2024).

Asimismo, soluciones emergentes como la movilidad eléctrica están remodelando el sistema energético, permitiendo un avance acelerado hacia un futuro descarbonizado. Sin embargo, este cambio requiere políticas específicas para garantizar una implementación efectiva (IRENA, 2021).

- ✓ Almacenamiento energético e hidrógeno verde

El almacenamiento de energía es un componente clave en la transición energética, ya que permite gestionar la intermitencia de las fuentes renovables como la solar y la eólica, garantizando un suministro más estable y confiable (MME, UPME, DEA & Emergente, 2025). Las baterías de iones de litio han emergido como la tecnología dominante debido a su alta densidad energética, eficiencia y vida útil relativamente larga. Sin embargo, el sector continúa explorando alternativas más sostenibles, como baterías de sodio-ion, flujo redox y tecnologías de almacenamiento térmico e hidráulico, que podrían reducir la dependencia de materiales escasos como el litio y el cobalto.

Por otro lado, el hidrógeno verde se perfila como una solución prometedora para el almacenamiento energético a gran escala. Producido a partir de electrólisis del agua utilizando energía eléctrica a partir de fuentes renovables, el hidrógeno verde puede ser almacenado y utilizado posteriormente en diversas aplicaciones, desde generación eléctrica hasta transporte pesado e industrialización. A medida que los costos de producción disminuyen y la infraestructura se expande, esta tecnología se convertirá en un pilar esencial para la descarbonización de sectores difíciles de electrificar (MME, 2021).

- ✓ Movilidad eléctrica y gestión eficiente de la energética

La movilidad eléctrica está transformando el sector del transporte, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles y contribuyendo a la reducción de emisiones de carbono. El crecimiento del mercado de vehículos eléctricos (VE) ha impulsado el desarrollo de infraestructuras de carga inteligentes y soluciones de gestión energética avanzadas. Además, el transporte público y de carga también está adoptando tecnologías de electrificación, con autobuses y camiones eléctricos cada vez más presentes en las ciudades y corredores logísticos.

Más allá del transporte, la eficiencia energética se ha convertido en un eje estratégico para optimizar el consumo de electricidad en todos los sectores (MME, 2023). Las redes inteligentes, los sistemas de gestión de la demanda y la digitalización de procesos han permitido un uso más racional de la energía, reduciendo costos y mejorando la sostenibilidad del sistema eléctrico. La incorporación de inteligencia artificial y analítica de datos en la gestión energética está revolucionando la forma en que se planifica y distribuye la electricidad, mejorando la eficiencia en la generación, transmisión y consumo.

Impacto preliminar en el mercado laboral: la transición energética requiere profesionales especializados en energías renovables, almacenamiento energético y eficiencia energética. Se prevé que habrá un aumento en la demanda de ingenieros eléctricos, ingenieros ambientales, especialistas en energía solar y eólica, así como técnicos en mantenimiento de sistemas renovables. Además, los conocimientos en normativas ambientales y políticas energéticas serán esenciales para garantizar la sostenibilidad de los proyectos. La capacitación en tecnologías emergentes como el hidrógeno verde y la movilidad eléctrica será clave para la empleabilidad en este nuevo escenario.

1.3.3.2 Gran tendencia 2 – Generación distribuida y diversificación energética.

La generación distribuida se presenta como una solución para mitigar los riesgos de dependencia de la generación hidráulica, promoviendo el uso de fuentes no convencionales de energía renovable y cogeneración. Además, es un modelo que

fomenta la participación de nuevos actores en el mercado eléctrico, incluyendo prosumidores, quienes pueden generar y consumir su propia energía.

Sin embargo, la implementación de la generación distribuida enfrenta desafíos, como la necesidad de estímulos estatales para el desarrollo de tecnologías renovables y la adaptación de la infraestructura existente.

- ✓ Sistemas de generación distribuida

Consiste en el proceso de producción y distribución de electricidad a pequeña y/o mediana escala, cercana a los centros de consumo o usuarios finales de energía, en lugar de depender únicamente de grandes plantas generadoras centralizadas. Este modelo busca mejorar la eficiencia energética, reducir pérdidas en la transmisión y diversificar la matriz de fuentes para la producción de energía eléctrica. El aumento de generación distribuida exige también replantear el diseño y operación de las redes de distribución para permitir bidireccionalidad en el flujo de energía.

Esta tendencia implica para Colombia seguir un modelo de innovación alineado a la dinámica mundial donde los gobiernos y la comunidad científica legitiman que la solución para disminuir las emisiones de GEI y preservar el medio ambiente se encuentra en proyectos de sostenibilidad energética, enmarcada en los principios de protección al medio ambiente y optimización de los recursos naturales.

- ✓ Fuentes renovables para generación distribuida

El uso de fuentes renovables en la generación distribuida es un pilar fundamental para avanzar hacia un sistema energético más resiliente, sostenible y descentralizado. Entre las tecnologías más utilizadas se encuentran la energía solar fotovoltaica, la eólica de pequeña escala, la producción de energía a partir de residuos de biomasa y las micro hidroeléctricas o pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH). Estas soluciones permiten además diversificar la matriz energética, reducir la dependencia de fuentes convencionales y mitigar los impactos ambientales asociados a la generación de electricidad.

La energía solar fotovoltaica se ha convertido en la opción más popular para generación distribuida, debido a la reducción significativa en los costos de los paneles solares y la facilidad de instalación en hogares, comercios e industrias. Además, los sistemas híbridos que combinan energía solar con almacenamiento en baterías están permitiendo una mayor autonomía energética y estabilidad en el suministro.

Por otro lado, la energía eólica a pequeña escala puede ser implementada en regiones con buenos recursos de viento, especialmente en zonas rurales o no interconectadas donde no hay acceso a la red eléctrica. La biomasa y los sistemas de cogeneración también juegan un papel clave, aprovechando residuos orgánicos, agrícolas, forestales e industriales para producir electricidad y calor de manera eficiente.

La expansión de estas tecnologías de generación distribuida enfrenta desafíos importantes, como la necesidad de mejorar la infraestructura de redes eléctricas para permitir una mayor integración de energía descentralizada, la regulación de tarifas de compra y venta de electricidad generada por prosumidores, y la implementación de incentivos que fomenten la adopción de estas soluciones en sectores industriales y comerciales.

Impacto preliminar en el mercado laboral: el auge de la generación distribuida genera oportunidades para técnicos y profesionales en instalación y mantenimiento de sistemas solares fotovoltaicos y eólicos a pequeña y mediana escala. La gestión de microrredes y la operación de sistemas descentralizados requerirá, por ejemplo, ingenieros con conocimientos en almacenamiento energético, regulación del mercado y normativas asociadas a la autogeneración. Se necesitarán habilidades en gestión de proyectos energéticos comunitarios y modelos de negocio innovadores para integrar a nuevos actores en el mercado.

1.3.3.3 Gran tendencia 3 – Digitalización y automatización.

La digitalización es clave para la optimización de procesos energéticos y la gestión eficiente de la demanda. Por eso se destaca el potencial de la digitalización para integrar más energías renovables y liberar el potencial de consumidores con patrones de consumo flexibles. No obstante, este enfoque plantea desafíos relacionados con el aumento de la demanda energética para los equipos digitales, que deben ser

gestionados dentro de un sistema energético integrado (Messina, Contreras Lisperguer, & Salgado Pavez, 2022). Para gestionar estos retos, será esencial adoptar estrategias integradas que combinen digitalización con Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), asegurando que las tecnologías sean competitivas y accesibles a gran escala (COIIM, 2022).

La digitalización no solo potenciará la eficiencia operativa, sino que también abrirá nuevas oportunidades para la innovación en servicios energéticos personalizados y modelos de negocio basados en datos.

- ✓ Redes inteligentes (Smart grids)

Las redes inteligentes, o smart grids, permiten un monitoreo en tiempo real de la demanda energética, ofreciendo un ajuste preciso entre la producción y el consumo en la red eléctrica (UPME, 2023). Estas redes integran tecnologías avanzadas, como contadores inteligentes, que recopilan datos detallados para mejorar la eficiencia operativa y optimizar el balance energético colombiano. No obstante, para aprovechar plenamente los beneficios de las redes inteligentes, es necesario gestionar grandes volúmenes de información de los sistemas de producción y consumo (Carbon Trust, 2022). Este enfoque requiere una infraestructura robusta y un marco regulatorio que facilite la explotación eficiente de estos datos (COIIM, 2022).

- ✓ Inteligencia artificial y Big Data

La Inteligencia Artificial (IA) y el análisis y uso de Big Data, es decir, conjuntos de datos de gran tamaño y complejidad, tienen el potencial de transfor el sector energético de Colombia (MME, 2022). Estas herramientas permiten realizar mantenimiento predictivo, ajustar la oferta y demanda energética en tiempo real y prever condiciones climáticas para optimizar la generación eléctrica a partir de fuentes renovables de energía. El Big Data permite gestionar el creciente volumen de información generado durante los procesos de producción, transporte y suministro de energía eléctrica, especialmente con el uso de energías renovables. Además, facilita el diseño, planificación y gestión de sistemas energéticos más eficientes. Por otro lado, la IA desempeña un papel crucial en las redes eléctricas, aportando especialmente

capacidades predictivas que mejoran la resiliencia, eficiencia y seguridad del sistema (COIIM, 2022).

- ✓ Uso de drones y tecnología avanzada

Fundamentalmente en los procesos de supervisión y mantenimiento de la infraestructura de transmisión eléctrica, para mejorar la eficiencia y reducir también riesgos laborales. Son tecnologías concebidas para detectar y procesar con precisión puntos calientes, corrosiones y otras alteraciones físicas de los apoyos y tendidos eléctricos, ofreciendo un esquema de inspección rápida y segura (BID, 2023).

1.3.3.4 Gran tendencia 4 – Democratización y equidad energética.

El acceso justo y equitativo a la energía es un reto socioeconómico clave. Esto implica garantizar que todas las personas tengan acceso a servicios energéticos básicos, abordando desigualdades urbanas-rurales y socioeconómicas. Además, la democratización energética permite la participación activa de comunidades e individuos en la producción, distribución y consumo de energía, promoviendo modelos descentralizados e inclusivos. La transición a un sistema energético centrado en el consumidor puede redistribuir beneficios económicos y generar oportunidades de empleo, pero requiere una gestión cuidadosa para evitar impactos negativos en trabajadores y empresas tradicionales del sector.

- ✓ Comunidades energéticas

La aparición de comunidades energéticas, tales como asociaciones ciudadanas, cooperativas, y proyectos locales de generación, representa un cambio hacia la gobernanza descentralizada de la energía, que empodera a las poblaciones locales y fomenta la inclusión social (MME, 2024).

Estas iniciativas pueden crear apropiación local, construir capital social y mejorar la resiliencia de la comunidad, pero requieren políticas de apoyo para garantizar la participación equitativa y el reparto de beneficios.

- ✓ Cambio de las relaciones entre consumidores y proveedores

El aumento de la participación activa de los usuarios finales en el sector eléctrico como prosumidores, es decir, aquellos usuarios que no sólo consumen, sino que también generan electricidad, y además agregan valor a la cadena del sector a través de programas de gestión de la demanda, se espera que altere la tradicional dinámica de poder entre consumidores y proveedores (MME, 2021).

Además, este cambio promueve una mayor conciencia sobre los patrones de consumo energético y su impacto ambiental, incentivando la adopción de tecnologías limpias y más eficientes, y el desarrollo de nuevas prácticas sociales en torno al uso responsable de la energía. No obstante, también surgen desafíos importantes en cuanto a la equidad energética, en otras palabras, asegurar que estas oportunidades estén disponibles para todos los sectores de la población y que no se amplíen las brechas de acceso y asequibilidad de la energía, especialmente en comunidades vulnerables.

- ✓ Descentralización y equidad energética

La descentralización energética es un proceso clave dentro de la democratización del acceso a la energía, ya que permite a comunidades, municipios e individuos generar, gestionar y consumir su propia electricidad sin depender exclusivamente de grandes empresas comercializadoras del sector. Este modelo se basa en la expansión de tecnologías como la generación distribuida con fuentes renovables, el almacenamiento energético y las redes inteligentes, que facilitan la integración de múltiples actores en el sistema energético.

Uno de los principales beneficios de la descentralización es poder garantizar el acceso a la energía eléctrica para todos, a través de la reducción de vulnerabilidades asociadas a fallos en infraestructuras centralizadas, permitiendo una mayor resiliencia energética en comunidades alejadas o con acceso limitado a la red, y respondiendo así a la Agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (DNP, 2018). Además, la producción local de energía puede generar ingresos para comunidades, reduciendo costos y promoviendo la autosuficiencia.

Sin embargo, la descentralización también enfrenta desafíos regulatorios y tecnológicos. La gestión eficiente de redes descentralizadas requiere la

implementación de microrredes inteligentes que permitan el intercambio de electricidad entre distintos actores, evitando problemas de estabilidad en el sistema. Asimismo, es necesario un marco normativo que garantice que todos los consumidores, independientemente de su ubicación o nivel de ingresos, puedan beneficiarse de este modelo sin generar desigualdades en tarifas o acceso a tecnología.

Impacto preliminar en el mercado laboral: la democratización de la energía impulsará la creación de empleos en instalación, mantenimiento y gestión de sistemas energéticos en comunidades rurales y en zonas no interconectadas a la red eléctrica nacional. Será necesario personal capacitado en electrificación rural, diseño de microrredes y modelos de financiamiento energético inclusivo. Además, habrá demanda de expertos en políticas públicas energéticas, sociología del desarrollo y economía de la energía para diseñar estrategias que garanticen una distribución justa de los recursos energéticos y la sostenibilidad de los proyectos.

1.3.3.5 Gran tendencia 5 – Mitigación del impacto ambiental y economía circular.

El sector eléctrico juega un papel crucial en la sostenibilidad ambiental, y su desarrollo debe alinearse con estrategias que minimicen su impacto ecológico. La creciente preocupación por el cambio climático y la pérdida de biodiversidad ha impulsado la implementación de soluciones innovadoras que buscan reducir las emisiones de carbono, proteger la fauna y flora, y promover el uso eficiente de los recursos naturales.

En este contexto, la mitigación del impacto ambiental no solo se enfoca en reducir los efectos negativos de la infraestructura energética sobre los ecosistemas, sino también en desarrollar modelos de economía circular que permitan optimizar los materiales utilizados en el sector. El concepto de economía circular se basa en el principio de reutilización y reciclaje de recursos para minimizar los residuos y fomentar un uso más sostenible de la energía.

A continuación, se presentan algunas de las tendencias específicas que están marcando el camino hacia un sector eléctrico más sostenible y responsable con el medio ambiente.

- ✓ Electrificación sostenible

En la actualidad se promueve el uso de la electricidad en sectores tradicionalmente intensivos en combustibles fósiles, como el transporte y la industria, con el fin de reducir las emisiones de GEI y mejorar la eficiencia energética. Esta electrificación sostenible se concibe como un eje fundamental de la transición energética, siempre y cuando la electricidad utilizada provenga de fuentes limpias a partir del uso de energías renovables.

En el sector transporte, se observa una creciente adopción de vehículos eléctricos particulares, de carga y de transporte público, así como el despliegue de infraestructura para su carga eléctrica. En el ámbito industrial, se está promoviendo la sustitución de procesos térmicos basados en carbón o gas por sistemas eléctricos más eficientes, como bombas de calor industriales y electrificación de hornos.

- ✓ Desviadores de vuelo

Consiste en la instalación de dispositivos visuales, como esferas o cintas reflectivas, en líneas de alta tensión para aumentar su visibilidad y evitar colisiones de aves en vuelo. Estos desviadores se colocan estratégicamente en tramos con alta incidencia de avifauna o en rutas migratorias, y han demostrado reducir significativamente la mortalidad de aves por colisión. Su diseño suele adaptarse a condiciones climáticas locales para asegurar su durabilidad y eficacia.

- ✓ Transformadores ecológicos

Implica el reemplazo progresivo de transformadores tradicionales que utilizan aceites minerales por modelos que emplean aceites vegetales biodegradables, como el aceite de soya o canola. Este cambio reduce los riesgos de contaminación del suelo y del agua en caso de fugas o accidentes, y ofrece una alternativa más segura para la fauna silvestre que pueda tener contacto con esta infraestructura (MME, UPME, DEA &

Emergente, 2025). Además, estos transformadores suelen tener mejor comportamiento térmico y mayor resistencia al fuego.

- ✓ Capuchones y aislantes termoencogibles

Estos dispositivos se instalan sobre conexiones expuestas, empalmes, aisladores y otros elementos vulnerables de la red eléctrica, especialmente en zonas rurales o de alta biodiversidad. Actúan como barreras físicas que previenen electrocuciones accidentales en mamíferos arborícolas, reptiles trepadores y aves que utilizan los postes o cables como perchas. Además de mitigar daños a la fauna, contribuyen a reducir interrupciones del servicio causadas por cortocircuitos.

- ✓ Protocolos de rescate y rehabilitación

Diversas empresas del sector eléctrico están desarrollando e implementado protocolos específicos para la atención de fauna silvestre encontrada cerca de la infraestructura eléctrica. Estos procedimientos incluyen la capacitación del personal operativo para la identificación, manejo y reporte de especies, así como alianzas con organizaciones especializadas, como el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), para el rescate, atención veterinaria, rehabilitación y liberación en hábitats seguros. Estas acciones fortalecen la gestión ambiental responsable y el compromiso con la conservación de la biodiversidad local.

- ✓ Economía circular y reciclaje de materiales

La economía circular busca preservar el valor de los recursos naturales y minimizar la generación de residuos mediante la reutilización, el reciclaje y la reintegración de materiales en el sistema productivo. Un ejemplo destacado son los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), cuyo crecimiento acelerado plantea desafíos ambientales y oportunidades significativas. Un manejo adecuado de los RAEE no solo reduce su impacto negativo en los ecosistemas, sino que también permite recuperar materias primas valiosas, disminuyendo la presión sobre los recursos naturales (Miguel, Martínez, Pereira, & Kohout, 2021).

- ✓ Impacto ambiental controlado

La planificación y ejecución de proyectos energéticos deben priorizar la minimización de impactos en los ecosistemas sensibles. Esto se logra mediante (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2017):

Sistemas de monitoreo ambiental: Herramientas tecnológicas que permiten evaluar mitigar los efectos en tiempo real.

Evaluaciones rigurosas de impacto ambiental: Estudios detallados que analizan los efectos residuales, acumulativos y sinérgicos de los proyectos, considerando su interacción con otras actividades en la zona de influencia.

1.3.3.6 Gran tendencia 6 – Crecimiento e impacto económico

La transición hacia un modelo energético sostenible no solo transforma el sistema técnico y ambiental del sector eléctrico, sino que también se posiciona como un catalizador del crecimiento económico nacional. La inversión en energías renovables, la diversificación de la matriz energética, y la integración de nuevas regiones y actores al sistema están dinamizando las economías regionales y generando nuevas oportunidades laborales. Esta gran tendencia económica reconfigura la demanda de talento humano, creando la necesidad de cualificaciones emergentes y adaptaciones en los perfiles ocupacionales existentes (MME, 2025).

- ✓ Crecimiento de inversión extranjera en energías renovables

El interés creciente de inversionistas internacionales especialmente en proyectos de energía solar fotovoltaica y eólica, puede llevar a un aumento significativo en la inversión extranjera directa en el sector eléctrico colombiano (PROCOLOMBIA, 2024). Este fenómeno puede configurarse como resultado de un entorno regulatorio favorable, condiciones naturales privilegiadas y compromisos del país con la sostenibilidad.

Se espera que estas inversiones en el sector eléctrico, especialmente en energías renovables, estimulen el crecimiento económico y creen nuevas oportunidades de empleo. Este flujo de inversión implica el desarrollo de proyectos de gran escala que requieren mano de obra calificada en diferentes etapas: planificación, construcción, operación y mantenimiento. La atracción de capital internacional trae consigo

estándares técnicos exigentes, por lo que aumenta la necesidad de técnicos e ingenieros certificados, con competencias en normativas internacionales, gestión de proyectos bajo estándares globales, y habilidades en inglés técnico. Además, se abren oportunidades en servicios de apoyo como auditoría energética, gestión financiera de proyectos y asistencia legal especializada en energía.

- ✓ Crecimiento industrial y diversificación económica regional

El desarrollo de una infraestructura eléctrica robusta y fiable es crucial para apoyar el crecimiento industrial y la diversificación económica no solo como país sino a nivel de las regiones.

La expansión de la infraestructura eléctrica y la disponibilidad de energía renovable confiable pueden impulsar el desarrollo industrial en regiones que anteriormente tenían limitaciones energéticas. Esto permite, por ejemplo, la instalación de nuevas industrias, zonas francas y parques tecnológicos, fomentando la diversificación productiva más allá de los grandes centros urbanos.

Este proceso exige una fuerza laboral local capacitada para operar en entornos industriales con alto contenido tecnológico. Se requieren perfiles técnicos en automatización, eficiencia energética y mantenimiento industrial, así como en gestión de sistemas eléctricos avanzados. La diversificación económica también demanda habilidades de adaptación a nuevos sectores (como agroindustria con energías limpias), y capacidades para trabajar en entornos colaborativos con empresas multinacionales y locales. La formación dual y las alianzas con empresas emergen como estrategias clave para cerrar brechas de cualificación en estas regiones.

- ✓ Estimulo de economías locales (zonas rurales y no interconectadas)

El despliegue de proyectos de generación distribuida y sistemas energéticos autónomos está generando nuevas dinámicas económicas en zonas rurales y territorios no interconectados, donde históricamente ha existido limitación en el acceso a energía moderna. Estos territorios comienzan a experimentar procesos de reactivación económica mediante iniciativas como el desarrollo de comunidades energéticas y modelos de autogeneración.

Esta tendencia demanda perfiles técnicos con capacidades para operar en condiciones complejas, con alta versatilidad y enfoque territorial. Se hace necesaria la cualificación de instaladores de sistemas solares aislados de la red, operadores de pequeñas centrales hidroeléctricas y técnicos comunitarios en mantenimiento básico. Además, se abren espacios para promotores locales de energía, con habilidades en gestión de proyectos comunitarios, educación energética y coordinación con actores institucionales. La capacitación debe incorporar componentes interculturales, de gestión participativa y de resolución de problemas con recursos limitados.

- ✓ Redistribución de beneficios económicos y a lo largo de la cadena de valor

La transición energética trae consigo una reorganización de la cadena de valor del sector eléctrico, desde la generación hasta el consumo, incluyendo nuevos actores como el usuario final activo, operadores de redes inteligentes y empresas de servicios energéticos. Esto implica también una redistribución de los beneficios económicos, que antes podían verse concentrados en grandes empresas generadoras, hacia comunidades energéticas, cooperativas, consumidores individuales, pequeñas y medianas empresas, y nuevos modelos de negocio. De esta forma, la transición hacia un nuevo sistema energético con un énfasis especial en la participación del usuario final y la aplicación de nuevas tecnologías tiene el potencial de redistribuir los beneficios económicos y generar nuevas oportunidades en cada uno de los eslabones de la cadena de valor del sector eléctrico.

Este cambio habilita la aparición de nuevas ocupaciones y formas de trabajo, como gestores de comunidades energéticas, desarrolladores de modelos de negocio basados en autoconsumo, operadores de plataformas de comercialización de energía descentralizada y asesores en finanzas verdes. Las competencias clave incluyen conocimientos en economía de la energía, modelos tarifarios, tecnologías digitales aplicadas al comercio energético y diseño de servicios energéticos personalizados. Asimismo, se hace necesario fortalecer las habilidades en emprendimiento, gestión empresarial y comunicación estratégica para que las personas y organizaciones locales puedan capturar valor dentro de esta cadena.

Para que este proceso sea inclusivo y sostenible, es clave acompañarlo con políticas que fomenten la innovación, la formación de talento humano y la adaptación empresarial, permitiendo que tanto trabajadores como empresas del sector eléctrico aprovechen plenamente estas tendencias y nuevas posibilidades que surgen en el marco de la transformación energética.

1.3.3.7 Gran tendencia 7 – Evolución normativa sectorial.

La evolución normativa del sector eléctrico colombiano se configura como una tendencia transversal que impulsa la transformación del sistema energético nacional hacia modelos más sostenibles, inclusivos y modernos. Esta tendencia se expresa en la formulación e implementación de políticas públicas que orientan el desarrollo tecnológico, garantizan la justicia social en el acceso a la energía y promueven un entorno regulatorio propicio para la innovación. Desde la perspectiva del mercado laboral, estas transformaciones normativas redefinen las competencias requeridas, los perfiles ocupacionales emergentes y las trayectorias de cualificación para los trabajadores vinculados al área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad (PEEL).

- ✓ Políticas públicas para estimular el desarrollo de las energías renovables

Las nuevas regulaciones orientadas al fomento de fuentes no convencionales de energía renovable están dinamizando el sector eléctrico. Se están creando condiciones favorables para la inversión en energía solar fotovoltaica, eólica, de biomasa y pequeñas hidroeléctricas, a través de incentivos fiscales, subastas de energía y simplificación de trámites, como se establece en la Ley 1715 de 2014 que regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.

Este entorno normativo genera una creciente demanda de técnicos y profesionales con formación especializada en diseño, instalación, operación y mantenimiento de tecnologías renovables. Se requieren nuevas cualificaciones en evaluación de recursos renovables, sistemas híbridos de generación, regulación de interconexión y análisis de viabilidad de proyectos energéticos sostenibles. Además, se espera un aumento

significativo en la necesidad de instaladores certificados, ingenieros con competencias en integración de sistemas y gestores de proyectos energéticos.

- ✓ Innovación y sostenibilidad como ejes regulatorios

El marco normativo está incorporando la innovación tecnológica y la sostenibilidad como principios rectores del desarrollo energético. Esto implica no solo el impulso a tecnologías limpias, sino también la exigencia de criterios ambientales y sociales en todas las etapas del ciclo de vida de los proyectos energéticos.

La prioridad otorgada a la sostenibilidad y la innovación obliga a repensar los perfiles tradicionales. Aparecen nuevas ocupaciones relacionadas con el análisis de ciclo de vida, la modelación energética con enfoque ambiental, y la gestión de datos para sistemas energéticos inteligentes. También surgen oportunidades para especialistas en eficiencia energética, auditores ambientales, gestores de innovación tecnológica y profesionales que puedan articular conocimientos técnicos con criterios de responsabilidad social y ambiental. Las habilidades blandas, como el pensamiento crítico, la capacidad de adaptación tecnológica y la comunicación interdisciplinaria, cobran cada vez más relevancia.

- ✓ Políticas públicas para la transición energética justa

La noción de transición energética justa ha sido incorporada en la normativa nacional como un eje para garantizar que los beneficios del nuevo modelo energético sean compartidos equitativamente entre toda la población, especialmente en territorios históricamente marginados y entre trabajadores potencialmente desplazados por el cierre de plantas térmicas o la automatización (MME, 2025).

Este enfoque demanda una reconfiguración de los sistemas de formación y reconversión laboral. Se deben crear rutas de cualificación para trabajadores provenientes de sectores en declive, enfocadas en energías limpias, electrificación rural y nuevas formas de participación comunitaria en la producción energética. Se necesitan también perfiles con habilidades en planificación participativa, gestión de proyectos con enfoque territorial y formulación de estrategias inclusivas. Asimismo,

cobra importancia la formación en temas como gobernanza energética local, justicia ambiental y derechos energéticos.

- ✓ Modernización con equidad

Las regulaciones actuales impulsan una modernización tecnológica del sector que debe ir acompañada de medidas para cerrar brechas sociales, económicas y territoriales en el acceso y uso de la energía. La equidad energética se convierte en un criterio normativo, asegurando que la transformación digital y tecnológica del sector llegue a todos los segmentos de la población.

Este proceso requiere la formación de talento humano capaz de implementar soluciones energéticas en contextos rurales, con énfasis en tecnologías apropiadas, bajos costos y adaptabilidad a las condiciones locales. Se proyecta una demanda creciente de instaladores de sistemas solares no conectados a la red, diseñadores de microrredes comunitarias, técnicos en mantenimiento descentralizado, y facilitadores comunitarios con competencias en educación energética. La equidad también exige el fortalecimiento de competencias en políticas públicas, regulación tarifaria y diseño de modelos de negocio inclusivos que permitan la participación de microempresas, cooperativas y organizaciones sociales.

A manera de síntesis, a continuación, se presenta la caracterización de las siete grandes tendencias identificadas en el ejercicio de prospectiva, cada una desagregada en sus respectivas tendencias específicas. Esta clasificación permite comprender con mayor detalle las dinámicas clave que están configurando el futuro del sector eléctrico, facilitando la planificación estratégica en términos de innovación tecnológica, transformación del mercado y cualificación del capital humano.

Tabla 13. Caracterización de tendencias específicas

Gran tendencia		Tendencia específica
Transición energética y descarbonización	1.1	Energía solar fotovoltaica y energía eólica (en tierra y costa afuera)
	1.2	Energía a partir de la biomasa y pequeñas centrales hidroeléctricas
	1.3	Mejora de eficiencia energética en procesos de generación y suministro

	1.4	Almacenamiento: baterías de iones de litio / hidrógeno verde
Generación distribuida y diversificación	2.1	Producción y distribución de energía eléctrica a pequeña escala cerca del consumo final
	2.2	Instalación de plantas solares fotovoltaicas, pequeñas turbinas eólicas e hidráulicas en hogares y comercios
	2.3	Pequeñas plantas de cogeneración a partir de residuos orgánicos, agrícolas, forestales, industriales y urbanos
Digitalización y automatización	3.1	Redes inteligentes
	3.2	Inteligencia artificial y Big Data
	3.3	Drones y sensores para monitoreo
	3.4	Innovación en transporte de energía eléctrica y servicios auxiliares
Democratización y equidad energética	4.1	Usuario final activo: prosumidores
	4.2	Gestión y flexibilidad de la demanda de energía eléctrica
	4.3	Comunidades energéticas.
	4.4	Acceso universal y asequible
Mitigación del impacto ambiental y economía circular	5.1	Electrificación de transporte y procesos industriales.
	5.2	Soluciones tecnológicas: transformadores ecológicos, desviadores de vuelo, capuchones, aislantes.
	5.3	Protección de fauna: protocolos de atención, rescate y rehabilitación.
	5.4	Reutilización, reciclaje y reintegración de residuos en la cadena de valor.
Crecimiento e impacto económico	6.1	Crecimiento de inversión extranjera en energías renovables.
	6.2	Crecimiento industrial y diversificación económica regional
	6.3	Estímulo de economías locales (zonas rurales y no interconectadas)
	6.4	Redistribución de beneficios económicos a lo largo de la cadena de valor
Evolución normativa sectorial	7.1	Políticas públicas para estimular el desarrollo de las energías renovables
	7.2	Innovación y sostenibilidad como ejes regulatorios
	7.3	Políticas públicas para la transición energética justa
	7.4	Modernización con equidad

Fuente: elaboración propia.

1.3.4 Validación y análisis de tendencias a partir del instrumento IMI

El proceso de validación y análisis de las grandes tendencias y sus respectivas tendencias específicas en el sector eléctrico colombiano, en el marco del área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad (PEEL), se llevó a cabo mediante su socialización y discusión en eventos territoriales y a través de entrevistas personalizadas con expertos provenientes de los sectores académico, productivo y normativo.

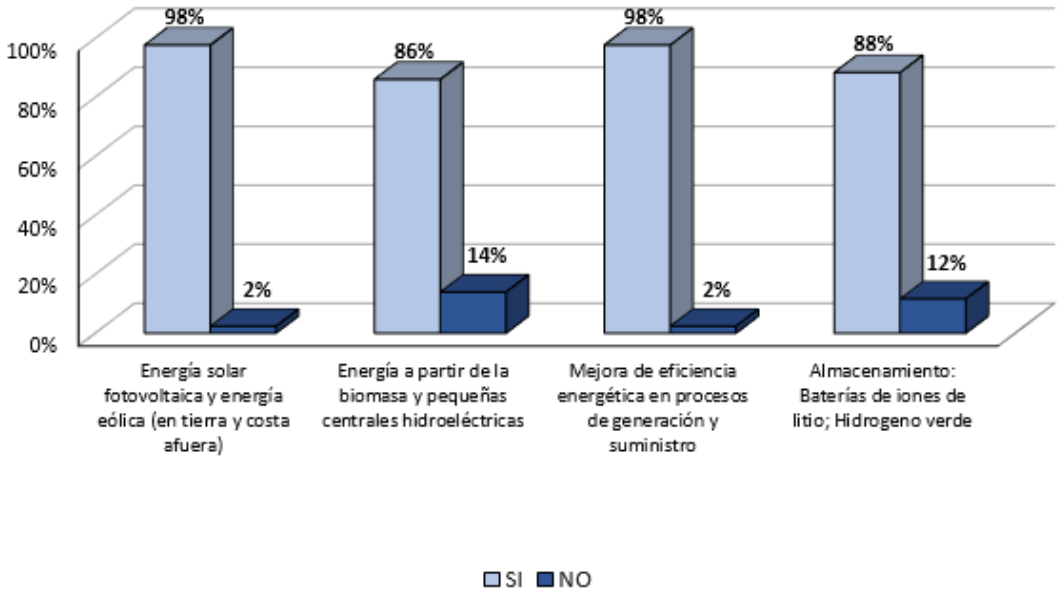
Durante estos espacios de participación, los expertos evaluaron cada tendencia utilizando el instrumento IMI, diseñado para valorar tres dimensiones clave: **Importancia, Materialización e Impacto** sobre el capital humano del sector. Este instrumento permitió obtener una visión integral sobre la relevancia, el horizonte temporal y la magnitud del efecto que cada tendencia podría tener en los perfiles ocupacionales y en la formación del talento.

A continuación, se presentan los resultados del proceso de validación, organizados a partir del análisis de la información recopilada mediante la aplicación del instrumento IMI.

1.3.4.1 Análisis de aceptación de las tendencias.

Tras la validación cualitativa por parte de expertos, esta sección desarrolla el análisis cuantitativo de las tendencias, centrándose en el nivel de aceptación de las siete macrotendencias o grandes tendencias y sus tendencias específicas. El objetivo es medir en qué grado estas proyecciones son consideradas representativas de los futuros posibles del sector eléctrico colombiano asociado al área de cualificación PEEL.

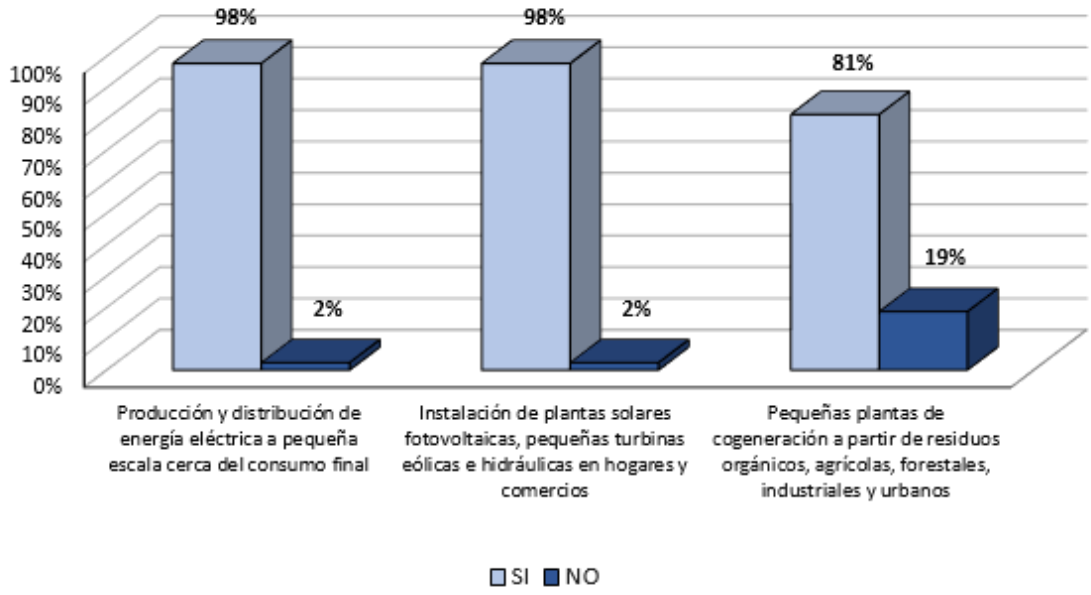
Gráfica 13. Nivel de aceptación de macrotendencia "Transición energética y descarbonización".



Fuente: elaboración propia.

La **Gráfica 13** presenta los resultados de la valoración por parte de los expertos de las tendencias específicas para la macrotendencia "Transición energética y descarbonización". Se observan que las tendencias "Energía solar fotovoltaica y energía eólica" y "Mejora de eficiencia energética en procesos de generación y suministro" tienen una aceptación del 98%, de igual forma, las otras dos tendencias tienen una aceptación mayor al 85%, lo que confirma su relevancia dentro de la agenda sectorial.

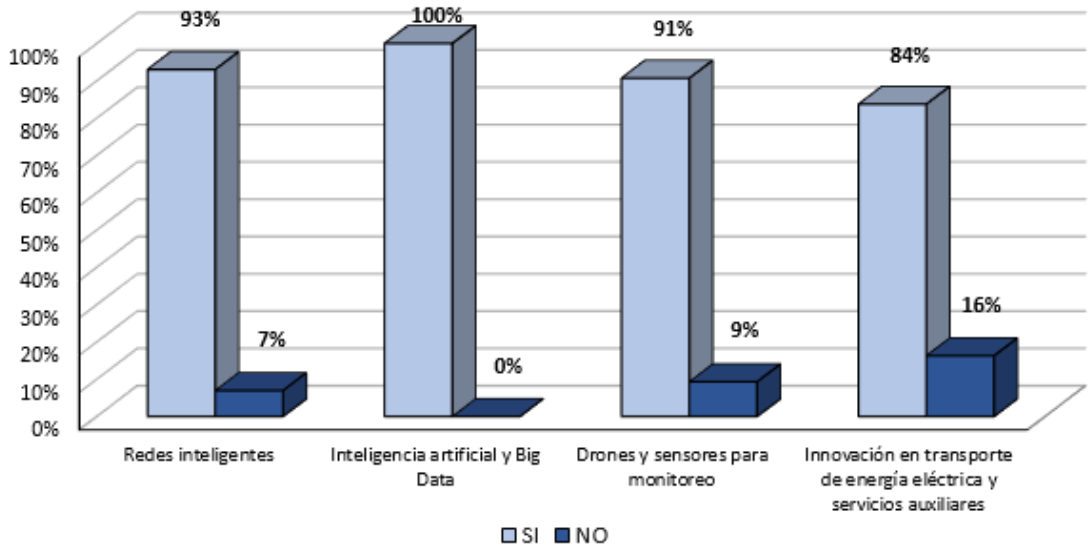
Gráfica 14 . Nivel de aceptación de macrotendencia "Generación distribuida y diversificación".



Fuente: elaboración propia.

La **Gráfica 14** revela un amplio respaldo a la macrotendencia "Generación distribuida y diversificación". Las tendencias específicas "Producción y distribución de energía a pequeña escala cerca del punto de consumo final" y la "Instalación de sistemas renovables de baja potencia en hogares y comercios" obtienen un 98% de aceptación, reflejando un consenso prácticamente unánime sobre su pertinencia. En tanto, las "Pequeñas plantas de cogeneración a partir de residuos orgánicos, agrícolas o industriales" mantienen un apoyo mayoritario del 81%, aunque con una proporción de negativa del 19%, la cual debe ser tenida en cuenta.

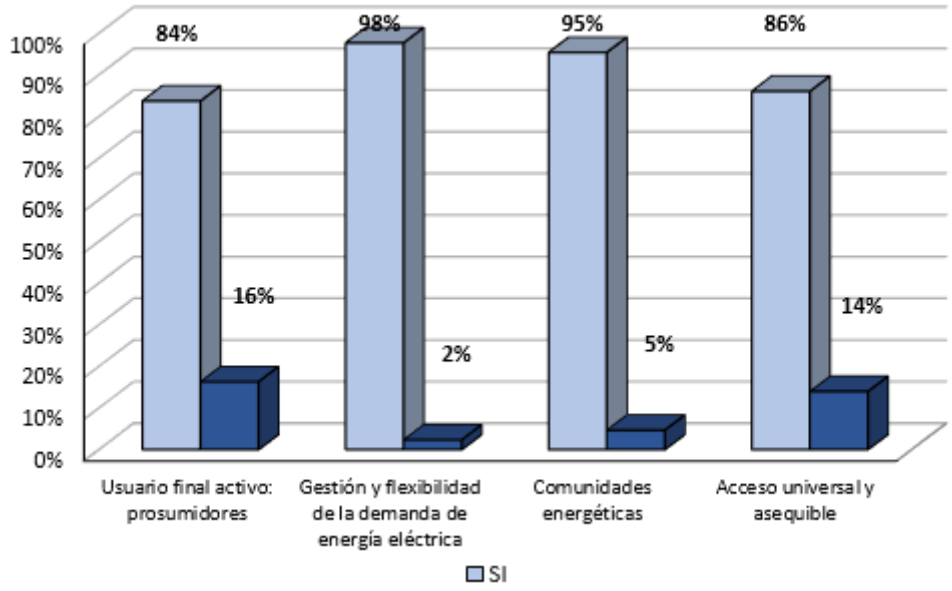
Gráfica 15. Nivel de aceptación de macrotendencia "Digitalización y automatización".



Fuente: elaboración propia.

La **Gráfica *15*** evidencia un respaldo muy amplio a la macrotendencia "Digitalización y automatización". Destacan, en primer lugar, la inteligencia artificial y el Big Data, que alcanzan una aceptación plena (100%), seguidas de las redes inteligentes, con un 93% de aprobación. Las soluciones de drones y sensores para monitoreo logran un 91%, mientras que la innovación en transporte de energía eléctrica y servicios auxiliares obtiene el respaldo menor del conjunto, aunque todavía significativo, con un 84%. En conjunto, los resultados confirman que la digitalización del sector eléctrico se percibe como tendencia clave, con niveles de consenso que superan cuatro quintas partes de los expertos consultados.

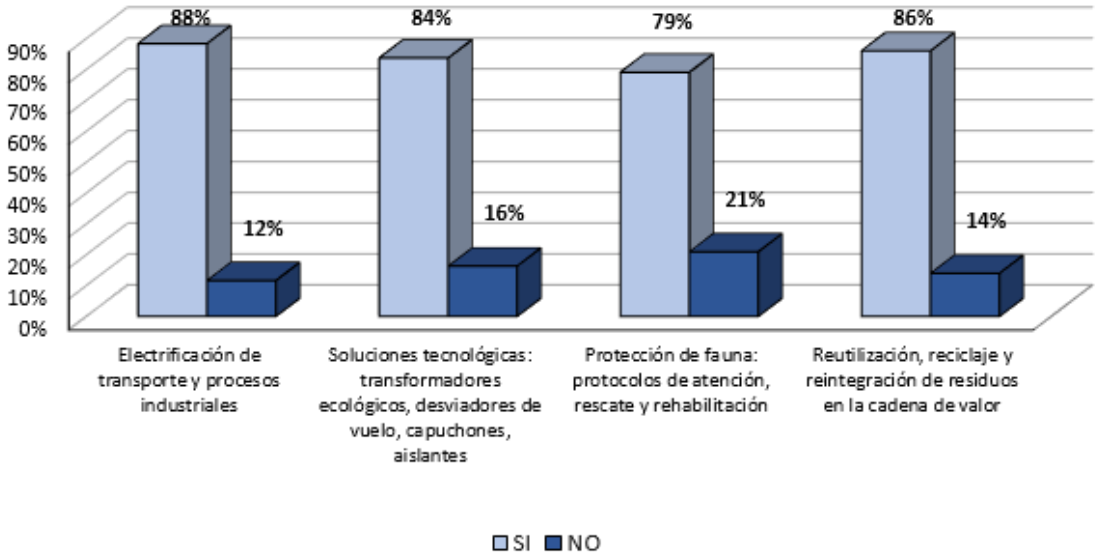
Gráfica 16. Nivel de aceptación de macrotendencia "Democratización y equidad energética".



Fuente: elaboración propia.

La **Gráfica *16*** sobre la macrotendencia "Democratización y equidad energética" muestra una aceptación general elevada, aunque con matices en algunas de sus tendencias específicas. La gestión y flexibilidad de la demanda concentra el mayor respaldo, con un 98% de aprobación, seguida de comunidades energéticas, que alcanzan un 95%. La tendencia específica "Usuario final activo" obtiene un 84%, mientras que el acceso universal y asequible registra un 86%. Estas cifras confirman que la apertura del mercado eléctrico a la participación ciudadana y la optimización de la demanda son prioridades ampliamente compartidas, aunque persisten mayores reservas en torno a la masificación del concepto de "Prosumidor" y a la garantía de tarifas asequibles para todos los usuarios.

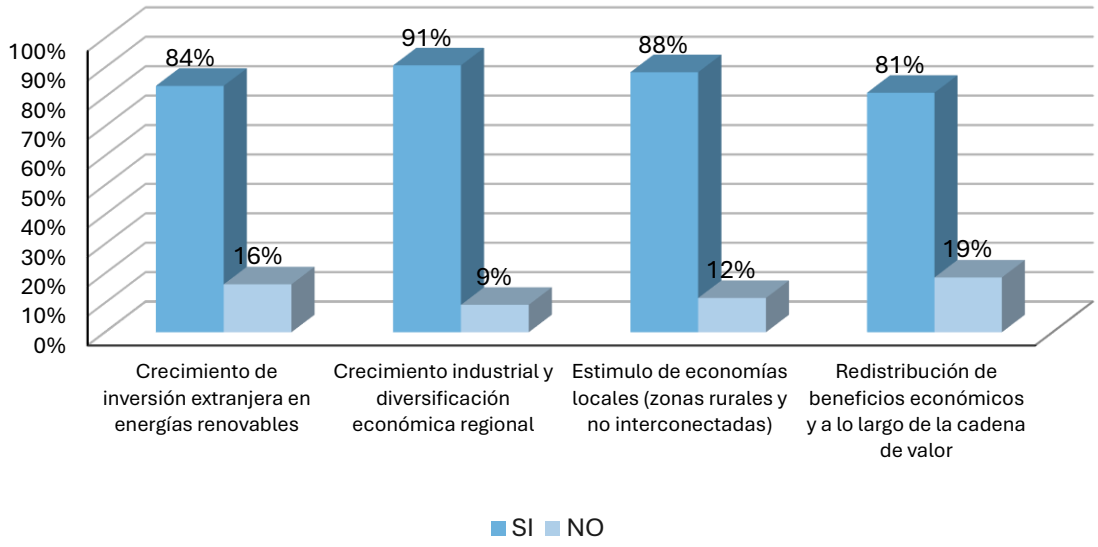
Gráfica 17. Nivel de aceptación de macrotendencia "Mitigación del impacto ambiental y economía circular".



Fuente: elaboración propia.

La **Gráfica *17*** evidencia una aceptación mayoritaria a la macrotendencia "Mitigación del impacto ambiental y economía circular", aunque con diferencias entre sus tendencias específicas. La electrificación de transporte y procesos industriales encabeza la lista con un 88% de respaldo, seguida de la reutilización, reciclaje y reintegración de residuos en la cadena de valor, que alcanza el 86%. La tendencia "Soluciones tecnológicas: transformadores ecológicos, desviadores de vuelo, capuchones, aislantes" registra un 84% de aprobación. El menor consenso se observa en la "Protección de fauna: protocolos de atención, rescate y rehabilitación", con un 79%, pese a ello, supera las tres cuartas partes de aceptación, confirmando su pertinencia en la agenda sectorial. En conjunto, los datos muestran que la mayoría de los expertos concuerda en priorizar acciones que reduzcan las externalidades ambientales del sistema eléctrico, destacando la electrificación y gestión circular de materiales como frentes estratégicos inmediatos.

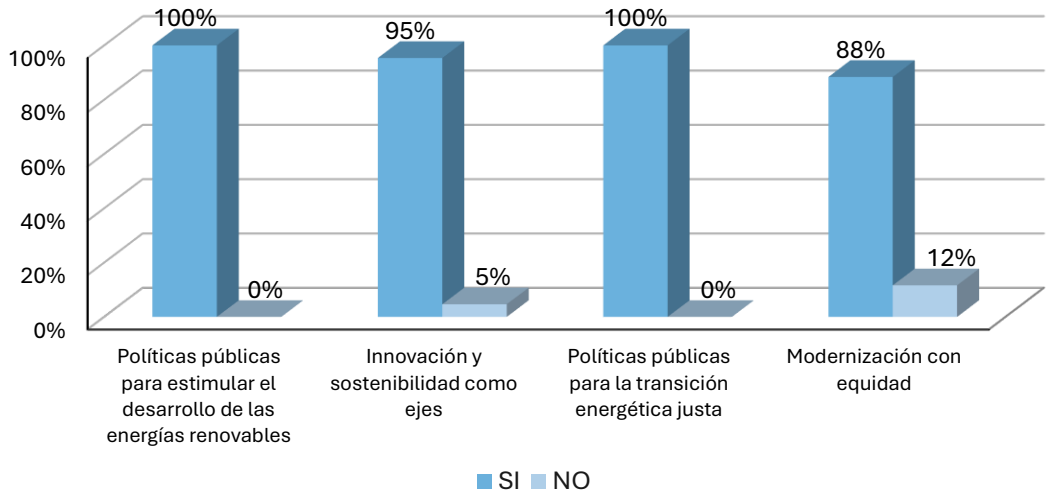
Gráfica 18. Nivel de aceptación de macrotendencia "Crecimiento e impacto económico".



Fuente: elaboración propia.

La **Gráfica *18*** que ilustra la macrotendencia "Crecimiento e impacto económico" muestra un respaldo mayoritario a sus cuatro tendencias específicas, aunque con distintos grados de entusiasmo. El crecimiento industrial y diversificación económica regional lidera la tabla con aproximadamente un 91% de aprobación, seguida del estímulo a las economías locales (88%). El crecimiento de inversión extranjera en energías renovables cuenta con un apoyo cercano al 84%, mientras que la redistribución de los beneficios económicos a lo largo de la cadena de valor registra el menor consenso del conjunto, aunque todavía sólido, con el 81%.

Gráfica 19. Nivel de aceptación de macrotendencia "Evolución normativa sectorial".



Fuente: elaboración propia.

La **Gráfica *19*** correspondiente a la macrotendencia "Evolución normativa sectorial" exhibe un consenso muy elevado en torno a la actualización del marco regulatorio. Las políticas públicas para impulsar las energías renovables y las orientadas a una transición energética justa alcanzan una aprobación del 100%, mientras que la línea de innovación y sostenibilidad como ejes regulatorios recibe un respaldo del 95%. El componente de modernización con equidad presenta la menor adhesión relativa, aunque conserva un sólido 88% de aceptación.

1.3.4.2 Análisis de importancia de las tendencias.

En esta sección se cuantifica la relevancia de cada tendencia específica del sector eléctrico asociado al área de cualificación PEEL, a partir de los puntajes asignados por expertos académicos, institucionales y empresariales mediante el instrumento IMI. El criterio de "importancia" adoptado por la ruta metodológica para el diseño del catálogo de cualificaciones exige que la tendencia: (i) posea un origen o contexto sectorial significativo, (ii) sea altamente probable de materializarse y permanecer en el horizonte operativo del sector eléctrico colombiano y (iii) incida de forma directa en la disponibilidad, la calidad y la empleabilidad del capital humano.

La evaluación combina una mirada retrospectiva, que revisa la evolución histórica del sector y los hitos tecnológicos que lo han impactado, con una visión prospectiva alineada con las proyecciones de mercado y los compromisos nacionales de transición energética. Bajo estos parámetros, los expertos calificaron cada tendencia en una escala de 0 (sin importancia) a 5 (muy importante). El promedio consolidado alcanzó 4.6, lo que evidencia un consenso sobre la trascendencia de las tendencias seleccionadas y justifica su incorporación prioritaria en el diseño del catálogo de cualificaciones y en las estrategias de formación y reconversión del talento para el área de cualificación PEEL.

Tabla 14. Importancia de las tendencias.

No.	Tendencia específica	Importancia
1.1	Energía solar fotovoltaica y energía eólica (en tierra y costa afuera)	4.7
1.2	Energía a partir de la biomasa y pequeñas centrales hidroeléctricas	4.1

No.	Tendencia específica	Importancia
1.3	Mejora de eficiencia energética en procesos de generación y suministro	4.4
1.4	Almacenamiento: baterías de iones de litio; hidrógeno verde	4.0
2.1	Producción y distribución de energía eléctrica a pequeña escala cerca del consumo final	4.4
2.2	Instalación de plantas solares fotovoltaicas, pequeñas turbinas eólicas e hidráulicas en hogares y comercios	4.4
2.3	Pequeñas plantas de cogeneración a partir de residuos orgánicos, agrícolas, forestales, industriales y urbanos	3.7
3.1	Redes inteligentes	4.7
3.2	Inteligencia Artificial (IA)y Big Data (BD)	4.7
3.3	Drones y sensores para monitoreo	4.0
3.4	Innovación en transporte de energía eléctrica y servicios auxiliares	4.0
4.1	Usuario final activo: prosumidores	4.3
4.2	Gestión y flexibilidad de la demanda de energía eléctrica	4.4
4.3	Comunidades energéticas	4.3
4.4	Acceso universal y asequible	4.3
5.1	Electrificación de transporte y procesos industriales	4.3
5.2	Soluciones tecnológicas: transformadores ecológicos, desviadores de vuelo, capuchones, aislantes	4.0
5.3	Protección de fauna: protocolos de atención, rescate y rehabilitación	4.2
5.4	Reutilización, reciclaje y reintegración de residuos en la cadena de valor	4.4
6.1	Crecimiento de inversión extranjera en energías renovables	4.4
6.2	Crecimiento industrial y diversificación económica regional	4.6
6.3	Estimulo de economías locales (zonas rurales y no interconectadas)	4.5
6.4	Redistribución de beneficios económicos y a lo largo de la cadena de valor	4.3
7.1	Políticas públicas para estimular el desarrollo de las energías renovables	4.8
7.2	Innovación y sostenibilidad como ejes regulatorios	4.7
7.3	Políticas públicas para la transición energética justa	4.7
7.4	Modernización con equidad	4.6

Fuente: elaboración propia a partir de ejercicio de prospectiva, 2025.

1.3.4.3 Análisis de materialización e impacto de las tendencias.

En este apartado se presenta el análisis de materialización de las tendencias identificadas para el área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad (PEEL), a partir del proceso de validación y los aportes realizados por expertos del ámbito académico, institucional y empresarial del sector de energía eléctrica, recogidos en los diferentes eventos territoriales desarrollados en el marco del estudio. Este análisis busca comprender no solo la relevancia de cada tendencia, sino también su grado de madurez y el impacto proyectado sobre el capital humano.

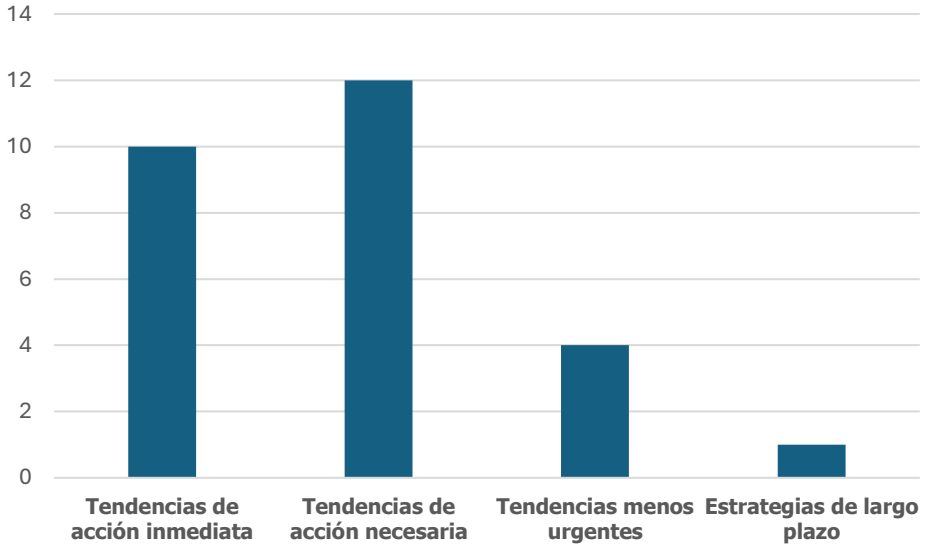
La materialización de cada tendencia se refiere al periodo estimado para que esta se concrete en la práctica y comience a incidir de forma significativa en el sector. Con base en la metodología de este ejercicio de prospectiva y en las dinámicas propias del sector eléctrico, se establecieron tres ventanas temporales que permiten ubicar las tendencias en el horizonte más adecuado: corto plazo (0 – 5 años), mediano plazo (5 – 15 años) y largo plazo (15 – 25 años). Este marco temporal resulta clave para estimar el margen con el que se cuenta para alinear los procesos de formación y las cualificaciones del capital humano frente a los desafíos y transformaciones emergentes del sector eléctrico.

Teniendo como referencia las siete (7) grandes tendencias presentadas a los expertos, y las correspondientes veintisiete (27) tendencias específicas identificadas, se realizó el análisis de su nivel de materialización en el tiempo (corto, mediano o largo plazo) y del impacto proyectado sobre el capital humano ocupado en el sector eléctrico. El cruce de estas dos variables de materialización e impacto permite clasificar las tendencias en cuatro tipologías que orientan la toma de decisiones en términos de planificación y cualificación del talento: 1) Tendencias de acción inmediata, 2) Tendencias de acción necesaria, 3) Tendencias menos urgentes, y 4) Estrategias de largo plazo.

Para representar gráficamente esta relación, se calculó el promedio de los valores asignados a cada una de las dos variables por parte de los expertos. Estos valores promedio se utilizaron como límites divisores en la matriz de análisis, generando cuatro cuadrantes que corresponden a las tipologías señaladas. Así, cada tendencia

específica se ubica en el cuadrante correspondiente según su nivel relativo de materialización e impacto.

Gráfica 20. Materialización e impacto de las tendencias.



Fuente: elaboración propia a partir de ejercicio de prospectiva.

La **Gráfica *20*** presenta cómo se distribuyen las (27) tendencias específicas dentro de la matriz de materialización e impacto. Como se observa, diez (10) tendencias específicas se ubican en el cuadrante de "acción inmediata", lo que confirma una concentración de prioridades que exigen preparación del talento en los próximos cinco años. Los cuadrantes de "acción necesaria" y "menos urgentes" agrupan cinco (12) y cuatro (4) tendencias, respectivamente, reflejando iniciativas de alto impacto, pero con horizontes de maduración más amplios, así como tendencias que se sitúan por debajo del umbral de impacto medio, aunque con plazos de adopción próximos. Finalmente, una (1) tendencia aparece como "estrategias de largo plazo", reflejando temáticas de menor impacto aún lejanas en el tiempo.

- Tendencias de acción inmediata: se refiere a las tendencias que se materializarán de forma más cercana en el tiempo y tienen un alto impacto ocupacional. Son aquellas que presentan una materialización por encima del promedio general (3.35), es decir, aquellas en la que se estima un corto o mediano plazo, y que además tienen un promedio en cuanto al impacto de capital humano por encima

del promedio general (4.15), lo que se traduce en medias necesarias aceleradas para el fortalecimiento del capital humano y la materialización de las tendencias.

Tabla 15. Tendencia de accion inmediata

Tendencias de acción inmediata	Promedio de Materialización	Promedio de Impacto en el Capital Humano
Energía solar fotovoltaica y energía eólica (en tierra y costa afuera)	3.88	4.44
Mejora de eficiencia energética en procesos de generación y suministro	3.72	4.40
Producción y distribución de energía eléctrica a pequeña escala cerca del consumo final	3.77	4.37
Instalación de plantas solares fotovoltaicas, pequeñas turbinas eólicas e hidráulicas en hogares y comercios	3.58	4.19
Redes inteligentes	3.65	4.23
Inteligencia artificial y Big Data	4.02	4.21
Protección de fauna: protocolos de atención, rescate y rehabilitación	3.56	4.02
Crecimiento de inversión extranjera en energías renovables	3.74	4.26
Políticas públicas para estimular el desarrollo de las energías renovables	3.95	4.49
Políticas públicas para la transición energética justa	3.81	4.28
Promedio total general	**3.35**	**4.15**

Fuente: elaboración propia a partir de ejercicio de validación prospectiva, 2025.

El grupo de tendencias de acción inmediata comprende diez iniciativas clave que presentan tanto un alto impacto proyectado en el capital humano como un horizonte de materialización cercano, lo que exige una respuesta urgente en términos de formación y cualificación laboral. Estas tendencias están directamente relacionadas con el despliegue acelerado de tecnologías, cambios regulatorios y dinámicas de mercado en el sector eléctrico.

En primer lugar, se destacan las tecnologías de generación de energía solar fotovoltaica y eólica, así como la mejora de la eficiencia energética en procesos de generación y suministro. Se incluyen también soluciones de generación distribuida a pequeña escala próximas al consumo final, como la instalación de plantas solares, turbinas eólicas e hidráulicas en hogares y comercios, que amplían la necesidad de perfiles técnicos con competencias específicas.

Adicionalmente, el avance de redes inteligentes, junto con la aplicación de inteligencia artificial y análisis de datos masivos (Big Data), refuerzan la demanda por talento altamente calificado en tecnologías digitales aplicadas al sector energético. También se incluye la tendencia orientada a la protección de la fauna, mediante protocolos de atención, rescate y rehabilitación, que responde a exigencias ambientales crecientes en proyectos de infraestructura energética.

Finalmente, se reconocen como habilitadores normativos y contextuales el crecimiento sostenido de la inversión extranjera en energías renovables y la implementación de políticas públicas para impulsar tanto el desarrollo de fuentes renovables como una transición energética justa, las cuales actúan como catalizadores del cambio y multiplican la demanda de capacidades humanas en todos los eslabones de la cadena energética.

- Tendencias de acción necesaria: se refiere a las tendencias que se materializarán en un plazo cercano, y aunque su impacto en el capital humano no es tan alto, deben ser objeto de análisis por parte del área de cualificación. Son aquellas que presentan una materialización por encima del promedio general (3.35), es decir, aquellas en la que se estima un corto o mediano plazo, aunque tienen un promedio en el impacto de capital humano por debajo del promedio general (4.15).

Tabla 16. Tendencia de accion necesaria.

Tendencias de acción necesaria	Promedio de Materialización	Promedio de Impacto en el Capital Humano
Almacenamiento: baterías de iones de litio; Hidrógeno verde	2.43	4.00
Innovación en transporte de energía eléctrica y servicios auxiliares	3.21	4.07
Gestión y flexibilidad de la demanda de energía eléctrica	3.42	4.12
Comunidades energéticas	3.21	4.23
Acceso universal y asequible	2.77	4.09
Electrificación de transporte y procesos industriales	3.28	4.33
Reutilización, reciclaje y reintegración de residuos en la cadena de valor	3.09	4.35
Crecimiento industrial y diversificación económica regional	3.49	4.44
Estimulo de economías locales (zonas rurales y no interconectadas)	3.09	4.19
Redistribución de beneficios económicos y a lo largo de la cadena de valor	2.93	4.10
Innovación y sostenibilidad como ejes regulatorios	3.44	4.05
Modernización con equidad	3.19	4.17
Promedio total general	**3.35**	**4.15**

Fuente: elaboración propia a partir de ejercicio de validación prospectiva, 2025.

El grupo de tendencias de acción necesaria agrupa doce tendencias específicas que presentan un alto impacto esperado en el capital humano del sector eléctrico, con niveles de materialización cercanos al promedio general (3.35). Estas tendencias requieren una atención prioritaria en el corto y mediano plazo, ya que tienen el potencial de transformar significativamente los perfiles ocupacionales y las competencias requeridas.

Dentro de este grupo se destacan iniciativas como la consolidación de comunidades energéticas, la electrificación del transporte y de procesos industriales, y la gestión flexible de la demanda eléctrica, todas con un impacto superior a 4.0 en el capital humano. También se incluyen apuestas estratégicas en almacenamiento energético, mediante tecnologías como las baterías de iones de litio y el hidrógeno verde, así como la innovación en el transporte de energía y servicios auxiliares.

Asimismo, se priorizan enfoques orientados a la sostenibilidad y equidad, como la modernización del sector con enfoque inclusivo, la redistribución de beneficios a lo

largo de la cadena de valor, el acceso universal y asequible a la energía, y el desarrollo de economías locales en zonas rurales y no interconectadas. Complementan este conjunto la reutilización, reciclaje y reintegración de residuos dentro de una lógica de economía circular, el fortalecimiento del crecimiento industrial regional, y la incorporación de la innovación y la sostenibilidad como ejes regulatorios.

En conjunto, estas tendencias configuran un escenario de transformación estructural que demanda acciones inmediatas en la formación y reconversión del talento humano, con el fin de anticiparse a las nuevas exigencias del sector.

- Tendencias menos urgentes: son aquellas que tienen los valores más bajos frente al impacto del capital humano dada la realización de la tendencia y su materialización se estima para el largo plazo dadas las condiciones actuales.

Tabla 17. Tendencia menos urgente.

Tendencias menos urgentes	Promedio de Materialización	Promedio de Impacto en el Capital Humano
Energía a partir de la biomasa y pequeñas centrales hidroeléctricas	3.05	3.95
Pequeñas plantas de cogeneración a partir de residuos orgánicos, agrícolas, forestales, industriales y urbanos	2.30	3.51
Usuario final activo: prosumidores	3.40	3.95
Soluciones tecnológicas: transformadores ecológicos, desviadores de vuelo, capuchones, aislantes	2.77	3.74
Promedio total general	**3.35**	**4.15**

Fuente: elaboración propia a partir de ejercicio de validación prospectiva, 2025.

Las tendencias menos urgentes comprenden un conjunto de cuatro tendencias específicas que, si bien tienen un impacto moderado en el capital humano del sector eléctrico, presentan una materialización proyectada a largo plazo. Este grupo está conformado por: la generación de energía a partir de biomasa y pequeñas centrales hidroeléctricas (PCHs), la cogeneración mediante el aprovechamiento de residuos orgánicos, agrícolas, forestales, industriales y urbanos, la incorporación del usuario final activo como prosumidor, y la adopción de soluciones tecnológicas orientadas a mitigar el impacto ambiental, como transformadores ecológicos, desviadores de vuelo, capuchones y aislantes.

Estas tendencias, al situarse por debajo del promedio general en términos de impacto (3.74 a 3.95 frente a un promedio de 4.15) y materialización (2.30 a 3.40 frente a un promedio de 3.35), indican que, aunque relevantes para la sostenibilidad y la innovación, no requieren acciones inmediatas en términos de cualificación del talento humano, permitiendo una planificación gradual de las estrategias formativas.

- Estrategias de largo plazo se refiere a las tendencias que se materializarán en un plazo lejano, y aunque su impacto en el capital humano no es tan alto, deberán ser objeto de una respuesta por parte del área de cualificación. Son aquellas que presentan una materialización por encima del promedio general, es decir, aquellas en la que se estima un mediano o largo plazo, pero tienen un promedio en el impacto de capital humano por debajo del promedio general.

Tabla 18. Estrategias de largo plazo.

Estrategias de largo plazo	Promedio de Materialización	Promedio de Impacto en el Capital Humano
Drones y sensores para monitoreo	3.60	3.88
Small Modular Reactors (SMR)	--	--
Promedio total general	**3.35**	**4.15**

Fuente: elaboración propia a partir de ejercicio de validación prospectiva, 2025.

En Las estrategias de largo plazo se clasifica la iniciativa relacionada con el uso de drones y sensores especiales para monitoreo.

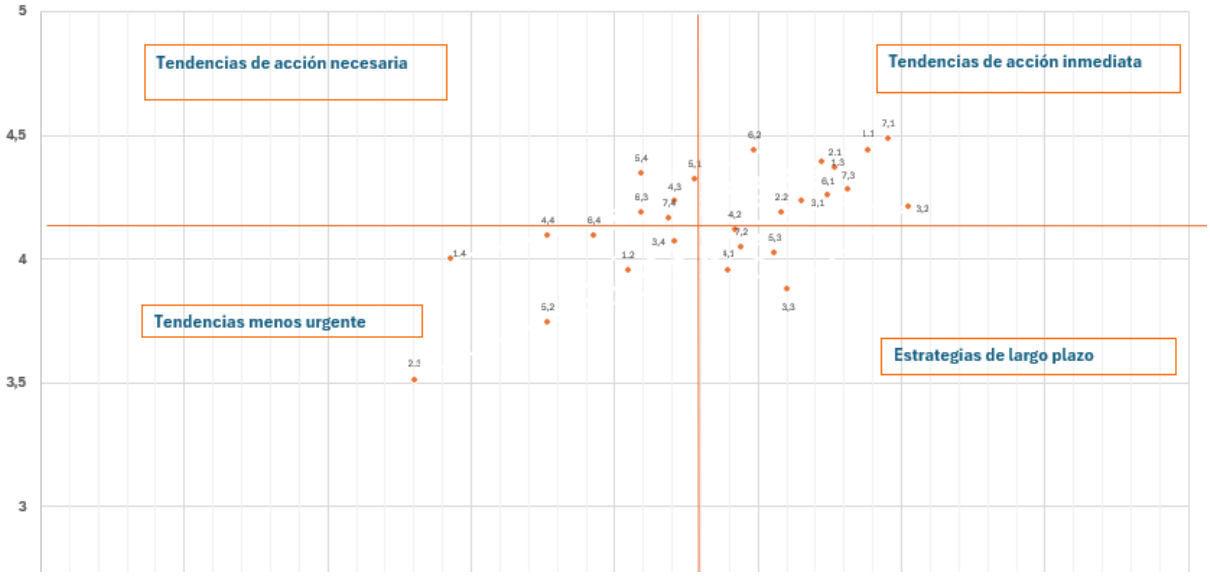
Además, a partir de las discusiones en los eventos de socialización con participación de expertos del sector eléctrico, se identificó una tendencia específica adicional relacionada con los Reactores modulares pequeños o Small Modular Reactors (SMR). Los SMR son una forma avanzada de energía nuclear caracterizada por su menor tamaño, diseño compacto y capacidad de ser ensamblados de forma modular en fábrica. Estos reactores ofrecen ventajas significativas frente a las centrales nucleares convencionales, como mayor seguridad pasiva, menor huella ambiental y costos reducidos de construcción y operación. En el contexto colombiano, los SMR podrían desempeñar un papel importante como solución energética complementaria en regiones no interconectadas, donde se requieren fuentes confiables, gestionables y con baja huella de carbono. Aunque su implementación enfrenta desafíos regulatorios, financieros y sociales, su incorporación paulatina podría posicionarse como parte de

una matriz energética más diversificada, resiliente y limpia. En ese sentido, esta tendencia específica se clasifica también dentro del grupo de estrategias de largo plazo.

La incorporación de SMR como parte de la diversificación tecnológica de la generación de energía eléctrica, y que podrían integrarse en regiones no interconectadas o con necesidades energéticas críticas, implicará la formación de perfiles técnicos y profesionales especializados en ingeniería nuclear, seguridad radiológica, operación remota de plantas y gestión de residuos radiactivos, así como en ciberseguridad y monitorización digital de infraestructuras energéticas. La articulación entre el sector nuclear emergente y la matriz renovable será clave para asegurar una transición energética que sea al mismo tiempo descarbonizada, confiable y flexible.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, a partir de la recolección de información luego de la aplicación del instrumento IMI por los expertos sectoriales, se logra cuantificar la perspectiva de materialización y el impacto de las tendencias identificadas para el sector eléctrico asociado al área de cualificación PEEL, y construir la **Gráfica 21¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de resumen IMI, que evidencia la sistematización y clasificación de las tendencias como se muestra a continuación.

Gráfica 21. Resumen IMI de tendencias.



Fuente: elaboración propia a partir de ejercicio de validación prospectiva, 2025.

Esta figura – Resumen IMI, presenta la distribución de las 27 tendencias específicas en un plano cartesiano definido por dos ejes analíticos: el eje horizontal representa el nivel de materialización esperado (de menor a mayor plazo), mientras que el eje vertical indica el impacto proyectado en el capital humano del sector eléctrico asociado al área de cualificación PEEL.

Las líneas naranjas, que corresponden a los valores promedio de ambas variables (materialización: 3.35; impacto: 4.15), dividen el gráfico en cuatro cuadrantes, cada uno asociado con un tipo de estrategia diferenciada para orientar la planificación de acciones de formación y cualificación:

- Tendencias de acción inmediata (alto impacto, pronta materialización)
- Tendencias de acción necesaria (alto impacto, maduración progresiva)
- Estrategias de largo plazo (bajo impacto, maduración a largo plazo)
- Tendencias menos urgentes (bajo impacto, baja inmediatez)

Esta visualización permite priorizar las intervenciones en función del tiempo disponible y el efecto que cada tendencia podría generar sobre los perfiles ocupacionales en el corto, mediano y largo plazo.

1.3.5 Escenarios prospectivos del área de cualificación PEEL.

A partir del análisis conjunto de la importancia, el horizonte de materialización y el impacto en el capital humano de las 27 tendencias específicas identificadas, se construyen escenarios prospectivos que reflejan distintos caminos de evolución para el sector eléctrico colombiano y sus implicaciones sobre el área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad (PEEL).

Este ejercicio prospectivo se fundamenta en la metodología IMI (Importancia, Materialización, Impacto), aplicada y validada por expertos del ámbito académico, institucional y empresarial del sector. Como resultado, las tendencias fueron clasificadas según su urgencia de implementación y su potencial transformador sobre el capital humano, agrupándolas en cuatro categorías estratégicas: tendencias de acción inmediata, necesarias, de largo plazo y menos urgentes. Estas categorías constituyen la base para la construcción de escenarios, los cuales integran además elementos institucionales, educativos, territoriales y tecnológicos.

Cabe destacar que estos escenarios no son predicciones, sino herramientas analíticas que permiten identificar rutas posibles de transformación del sistema energético, así como los requerimientos de cualificación del talento humano en cada una. Su elaboración permite anticipar brechas, oportunidades y riesgos, orientando decisiones de política pública, planificación educativa e inversión sectorial.

Figura 12. Fase 5 de la metodología prospectiva.



Fuente: elaboración propia.

1.3.5.1 Escenario 1 – Transformación integrada y equitativa del sistema eléctrico colombiano

Este escenario representa una visión óptima y sistémica de la transición energética. El país logra activar y articular una masa crítica de tendencias de acción inmediata y necesaria, caracterizadas por su alta importancia y elevado impacto en el capital humano. La transformación energética ocurre de forma planificada, gradual y territorialmente equilibrada.

Las tendencias como la expansión acelerada de energía solar y eólica, la adopción masiva de redes inteligentes, la generación distribuida cerca del punto de consumo, la instalación de sistemas renovables domiciliarios, y el uso de inteligencia artificial y Big Data en la operación del sistema, alcanzan niveles de madurez altos en el corto plazo. A su vez, las acciones necesarias como el desarrollo del almacenamiento energético, la gestión de la demanda, las comunidades energéticas, y la electrificación del transporte y la industria, consolidan su implementación a mediano plazo, generando una profunda reconfiguración de los procesos técnicos, operativos y organizacionales del sector.

En este contexto, el sistema de cualificaciones del país, especialmente el vinculado a los niveles técnicos y tecnológicos, responde con agilidad y pertinencia. Se actualizan los programas formativos, se generan nuevas rutas de formación continua, se incorpora el enfoque de aprendizaje a lo largo de la vida y se promueve el reconocimiento de saberes previos. El Marco Nacional de Cualificaciones (MNC) se

convierte en una herramienta activa para la articulación entre oferta educativa y demanda productiva, mientras que los sectores productivo y académico fortalecen sus vínculos.

Desde la perspectiva territorial, este escenario permite la descentralización efectiva del modelo energético, impulsando la industrialización regional y el acceso universal en zonas rurales y no interconectadas, mediante tecnologías apropiadas. Las comunidades energéticas y los usuarios prosumidores son actores centrales del sistema. El talento humano se diversifica, se formaliza y se posiciona como un activo estratégico del país. El Estado cumple un rol habilitador, garantizando un entorno normativo confiable, políticas públicas activas, financiamiento y mecanismos de inclusión social y territorial. Este escenario permite una transición energética justa, digital e inclusiva.

1.3.5.2 Escenario 2 – Transición parcial y fragmentada en un sistema híbrido con rezagos estructurales.

Este escenario representa un futuro intermedio, en el cual la transformación del sector eléctrico avanza, pero de manera segmentada, desigual y con notables asimetrías territoriales e institucionales. Se logran avances concretos en algunas de las tendencias de acción inmediata, como la expansión solar en zonas urbanas, la generación distribuida o la eficiencia energética, pero sin una articulación sistémica ni un marco de gobernanza sólido que las potencie.

Muchas de las tendencias de acción necesaria presentan obstáculos de implementación, tanto por restricciones presupuestales, como por rigideces institucionales, conflictos regulatorios o debilidad de capacidades locales. La innovación en transporte de energía, el almacenamiento a gran escala, la economía circular y la electrificación de procesos productivos avanzan lentamente o en zonas con alto dinamismo industrial, mientras otras regiones permanecen rezagadas.

El sistema educativo reacciona de manera parcial. Si bien algunas instituciones formulan nuevos programas y actualizan contenidos, el ecosistema de formación presenta baja cobertura territorial, desconexión con las tendencias emergentes y dificultades para incluir poblaciones diversas o vulnerables. La formación dual, el

aprendizaje basado en proyectos reales, y la articulación con el MNC no logran consolidarse como prácticas generalizadas.

Desde el punto de vista del talento humano, persisten brechas de cualificación. Muchos trabajadores del sector no acceden a reconversión laboral efectiva y se profundiza la segmentación entre perfiles altamente calificados en centros urbanos y empleo precario o informal en regiones periféricas. Se mantiene un modelo energético concentrado, parcialmente modernizado, donde coexisten nuevas soluciones tecnológicas con lógicas tradicionales, sin romper del todo con los patrones heredados.

1.3.5.3 Escenario 3 – Estancamiento estructural y exclusión del talento humano en la transición energética.

Este escenario refleja un futuro desfavorable, donde la mayoría de las tendencias identificadas, incluso las de acción inmediata y alta importancia, no logran materializarse de forma significativa. La transformación del sector eléctrico se ve estancada por ausencia de políticas públicas eficaces, débil gobernanza sectorial, baja inversión en innovación tecnológica y un sistema educativo desarticulado e inflexible.

La matriz energética sigue dominada por generación hidroeléctrica y térmica, con escasa diversificación, baja penetración de renovables, y una digitalización limitada a proyectos piloto. Las tecnologías emergentes no son adoptadas de forma masiva, las comunidades energéticas no se desarrollan, y el acceso universal a la energía continúa siendo un desafío sin solución estructural.

En términos de capital humano, el sistema de cualificaciones queda rezagado frente a las necesidades del sector. La oferta formativa permanece desactualizada, sin responder a los cambios tecnológicos ni a los nuevos modelos de negocio. No existen rutas de reconversión profesional, y la rigidez curricular impide la adaptación a los nuevos contextos. Esto genera una amplia brecha entre oferta y demanda de talento, con consecuencias como desempleo técnico, subempleo, pérdida de competitividad e informalidad laboral.

Territorialmente, las desigualdades se profundizan: los beneficios del sistema eléctrico moderno se concentran en ciertas zonas, mientras que grandes regiones permanecen aisladas y con acceso limitado a tecnologías limpias. El país se vuelve dependiente de

tecnología importada y pierde capacidad de innovación y soberanía energética. La ciudadanía carece de participación en el proceso y crece el escepticismo frente a la transición energética.

1.3.6 Análisis de impacto en el capital humano

La aplicación del instrumento IMI y las entrevistas desarrolladas con los expertos sectoriales en cada territorio, permiten también identificar el impacto de las tendencias en ocupaciones o cargos específicos asociados al área de cualificación PEEL, así como su alcance, es decir, como resultado de la materialización de la tendencia, aparecen nuevas ocupaciones, se modifican o desaparecen.

Las tablas a continuación presentan de forma estructurada el análisis de impacto en el capital humano de cada una de las grandes tendencias.

Tabla 19. Impacto de la gran tendencia 1 en el capital humano.

Gran tendencia 1	Transición energética y descarbonización.					
Tendencias específicas	Energía solar fotovoltaica y energía eólica (en tierra y costa afuera)					
	Energía a partir de la biomasa y pequeñas centrales hidroeléctricas.					
	Mejora de eficiencia energética en procesos de generación y suministro.					
	Almacenamiento: baterías de iones de litio; hidrogeno verde.					
Cargo u oficio como es indicado por los entrevistados	**Ocupaciones CUOC**	**Tipo de cargo**	**Nuevas funciones por el impacto de la tendencia**	**Nuevos conocimientos por el impacto de la tendencia**	**Nuevas competencias transversales por el impacto de la tendencia**	**Nuevas competencias asociadas a la cuarta revolución industrial por el impacto de la tendencia**
Ingeniero de distribución de energía	21510 Ingenieros electricistas	**En transformación**	Diseñar sistemas eléctricos considerando integración de almacenamiento energético y electrificación industrial. Diseñar y rediseñar redes de distribución para incorporar tecnologías limpias y criterios de eficiencia energética. Planificar y optimizar sistemas de generación eléctrica aplicando tecnologías	Diseño de redes inteligentes; integración de energías renovables; almacenamiento energético; regulación técnica.; Generación a partir de fuentes renovables; eficiencia energética en generación; regulación del sector eléctrico.; Sistemas eléctricos sostenibles; almacenamiento y gestión de carga; electrificación	Comunicación técnica; solución de problemas complejos; pensamiento analítico; colaboración interfuncional; pensamiento sistémico; comunicación efectiva; innovación técnica.; toma de decisiones técnica; análisis crítico; trabajo en equipo técnico.	Modelado de redes eléctricas; plataformas de simulación energética; análisis de datos eléctricos.; Simulación avanzada de circuitos eléctricos; herramientas CAD/CAE; análisis predictivo de consumo.; Simulación de plantas eléctricas; monitoreo digital de generación; inteligencia artificial
Ingeniero de generación de energía eléctrica						
Ingeniero de sistemas eléctricos						

			limpias y soluciones de electrificación.	de procesos industriales.		aplicada a la operación.
Técnico en mantenimiento electromecánico	31130 técnicos en electricidad	**En transformación**	Ejecutar mantenimiento preventivo y correctivo en equipos eléctricos integrando tecnologías limpias y de eficiencia energética.	Componentes eléctricos industriales modernos; mantenimiento con enfoque sostenible; tecnologías de respaldo energético.	Disciplina operativa; resolución práctica de fallas; trabajo colaborativo.	Diagnóstico digital; sensores de monitoreo; sistemas inteligentes de mantenimiento predictivo.
Operador de planta eléctrica	31310 Operadores de planta eléctrica	**En transformación**	Operar sistemas de generación eléctrica que integren tecnologías limpias, asegurar eficiencia energética y realizar ajustes operativos conforme a protocolos sostenibles.	Operación de plantas híbridas; principios de eficiencia energética; integración de energías limpias; seguridad operacional.	Atención al detalle; disciplina operativa; respuesta rápida ante contingencias; comunicación con el equipo técnico.	Monitoreo digital de parámetros; uso de sistemas SCADA; análisis de datos para control operativo.
Director operaciones generación energía	13210 directores y gerentes de industria manufacturera	**En transformación**	Supervisar la reconversión tecnológica de plantas de generación integrando tecnologías limpias y soluciones de eficiencia energética.	Gestión de proyectos de transición energética; tecnologías limpias de generación; normativas ambientales; eficiencia operativa.	Liderazgo técnico; planificación estratégica; gestión del cambio; toma de decisiones basada en datos.	SCADA avanzado; monitoreo remoto; análisis de datos operativos para eficiencia energética.

Fuente: elaboración propia a partir de ejercicio de validación prospectiva, 2025.

Tabla 20. Impacto de la gran tendencia 2 en el capital humano.

Gran tendencia 2	Generación distribuida y diversificación.					
Tendencias específicas	Producción y distribución de energía eléctrica a pequeña escala cerca del consumo final.					
	Instalación de plantas solares fotovoltaicas, pequeñas turbinas eólicas e hidráulicas en hogares y comercios.					
	Pequeñas plantas de cogeneración a partir de residuos orgánicos, agrícolas, forestales, industriales y urbanos.					
Cargo u oficio como es indicado por los entrevistados	**Ocupaciones CUOC**	**Tipo de cargo**	**Nuevas funciones por el impacto de la tendencia**	**Nuevos conocimientos por el impacto de la tendencia**	**Nuevas competencias transversales por el impacto de la tendencia**	**Nuevas competencias asociadas a la cuarta revolución industrial por el impacto de la tendencia**
Profesional tecnologías operación T&D Ingeniero de sistemas eléctricos	21510 Ingenieros electricistas	**En transformación**	Diseñar redes y sistemas eléctricos con incorporación de generación distribuida y microrredes. Supervisar y mantener tecnologías operativas	Configuración de microrredes; interconexión de fuentes renovables; normativas locales de generación distribuida.; Operación de	Análisis técnico; solución de problemas complejos; pensamiento sistémico.; Trabajo en campo; comunicación operativa; toma	Monitoreo remoto; sensores IoT en subestaciones; plataformas de operación inteligente.; Simulación de flujos de energía;

			para sistemas de generación distribuida y redes de media tensión.	tecnologías en T&D; integración de generación local; dispositivos inteligentes en la red.	de decisiones en red eléctrica.	modelado digital de redes; plataformas de control distribuido.
Jefe gestión de la información T&D	13210 directores de plantas de generación eléctrica	**En transformación**	Gestionar sistemas de información para monitorear el desempeño de redes con generación distribuida.	Gestión de datos de operación eléctrica; indicadores de eficiencia energética; integración de sensores y redes.	Liderazgo técnico en análisis; interpretación de datos; gestión de equipos multidisciplinarios.	Plataformas de Big Data; herramientas de visualización energética; arquitectura digital de redes.
Tecnólogo telemedida	35221 Tecnólogo telemedida	**En transformación**	Instalar, configurar y mantener sistemas de telemedida en redes con generación distribuida.	Telemetría eléctrica; protocolos de comunicación en red; sensores y actuadores.	Precisión técnica; análisis de medición; trabajo en terreno.	Sistemas AMI; IoT para medición; aplicaciones móviles de monitoreo remoto.

Fuente: elaboración propia a partir de ejercicio de validación prospectiva, 2025.

Tabla 21. Impacto de la gran tendencia 3 en el capital humano

Gran tendencia 3	Digitalización y automatización					
Tendencias específicas	Redes inteligentes					
	Inteligencia Artificial (IA) y Big Data (BD)					
	Drones y sensores para monitoreo					
	Innovación en transporte de energía eléctrica y servicios auxiliares					
Cargo u oficio como es indicado por los entrevistados	**Ocupaciones CUOC**	**Tipo de cargo**	**Nuevas funciones por el impacto de la tendencia**	**Nuevos conocimientos por el impacto de la tendencia**	**Nuevas competencias transversales por el impacto de la tendencia**	**Nuevas competencias asociadas a la cuarta revolución industrial por el impacto de la tendencia**
Profesional CBM eléctrico Ingeniero de mantenimiento eléctrico	21510 Ingenieros electricistas	**En transformación**	Diseñar y supervisar programas de mantenimiento eléctrico usando herramientas digitales y plataformas de automatización. Implementar técnicas de mantenimiento basado en condición (CBM) usando tecnologías digitales para maximizar la disponibilidad eléctrica.	Estrategias de mantenimiento; redes eléctricas; automatización de tareas; normas técnicas.; Mantenimiento predictivo; sensores eléctricos; monitoreo de condiciones; sistemas SCADA.	Liderazgo técnico; pensamiento estructurado; comunicación clara.; Razonamiento lógico; documentación técnica; coordinación con equipos de operación.	Analítica predictiva; sensores inteligentes; software de monitoreo de condición.; Uso de plataformas de mantenimiento digital; integración con SCADA; software de gestión de activos.
Supervisor de electricistas industriales	31228 Supervisores de electricistas industriales	**En transformación**	Supervisar equipos de instalación eléctrica industrial incorporando tecnologías de	Instalaciones industriales; lectura de planos eléctricos; automatización de procesos.	Gestión de equipos; control de calidad; cumplimiento normativo.	Diagnóstico con interfaces digitales; herramientas móviles de supervisión;

			automatización y monitoreo digital.			sensores embebidos.
Técnico en mantenimiento electromecánico	31130 Técnicos en mantenimiento electromecánico	**En transformación**	Realizar mantenimiento a sistemas eléctricos utilizando herramientas digitales de diagnóstico y plataformas de automatización.	Componentes eléctricos industriales; software de monitoreo; programación básica de controladores.	Precisión técnica; interpretación de datos; capacidad de adaptación tecnológica.	SCADA básico; sensores industriales; mantenimiento predictivo con IA.
Inspector de calidad de productos eléctricos	75439 Inspectores de calidad en productos eléctricos	**En transformación**	Inspeccionar la calidad de productos eléctricos utilizando tecnologías digitales, sensores y plataformas de registro automático.	Normas de calidad; instrumentos de medición; inspección visual asistida por software.	Atención al detalle; reporte técnico; responsabilidad en procesos de control.	Sistemas de visión artificial; plataformas digitales de inspección; análisis automatizado de defectos.
Técnico en instrumentación eléctrica	31140 Técnicos en electrónica	**En transformación**	Ejecutar calibración, pruebas y mantenimiento de sistemas eléctricos y de control utilizando herramientas digitales de diagnóstico.	Instrumentación electrónica; automatización industrial; control de variables eléctricas; sensores y actuadores.	Precisión técnica; análisis de señales; capacidad de aprendizaje tecnológico; trabajo en equipo técnico.	Interfaces HMI; diagnóstico con sensores inteligentes; mantenimiento predictivo; integración IoT en sistemas eléctricos.

Fuente: elaboración propia a partir de ejercicio de validación prospectiva, 2025.

Tabla 22. Impacto de la gran tendencia 4 en el capital humano

Gran tendencia 4	Democratización y equidad energética
Tendencias específicas	Usuario final activo: prosumidores
	Gestión y flexibilidad de la demanda de energía eléctrica
	Comunidades energéticas
	Acceso universal y asequible

Cargo u oficio como es indicado por los entrevistados	**Ocupaciones CUOC**	**Tipo de cargo**	**Nuevas funciones por el impacto de la tendencia**	**Nuevos conocimientos por el impacto de la tendencia**	**Nuevas competencias transversales por el impacto de la tendencia**	**Nuevas competencias asociadas a la cuarta revolución industrial por el impacto de la tendencia**
Ingeniero de distribución de energía Profesional tecnologías operación T&D	21510 Ingenieros electricistas	**En transformación**	Diseñar redes de distribución eléctrica enfocadas en el acceso equitativo y adaptadas a territorios rurales o vulnerables. Implementar y operar tecnologías de	Dispositivos inteligentes en T&D; calidad de servicio; monitoreo de cobertura.; Topologías de red para zonas rurales; normativas de acceso universal; electrificación inclusiva.	Adaptabilidad tecnológica; enfoque ciudadano; respuesta operativa rápida.; Enfoque territorial; sensibilidad social; trabajo interdisciplinario.	Mapeo digital de redes; plataformas de planificación participativa; tecnologías para usuario final activo.; Sensores en redes rurales; medición

			distribución que permitan el monitoreo y la gestión equitativa del servicio.			inteligente; plataformas de datos comunitarios.
Técnico de redes eléctricas	31140 Técnicos en electrónica	**En transformación**	Ejecutar tareas de operación y mantenimiento en redes eléctricas rurales promoviendo el acceso continuo al servicio.	Redes de media y baja tensión; mantenimiento básico; normas de seguridad eléctrica.	Compromiso social; trabajo en campo; precisión técnica.	Uso de medidores inteligentes; sistemas de reporte remoto; aplicaciones móviles de diagnóstico.
Técnico de atención al cliente del sector eléctrico	34140 Técnicos en atención al cliente del sector eléctrico	**En transformación**	Atender a usuarios del servicio eléctrico brindando soporte en entornos rurales o con baja cobertura energética.	Atención al cliente en servicios públicos; normativas sobre acceso a energía; alfabetización energética.	Escucha activa; comunicación culturalmente apropiada; orientación al usuario.	Plataformas móviles de atención; uso de CRM energéticos; herramientas digitales de reporte ciudadano.

Fuente: elaboración propia a partir de ejercicio de validación prospectiva, 2025.

Tabla 23. Impacto de la gran tendencia 5 en el capital humano

Gran tendencia 5	Mitigación del impacto ambiental y economía circular
Tendencias específicas	Electrificación de transporte y procesos industriales
	Soluciones tecnológicas: transformadores ecológicos, desviadores de vuelo, capuchones, aislantes
	Protección de fauna: protocolos de atención, rescate y rehabilitación
	Reutilización, reciclaje y reintegración de residuos en la cadena de valor

Cargo u oficio como es indicado por los entrevistados	**Ocupaciones CUOC**	**Tipo de cargo**	**Nuevas funciones por el impacto de la tendencia**	**Nuevos conocimientos por el impacto de la tendencia**	**Nuevas competencias transversales por el impacto de la tendencia**	**Nuevas competencias asociadas a la cuarta revolución industrial por el impacto de la tendencia**
Profesional de proyectos e ingeniería T&D	21510 Ingenieros electricistas	**En transformación**	Diseñar e implementar proyectos eléctricos que incorporen criterios de sostenibilidad, reciclaje y mitigación ambiental.	Energías limpias; economía circular en sistemas eléctricos; gestión ambiental de residuos electrónicos.	Pensamiento sostenible; responsabilidad ambiental; trabajo en equipos multidisciplinarios.	Sistemas de gestión ambiental digital; trazabilidad de materiales; simulación de impacto ambiental.
Inspector de calidad de productos eléctricos	75439 Inspectores de calidad en productos eléctricos	**En transformación**	Inspeccionar productos eléctricos verificando criterios de sostenibilidad, materiales reciclables y cumplimiento ambiental.	Normas ambientales; reciclaje de componentes; tecnologías verdes aplicadas a productos eléctricos.	Compromiso con la calidad; responsabilidad ecológica; evaluación técnica.	Plataformas de inspección inteligente; sensores de trazabilidad ecológica; software de auditoría ambiental.

Fuente: elaboración propia a partir de ejercicio de validación prospectiva, 2025.

Tabla 24. Impacto de la gran tendencia 6 en el capital humano

Gran tendencia 6	Crecimiento e impacto económico
Tendencias específicas	Crecimiento de inversión extranjera en energías renovables
	Crecimiento industrial y diversificación económica regional
	Estimulo de economías locales (zonas rurales y no interconectadas)
	Redistribución de beneficios económicos y a lo largo de la cadena de valor

Cargo u oficio como es indicado por los entrevistados	**Ocupaciones CUOC**	**Tipo de cargo**	**Nuevas funciones por el impacto de la tendencia**	**Nuevos conocimientos por el impacto de la tendencia**	**Nuevas competencias transversales por el impacto de la tendencia**	**Nuevas competencias asociadas a la cuarta revolución industrial por el impacto de la tendencia**
Vicepresidente de operaciones de empresa de energía eléctrica Gerente de central eléctrica	13210 directores de plantas de generación eléctrica	**En transformación**	Gestionar la operación de centrales eléctricas maximizando su contribución al crecimiento económico local y regional. Liderar la operación y expansión de sistemas eléctricos con enfoque en el desarrollo territorial y la eficiencia operativa.	Gestión de plantas eléctricas; impacto económico del sector energía; planificación energética.; Operación de centrales eléctricas; encadenamientos productivos; normativas técnicas.	Gestión del talento técnico; visión de sostenibilidad; evaluación de impacto operativo.; Liderazgo estratégico; enfoque en resultados; articulación interinstitucional.	Gestión digital de activos; SCADA; análisis de datos de operación y costos.; Sistemas de monitoreo integral; plataformas de simulación económica energética; dashboards de operación en tiempo real.

Fuente: elaboración propia a partir de ejercicio de validación prospectiva, 2025.

Tabla 25. Impacto de la gran tendencia 7 en el capital humano

Gran tendencia	Evolución normativa sectorial
Tendencias específicas	Políticas públicas para estimular el desarrollo de las energías renovables
	Innovación y sostenibilidad como ejes
	Políticas públicas para la transición energética justa
	Modernización con equidad

Cargo u oficio como es indicado por los entrevistados	**Ocupaciones CUOC**	**Tipo de cargo**	**Nuevas funciones por el impacto de la tendencia**	**Nuevos conocimientos por el impacto de la tendencia**	**Nuevas competencias transversales por el impacto de la tendencia**	**Nuevas competencias asociadas a la cuarta revolución industrial por el impacto de la tendencia**
Director planeación transmisión y distribución energía	13210 directores de plantas de generación eléctrica	**En transformación**	Dirigir la planeación técnica del sistema de transmisión garantizando	Normativa eléctrica vigente; integración de datos de operación;	Gestión documental; precisión analítica; trabajo en equipos	Plataformas de planificación digital; modelado normativo; Dashboard

Jefe gestión de la información T&D			cumplimiento de regulaciones y modernización del sistema. Gestionar información clave para el cumplimiento normativo y la toma de decisiones en redes de transmisión y distribución.	monitoreo de cumplimiento.; Planeación de transmisión eléctrica; regulación técnica y económica; políticas públicas del sector energético.	normativos.; Visión normativa; liderazgo técnico; comunicación estratégica.	regulatorios.; Sistemas de gestión regulatoria; big data regulatorio; plataformas interoperables.
Profesional de proyectos e ingeniería T&D	21510 Ingenieros electricistas	**En transformación**	Diseñar proyectos eléctricos asegurando su conformidad con nuevas normativas técnicas y ambientales del sector.	Estándares eléctricos y ambientales; diseño normativo de soluciones; análisis de impacto regulatorio.	Rigor técnico; interpretación de normas; responsabilidad social.	Sistemas de validación normativa digital; simulación de escenarios de cumplimiento; documentación digital automatizada.

Fuente: elaboración propia a partir de ejercicio de validación prospectiva, 2025.

1.3.6.1 Factores críticos.

La materialización de los escenarios prospectivos descritos para el área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad (PEEL) no depende exclusivamente del desarrollo tecnológico o del comportamiento del mercado, sino de un conjunto de factores críticos de carácter estructural, institucional y formativo que permiten, o limitan, la evolución hacia un sistema eléctrico moderno, inclusivo y resiliente. Estos factores son determinantes para el cierre de brechas de capital humano y la consolidación de trayectorias de cualificación pertinentes frente a los cambios del sector.

Con base en el análisis del ejercicio prospectivo, se identifican cuatro factores críticos, cuya activación, articulación y fortalecimiento definirán si el país transita hacia una transformación energética equitativa, parcial o estancada. Estos factores son: 1) Capacidades productivas e innovación tecnológica, 2) Sistema de formación y cualificación del talento humano, 3) Gobernanza para la transición energética, y 4) Apropiación social y cultural.

1.3.6.1.1 Capacidades productivas e innovación tecnológica.

Este factor alude a la posibilidad de que el país desarrolle, adapte y escale tecnologías energéticas propias, así como a su capacidad de articular encadenamientos productivos que generen empleo local, reduzcan la dependencia de insumos importados y estimulen la innovación industrial.

En el escenario de transformación integrada, se consolidan ecosistemas regionales de producción tecnológica, que abarcan desde la fabricación de componentes (paneles solares, turbinas, baterías) hasta soluciones digitales aplicadas (software, sensores, IA). Se establecen alianzas educación–empresa–Estado, se promueve la investigación aplicada, y se diversifican los actores productivos.

En el escenario de transición parcial, se avanza en la adopción de tecnologías, pero persiste una lógica de ensamblaje o importación. Se logran impactos localizados, sin un desarrollo industrial sostenido ni beneficios generalizados para el empleo calificado.

En el escenario de estancamiento, la economía permanece dependiente de tecnología externa, con una débil base industrial y sin estrategias de innovación energética. Esto limita la apropiación tecnológica, encarece la transición y reduce las oportunidades laborales nacionales.

1.3.6.1.2 Sistema de formación y cualificación del talento humano.

Este factor comprende la capacidad del país para ofrecer formación pertinente, flexible y continua al capital humano del sector eléctrico, articulada al Marco Nacional de Cualificaciones (MNC), orientada al cierre de brechas y adaptada a las nuevas competencias que demandan la transición energética, la digitalización y la sostenibilidad.

En el escenario de transformación integrada, el sistema formativo responde de manera ágil y coordinada. Se actualizan los programas, se promueven modelos de formación dual, se reconocen aprendizajes previos y se crean rutas de reconversión laboral efectivas. Las instituciones llegan a territorios históricamente excluidos y el sistema se

enfoca tanto en habilidades técnicas como en competencias blandas, digitales y transversales.

En el escenario de transición parcial, algunas instituciones innovan y mejoran su oferta, pero persisten rigideces curriculares, baja cobertura y poca articulación con los sectores productivos. El sistema es incapaz de formar el volumen necesario de perfiles para cubrir nuevas demandas tecnológicas.

En el escenario de estancamiento, la desconexión entre formación y mercado laboral es estructural. No hay adaptación a las nuevas tendencias, ni inversión significativa en educación técnica, ni inclusión de poblaciones vulnerables. Esto genera desempleo técnico, subempleo y baja productividad laboral.

1.3.6.1.3 Gobernanza para la transición energética.

Este factor se refiere al marco institucional, regulatorio y de coordinación multisectorial que permite orientar y habilitar la transformación del sector eléctrico. Implica contar con políticas públicas consistentes, capacidades estatales sólidas, marcos normativos claros, incentivos adecuados y una participación efectiva de los actores territoriales y sociales.

En el escenario de transformación integrada, se consolida una gobernanza robusta, donde los instrumentos de política son coherentes, estables y prospectivos. Se promueve la descentralización energética, se integran los intereses de actores regionales y comunitarios, y se establecen mecanismos efectivos de planificación participativa y evaluación.

En el escenario de transición parcial, existen avances institucionales, pero fragmentados. Las políticas se implementan sin coordinación intersectorial o con débil articulación entre niveles de gobierno. Las normas avanzan más lento que la tecnología, y existen zonas grises regulatorias que limitan la inversión y la expansión de nuevas soluciones energéticas.

En el escenario de estancamiento, el marco institucional es débil, inestable o contradictorio. La ausencia de liderazgo público, la falta de visión de largo plazo y la

baja capacidad estatal bloquean cualquier avance sustantivo. Las comunidades energéticas no encuentran respaldo legal, la inversión pierde dinamismo y la ciudadanía se desconecta del proceso de transición.

1.3.6.1.4 Apropiación social y cultural.

Este factor aborda la actitud, conciencia, participación y apropiación ciudadana frente a los cambios tecnológicos y energéticos. Afecta directamente la adopción de tecnologías limpias, la consolidación de comunidades energéticas y el reconocimiento del valor del conocimiento técnico.

En el escenario de transformación integrada, existe una cultura energética activa: los usuarios son prosumidores, se consolidan comunidades energéticas, y se valoran los oficios técnicos en el sector. La transición energética es vista como un proceso colectivo, participativo y transformador.

En el escenario de transición parcial, la apropiación social es moderada y localizada. Algunos sectores sociales participan y otros se mantienen indiferentes o desinformados, afectando la sostenibilidad de los cambios.

En el escenario de estancamiento, hay resistencia cultural al cambio, desinformación sobre las tecnologías limpias, desconfianza en las instituciones y baja participación. La ciudadanía es vista solo como consumidora pasiva de energía, lo que limita la transformación profunda del modelo energético.

Los factores críticos aquí descritos deben entenderse como componentes interdependientes de una arquitectura de transformación: sin gobernanza no hay alineación, sin capacidades productivas no hay empleo sostenible, sin formación pertinente no hay transición posible, y sin apropiación social no hay sostenibilidad. Su activación requiere liderazgo político, planificación estratégica y una fuerte articulación público–privada–académica–territorial.

El éxito del área de cualificación PEEL como motor de transformación del sector eléctrico colombiano dependerá de la voluntad y capacidad colectiva para movilizar

estos factores como pilares estructurales de una transición energética justa, inclusiva y basada en el conocimiento.

2. ANÁLISIS DE LA OFERTA EDUCATIVA Y FORMATIVA: ¿Cuáles son las características de la oferta?

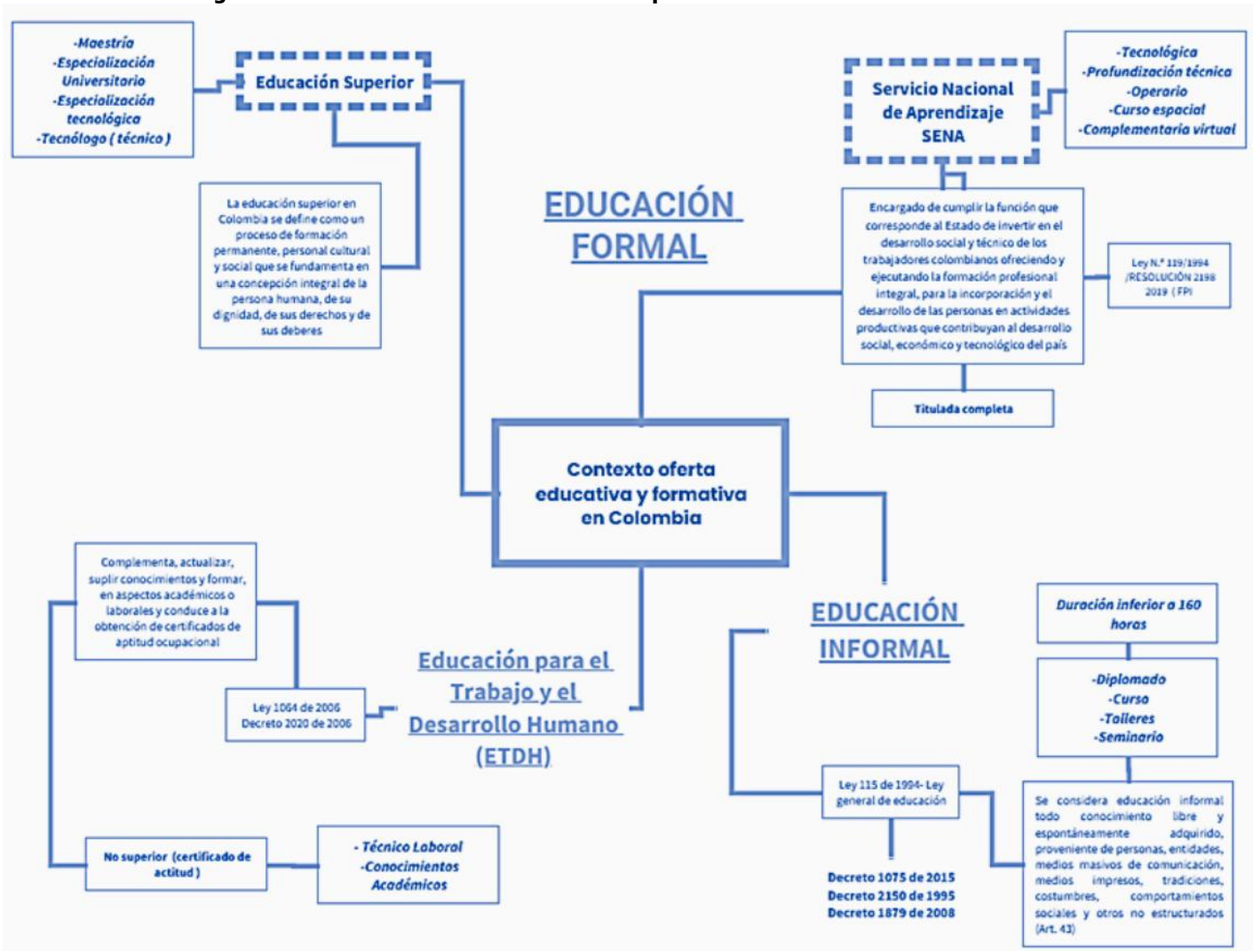
Este capítulo aborda la caracterización de la oferta educativa del área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL) mediante un análisis cuantitativo de los programas educativos y de formación existentes (nivel de formación, instituciones que los ofertan, títulos y certificaciones, región y ciudad donde se ofertan y modalidad), adicionalmente, se identifican los programas educativos relacionados con el sector, que se desarrollan de manera virtual y a distancia por parte de instituciones técnicas, tecnológicas y universitarias, así como los programas de formación continua.

Para este análisis se tiene en cuenta la estructura del sistema educativo colombiano y la formación profesional integral impartida por el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, a partir de lo establecido en la Constitución Política de Colombia de 1991, la Ley 115 del 8 de febrero de 1994 o Ley General de Educación, la Ley 30 de 28 de diciembre de 1992 o Ley de Educación Superior, el Decreto 1075 de 26 de mayo de 2015, Único Reglamentario del Sector Educación, y la Ley 119 de 9 de febrero de 1994 por la cual se reestructura el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA. (**Figura 13**)

Describe las instituciones educativas y programas más demandados relacionados con el sector eléctrico y las actividades de formación, actualización y desarrollo profesional adicionales a los programas ofertados. También incluye las estrategias adicionales para el fortalecimiento y dinámicas impulsadas por otros tipos de entidades que buscan fortalecer las competencias del talento humano vinculado al sector.

Finalmente, analiza cualitativamente los programas educativos y de formación existentes (contenidos curriculares) con relación al área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL). Dichos análisis, se constituyen en insumo para cruzar con la identificación y diseño de las cualificaciones que den respuesta al sector.

Figura *13*. Contexto de la oferta educativa para el AC PEEL en el ámbito nacional.



Fuente: tomado de PNUD, 2023.

Los datos presentados en este capítulo hacen parte de la revisión de información disponible en la literatura abierta y sitios web de las instituciones a la fecha de desarrollo del estudio. El enfoque metodológico se hace mediante estudios comparativos por ser herramientas que permiten encontrar patrones comunes y coincidencias entre diferentes elementos que comparten una característica principal y que por diferentes afectaciones terminan mostrando factores diferenciadores.

Dentro de los elementos que dan indicios sobre la calidad y pertinencia de los programas, se encuentran las acreditaciones institucionales, número de egresados, los convenios y los procesos de investigación que también son analizados en el presente estudio.

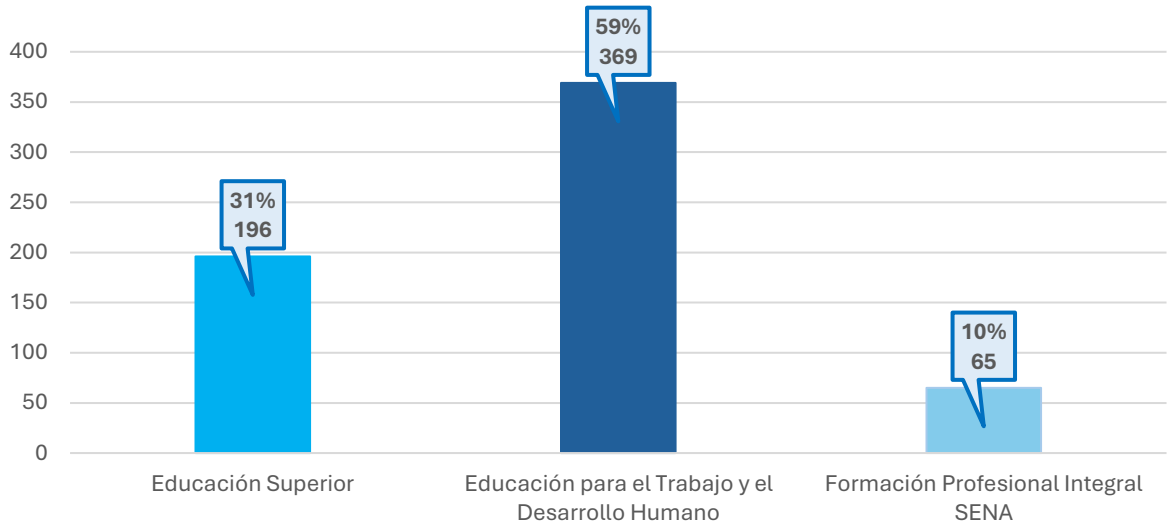
Para caracterizar la oferta educativa se utilizó el Sistema de Información de la Educación Superior (SNIES), el Observatorio Laboral para la Educación (OLE) del Ministerio de Educación Nacional, el Sistema de Información de la Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano (SIET), el Sistema Optimizado para la Formación Integral del Aprendizaje Activo (SOFIA Plus) del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y se consultó información de las páginas web de las diferentes instituciones educativas. Estos sistemas recopilan información acerca de la educación y formación en el país, brindando datos e información cualitativa de los programas e instituciones académicas y formativas.

Se realizó un análisis descriptivo de los programas curriculares pertinentes, abarcando niveles como educación superior (pregrado, posgrado, tecnológica, técnicos profesionales), la Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano (ETDH), y programas de formación profesional integral. Los datos presentados se basan en información disponible y se incluyen resultados cuantitativos y cualitativos del estudio.

A partir de las bases de datos mencionadas anteriormente, se identificó que existe una amplia oferta de programas relacionada con el área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad (PEEL), la cual se encuentra a nivel nacional y presenta diferentes niveles distribuidos de la siguiente manera: Educación Superior que corresponde al 31% de la oferta total; la Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano (ETDH) con el mayor porcentaje equivalente al 59%; y, la oferta relacionada

con la Formación Profesional Integral, impartida por el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA representa el 10%.

Gráfica 22. Caracterización de la oferta de programas relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SNIES, SIET, Sofia Plus 2023.

Por lo anterior, se analizan en mayor detalle cada tipo de oferta con el objetivo de obtener insumos relacionados con las características, distribución regional, certificados, entre otros aspectos, cuantitativos y cualitativos que proporcionen los insumos para el diseño del Catálogo del área de PEEL.

2.1 Análisis cuantitativo de la oferta educativa y formativa del área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

En esta sección se presenta un análisis cuantitativo de los programas activos en el Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SNIES) identificándose el nivel académico y de formación, el carácter de las Instituciones de Educación Superior -IES-que los ofertan, además de la región y ciudad donde se llevan a cabo. De igual manera, un análisis cuantitativo de la denominación de los programas educativos, los títulos y certificaciones otorgados, la modalidad de ejecución, así como también la información de matrícula y graduados en los últimos cinco años.

2.1.1 Educación superior (ES) – Programas educativos.

Para la identificación y análisis de los programas de educación superior del área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad (PEEL), se utilizó información de la base de datos del Ministerio de Educación Nacional que relaciona la oferta nacional de programas activos con las 26 Áreas de Cualificación del MNC, específicamente, en esta base para el Área de PEEL se encontraron 166 programas de educación superior.

Adicionalmente, se realizó un ejercicio de palabras clave relacionadas con las actividades propias del área a toda la base de datos, encontrando 30 programas adicionales que se encuentran en otra área de cualificación, pero que están relacionadas con PEEL. Para la búsqueda de estos programas se utilizaron las siguientes 5 palabras claves relacionadas con las actividades propias del área de PEEL, las cuales se tomaron como insumo para realizar una búsqueda adicional en toda la base de datos del Ministerio de Educación Nacional de programas relacionados con eléctrica, energética, energía, electricidad, electromecánica, entre otras.

Figura 14. Palabras clave relacionadas con el área de Producción de Energía y Electricidad



Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, como resultado el total de programas de educación superior analizados es de 196 programas, entre los cuales, se encuentran los niveles técnico profesional, tecnológico, especialización tecnológica, universitario, especialización universitaria, maestría y doctorado.

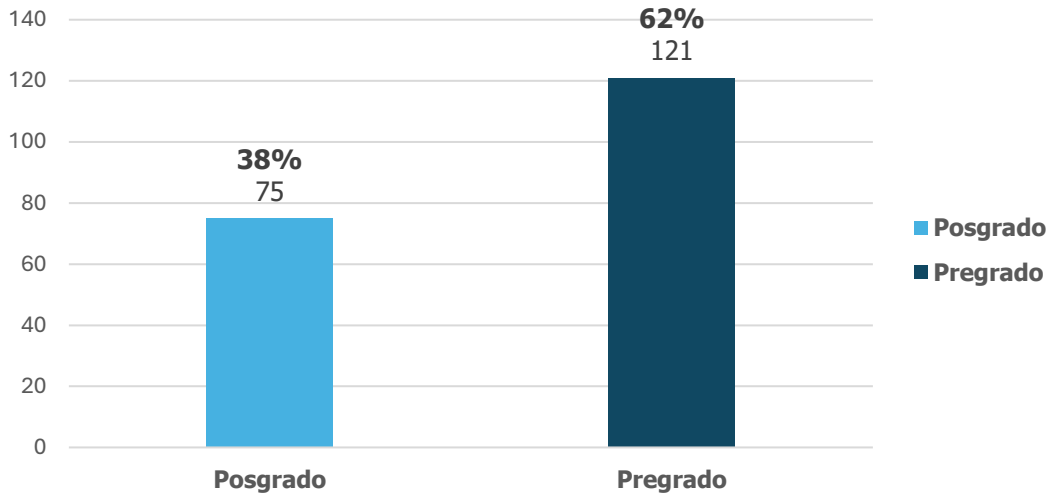
Figura 15. Número de programas de educación superior relacionados con el AC PEEL



196 programas de educación superior relacionados con el AC PEEL

Fuente: elaboración propia.

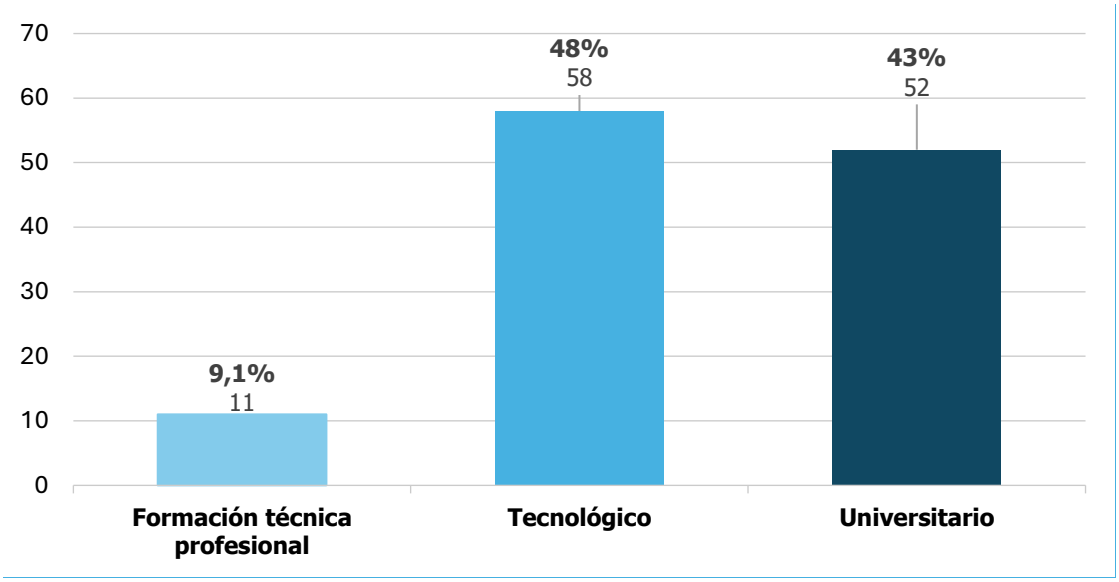
Gráfica 23. Programas de educación superior de posgrado y pregrado relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SNIES, 2022.

La **Gráfica *23*** muestra que el 38% de los programas relacionados con el Área de Producción de Energía y Electricidad son de posgrado representado en 75 programas de doctorado, maestrías y especializaciones universitarias, mientras que los programas de pregrado representan el 62% con 121 programas.

Gráfica 24. Programas de pregrado por nivel de formación relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SNIES, 2022.

En cuanto al nivel de pregrado, en sus tres niveles educativos: nivel profesional (programas profesionales universitarios); nivel tecnológico (programas tecnológicos) y nivel técnico profesional (programas técnicos profesionales), se encuentra que los 121 programas de este nivel se distribuyen en proporciones similares el nivel profesional y tecnológico con una diferencia de 5 puntos del porcentaje es mayor el nivel tecnológico con 48%, seguido de nivel profesional 43% finalizando con formación técnica profesional con el 9.1%, el cual, este último no resulta representativo para el sector (**Gráfica 24**).

De otra parte, con el objetivo de obtener un panorama de las denominaciones de los programas de educación superior, a continuación, se relacionan por nivel de pregrado algunas denominaciones que contienen las palabras clave, las cuales se encontraron de uso frecuente en las denominaciones de los programas relacionadas con el área PEEL (**Tabla 26**).

Tabla 26. Programas de pregrado destacados, AC Producción de Energía y Electricidad

Universitario	Tecnológico	Técnico Profesional
Ingeniería eléctrica	Electricidad industrial	Instalación de redes eléctricas de baja y media tensión
Ingeniería energética	Electricidad de media y baja tensión	Redes eléctricas de distribución de energía
Ingeniería electromecánica	Supervisión de sistemas de generación y distribución de energía eléctrica	Electricidad industrial
	Supervisión de redes de distribución de energía eléctrica	Instalación y mantenimiento eléctrico

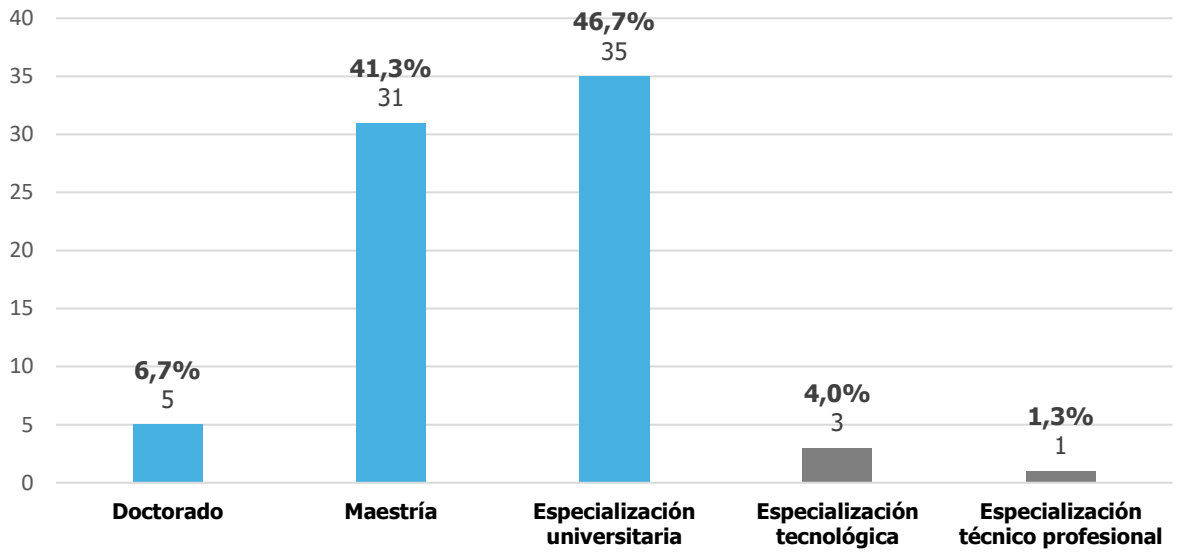
Fuente: elaboración propia.

Es importante destacar que, en la revisión de los programas se encontró que las denominaciones más utilizadas en el nivel universitario es la Ingeniería Eléctrica, ya que se encuentran en el país una oferta de 26 programas activos, adicionalmente, es importante tener en cuenta que en los niveles de técnico profesional y tecnologías se encuentran denominaciones similares, por lo tanto, es necesario revisar su alcance y diferencia.

Otras denominaciones de programas por nivel que resultan de interés por características diferenciadoras son:

- Universitario: ingeniería energías renovables y sustentabilidad ambiental, ingeniería en energía y sostenibilidad, ingeniería en energía inteligente.
- Tecnológico: gestión de recursos energéticos, generación y gestión eficiente de energías renovables, gestión eficiente de la energía.
- Técnico profesional: montaje y mantenimiento de energías renovables.

Gráfica 25. Programas de posgrado por nivel de formación relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad -PEEL.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SNIES, 2022.

En relación con el nivel de posgrados, en sus niveles de formación identificados en el SNIES, se encuentra que los 75 programas de este nivel se distribuyen en mayor porcentaje en el nivel de especializaciones universitarias con 46,7%, seguido por el porcentaje de maestrías con 41,3%, posteriormente doctorado con 6,7% y en menor representación se encuentran especializaciones tecnológicas y técnicas profesionales con 4% y 1.3% respectivamente (**Gráfica *25***).

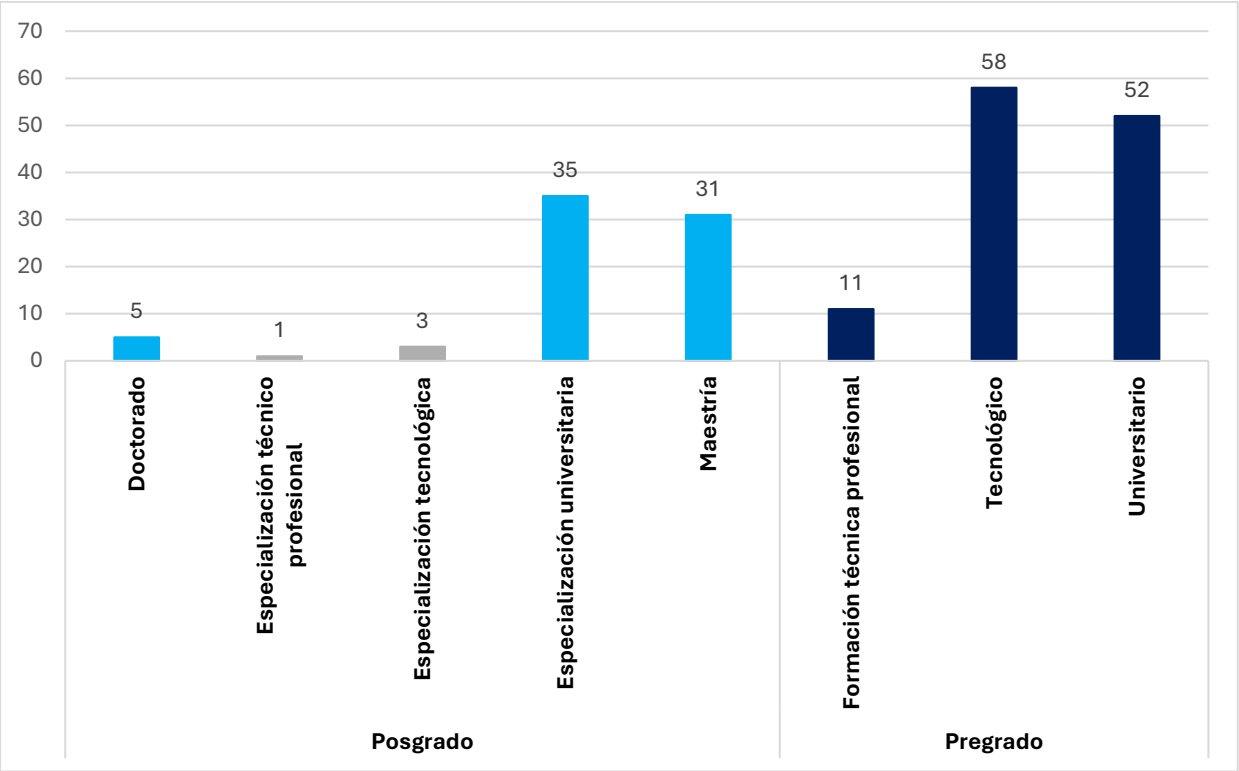
Tabla 27. Programas de posgrado más destacados del AC Producción de Energía y Electricidad

Doctorado	Maestría	Especialización Universitaria
Ingeniería eléctrica	Ingeniería eléctrica	Ingeniería eléctrica
Ingeniería - sistemas energéticos	Ingeniería - sistemas energéticos	Sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica
Recursos energéticos renovables	Energías Renovables	Gestión energética y ambiental
Ingeniería eléctrica y electrónica	Sistemas de distribución de energía eléctrica	Eficiencia energética
	Eficiencia energética y energía renovable	Diseño y evaluación de proyectos de energías renovables

Fuente: elaboración propia.

En la revisión de los programas se encontró que la denominación de energía eléctrica es la más utilizada, incluso en diferentes niveles de posgrados, específicamente en 13 denominaciones (**Tabla 27**).

Gráfica 26. Programas de educación superior de posgrados y pregrados por nivel de formación relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad.

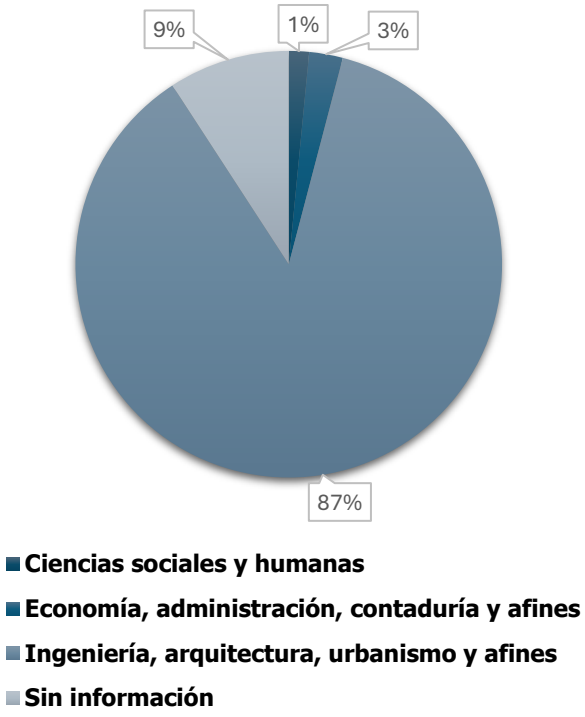


Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SNIES, 2023.

Estos 196 programas de educación superior analizados se agrupan en posgrados y pregrados, los cuales son impartidos por 62 Instituciones de Educación Superior -IES. De acuerdo con el nivel académico en primer lugar se cuenta con 58 programas tecnológicos, seguido de 52 pregrados universitarios, 35 especializaciones de profesional universitario, 31 maestrías, 11 programas de técnico profesional, 5 doctorados, 3 especializaciones tecnológicas, finalizando con una especialización de nivel técnico profesional.

Se presenta oferta en todos los niveles de educación superior lo que facilita generar trayectorias educativas que brinden oportunidades de fortalecer y actualizar conocimientos, así como generar movilidad laboral.

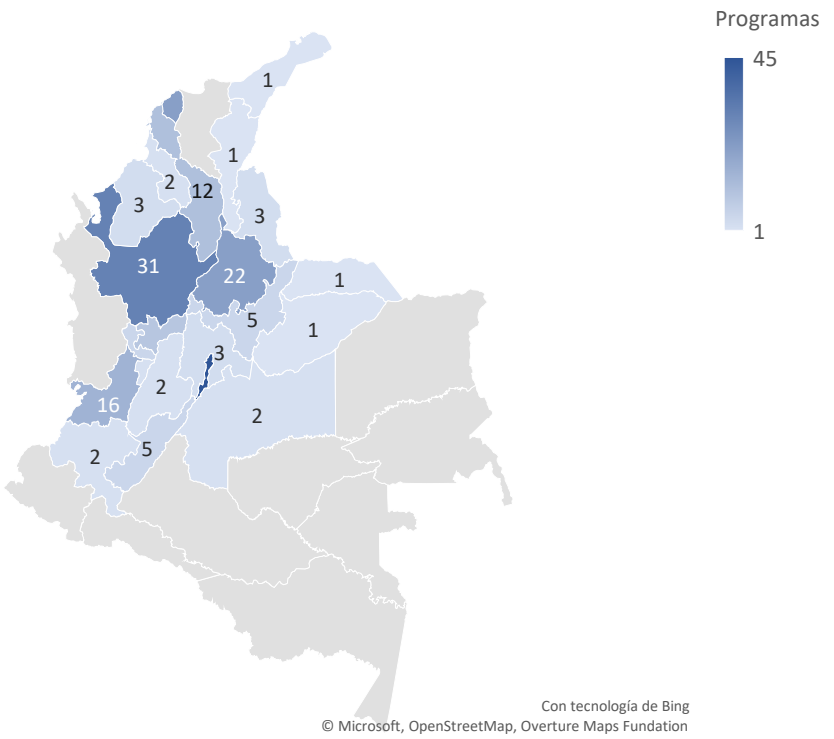
Gráfica 27. Relación de las áreas de conocimiento de la CINE F de los programas de educación superior.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SNIES, 2025.

Continuando con el análisis, se identificó que las Instituciones de Educación Superior reportan en el SNIES los campos de educación de la Clasificación internacional normalizada de la educación (CINE – F_2013) en diferentes campos amplios, en la **Gráfica *27*** se evidencia que el 87% de los programas están relacionados con ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines.

Gráfica 28. Ubicación de los programas de educación superior relacionados del AC Producción de Energía y Electricidad -PEEL.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SNIES, 2023.

Tabla 28. Distribución de oferta de programas relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

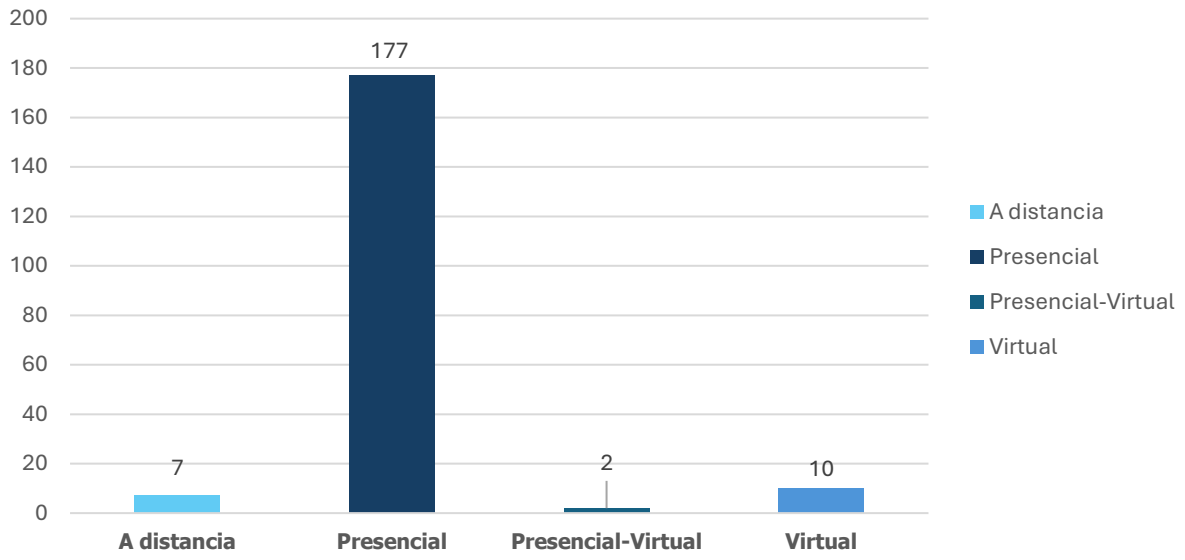
Departamento	No. Programas	Departamento	No. Programas
Antioquia	31	Cundinamarca	3
Arauca	1	Huila	5
Atlántico	22	La Guajira	1
Bogotá, D.C.	45	Meta	2
Bolívar	12	Norte de Santander	3
Boyacá	5	Quindío	2
Caldas	10	Risaralda	5
Casanare	1	Santander	22
Cauca	2	Sucre	2
Cesar	1	Tolima	2
Córdoba	3	Valle del Cauca	16

Fuente: elaboración propia.

Respecto a la ubicación geográfica de los programas de educación superior que tienen relación directa con el área de cualificación, la **Tabla 28** muestra que estas IES se concentran en la Capital del país y en 21 departamentos (Antioquia, Atlántico, Santander, Valle del Cauca, Bolívar, Caldas, Boyacá, Huila, Risaralda, Córdoba, Cundinamarca, Norte de Santander, Cauca, Meta, Quindío, Sucre, Tolima, Arauca, Casanare, Cesar y La Guajira. Bogotá D.C. es la ciudad con mayor cantidad de programas, 45, representando un 22,96 % del total; le sigue el departamento de Antioquia con el 15,82%, seguido de Atlántico y Santander con 22 programas para un porcentaje cada uno del 11,22%; Valle del Cauca con el 8,16%, Bolívar 6,12%, Caldas 5,10%, los departamentos de Boyacá, Huila y Risaralda cada uno con 5 programas representan cada uno el 2,55%, en Córdoba, Cundinamarca y Norte de Santander se identificaron 3 programas correspondientes cada uno al 1,53%, Cauca, Meta, Quindío, Sucre, Tolima cuentan con 2 programas cada uno con el 1,02%, finalmente en Arauca, Casanare, Cesar y La Guajira se oferta solo 1 programa correspondiente en porcentaje a menos del 1% con 0,51%. En los departamentos de Nariño, Putumayo, Caquetá, Chocó, Guainía, Guaviare, Vaupés, Vichada no se registra oferta académica de educación superior. (**Gráfica 28**)

De otra parte, en cuanto a la modalidad (**Gráfica 29**), se tomó la relación de los programas del área de Producción de Energía y Electricidad, donde se identifica una mayor representación de programas en modalidad presenciales, tal como se observa en la siguiente gráfica:

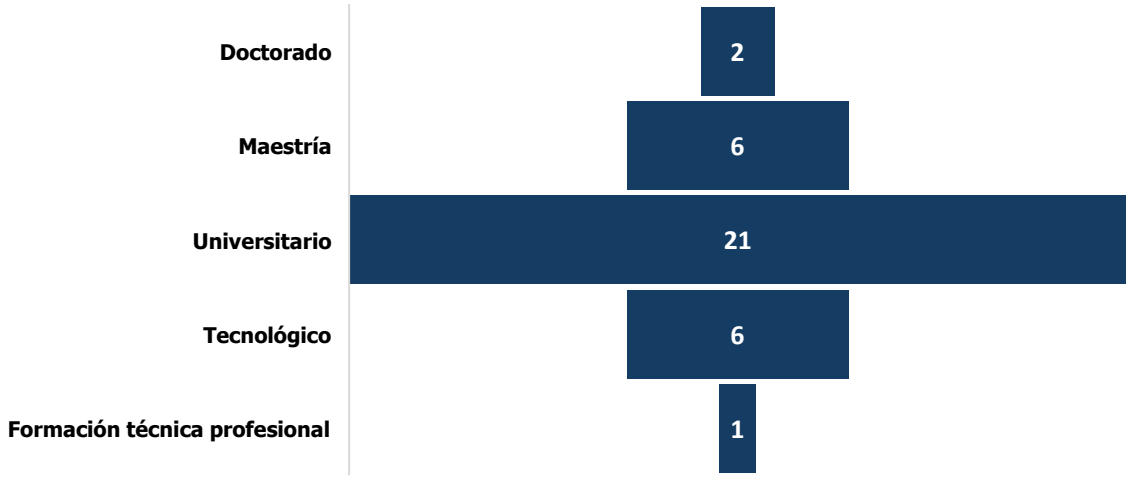
Gráfica 29. Programas de educación superior por modalidad AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SNIES, 2025.

En relación con la modalidad de los programas, el 90,31% correspondiente a 177 programas se ofertan de manera presencial; el 5,10% equivalente a 10 programas en modalidad virtual; 3,57% correspondiente a 7 programas con modalidad de educación a distancia; y un 1,02% que representa 2 programas en modalidad híbrida, es decir presencial y virtual.

Gráfica 30. Cantidad y porcentaje de programas con reconocimiento de acreditación de alta calidad AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SNIES, 2025.

Frente al reconocimiento de alta calidad de los programas encontramos que, de la oferta total de 196 programas, solo 36 han obtenido el reconocimiento de acreditación

de alta calidad, de los cuales 21 son de nivel de pregrado, representando el 58%, asimismo, se encuentran otros de nivel de posgrado (doctorado y maestría) con 22% y de nivel tecnológico el 17%.

La **Tabla 29** relaciona los programas de educación superior con acreditación de alta calidad.

Tabla 29. Programas de educación superior con acreditación de alta calidad AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

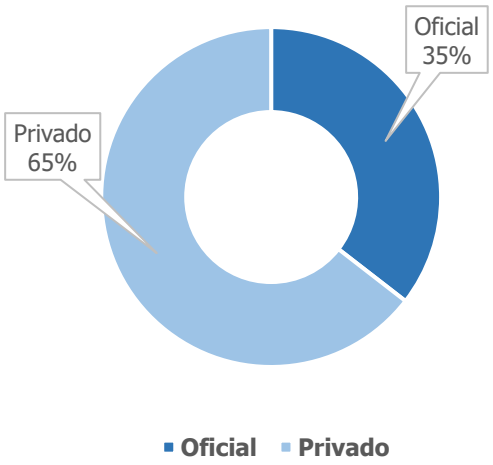
Nombre institución	Sector	Nombre del programa	Nivel de formación	Ciudad
Universidad Nacional de Colombia	Oficial	Doctorado en ingeniería - Ingeniería eléctrica	Doctorado	Bogotá, D.C.
	Oficial	Ingeniería eléctrica	Universitario	Bogotá, D.C.
	Oficial	Maestría en ingeniería – Ingeniería eléctrica	Maestría	Bogotá, D.C.
	Oficial	Doctorado en ingeniería - sistemas energéticos	Doctorado	Medellín
	Oficial	Ingeniería eléctrica	Universitario	Medellín
	Oficial	Maestría en ingeniería - Ingeniería eléctrica	Maestría	Medellín
	Oficial	Ingeniería eléctrica	Universitario	Manizales
Universidad Tecnológica de Pereira - UTP	Oficial	Ingeniería eléctrica	Universitario	Pereira
	Oficial	Maestría en ingeniería eléctrica	Maestría	Pereira
	Oficial	Tecnología eléctrica	Tecnológico	Pereira
Universidad de Antioquia	Oficial	Ingeniería eléctrica	Universitario	Medellín
Universidad del Valle	Oficial	Ingeniería eléctrica	Universitario	Santiago de Cali
Universidad Industrial de Santander	Oficial	Ingeniería eléctrica	Universitario	Bucaramanga
Universidad de Pamplona	Oficial	Ingeniería eléctrica	Universitario	Pamplona
Universidad Distrital-Francisco José de Caldas	Oficial	Ingeniería eléctrica	Universitario	Bogotá, D.C.
	Oficial	Ingeniería eléctrica	Universitario	Bogotá, D.C.
	Oficial	Tecnología en electricidad de media y baja tensión	Tecnológico	Bogotá, D.C.
Universidad Pontificia Bolivariana	Privado	Ingeniería eléctrica	Universitario	Medellín
Universidad del Norte	Privado	Ingeniería eléctrica	Universitario	Barranquilla
	Privado	Maestría en ingeniería eléctrica	Maestría	Barranquilla
Universidad de la Salle	Privado	Ingeniería eléctrica	Universitario	Bogotá, D.C.

Nombre institución	Sector	Nombre del programa	Nivel de formación	Ciudad
Universidad de los Andes	Privado	Ingeniería eléctrica	Universitario	Bogotá, D.C.
	Privado	Maestría en ingeniería eléctrica	Maestría	Bogotá, D.C.
Universidad Autónoma de Occidente	Privado	Ingeniería eléctrica	Universitario	Santiago de Cali
Universidad Tecnológica de Bolívar	Privado	Ingeniería eléctrica	Universitario	Cartagena de Indias
Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Privado	Ingeniería eléctrica	Universitario	Bogotá, D.C.
Institución Universitaria Pascual Bravo	Oficial	Tecnología eléctrica	Tecnológico	Medellín
Instituto Tecnológico Metropolitano	Oficial	Maestría en gestión energética industrial	Maestría	Medellín
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC	Oficial	Ingeniería electromecánica	Universitario	Duitama
Institución Universitaria Pascual Bravo	Oficial	Tecnología en sistemas electromecánicos	Tecnológico	Medellín
Institución Universitaria de Barranquilla - IUB	Oficial	Técnica profesional en mantenimiento electromecánico	Formación técnica profesional	Soledad
	Oficial	Tecnología en gestión de sistemas electromecánicos	Tecnológico	Soledad
Unidades Tecnológicas de Santander	Oficial	Ingeniería electromecánica	Universitario	Bucaramanga
	Oficial	Tecnología en operación y mantenimiento electromecánico	Tecnológico	Bucaramanga
Instituto Tecnológico Metropolitano	Oficial	Ingeniería electromecánica	Universitario	Medellín
Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central	Oficial	Ingeniería electromecánica	Universitario	Bogotá, D.C.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SNIES, 2025.

2.1.1 Instituciones educativas.

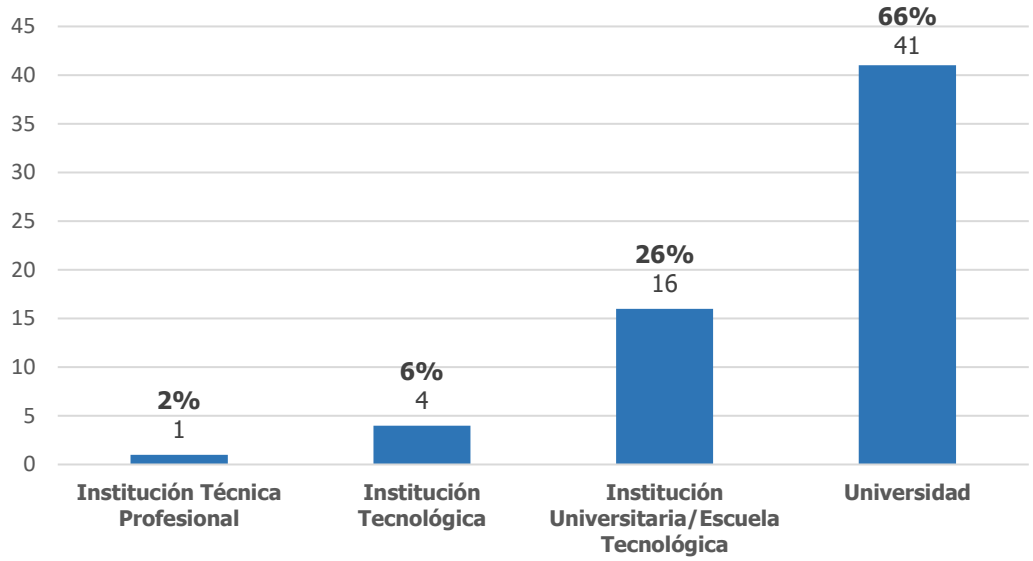
Gráfica 31. Tipo de sector oficial y privado de las instituciones de educación superior con oferta relacionada del AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SNIES, 2024.

La oferta de programas del AC PEEL, con un total de 196 programas, se encuentran distribuidos en 62 Instituciones de Educación Superior – IES, 22 IES son oficiales, representando el 35%, y 40 son privadas, representando el 65%.

Gráfica 32.Carácter académico de las instituciones de educación superior con oferta relacionada del AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SNIES, 2025.

En lo que refiere al carácter de académico de estas 62 IES, se distribuye mayoritariamente para Universidad (41) con el 66%; seguido de Institución

Universitaria/Escuela Tecnológica (16) con el 26%; Institución Tecnológica (4) con el 6%; y solo una Institución Técnica Profesional representada en un 2%.

Tabla 30. Ubicación de las instituciones de educación superior con oferta relacionada del AC PEEL.

Departamento / Institución	Departamento / Institución
Antioquia	**Caldas**
Institución universitaria Salazar y Herrera	Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA
Institución Universitaria Pascual Bravo	Universidad Autónoma de Manizales
Instituto Tecnológico Metropolitano	Universidad de Caldas
Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA	Universidad Nacional de Colombia
Universidad Cooperativa de Colombia	**Casanare**
Universidad de Antioquia	Universidad Internacional del Trópico Americano - UNITRÓPICO
Universidad de Medellín	**Cauca**
Universidad EIA (anteriormente Escuela de Ingeniería de Antioquia)	Corporación Universitaria Autónoma del Cauca
Universidad Nacional de Colombia	Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA
Universidad Pontificia Bolivariana	**Cesar**
Arauca	Universidad Popular del Cesar
Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA	**Córdoba**
Atlántico	Corporación Universidad del Sinú - Elías Bechara Zainum - UNISINU
Corporación Universidad de la Costa -CUC	**Cundinamarca**
Corporación Universitaria de Ciencias Empresariales, Educación y Salud -UNICORSALUD-	Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA
Institución Universitaria de Barranquilla - IUB	Universidad de la Salle
Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA	**Huila**
Universidad del Atlántico	Corporación Universitaria del Huila -CORHUILA
Universidad del Norte	Fundación Escuela Tecnológica de Neiva - Jesús Oviedo Pérez -FET
Bogotá, D.C.	Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA
Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario	**La Guajira**
Corporación Internacional para el Desarrollo Educativo -CIDE-	Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA
Corporación Universidad Piloto de Colombia	**Meta**
Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central	Corporación Universitaria del Meta - Animita
Fundación Centro de Investigación Docencia Y Consultoría Administrativa-F-CIDCA-	Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA
Fundación Politécnico Minuto de Dios - Tec Md	**Norte de Santander**
Fundación Universidad Autónoma de Colombia - FUAC-	Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA
Fundación Universidad de América	Universidad de Pamplona

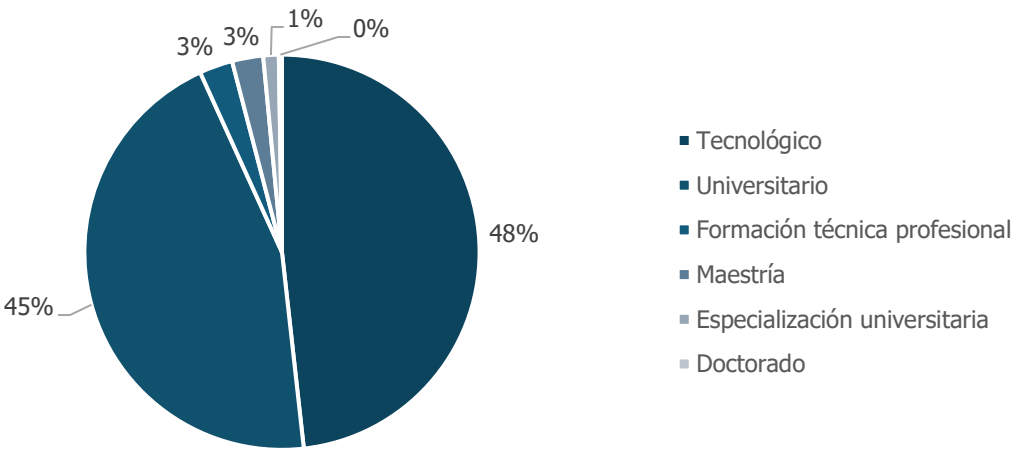
Departamento / Institución	Departamento / Institución
Fundación Universidad de Bogotá - Jorge Tadeo Lozano	Universidad Francisco de Paula Santander
Fundación Universitaria Internacional de la Rioja - UNIR	**Quindío**
Fundación Universitaria Salesiana	Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA
Pontificia Universidad Javeriana	**Risaralda**
Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA
Universidad Antonio Nariño	Universidad Tecnológica de Pereira - UTP
Universidad de la Salle	**Santander**
Universidad de los Andes	Instituto Universitario de La Paz
Universidad Distrital-Francisco José de Caldas	Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA
Universidad EAN	Unidades Tecnológicas de Santander
Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Universidad Autónoma de Bucaramanga -UNAB-
Universidad Externado de Colombia	Universidad de Santander - UDES
Universidad Nacional de Colombia	Universidad industrial de Santander
Universidad Sergio Arboleda	**Sucre**
Bolívar	Fundación Universitaria Antonio de Arévalo - UNITECNAR
Corporación Universidad del Sinú - Elías Bechara Zainum - UNISINU	**Tolima**
Fundación universitaria Antonio de Arévalo - UNITECNAR	Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA
Institución Universitaria Mayor de Cartagena	**Valle del Cauca**
Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA	Institución Universitaria Antonio José Camacho
Universidad de San Buenaventura	Pontificia Universidad Javeriana
Universidad Tecnológica de Bolívar	Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA
Boyacá	Universidad Autónoma de Occidente
Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA	Universidad del Valle
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC	Universidad ICESI
	Universidad Santiago de Cali

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SNIES, 2025.

Respecto a la ubicación geográfica de las Instituciones de Educación Superior que imparten los programas que tienen relación directa con el área de cualificación, la **Tabla 30** muestra que estas IES se concentran en la Capital del país, sin embargo, hay presencia a nivel nacional con oferta en 21 departamentos, exceptuando los

departamentos de Amazonas, Nariño, Putumayo, Caquetá, Chocó, Guainía, Guaviare, Vaupés, Vichada no se registra oferta académica de educación superior.

Gráfica 33. Matriculados en programas de educación superior relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Ministerio de Educación Nacional, 2023.

Respecto a los matriculados la **Gráfica *33*** indica que el 96% de los matriculados en programas de educación superior están agrupados en tres niveles de pregrado, de este porcentaje, el 48% corresponde a programas tecnológicos, seguido del 45% en programas universitarios y un 3% en formación técnica profesional.

En lo concerniente a matriculados en nivel de posgrados se encuentra que el 3% corresponde a maestrías y un 1% a especializaciones universitarias.

Tabla 31. Matriculados en programas de educación superior por nivel relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

Nivel	Matriculados
Tecnológico	23.261
Universitario	21.686
Formación técnica profesional	1.315
Maestría	1.227
Especialización universitaria	612
Doctorado	123

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Ministerio de Educación Nacional, 2023.

En cuanto a las cifras con corte al año 2023, estas arrojan que se matricularon 48.224 estudiantes de los cuales 23.261 lo hicieron en programas tecnológicos, 21.686 en programas profesionales universitarios, 1.315 en programas de formación técnica profesional, 1.227 en maestría, 612 estudiantes matriculados para cursar especialización universitaria y 123 en doctorado (**Tabla 31**).

Tabla 32. Programas de educación superior / posgrados con mayor número matriculados por nivel relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

Nivel Doctorado	Matriculados
Doctorado en Ingeniería - Ingeniería Eléctrica	44
Doctorado en Ingeniería - Sistemas Energéticos	40
Doctorado en Ingeniería Energética	16
Doctorado en Recursos Energéticos Renovables	14
Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica	9
Nivel Maestría	**Matriculados**
Maestría en Ingeniería Eléctrica	428
Maestría en Energías Renovables	178
Maestría en Energía y Sostenibilidad	156
Maestría en Gestión Energética	87
Maestría en Energías Renovables	66
Maestría en Ingeniería en Energía	58
Nivel Especialización Universitaria	**Matriculados**
Especialización en Eficiencia Energética	114
Especialización en Sistemas de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica	109
Especialización en regulación de Energías Renovables y Eficiencia Energética	55
Especialización en Energías Renovables	52
Especialización en Gerencia de Recursos Energéticos	32
Especialización en Gestión Energética y Ambiental	31
Especialización en Planificación y Regulación Energética	28

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Ministerio de Educación Nacional, 2023

Los programas de posgrados con mayor registro de matriculados en el nivel de doctorado y maestría es el de ingeniería eléctrica con 44 y 428 estudiantes respectivamente, seguido del doctorado en ingeniería en sistemas energéticos con 40 matriculados y 178 en la maestría en energías renovables, en cuanto a las

especializaciones universitarias los programas de eficiencia energética y sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica son los dos programas donde se matricula el mayor número, con 114 y 109 estudiantes por año.

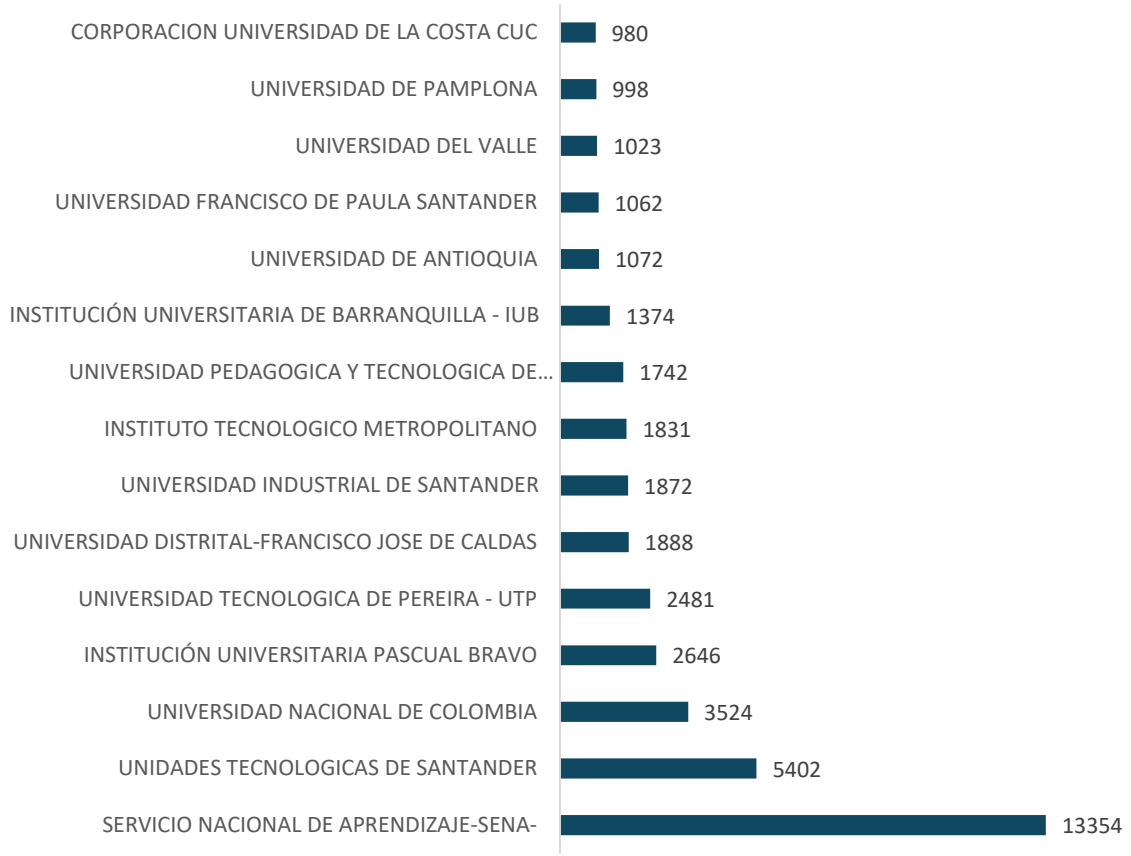
Tabla 33. Programas de educación superior / pregrado con mayor número matriculados por nivel relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

Nivel Formación técnica profesional	Matriculados
Técnico profesional en mantenimiento electromecánico	1.044
Técnico profesional en instalación y mantenimiento eléctrico	227
Técnico profesional en instalaciones eléctricas para sistemas renovables	44
Tecnológico	**Matriculados**
Tecnología en electricidad industrial	12.199
Tecnología en operación y mantenimiento electromecánico	3.063
Tecnología en gestión eficiente de la energía	1.481
Tecnología eléctrica	1.381
Tecnología en sistemas electromecánicos	1.231
Tecnología en supervisión de redes de distribución de energía eléctrica	916
Nivel Universitario	**Matriculados**
Ingeniería eléctrica	16.153
Ingeniería electromecánica	4.350
Ingeniería en energías	403
Ingeniería en energía	251
Ingeniería en energías renovables	176
Ingeniería energética	168
Ingeniería eléctrica por ciclos propedéuticos.	137
Ingeniería de sistemas energéticos	48

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Ministerio de Educación Nacional, 2023.

Los programas de pregrado con mayor registro de matriculados en el nivel de formación técnica profesional es el técnico profesional en mantenimiento electromecánico con 1.044 matriculados, en el nivel tecnológico con 12.199 estudiantes por año es la tecnología en electricidad industrial y en el nivel universitario el programa con mayor número estudiantes matriculados es el de ingeniería eléctrica con 16.153.

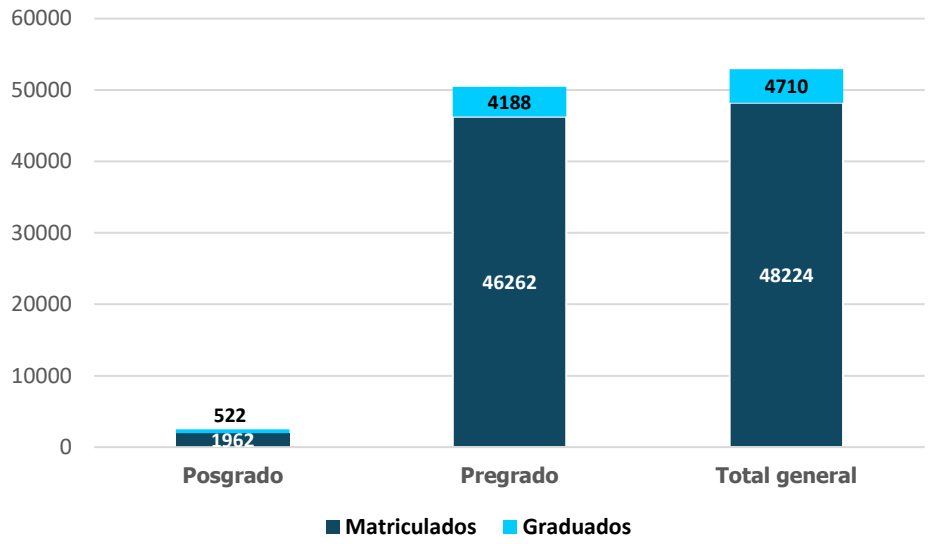
Gráfica 34. Instituciones con mayor número de matriculados corte 2023 en programas de educación superior relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Ministerio de Educación Nacional, 2023.

Las cinco instituciones con el mayor número de matriculados en programas relacionados con el área de producción de energía y electricidad con corte a 2023 son: El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA con 13.354 aprendices, Unidades Tecnológicas de Santander con 5.402 estudiantes, la Universidad Nacional de Colombia con 3.524, la Institución universitaria Pascual Bravo con 2.646 y la universidad tecnológica de Pereira – UTP con 2.481 estudiantes; vale la pena destacar que 5 instituciones son de carácter oficial.

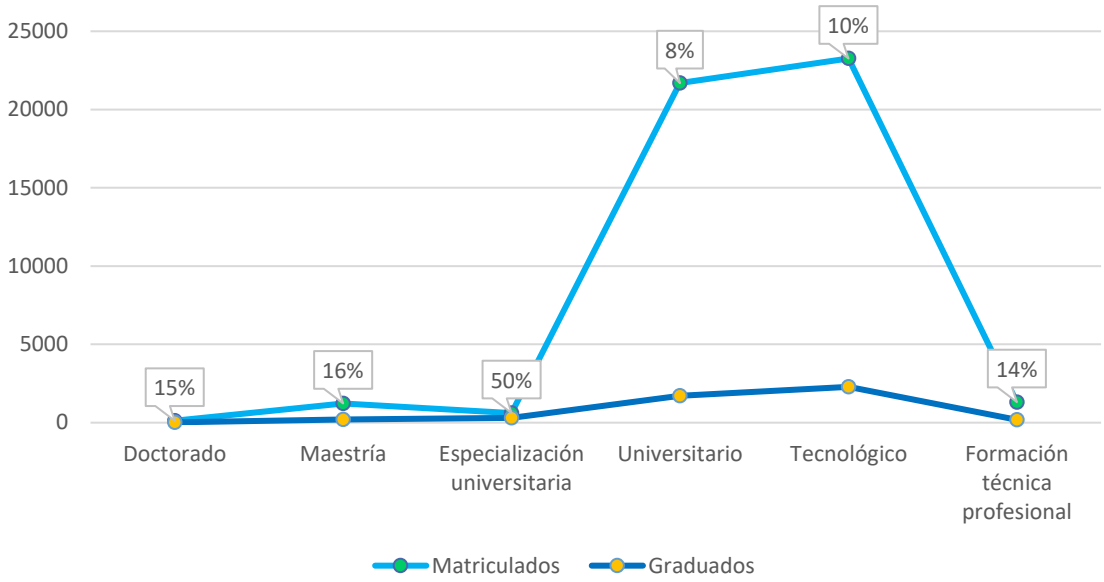
Gráfica 35. Matriculados y graduados en programas de educación superior corte 2023 relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Ministerio de Educación Nacional, 2023.

La **Gráfica *35*** muestra que, del total general de 48.224 estudiantes matriculados en programas de pregrado y posgrado relacionados con el área de producción de energía y electricidad con corte a 2023, solo el 9.77 % correspondiente a 4.710 estudiantes culminaron y obtuvieron el grado. De total general de matriculados, 46.262 corresponden a estudiantes matriculados en programas de los niveles de pregrado, de los cuales se graduaron 4.188, cifra equivalente al 9.05%. Respecto a posgrado, de los 1.962 estudiantes matriculados, el 26.61% correspondiente a 522 obtiene el correspondiente título; lo anterior refleja una alta tasa de deserción en el nivel de pregrado.

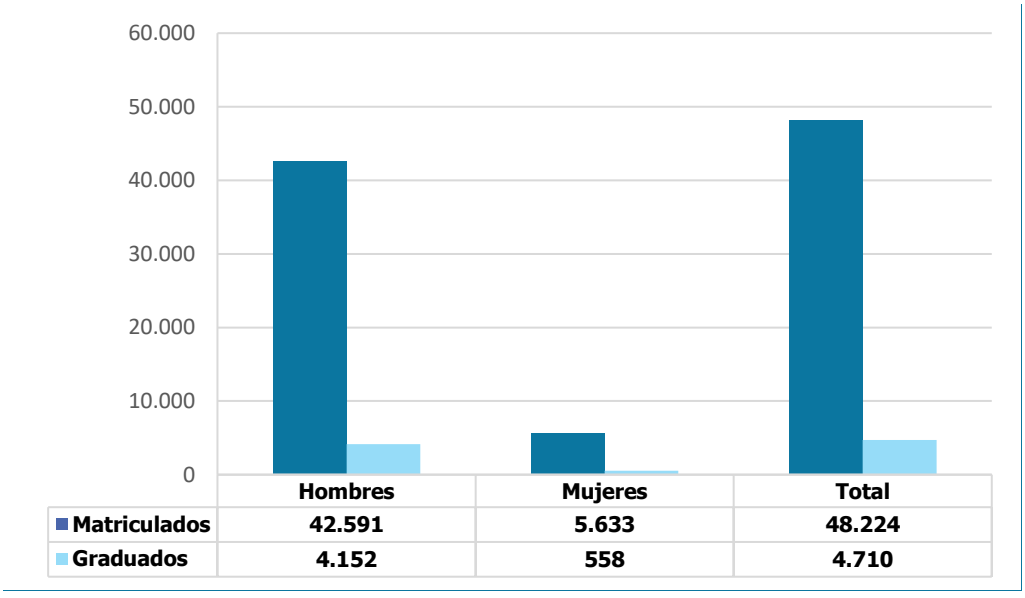
Gráfica 36 . Matriculados y graduados en programas de educación superior por nivel corte 2023 relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Ministerio de Educación Nacional, 2023.

El porcentaje de la gráfica corresponde a los matriculados vs graduados en cada uno de los niveles correspondientes a la educación superior.

Gráfica 37. Matriculados y graduados en programas de educación superior por género corte 2023 relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL).



	Hombres	Mujeres	Total
Matriculados	42.591	5.633	48.224
Graduados	4.152	558	4.710

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Ministerio de Educación Nacional, 2023.

En el análisis de genero se encontró que, de los 48.224 estudiantes matriculados, la mayoría correspondiente a 42.591 se encuentran en la categoría de género masculino y 5.633 de género femenino. En relación con las cifras de graduados el género masculino representa el mayor número con 4.152 estudiantes hombres graduados vs las 558 estudiantes mujeres egresadas de los programas relacionados con el Área de producción de energía y electricidad.

2.1.2 Educación para el trabajo y el desarrollo humano (ETDH) – Programas educativos.

En cuanto a los programas de Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano se encontraron 369 programas relacionados con el Área de Cualificación PEEL - Producción de Energía y Electricidad, a partir de la información consultada en base de datos a corte 2024 del Sistema de Información de la Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano-SIET del Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

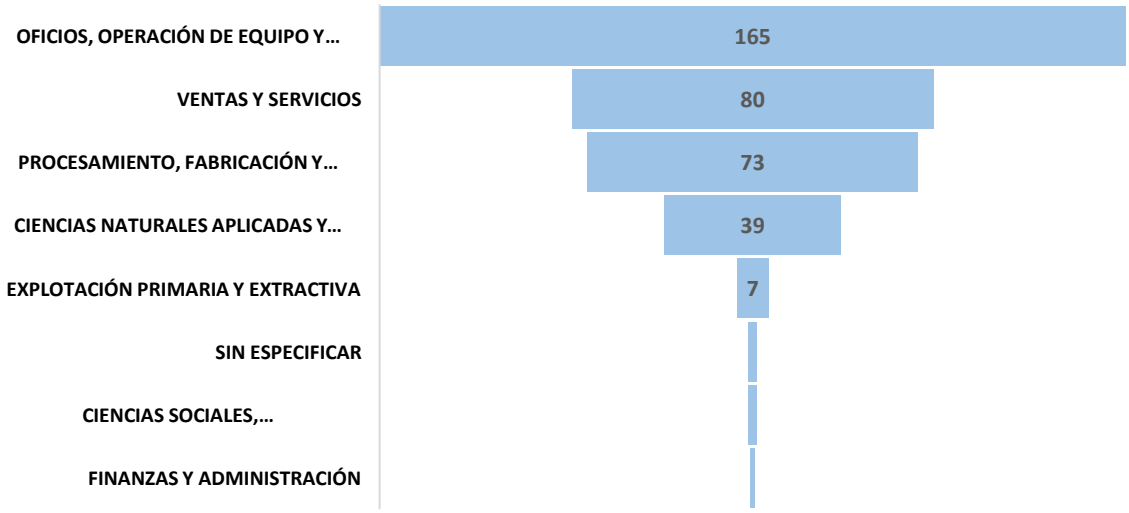
Figura 16. Número de programas de educación para ETDH relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL)



Fuente: elaboración propia.

En el análisis de los programas se encontró que las instituciones relacionan las siguientes áreas de desempeño, de acuerdo con la estructura de la Clasificación Nacional de Ocupaciones (CNO), Decreto 1075 de 2015, Único reglamentario del sector educación:

Gráfica 38. Áreas de desempeño de programas de ETDH con oferta relacionada con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SIET, 2023.

Tabla 34. Programas por área de desempeño relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

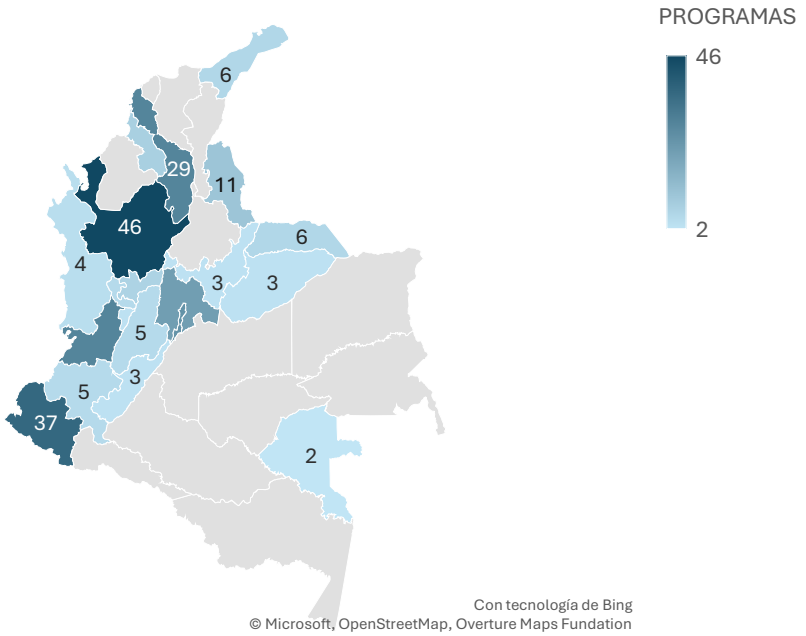
Área de desempeño	Programas	%
Oficios, operación de equipo y transporte	165	44,7%
Ventas y servicios	80	21,7%
Procesamiento, fabricación y ensamblaje	73	19,8%
Ciencias naturales aplicadas y relacionadas	39	10,6%
Explotación primaria y extractiva	7	1,9%
Sin especificar	2	0,5%
Ciencias sociales, educativas, religiosas y servicios gubernamentales	2	0,5%
Finanzas y administración	1	0,3%
	369	

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SIET, 2024.

Los datos indican que de la oferta total de programas de Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano, 165 de ellos, equivalente al 44.7% del total, relacionan los oficios, operación de equipos y transporte como área de desempeño; seguido de ventas y servicios representado en un 21,7%; luego procesamiento, fabricación y ensamblaje con un 19,8%; las áreas de ciencias naturales aplicadas y relacionadas, explotación primaria y extractiva las relacionan 39 y 7 instituciones, respectivamente; finalizando con las áreas de desempeño de ciencias sociales, educativas, religiosas y

servicios gubernamentales, así como finanzas y administración correspondientes a menos del 1%.

Gráfica 39. Ubicación geográfica de los programas de educación para el trabajo y el desarrollo humano relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SIET, 2024.

Tabla 35. Ubicación geográfica por departamento de programas de educación para el trabajo y el desarrollo humano relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

Dpto.	Prog.	Dpto.	Prog.	Dpto.	Prog.	Dpto.	Prog.
Antioquia	46	Casanare	3	La Guajira	6	Santander	9
Arauca	6	Cauca	5	Magdalena	14	Sucre	8
Atlántico	25	Cesar	12	Meta	43	Tolima	5
Bogotá D.C.	25	Chocó	4	Nariño	37	Valle del cauca	29
Bolívar	29	Córdoba	7	Norte de Santander	11	Vaupés	2
Boyacá	3	Cundinamarca	22	Quindío	3		
Caldas	7	Huila	3	Risaralda	5		

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SIET, 2024.

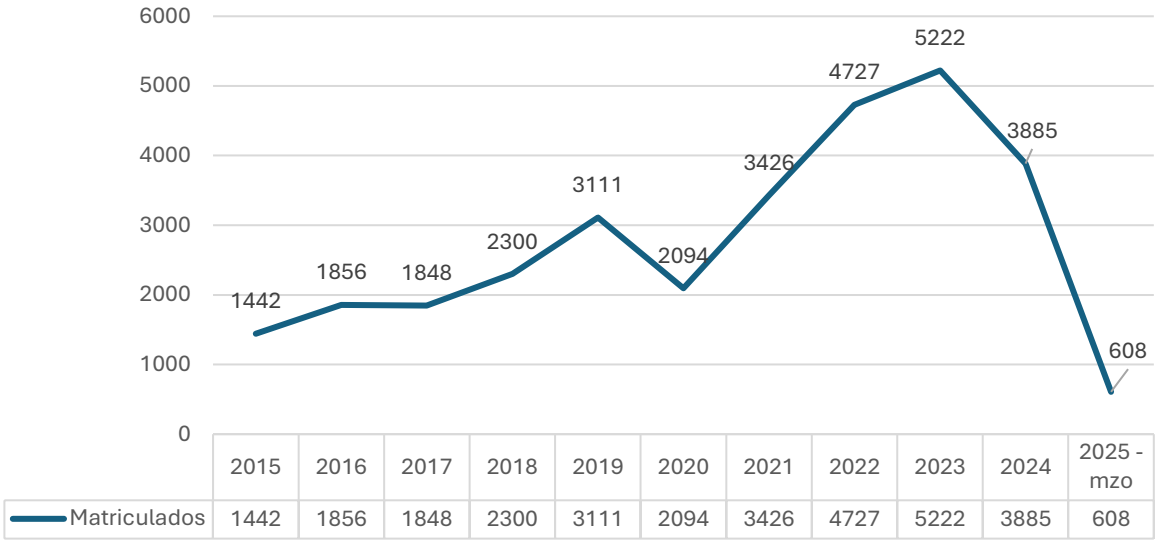
Respecto a la ubicación geográfica de los programas de Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano que tienen relación directa con el área de cualificación, la **Tabla 35** muestra que los 369 programas se ofertan en La Capital del país y en 25

departamentos. Antioquia con 46 programas, es el departamento con mayor cantidad, representando un 12,47 % del total; le sigue el departamento del Meta con 43 programas y 11,65%, seguido de Nariño con 37 programas para un porcentaje del 10,03%; Bolívar y Valle del Cauca con 29 registros de programas activos representados cada uno en un 7,86%; Atlántico y Bogotá D.C., ambos con 25 programas equivalentes cada uno al 6,78%; Cundinamarca cuenta con 22 para un 5,96%; Magdalena con 14 programas correspondientes a un 3,79%; Cesar y Norte de Santander ofertan 12 y 11 programas con porcentajes del 3,25% y 2.98% respectivamente. El número restante de la oferta nacional de programas de un digito está distribuido en 15 departamentos: 9 programas en Santander; 8 en Sucre; 7 en Caldas y Córdoba; Arauca y La Guajira ofertan cada uno 6 del total de programas; en Cauca, Risaralda y Tolima 5; Chocó con 4, seguido por Casanare, Boyacá, Huila y Quindío cada uno con 3, para finalizar con el departamento de Vaupés que cuenta con 2 programas activos de Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano.

No se encontró muestra de oferta en este nivel en los departamentos de Guainía, Guaviare, Putumayo, Vichada y Amazonas.

Respecto al análisis de matriculados y certificados en los programas de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano (ETDH), se encontró que de los 369 programas identificados como "activos" en la base de datos del SIET, solamente 183 programas, es decir, el 50%, reportan personas matriculadas (más de 10 personas) en el periodo de 2015 a 2025. Por lo tanto, se tiene en cuenta la siguiente información:

Gráfica 40. Matriculados en programas de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano (ETDH), relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL).



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025 - mzo
Matriculados	1442	1856	1848	2300	3111	2094	3426	4727	5222	3885	608

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SIET, 2024.

La **Gráfica 40** indica tendencias diferenciadas en el período de 2015 a 2025, efectivamente, se muestra una disminución en el año 2020 pero una recuperación a 2021 de matriculados en programas relacionados con el área, continuando en asenso hasta el 2023, año en el que empieza un notable descenso cuantificado hasta marzo de 2025. Los programas que presentan mayor número de matrícula son los presentados en la siguiente tabla.

Tabla 36. Programas de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano con mayor número de matriculados corte 2025 relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

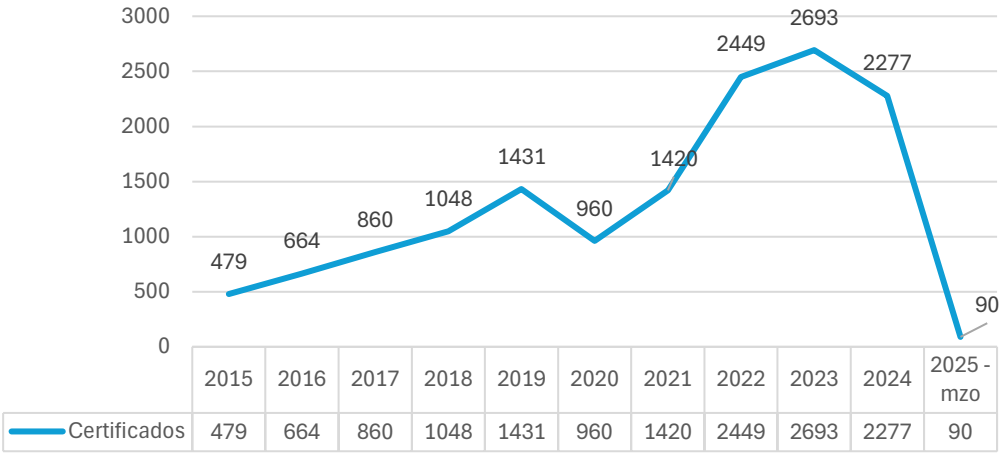
Nombre del programa	TOTAL
Técnico laboral electricidad industrial / electricista industrial	9.740
Técnico laboral en electricista / electricidad	3.744
Técnico laboral en electricidad residencial / electricista residencial	1.885
Técnico laboral en redes eléctricas residenciales e industriales	1.550
Técnico laboral en mantenimiento e instalaciones eléctricas residenciales	1.332
Técnico laboral en mantenimiento e instalaciones eléctricas industriales	1.277
Técnico laboral en electricidad y electrónica	1.119
Técnico laboral en electricista en construcción residencial	796
técnico laboral en instalaciones eléctricas industriales	794
Técnico laboral en liniero redes de energía eléctrica	601
Técnico laboral en mantenimiento e instalación de sistemas eléctricos con energía solar fotovoltaica	508
Técnico laboral en instalaciones eléctricas residenciales	485
Técnico laboral auxiliar en electrónica y electricidad	467
Técnico laboral por competencias en auxiliar de electricidad e instalación de paneles solares fotovoltaicos	440
Técnico laboral en energía solar fotovoltaica	395
Técnico laboral en electricista instalador de redes internas	261
Técnico laboral en auxiliar electricista (antes técnico laboral en electricidad)	252
Técnico laboral por competencias en instaladores de redes de energía eléctrica	248

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SIET, 2024.

Asimismo, para el análisis se buscaron programas en internet con las palabras clave "técnico laboral electricidad" y "técnico laboral en mantenimiento e instalaciones", encontrando 18 programas del sector a partir de competencias.

En cuanto a personas certificadas en programas de ETDH, se encontró que de los 369 programas identificados como "activos" en la base de datos del SIET, solamente 129 programas, es decir, el 35%, reportan personas certificadas (más de 10 personas) en el periodo de 2015 a 2025. Por lo tanto, se tiene en cuenta la siguiente información (**Gráfica *41***).

Gráfica 41. Certificados en programas de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano relacionado con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL).



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025 - mzo
Certificados	479	664	860	1048	1431	960	1420	2449	2693	2277	90

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SIET, 2024.

Los programas que presentan mayor número de certificados relacionados con el área de cualificación PEEL son los siguientes de la ***Tabla 37***.

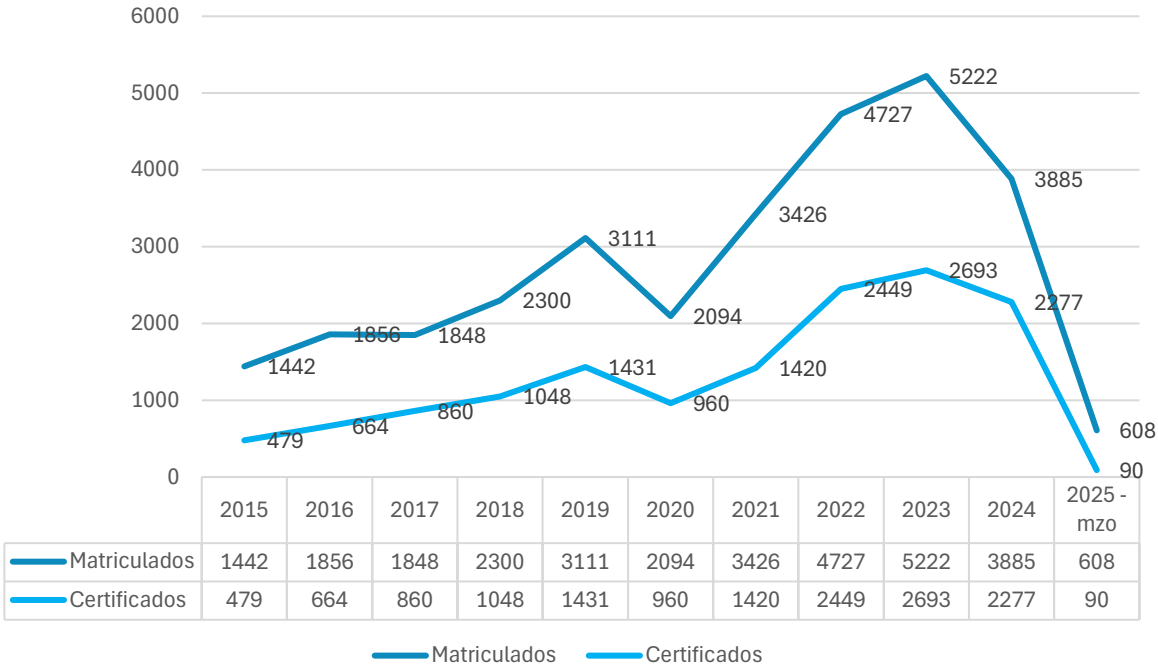
Tabla 37. Programas de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano con mayor número de certificados relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

Nombre del programa	TOTAL
Técnico laboral electricidad industrial / electricista industrial	4676
Técnico Laboral En Electricista / Electricidad	1788
Electricista residencial	1028
Técnico laboral en redes eléctricas residenciales e industriales	677
Técnico laboral en mantenimiento e instalaciones eléctricas residenciales	664
Técnico laboral en mantenimiento e instalaciones eléctricas industriales	602
Técnico laboral en instalaciones eléctricas industriales	530
Técnico laboral en liniero redes de energía eléctrica	472
Técnico laboral en electricista en construcción residencial	337
Técnico laboral en instalaciones eléctricas residenciales	293
Técnico laboral en mantenimiento e instalación de sistemas eléctricos con energía solar fotovoltaica	268
Técnico laboral en electrónica y electricidad	240
Técnico laboral auxiliar en electrónica y electricidad	237
Técnico laboral por competencias en auxiliar de electricidad e instalación de paneles solares fotovoltaicos	204
Técnico laboral en auxiliar electricista (antes técnico laboral en electricidad)	135
Técnico laboral en construcción e instalaciones eléctricas internas en edif. Industriales, comerciales y residenciales	134
Técnico laboral en energía solar fotovoltaica	130
Técnico laboral en electricidad y electrónica	124
Técnico laboral en electricista-construcción residencial	122

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SIET, 2024.

En cuanto a las cifras entre el número de matriculados (30.519) y el número de certificados (14.371) de los programas ETDH relacionados con el Área de Cualificación de producción de energía y electricidad en el período de 2015 a marzo de 2025, se encontró que solamente el 47% de las personas se certifican.

Gráfica 42. Matriculados y certificados en programas de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL).



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025 - mzo
Matriculados	1442	1856	1848	2300	3111	2094	3426	4727	5222	3885	608
Certificados	479	664	860	1048	1431	960	1420	2449	2693	2277	90

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SIET, 2024.

Las 20 instituciones que presentan mayor número de certificados relacionados con el área de cualificación PEEL son las siguientes (***Tabla 38)***:

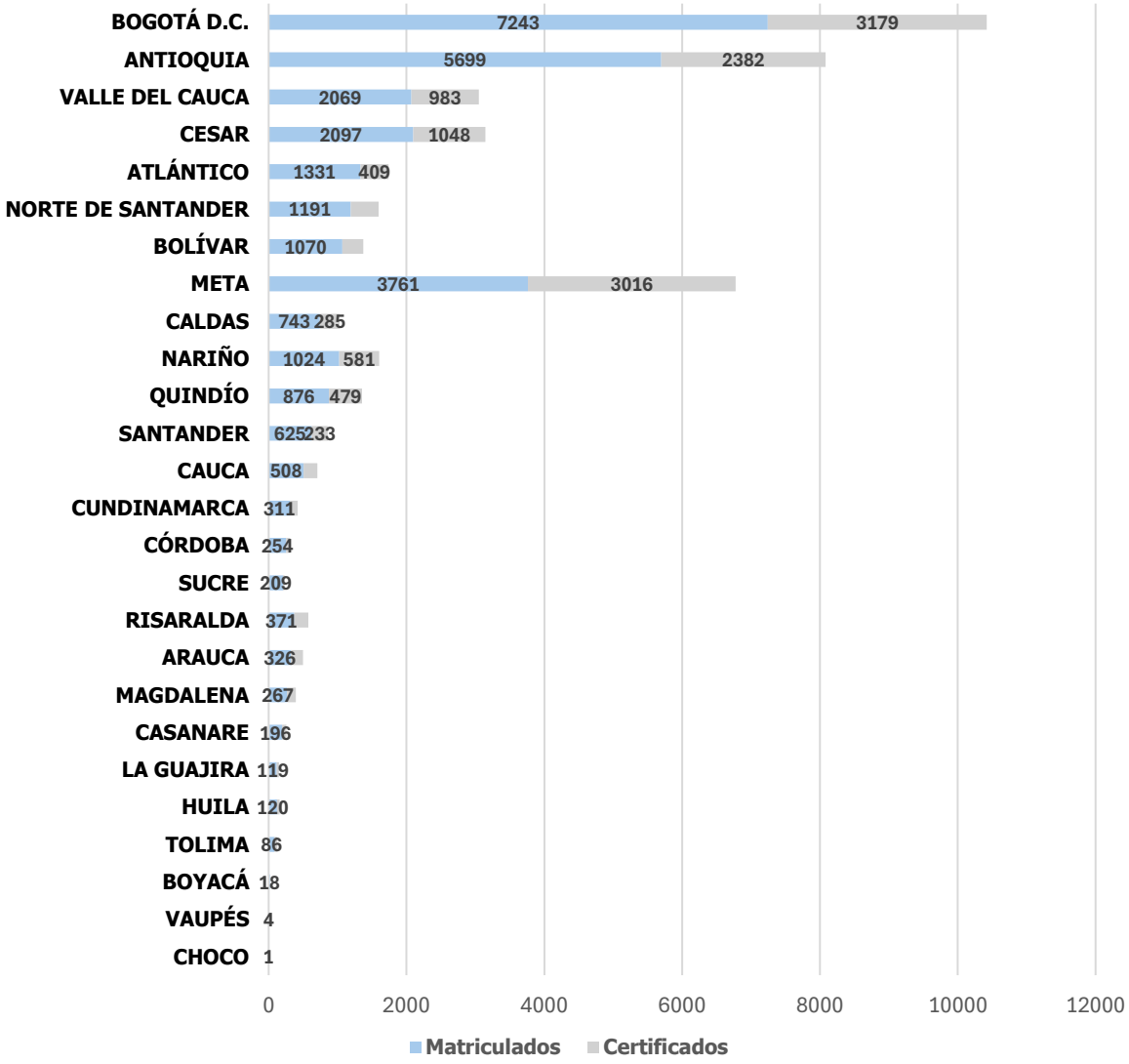
Tabla 38. Instituciones con mayor número de certificados en programas de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano relacionado con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

Nombre de la Institución ETDH	TOTAL
Politécnico Industrial Nueva Colombia	1534
Centro Educativo Nacional-CENAL	1116
Instituto Politécnico Agroindustrial	765
Institución de Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano CENACAP - Acacías	693
Escuela de Estudios Técnico del Cesar ESETEC	644
Centro de Capacitación Salesiana y Promoción Popular "Centro Don Bosco"	590
Institución Universitaria Pascual Bravo	534
Instituto Técnico de Educación COMFENALCO	479
Instituto de Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano "Mies"	472
Instituto Malla S A S	438
Politécnico Cafor	365
Centro Inca Ltda	324
Instituto Fe y Alegría de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano	293
Institución de Servicios Educativos Camacho Ochoa Ised.Co S.A.S	278

Centro Educativo de Sistemas Uparsistem S.A.S	264
Instituto de Educación Técnica para el Desarrollo INCATD	244
COMPUCEC	240
Centro de Educación Técnica En Electrónica CETEL	237
Fundación Tecnológica Rural - COREDI	218
Academia Nikola Tesla	216

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SIET, 2024.

Gráfica 43. Relación de Matriculados y certificados en programas de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SIET, 2024.

En cuanto a la relación de matriculados y certificados en Bogotá y 25 departamentos a nivel nacional, el mayor número se concentra en la Capital y en 6 departamentos: Antioquía, Meta, Cesar, Valle del Cauca, Nariño y Quindío.

2.1.3 Formación Profesional Integral (FPI) del Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA.

En cuanto a los programas de formación profesional integral (FPI) del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) se encontraron 14 programas titulados (operarios, técnicos laborales y tecnologías) y 51 programas complementarios relacionados con el área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad (PEEL), a partir de la información consultada en base de datos a corte 2025 del Catálogo de formación titulada y complementaria del SENA de la Red de Energía Eléctrica.

Figura 17. Número de programas de titulada y complementarios de FPI relacionados con el área PEEL

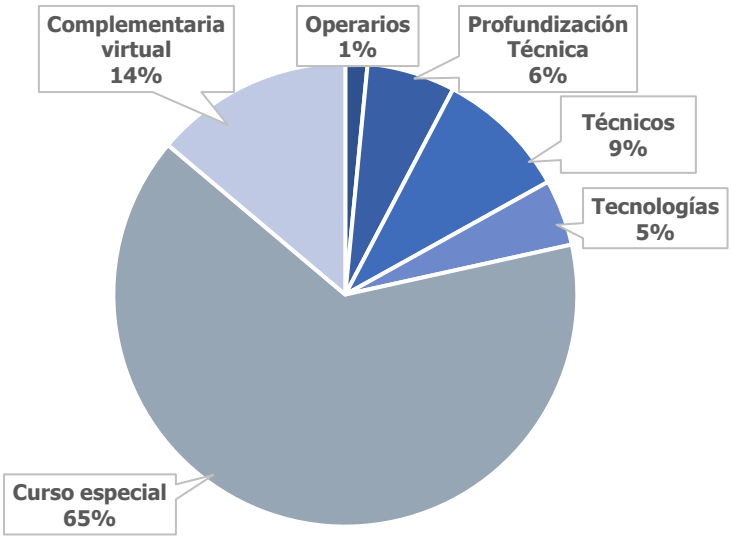


14 programas de titulada y 51 complementarios de FPI relacionados con el Área PEEL

Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, teniendo en cuenta que Los programas de nivel tecnológico se relacionaron en el análisis del ítem 2.2.1 Educación Superior del presente documento, se analizarán en este apartado los programas de los niveles de operarios, técnicos y formación complementaria.

Gráfica 44. Programas por nivel de formación profesional integral – SENA relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad - PEEL.



Fuente: elaboración propia a partir de Catálogo programas formación titulada y complementaria SENA – Red de conocimiento Energía Eléctrica, 2023.

El total de 65 programas de oferta de formación integral del SENA, titulada y complementaria está representado en 9% en nivel técnico laboral, 6% profundización tecnológica, 5% tecnología y 1% operarios; un 65% representado en cursos especiales y un 14% de formación complementaria virtual.

Tabla 39. Número de programas por modalidad y nivel de formación profesional integral - SENA, AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

Modalidad	Presencial	Presencial/ Virtual	Virtual
COMPLEMENTARIA			
Complementaria virtual			9
Curso especial	42		
TITULADA			
Operario	1		
Profundización técnica	4		
Técnico	6		
Tecnólogo	2	1	

Fuente: elaboración propia a partir de información Catálogo programas formación titulada y complementaria SENA, 2023.

A continuación, se relacionan los programas de nivel titulado:

Tabla 40. Programas por nivel de formación profesional integral - SENA, AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

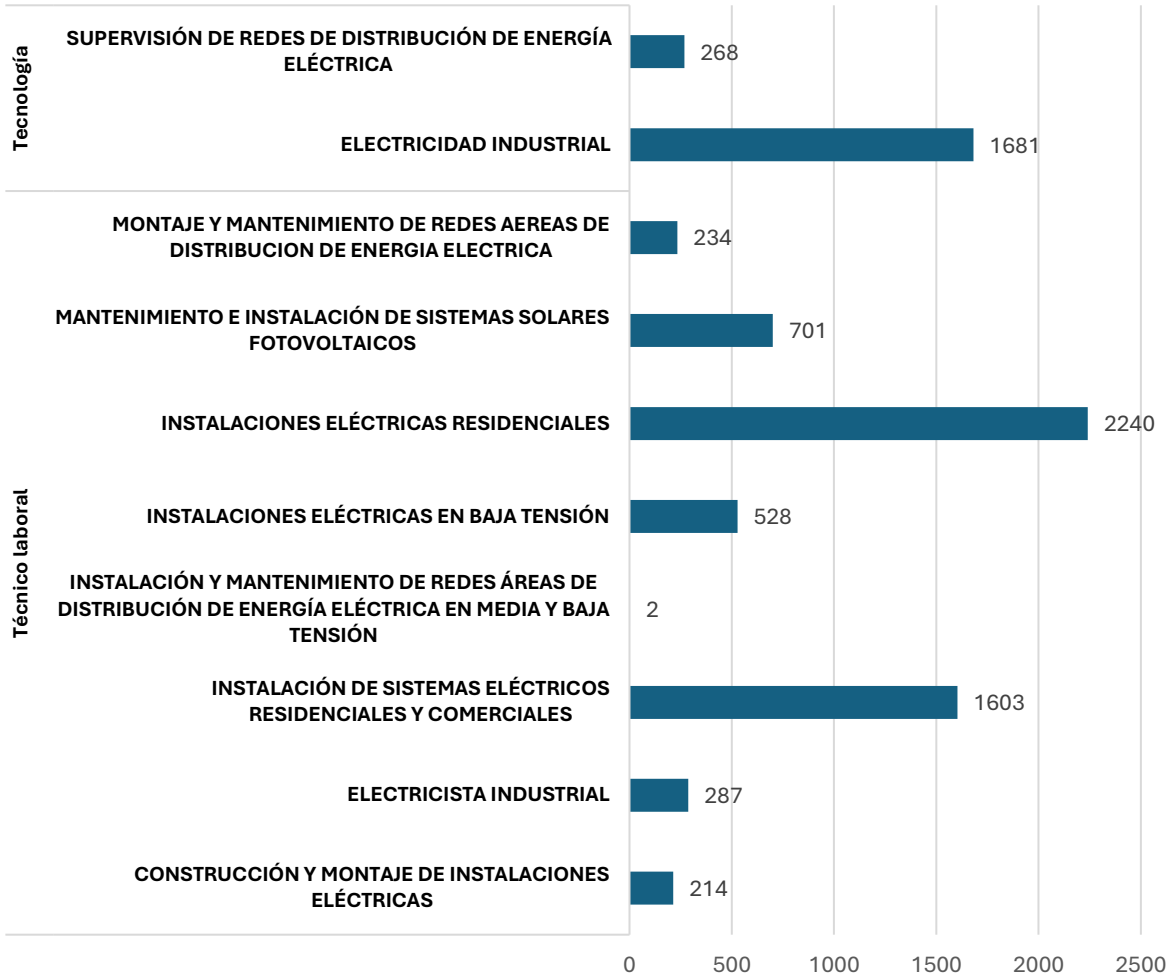
Nivel	Denominación del programa
Operario	Instalaciones eléctricas para viviendas
Técnico	Electricista industrial
	Instalación de sistemas eléctricos residenciales y comerciales
	Instalación y mantenimiento de redes aéreas de distribución de energía eléctrica en media y baja tensión
	Construcción y mantenimiento en líneas de transmisión de energía eléctrica
	Mantenimiento e instalación de sistemas solares fotovoltaicos
	Montaje y mantenimiento de redes aéreas de distribución de energía eléctrica
Tecnologías	Supervisión de redes de distribución de energía eléctrica
	Gestión eficiente de la energía
	Electricidad industrial

Fuente: elaboración propia a partir de información Catálogo programas formación titulada y complementaria SENA, 2023.

En relación con la formación de nivel complementarios (curso de 40 a 240 horas) se encontraron 51 programas en la base de datos, relacionados con sistemas eléctricos, energía eléctrica, energías renovables, eficiencia energética, entre otros.

En cuanto a personas certificadas en los programas de FPI relacionados con el área PEEL, se realizó un análisis del nivel técnico laboral a 2022, ya que los programas de tecnología se incluyeron en la educación superior.

Gráfica 45. Certificados en FPI relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad (PEEL).

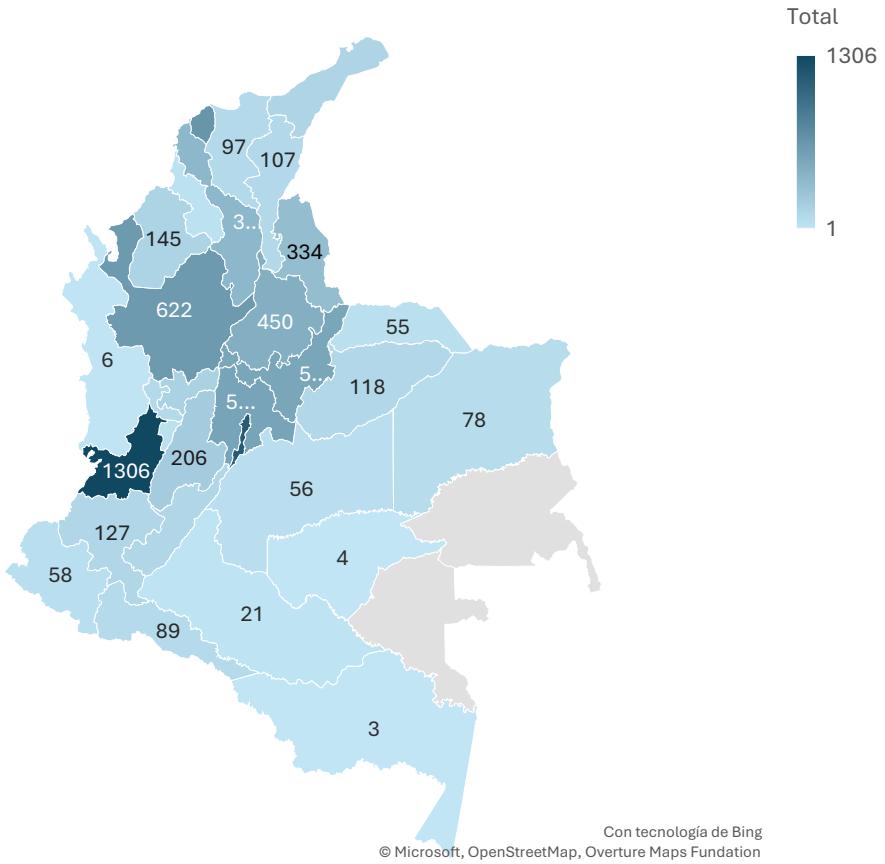


Fuente: elaboración propia a partir de información Certificados SENA, 2022.

La **Gráfica *45*** muestra que, del total de 5.809 personas certificadas en programas técnico laboral de la formación profesional integral del SENA, 2.240 personas, es decir el 39% corresponden al programa de Instalaciones eléctricas residenciales, 1.603 personas equivalente al 28% al programa de instalación de sistemas eléctricos residenciales y comerciales, 701 certificadas correspondientes al 12% del total en el programa de mantenimiento e instalación de sistemas solares fotovoltaicos, 528 con el 9% en el programa instalaciones eléctricas en baja tensión, 287 equivalente al 5% en la formación de electricista industrial, 234 en montaje y mantenimiento de redes aéreas de distribución de energía eléctrica, 214 en construcción y montaje de instalaciones eléctricas, ambos con un mismo porcentaje del 4%, finalizando con 2

personas con el 0.03% en instalación y mantenimiento de redes áreas de distribución de energía eléctrica en media y baja tensión.

Gráfica 46. Certificados en técnicos laborales FPI relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad.



Fuente: elaboración propia a partir de información información Certificados SENA, 2022.

Tabla 41. Certificados en técnicos laborales FPI relacionados con el AC Producción de Energía y Electricidad -PEEL, por departamento.

Dpto.	C/dos	%	Dpto.	C/dos	%	Dpto.	C/dos	%
Amazonas	3	0,04%	**Chocó**	6	0,08%	**Norte de Santander**	334	4,31%
Antioquia	622	8,02%	**Córdoba**	145	1,87%	**Putumayo**	89	1,15%
Arauca	55	0,71%	**Cundinamarca**	538	6,93%	**Quindío**	42	0,54%
Atlántico	661	8,52%	**Distrito Capital**	1150	14,82%	**Risaralda**	97	1,25%
Bolívar	381	4,91%	**Guainía**	18	0,23%	**San Andrés**	1	0,01%
Boyacá	524	6,75%	**La Guajira**	142	1,83%	**Santander**	450	5,80%
Caldas	160	2,06%	**Guaviare**	4	0,05%	**Sucre**	35	0,45%
Caquetá	21	0,27%	**Huila**	127	1,64%	**Tolima**	206	2,66%
Casanare	118	1,52%	**Magdalena**	97	1,25%	**Valle**	1306	16,83%

Cauca	127	1,64%	**Meta**	56	0,72%	**Vichada**	78	1,01%
César	107	1,38%	**Nariño**	58	0,75%			

Fuente: elaboración propia a partir de información información Certificados SENA, 2022.

Respecto a las personas certificadas en los programas de formación integral del SENA, se evidencia que principalmente se encuentran en Valle del Cauca con 16,83%, Distrito Capital con el 14,82%, Atlántico con el 8,52% y Antioquia con el 8,02%.

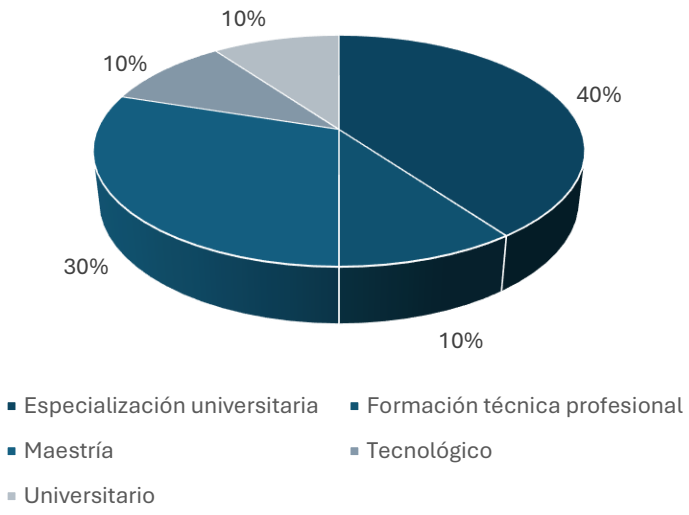
Otros departamentos, con certificados de mayor a menor número: Cundinamarca, Boyacá, Santander, Bolívar, Norte de Santander, Tolima, Caldas, Córdoba, La Guajira, Cauca, Huila, Casanare, Cesar, Magdalena, Risaralda, Putumayo, Vichada. Los departamentos que presentan porcentajes menores a un 1% son: Nariño, Meta, Arauca, Quindío, Sucre, Caquetá, Guainía, Chocó, Guaviare, Amazonas, San Andrés.

2.1.4 Modalidad virtual.

El Ministerio de Educación Nacional reconoce el avance de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y el efecto positivo que esto ha tenido en diferentes aspectos, incluyendo el educativo. Esto ha llevado a que un mayor número de personas puedan acceder a programas de formación en modalidades diferentes a la presencial, que ha sido habitualmente utilizada.

Dicho Ministerio, entiende la educación a distancia tradicional como una solución a los problemas de cobertura y calidad que presentaban quienes deseaban beneficiarse de los avances pedagógicos, científicos y técnicos que habían alcanzado ciertas instituciones pero que eran inaccesibles por la ubicación geográfica o los costos que implicaba un desplazamiento frecuente o definitivo a esas sedes. Por otro lado, la educación virtual hace referencia aquellos programas de formación que tienen como escenario de enseñanza y aprendizaje, el ciberespacio y busca propiciar espacios de formación apoyados en las TIC. Es importante resaltar que la educación virtual es una modalidad de la educación a distancia, de acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional.

Gráfica 47. Oferta educativa modalidad virtual relacionados con el área de Producción de Energía y Electricidad -PEEL.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SNIES, 2023.

De los 196 programas identificados en educación superior relacionados con el AC PEEL, 10 de ellos se ofertan en modalidad virtual, de los cuales el 40% corresponden a especialización universitaria, seguido del 30% en maestría, y 10% para universitario, tecnólogo y formación técnica profesional.

2.1.5 Educación informal – Programas de formación relacionados con el sector ofertados en plataformas.

Se considera educación informal todo conocimiento libre y espontáneamente adquirido, proveniente de personas, entidades, medios masivos de comunicación, medios impresos, tradiciones, costumbres, comportamientos sociales y otros no estructurados.

La educación virtual se ha convertido en una alternativa muy popular para los que desean aprender y consolidar competencias, y para los que no tienen la oportunidad o el tiempo de desplazarse hacia un espacio físico. De igual manera, se ha convertido en un mecanismo efectivo de desarrollo humano dentro de las organizaciones al permitir el entrenamiento de competencias a un bajo costo y con flexibilidad de tiempo.

En relación con los cursos se identificaron 19 relacionados con el área de Producción de Energía y Electricidad, los cuales se relacionan en la tabla **ANEXO Tabla 63**.

2.1.6 Centros de formación más demandados.

La identificación de los centros de formación más demandados del sector se realiza teniendo como base la información que reposa en fuentes del Ministerio de Educación Nacional y el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES). Para dicho análisis se tiene en cuenta la cantidad de egresados de las diferentes instituciones en todos los niveles de formación en los últimos 5 años.

2.1.7 Programas de educación continua en el sector eléctrico.

En relación con oferta de educación continua en la tabla **ANEXO Tabla 64** se detalla la institución educativa u oferente, año, intensidad horaria, programa académico y modalidad de 28 diplomados relacionados con el área de Producción de Energía y Electricidad.

2.2 Análisis cualitativo de la oferta educativa y formativa del área de cualificación Producción de Energía y Electricidad (PEEL)

Este capítulo presenta el análisis de los programas educativos y formativos ofertados en educación superior (ES); educación para el trabajo y desarrollo humano (ETDH); y, formación profesional integral (FPI) impartida por el SENA, a partir de la revisión y registro del perfil del egresado y competencias tanto técnicas como transversales, a partir de la muestra estadística definida para el universo de 597 programas educativos y formativos correspondiente a: 196 de educación superior (ES), 369 de educación para el trabajo y el desarrollo humano (ETDH) y 62 de formación profesional integral (FPI) impartidos por el SENA.

2.2.1 Análisis de programas académicos a partir de competencias.

Los programas académicos en los diferentes niveles de formación definen competencias, entendidas como capacidades para poner en acción conocimientos, destrezas y actitudes en un contexto determinado. Dichas competencias pueden ser

respecto a conocimientos específicos del área de formación (técnicas) o más generales que se fortalecen durante el transcurso del programa de estudios (transversales).

Para la construcción del anexo de la **ANEXO Tabla 65** se tuvo en cuenta variables como: representatividad nacional, abarcar diferentes niveles de programas de la educación superior, programas relacionados con cada campo de acción, procesos y subprocesos, así como aquellos que presentan una oferta innovadora o características poco comunes.

2.2.2 Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano – ETDH.

La Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano (ETDH), antes denominada Educación no formal, está reglamentado en el Decreto 1075 de 2015 en el Capítulo 2, Parte 6, Título 1, en el que establece que la ETDH "*hace parte del servicio público educativo y responde a los fines de la educación consagrados en el artículo 5 de la Ley 115 de 1994. Se ofrece con el objeto de complementar, actualizar, suplir conocimientos y formar, en aspectos académicos o laborales y conduce a la obtención de certificados de aptitud ocupacional*".

Para el análisis cualitativo se buscaron programas en internet con las palabras clave, encontrando 9 programas de los cuales se detalla información general, competencias en las que forma y aspectos relevantes consignados en **ANEXO Tabla 66** de análisis de programas de ETDH del sector a partir de competencias.

2.2.3 Formación Profesional Integral - Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

El anexo presenta: información general, competencias en las que forma y aspectos relevantes de 8 programas de formación profesional integral relacionados con el área de cualificación PEEL, ofertados por el SENA en todo el territorio nacional, así como las competencias en las que forma.

2.3 Análisis de la oferta educativa a partir de fuente primarias.

Esta sección contiene información recopilada a partir de entrevistas estructuradas realizadas a un grupo de decanos, directores, coordinadores académicos y profesores de los programas educativos del área de cualificación de producción de energía y electricidad PEEL, compilando la información primaria por medio de la aplicación Kobotoolbox.

2.3.1 Caracterización general.

Se presenta el análisis de las preguntas cerradas y abiertas concernientes al nivel educativo y formativo y al relacionamiento con el sector productivo y el mercado laboral, con el fin de comprender aspectos clave que impactan en la calidad y pertinencia de la formación ofrecida en el sector PEEL.

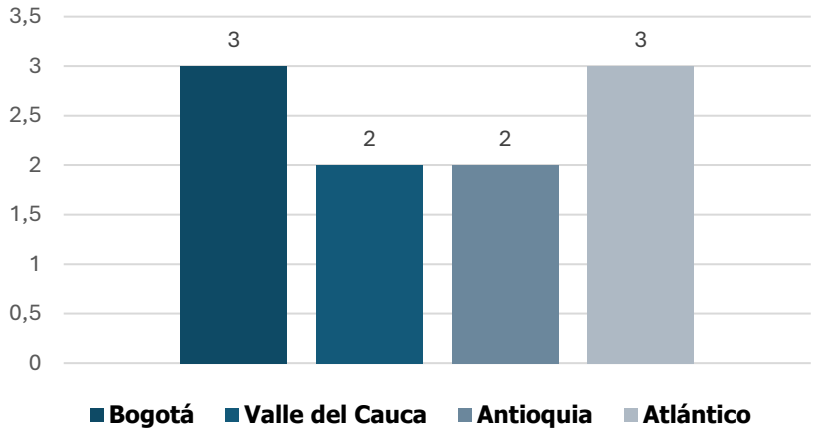
La información fue recopilada con centros de formación e instituciones de educación seleccionados de las bases de datos de los sistemas de información del Ministerio de Educación: SNIES y SIET; y SENA.

2.3.1.1. Descripción de la muestra.

La muestra toma 10 programas activos en niveles técnico laboral (ETDH), tecnológico, universitario, especialización y maestría, en modalidad virtual y presencial, llevados a cabo por instituciones y centros ubicados en La Capital (Bogotá) y 3 departamentos a nivel nacional.

Para el caso del área de producción de energía y electricidad se desarrollaron entrevistas estructuradas en Bogotá, Antioquía, Cali y Medellín, teniendo en cuenta la relevancia de los centros y de los programas educativos y formativos relacionados con el sector (**Gráfica *48***).

Gráfica 48. Ubicación instituciones educativas y centros de formación.



Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semi estructuradas, 2025.

Las diez instituciones y los 10 programas consultados fueron: tres programas técnico laboral (Electricista de sistema de energía eléctrica, Electricidad industrial y Sistemas de generación de energía solar fotovoltaica), un programa tecnológico (Supervisión de redes de distribución de energía eléctrica) tres pregrados (Ingeniería Eléctrica, Ingeniería de energías, Ingeniería en Energías), una especialización (Gestión Eficiente de Energía) y dos maestrías (Gestión Energética y Eficiencia Energética y Energía Renovable) (**Tabla 42**).

Tabla 42. Relación de instituciones y programas educativos y formativos consultados.

No	Institución educativa o formativa	Nivel de Formación	Programa educativo o formativo	Ciudad
1	Centro de Capacitación Don Bosco Tech	Técnico Laboral	Electricista de sistema de energía eléctrica	Cali
2	Corporación Educativa Formar	Técnico laboral	Electricidad industrial	Barranquilla
3	Cede Norte Institución Técnica	Técnico laboral	Sistemas de generación de energía solar fotovoltaica	Bello
4	Servicio Nacional de Aprendizaje SENA	Tecnólogo	Supervisión de redes de distribución de energía eléctrica	Bogotá
5	Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Pregrado	Ingeniería eléctrica	Bogotá
6	Universidad Santiago de Cali	Pregrado	Ingeniería de energías	Cali
7	Universidad de Medellín	Pregrado	Ingeniería en energías	Medellín
8	Universidad del Atlántico	Especialización universitaria	Gestión eficiente de energía	Puerto Colombia
9	Corporación Universidad de la Costa	Maestría	Eficiencia energética y energía renovable	Barranquilla
10	Universidad Sergio Arboleda	Maestría	Gestión energética	Bogotá

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semi estructuradas, 2025.

En relación con el instrumento aplicado, se presenta la información agregada de las respuestas dadas por las instituciones educativas y formativas.

2.3.2 Relacionamiento con el sector productivo y el mercado laboral.

El 70% de las instituciones de educación y centros de formación entrevistados manifiestan que al momento de desarrollar o diseñar la actualización de los programas de educación o de formación, se hace participe al sector productivo. Esta participación se da a través de mesas de trabajo, comités o talleres organizados por la institución educativa, seguido de entrevistas o encuestas realizadas a las empresas, mecanismos que propician una formación más adecuada en relación con las necesidades y conocimientos requeridos por parte del mercado laboral. Adicionalmente, la información recopilada sirve como insumo para los procesos de acreditación institucional.

¿La institución cuenta con networking o alianzas con plataformas de empleo?

El 60 % de las instituciones de educación y centros de formación entrevistados indican que cuentan con un departamento que brinda ese apoyo institucional gratuito para la incorporación laboral, esto con el fin de fortalecer el desarrollo profesional, promover las oportunidades de empleo u ofertas de servicios enfocadas en los intereses y perfiles de los estudiantes y egresados.

Los portales mencionados como intermediación laboral y acercamiento del egresado al sector productivo fueron Computrabajo, Comfandi, bolsas de empleo institucionales, la asociación de egresados de la Escuela Colombiana de Ingeniería (AECI) y plataformas propias de instituciones de educación y centros de formación como SIEMPREG, CUCJOBS.

El SENA por su parte cuenta con la agencia pública de empleo, que es el primer servicio en el país de intermediación gratuita que facilita el contacto organizado entre buscadores de empleo y empresarios que cuentan con vacantes disponibles a nivel nacional y en el exterior, adicionalmente varios de los aprendices del SENA se vinculan al mundo laboral en el desarrollo de la etapa práctica.

¿La institución ofrece algún tipo de acompañamiento en la construcción del perfil ocupacional y hoja de vida de los estudiantes u otro?

Nueve de las diez instituciones de educación y centros de formación entrevistados, si cuentan con áreas o departamentos encargados de complementar el desarrollo del perfil del egresado, tales como bienestar universitario, oficina de prácticas y pasantías en donde se acompaña al estudiante en el proceso de construcción del perfil ocupacional y estructura curricular según destrezas adquiridas en su plan de formación académico, así mismo se menciona que a lo largo de la formación se incluyen competencias para la elaboración del perfil ocupacional, cursos de protocolo empresarial y sesiones de Networking interno, herramientas que resultan útiles para la inserción al mundo laboral y la vida profesional.

Estos servicios institucionales orientados desde el departamento o centro de egresados proveen a los estudiantes de recursos individuales y relacionales para el desarrollo de competencias necesarias para asumir los retos del mercado laboral para su inserción, permanencia y movilidad.

¿La institución ayuda a los egresados a conseguir trabajo?

El 60% de instituciones y centros de educación entrevistados afirman brindar ayuda a sus egresados a conseguir trabajo por medio de los mencionados portales, acompañamiento y otras estrategias como referidos de los profesores del programa, ofertas que llegan a los coordinadores del programa o la oficina de prácticas, contrato de aprendizaje y bolsa de empleo de ASENOF, como organización gremial de instituciones de educación para el trabajo y el desarrollo humano en Colombia.

2.3.3 Identificación de brechas y acciones para el cierre.

Este numeral presenta los principales aspectos que cada uno de los encuestados relacionó en las entrevistas.

Desde la experiencia de la institución educativa o centro de formación ¿Qué limitantes o problemáticas identifica como razón por la que los egresados no llegan a vincularse laboralmente?

Una de las limitantes para la vinculación laboral de los egresados es la persistencia de situaciones relacionadas con el conflicto armado, lo que restringe el acceso seguro a oportunidades laborales, tal es el caso de la sede de Santander de Quilichao. En el caso de Cali, se identifica como problemática la escasa apertura del mercado laboral hacia jóvenes sin experiencia, lo que dificulta su inserción en los campos ocupacionales a pesar de contar con formación técnica. Esto genera que un mayor número de egresados se concentran en la capital y ciudades principales, lo cual propicia en estas ciudades mayor competencia por las vacantes labores.

En el programa de maestría ofertado en Bogotá se menciona la necesidad de mejorar el nivel de inglés y profundizar en competencias blandas, esto último coincide con lo referenciado en Barranquilla agregando que hay una débil articulación con el sector productivo, también en esta ciudad se indica que en programas de similar denominación se presenta un desconocimiento de las actualizaciones en la disciplina de la ingeniería eléctrica. En Cali los salarios ofrecidos en el campo laboral para profesionales son muy bajos; en Medellín, unos pocos egresados que no logran conseguir empleo es por desconocimiento de algunos actores del sector productivo del programa y del perfil del

egresado; por su parte en el municipio de Bello, antes de iniciar la etapa práctica se les solicita a los estudiantes experiencia laboral.

Cuando la demanda por los programas que ofrece la institución es insuficiente, ¿Qué acción toma?

Dentro de las gestiones por aumentar la demanda de los programas las respuestas obtenidas por parte las instituciones educativas y formativas se concentraron en alianzas estratégicas con instituciones educativas, bolsas de empleo, head hunters, estas también se extienden al sector productivo para mejorar las oportunidades laborales, y revisión, actualización del programa ya sea solo o en alianza.

¿La institución realiza alianzas con otras instituciones educativas o de formación?

El 30% de las instituciones y centros de educación manifestaron contar con alguna alianza mutuamente beneficiosa con entidades e instancias como la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), Asociación colombiana de ingenieros, Clúster de Energía Inteligente Valle, El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos y Red Biolack.

2.3.4 Análisis de programas educativos y de formación.

Este numeral presenta aspectos relevantes del programa educativo o formativo tales como competencias en que prepara, antigüedad, duración, nivel de formación, modalidad, número de estudiantes inscritos, matriculados y graduados.

Tabla 43. Programa 1: Técnico laboral electricista de sistema de energía eléctrica.

Conocimientos	Importancia
Normativa de seguridad y salud en el trabajo: criterios de uso de elementos de protección personal y colectiva, requisitos de trabajo en alturas y en espacios confinados	Alto
Normativa ambiental: riesgos biológicos, técnicas de manejos de residuos.	Alto
Sistemas eléctricos de distribución: tipos, características, componentes, infraestructura, procedimientos de revisión, niveles de tensión, materiales, técnicas y procedimientos para aislamiento de circuitos eléctricos, requisitos normativos de seguridad, criterios de señalización de áreas, código de colores, normativa.	Alto
Instalaciones eléctricas: tipos, componentes, criterios de funcionamiento, técnicas y procedimientos para aislamiento de circuitos eléctricos, normativa de instalaciones eléctricas.	Alto
Equipos, instrumentos y herramientas: tipos, componentes, características, técnicas de operación, procedimientos de instalación y conexión, procedimientos y criterios normativos de revisión, manuales de fabricante, conceptos de metrología, técnicas de maniobra, de manipulación, de prueba, normativa.	Alto
Matemática: operaciones aritméticas, conversión de unidades, regla de tres, radicación, sistema internacional de unidades y medidas.	Alto
Competencias transversales	**Importancia**
Revisar si la conexión cumple con los procedimientos técnicos y normativa de seguridad.	Alto
Medir las variables acordes con parámetros de operación y procedimiento técnico.	Alto
Chequear los datos correspondientes con los procedimientos técnicos y de diseño.	Alto
Colocar en marcha los componentes que cumplen con los procedimientos técnicos y normativos.	Alto
Usar herramientas acordes con manual del fabricante y procedimiento técnico.	Alto
Limpiar los componentes que corresponden con los procedimientos técnicos en el manual del fabricante.	Alto
Competencias socioemocionales	**Importancia**
Presenta disponibilidad por el aprendizaje, en cuanto a la puntualidad en la presentación de las actividades prácticas y de clase.	Alto
Es proactivo y dinámico en la realización de procedimientos de manipulación de material profesional y de alimentos.	Alto
Maneja una comunicación asertiva con el grupo de trabajo.	Alto
Presenta actitud de aprender nuevos conocimientos.	Alto
Demuestra interés por enfrentar nuevos desafíos.	Alto
Cumple con las normas de seguridad, higiene industrial en el desarrollo de la formación.	Alto

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semi estructuradas, 2025

El Técnico laboral electricista de sistema de energía eléctrica del centro de capacitación Don Bosco Tech, es un programa con acreditación en alta calidad que tiene una antigüedad de 33 años, 1.800 horas en modalidad presencial y una periodicidad de admisión anual de 35 estudiantes matriculados y 25 graduados.

El egresado de este programa está capacitado para desempeñar funciones conforme a las normas del diseño curricular. Podrá interpretar planos eléctricos, instalar, mantener y reparar cableado, interruptores, transformadores, motores y otros componentes. Además, estará en capacidad de realizar pruebas de continuidad, voltaje, corriente y resistencia, así como de detectar fallas en equipos. Podrá trabajar en sistemas eléctricos, hidráulicos y neumáticos. También será competente en la instalación y mantenimiento de equipos en estaciones de generación. Ejecutará programas de mantenimiento preventivo y llevará registros técnicos.

Tabla 44. Programa 2: Técnico laboral en electricidad industrial.

Conocimientos	Importancia
Montar instalaciones eléctricas internas de acuerdo con normativa y procedimiento técnico.	Alto
Mantener redes de energía de acuerdo con normativa.	Alto
Mantener sistemas eléctricos de distribución desenergizadas de acuerdo con normativa.	Medio
Mantener equipos de generación de acuerdo con procedimientos técnicos.	Alto
Reparar máquinas eléctricas según procedimientos técnicos de baja tensión y normativa técnica.	Alto
Montar sistemas de energía renovable de acuerdo con procedimiento técnico y normativa.	Alto
Competencias transversales	**Importancia**
Ejecutar instalaciones eléctricas internas residenciales, comerciales e industriales.	Alto
Realizar mantenimiento preventivo y correctivo a redes eléctricas y sistemas de distribución.	Alto
Inspeccionar, reparar y mantener equipos de generación eléctrica.	Alto
Reparar motores y máquinas eléctricas en baja tensión.	Medio
Instalar y conectar sistemas fotovoltaicos según principios técnicos y normas vigentes.	Medio
Competencias socioemocionales	**Importancia**
Trabajo en equipo y cooperación.	Alto

Responsabilidad y compromiso.	Alto
Ética y valores.	Alto
Comunicación asertiva.	Alto
Autocontrol y manejo del stress.	Medio

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semi estructuradas, 2025

El Técnico laboral en electricidad industrial de la Corporación Educativa Formar, es un programa con acreditación en alta calidad que tiene un total de 1206 horas presenciales dictadas en la ciudad de Barranquilla, el cual cada año cuenta aproximadamente con 87 estudiantes matriculados, de los cuales 15 de ellos se gradúan.

Tabla 45. Programa 3: Técnico laboral en sistemas de generación de energía solar fotovoltaica.

Conocimientos	Importancia
Analizar circuitos eléctricos de acuerdo con el método requerido.	Alto
Comprender textos en inglés en forma escrita y auditiva.	Alto
Controlar los riesgos de trabajo en alturas de acuerdo a la tarea a realizar, actividad económica y normativa vigente.	Alto
Determinar las especificaciones técnicas de los sistemas de generación de energía solar fotovoltaica de acuerdo con el estudio de viabilidad.	Alto
Dirigir la instalación y puesta en marcha de los sistemas de generación de energía solar fotovoltaica de acuerdo con las especificaciones técnicas y requerimientos.	Alto
Competencias transversales	**Importancia**
Instalar redes internas de acuerdo con el diseño eléctrico.	Alto
Interpretar sistemas polifásicos de acuerdo con aplicaciones industriales.	Alto
Controlar los riesgos de trabajo en alturas de acuerdo a la tarea a realizar, actividad económica y normativa vigente.	Alto
Determinar las especificaciones técnicas de los sistemas de generación de energía solar fotovoltaica de acuerdo con el estudio de viabilidad.	Alto
Dirigir la instalación y puesta en marcha de los sistemas de generación de energía solar fotovoltaica de acuerdo con las especificaciones técnicas y requerimientos.	Alto
Competencias socioemocionales	**Importancia**
Ética y valores.	Alto
Sentido de pertenencia.	Alto
Trabajo en equipo.	Alto
Empatía.	Alto

Adaptación al cambio.	Alto

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semi estructuradas, 2025

El programa **de técnico laboral en sistemas de generación de energía solar fotovoltaica** es un programa nuevo de 1.320 horas, ofertado por la institución de educación para el trabajo y el desarrollo humano Cedenorte, el cual se desarrolla de manera presencial en el municipio de Bello - Antioquia.

El perfil de salida de este programa está centrado en instalar, verificar y mantener los componentes de plantas solares fotovoltaicas cumpliendo con las normas eléctricas vigentes, integrándose al mercado laboral de uso final de la energía ya sea individual o colectivamente y con conciencia ética y medioambiental, proyectándose a niveles de formación superiores.

Tabla 46. Programa 4: Supervisión de redes de distribución de energía eléctrica.

Conocimientos	Importancia
Administrar la ejecución de la construcción e instalación de redes aéreas cumpliendo procedimientos establecidos.	Alto
Aplicación de conocimientos de las ciencias naturales de acuerdo con situaciones del contexto productivo y social.	Alto
Aplicar prácticas de protección ambiental, seguridad y salud en el trabajo de acuerdo con las políticas organizacionales y la normatividad vigente.	Alto
Controlar la ejecución de actividades de mantenimiento de redes de distribución de energía eléctrica.	Alto
Desarrollar procesos de comunicación eficaces y efectivos, teniendo en cuenta situaciones de orden social, personal y productivo.	Alto
Competencias transversales	**Importancia**
Técnicas de interpretación de planos.	Alto
Describir las fases de observación, formulación de hipótesis de trabajo, experimentación e identificación de leyes físicas.	Alto
Monitorear la ejecución de las actividades propias de su contexto, establecidas en los planes y programas de gestión ambiental y de sistemas de seguridad en el trabajo.	Alto
Interpretar señales, signos, símbolos e íconos propios de su actividad laboral.	Alto
Verificar el cumplimiento de la calidad de equipos y herramientas necesarias para la ejecución del proyecto.	Alto
Competencias socioemocionales	**Importancia**

Adaptabilidad social y de convivencia en cualquier entorno.	Alto
Responsabilidad con los compromisos que demandan sus funciones.	Alto
Adaptación a condiciones adversas de trabajo, clima, topografía.	Alto
Agilidad en la toma de decisiones.	Alto
Sensibilidad, compromiso ambiental.	Alto

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semi estructuradas, 2025

El programa de **tecnología en supervisión de redes de distribución de energía eléctrica** se cursa en 27 meses, cuenta con 3.984 horas (83 créditos). Se combinan actividades físicas e intelectuales, variadas y complejas, que exigen el desarrollo del conocimiento autónomo y colaborativo de los aprendices para el desempeño de las actividades tanto académicas como laborales, y demostrar alto grado de responsabilidad en el cumplimiento de las normas y reglamentos vigentes para el ejercicio de la profesión. El supervisor de redes desarrollará las competencias para coordinar y supervisar las actividades de los trabajadores clasificados en las ocupaciones de instaladores y reparadores de redes de distribución de energía eléctrica. Están empleados por un amplio rango de establecimientos del sector productivo o podrán desarrollar sus unidades de negocios para ofrecer servicios de forma independiente.

El egresado está en capacidad de coordinar, vigilar y controlar las actividades de montaje, mantenimiento e intervenciones en sistemas de distribución de la energía eléctrica, en baja y media tensión.

Tabla 47. Programa 5: Universitario Ingeniería Eléctrica.

Conocimientos	Importancia
Sistemas de Potencia	Alto
Energías Renovables	Alto
Mercados de Energía	Medio
Instalaciones Eléctricas	Alto
Sistemas de Control	Medio
Competencias transversales	**Importancia**
Resuelve problemas de ingeniería eléctrica	Alto
Aplicación de conocimientos y herramientas en ingeniería eléctrica	Alto
Interpretación de datos en proyectos de ingeniería eléctrica	Alto

Comunicación asertiva y trabajo en equipo	Alto
Competencias socioemocionales	**Importancia**
Identificación de los factores que influyen en problemas de ingeniería eléctrica	Alto
Responsabilidad ética en ingeniería eléctrica	Alto

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semi estructuradas, 2025

El programa Universitario de **Ingeniería Eléctrica** de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, es un programa con acreditación en alta calidad que cuenta con 142 créditos, esta formación se realiza de forma presencial en la ciudad de Bogotá D.C; en promedio cada año se inscriben 40 estudiantes, de los cuales se matriculan 25 y 15 de ellos obtienen el título.

El egresado de este programa posee habilidades analíticas, que le permiten concebir, diseñar e implementar soluciones integrales a problemas específicos de su campo profesional, que abarcan áreas tales como: energías renovables, sistemas de potencia, instalaciones eléctricas, sistemas de control y mercados de energía, mediante la aplicación de herramientas tecnológicas modernas.

Tabla 48. Programa 6: Universitario Ingeniería en Energías

Conocimientos	**Importancia**
Diseño de soluciones energéticas con enfoque en fuentes no convencionales de energía (FNCE) e inteligencia artificial	Alto
Evaluación y Optimización de Recursos Energéticos y Eficiencia Energética	Alto
Diseño e implementación de proyectos energéticos sostenibles, análisis de Mercados Energéticos y Marco Regulatorio	Alto
Gestión de Proyectos Energéticos (Técnico-Económica y Ambiental): Análisis de políticas energéticas y toma de decisiones en planificación energética	Medio
Gestión e integración de equipos interdisciplinarios para desarrollo de proyectos	Medio
Competencias transversales	**Importancia**
Matemáticas	Alto
Ciencias naturales	Alto
Ciencias básicas de la ingeniería	Alto
Competencias socioemocionales	**Importancia**
Ética	Alto

Pensamiento crítico	Alto
Adaptabilidad	Alto
Conciencia social, incluyente y ecológica	Alto

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semi estructuradas, 2025.

El programa universitario de **Ingeniería en Energías** de la Universidad Santiago de Cali se creó hace 7 años, cuenta con 164 créditos en 10 semestres presenciales dictados en la ciudad de Cali. En este programa se inscriben en promedio cada año 30 estudiantes, se matriculan 22 y se gradúan 10.

El egresado del Programa de Ingeniería en Energías se caracterizará por ser un profesional y ciudadano ejemplar, ético, con pensamiento crítico, flexible, con conciencia social incluyente y ecológica, con visión integral y amplia de los sistemas energéticos y la cadena de valor de la energía, dirigido hacia el desarrollo sostenible de las ciudades, industrias y sociedad, basado en sus sólidos conocimientos en matemáticas, ciencias naturales y ciencias básicas de la ingeniería, aplicados a la comprensión de leyes que rigen el comportamiento de la materia y la energía, demostrando tener competencias para identificar, evaluar e investigar oportunidades en el aprovechamiento y optimización del uso de la energía e interactuar con profesionales de otras disciplinas complementarias y transversales.

Tabla 49. Programa 7: Universitario Ingeniería en Energías.

Conocimientos	Importancia
Energías renovables	Alto
Legislación, regulación y mercados energéticos	Alto
Energía eléctrica y electricidad	Alto
Energía térmica y eficiencia energética	Alto
Energía hidráulica	Medio
Competencias transversales	**Importancia**
Implementar soluciones para satisfacer necesidades energéticas	Alto
Crear sistemas energéticos productivos, no contaminantes y ambientalmente realizables.	Alto
Supervisar y controlar los sistemas de generación, conversión, transporte, distribución, comercialización y uso final de energía	Alto
Crear nuevas oportunidades de negocio en el mercado de la energía y anticipar sus implicaciones macroeconómicas.	Alto

Tener una visión integral de los sistemas energéticos y los negocios asociados a estos mismos.	Medio
Analizar y evaluar oportunidades para el aprovechamiento de fuentes energéticas convencionales, no convencionales o de energías renovables.	Alto
Competencias socioemocionales	**Importancia**
Pensamiento crítico	Alto
Análisis lógico matemático	Alto
Ética profesional	Alto
Responsabilidad con el entorno y el manejo de los recursos	Alto
Trabajo interdisciplinario	Alto

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semi estructuradas, 2025.

El programa de Ingeniería en Energías tiene una duración de 166 créditos presenciales diurnos, el cual en promedio de forma anual recibe la inscripción de 15 estudiantes, de los cuales 7 se matriculan y 1 finaliza obteniendo el título profesional.

El **Ingeniero en Energía** de la Universidad de Medellín implementa soluciones para satisfacer necesidades energéticas enmarcadas en la transición energética y la sostenibilidad a partir de los recursos disponibles, buscando un equilibrio entre la seguridad y la accesibilidad de la energía con la eficacia de los sistemas que la suministren. Diseña proyectos, con criterios éticos, sociales y ambientales, de transformación de energía a partir de fuentes convencionales y no convencionales desde la caracterización del recurso hasta su uso final. Evalúa la pertinencia de proyectos en un marco interdisciplinar, que involucren el uso de recursos renovables y no renovables, desde la investigación, el desarrollo y la innovación. Además, realiza proyecciones, interpretando el comportamiento del mercado energético mediante propuestas basadas en oportunidades de negocio, de acuerdo con el marco regulatorio nacional e internacional.

Tabla 50. Programa 8: Especialización Gestión Eficiente de Energía.

Conocimientos	Importancia
Planteamiento y desarrollo de soluciones tecnológicas o investigativas a problemas de eficiencia y uso de la energía en sistemas térmicos y eléctricos.	Alto

Evaluación técnica, económica y financiera de oportunidades de mejora tecnológica de la eficiencia y el uso de la energía en sistemas térmicos y eléctricos	Alto
Diseño, implementación evaluación y mantenimiento de sistemas de gestión energética según estándares nacionales e Internacionales.	Medio
Diagnóstico y auditoría energética en sistemas térmicos y eléctricos según estándares nacionales e internacionales.	Alto
Aplicación de metodologías y tecnologías de mantenimiento centrado en la eficiencia energética.	Medio
Competencias transversales	**Importancia**
Diseño e implementación de sistemas de gestión energética	Alto
Diagnóstico y auditoría energética en sistemas térmicos y eléctricos	Alto
Aplicación de mantenimiento centrado en la eficiencia energética	Alto
Evaluación y rediseño de procesos energéticos	Alto
Uso de software de simulación y análisis energético	Alto
Competencias socioemocionales	**Importancia**
Autonomía y responsabilidad profesional	Alto
Trabajo en equipo e interdisciplinariedad	Alto
Compromiso con la sostenibilidad ambiental	Alto
Pensamiento crítico y reflexivo	Alto
Ética profesional	Alto

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semi estructuradas, 2025

La especialización **Gestión Eficiente de Energía** de la Universidad del Atlántico se creó hace 24 años, cuenta con 22 créditos en 2 semestres presenciales dictados en el municipio de Puerto Colombia. En este programa se inscriben en promedio cada año 27 estudiantes, se matriculan 22 y se gradúan 19, lo que indica que el porcentaje de deserción es bajo.

El egresado de esta especialización será un profesional integral capaz de diseñar, implementar y evaluar sistemas de gestión energética conforme a la norma ISO 50001. Podrá realizar diagnósticos energéticos, aplicar herramientas de control y mejora, formular programas de mantenimiento y contribuir al desarrollo sostenible desde el sector productivo y de servicios.

Tabla 51. Programa 9: Maestría en Gestión Energética.

Conocimientos	Importancia
Aspectos geopolíticos que condicionan a la industria de la energía a nivel global y comportamiento de los mercados mundiales en el sector.	Alto
Comportamiento de organizaciones del sector energético, sean del sector hidrocarburos, de la industria de la energía eléctrica o de las fuentes de energías renovables.	Alto
Políticas públicas aplicables a organizaciones del sector energético. Regulación y normatividad aplicable a organizaciones de carácter privado que se desempeñan en hidrocarburos, energía eléctrica y energías renovables.	Alto
Variables críticas para la formulación y evaluación de proyectos en la industria energética, incluyendo las variables financieras que les son consustanciales.	Alto
Tendencias y retos relacionados con la transición energética en marcha, de las energías fósiles a energías limpias, en especial las no convencionales.	Alto
Compromisos internacionales relacionados con el cambio climático, Objetivos de Desarrollo Sostenible.	Medio
Recursos tecnológicos vigentes en la industria energética mundial, en especial en el campo de las energías renovables, tanto para medición como para optimización de uso.	Medio
Técnicas cuantitativas y herramientas computacionales para respaldar toma de decisiones de negocios.	Alto
Competencias transversales	**Importancia**
Formula estrategias gerenciales en la dirección de organizaciones públicas o privadas relacionadas con el sector energético, sean del sector hidrocarburos, de la industria de la energía eléctrica o de las fuentes de energías renovables.	Alto
Diseña políticas para el sector energético a nivel privado y formula observaciones y recomendaciones para las políticas públicas.	Medio
Evalúa críticamente el desempeño de organizaciones del sector energético en sus aspectos económicos, sociales y ambientales.	Medio
Analiza aspectos geopolíticos y socioeconómicos que condicionan a la industria de la energía a nivel global.	Alto
Evalúa variables del comportamiento de organizaciones y mercados del sector energético.	Medio
Toma decisiones a partir del razonamiento sobre las problemáticas de la organización conforme a un contexto específico, necesidades y riesgos relacionados.	Alto
Dirige equipos interdisciplinarios e integra capacidades de los miembros en pro de los objetivos estratégicos y del desarrollo del capital humano.	Alto
Investiga tendencias del sector energético y valida su aplicabilidad en cohesión con las regulaciones vigentes y desafíos asociados.	Medio
Competencias socioemocionales	**Importancia**

Valora el desarrollo humano integral, con orientación hacia el bien común y la dimensión trascendente de las personas.	Medio
Aplica su compromiso ético con la sostenibilidad en el desarrollo del sector, acorde con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la responsabilidad prioritaria con el medio ambiente.	Medio
Se comunica asertivamente ante diferentes grupos de interés para lograr propósitos específicos en el contexto organizacional tomando en cuenta las partes interesadas.	Medio
Valora la gestión del talento humano propio y del personal de la organización para determinar su importancia en la ejecución de la estrategia empresarial.	Medio
Valora el relacionamiento con las comunidades étnicas en proyectos relacionados con el sector energético y es consciente de la multiculturalidad e interculturalidad presentes.	Medio
Desarrolla consciencia sobre los propósitos y riesgos del uso de la tecnología en el ser humano, en las comunidades y en el entorno.	Medio

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semi estructuradas, 2025.

El programa de Maestría **Gestión Energética** de la Universidad Sergio Arboleda tiene una antigüedad de 9 años. Se desarrolla de manera presencial en la ciudad de Bogotá y contempla un total de 50 créditos académicos. Cada año, en promedio, 15 estudiantes se inscriben, de los cuales alrededor de 10 se matriculan y aproximadamente 7 logran culminar exitosamente sus estudios.

El Magíster en Gestión Energética egresado, es competente para dirigir estratégicamente organizaciones públicas o privadas relacionadas con el sector energético, sean del sector hidrocarburos, de la industria de la energía eléctrica o de las fuentes de energías renovables. Capaz de diseñar políticas para el sector energético. Con capacidad para analizar críticamente los factores socioeconómicos y geopolíticos que inciden en los mercados globales del sector y para gestionar transformación a través de la aplicación pertinente de aspectos de eficiencia energética en industrias, edificaciones o ciudades. Capaz de formular y ejecutar proyectos asociados a fuentes alternativas de energía, o energías renovables, tales como energía solar, eólica, geotérmica, nuclear, para su expansión y desarrollo. Es capaz de predecir los resultados corporativos como comunidad empresarial mediante la aplicación de herramientas de análisis prospectivo del desempeño organizacional en la gestión, aplicación y desarrollo de proyectos de eficiencia y transformación energética, así como de mitigación de riesgos asociados.

Tabla 52. Programa 10: Maestría en Eficiencia Energética y Energía Renovable.

Conocimientos	Importancia
Eficiencia energética: gestión, auditoria energética, indicadores de eficiencia.	Alto
Energía renovable: tecnologías de energía renovable.	Alto
Sistemas eléctricos de potencia	Alto
Eficiencia energética en consumidores finales (sistemas industriales, sistemas térmicos, gestión de máquinas (motores)).	Alto
Gestión de proyectos de eficiencia energética y energía renovable (manejo de normativas, análisis de viabilidad técnica, económica, ambiental; manejo de herramientas tecnológicas (software)).	Alto
Competencias transversales	**Importancia**
Aprendizaje aplicado	Alto
Evaluación y control de actividades	Alto
Pensamiento crítico	Alto
Resolución de problemas complejos	Alto
Flexibilidad y adaptabilidad	Alto
Criterio y toma de decisiones	Alto
Competencias socioemocionales	**Importancia**
Integridad	Alto
Adaptabilidad	Alto
Compromiso Ético	Alto
Disciplina personal	Alto
Autonomía	Alto
Asertividad	Alto

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semi estructuradas, 2025.

El programa **Maestría en Eficiencia Energética y Energía Renovable** de la Corporación Universidad de la Costa (CUC), es ofertado hace 8 años, consta de 45 créditos, 4 semestres presenciales tomados en la ciudad de Barranquilla, de manera anual se inscriben en promedio 25 estudiantes, de los cuales 13 se matriculan y se gradúan 5 aproximadamente.

El egresado de la Maestría en Eficiencia Energética y Energías Renovables en su contexto ocupacional podrá realizar las siguientes actividades:

Gestionar desde posiciones directivas el desempeño energético de las organizaciones y tomar decisiones de orden estratégico que le permitan gestionar la energía correctamente con el mayor beneficio promoviendo su uso racional.

Evaluar el desempeño energético desde posiciones encargadas de la operación de los procesos y sistemas para la toma de decisiones, incorporando los conceptos asociados a la Eficiencia Energética y las Energías Renovables en los modos de actuación del personal y de explotación de los equipos para asegurar un uso racional de la energía.

Dirigir y ejecutar auditorías energéticas en instituciones completas o parte de ellas que permitan evaluar el desempeño energético y proponer acciones y programas para mejorarlo.

Diseñar y dirigir la implementación de sistemas de gestión de la energía en organizaciones de los sectores productivos, terciario y de la administración pública.

Dirigir y participar en equipos multidisciplinarios para resolver problemas técnicos relaciones con la utilización de los distintos portadores energéticos en sus usos finales más frecuentes.

Identificar las oportunidades para la aplicación de fuentes renovables de energía y desarrollar proyectos para su utilización.

2.3.5 Programas faltantes

¿Qué otros programas educativos o formativos, considera son necesarios para fortalecer la oferta laboral del sector y que no tienen suficiente presencia en el territorio?

En Cali los entrevistados refirieron:

Tabla 53. Programas faltantes Cali.

Nivel de formación	Nombre del programa	¿Qué conocimiento (saber cognitivo) se desarrollarían en este programa?	¿Qué destrezas o habilidades (saber hacer) se desarrollarían en este programa?	¿Qué competencias socioemocionales (saber ser) se desarrollarían en este programa?
Técnico laboral	Automatización industrial	Principios de control automático, sensores y actuadores, programación de PLC, lectura de diagramas eléctricos y lógica secuencial.	Configuración de sistemas automatizados, montaje y mantenimiento de líneas automatizadas, diagnóstico y solución de fallas en procesos automatizados.	Pensamiento lógico, disciplina, responsabilidad, trabajo en equipo y capacidad de adaptación a la innovación tecnológica.
Técnico laboral	Energías renovables	Fundamentos de energía solar y eólica, eficiencia energética, normatividad ambiental, conversión energética y sistemas fotovoltaicos.	Instalación y mantenimiento de paneles solares y aerogeneradores, evaluación del potencial energético, lectura de manuales técnicos.	Conciencia ambiental, ética profesional, compromiso con la sostenibilidad, orientación al servicio y proactividad.
Técnico laboral	Redes eléctricas inteligentes (smart grids)	Conceptos de redes inteligentes, gestión de la demanda energética, telecomunicaciones aplicadas a la energía y ciberseguridad básica.	Implementación de tecnologías smart grid, monitoreo remoto de redes, análisis de datos energéticos en tiempo real.	Innovación, pensamiento crítico, ética en el uso de datos, colaboración interdisciplinaria y liderazgo.
Técnico laboral	Domótica	Principios de sistemas inteligentes para viviendas, redes de comunicación, sensores, control remoto de dispositivos y seguridad electrónica.	Instalación y programación de sistemas domóticos, integración de dispositivos, resolución de problemas técnicos en redes domésticas.	Creatividad, atención al detalle, orientación al cliente, empatía y habilidades comunicativas.
Técnico laboral	Mantenimiento de vehículos eléctricos	Fundamentos de electromovilidad, funcionamiento de motores eléctricos, sistemas de carga y diagnóstico electrónico automotriz.	Reparación, mantenimiento y diagnóstico de sistemas eléctricos automotrices, manejo de software especializado y protocolos de seguridad.	Responsabilidad, compromiso con la calidad, mentalidad de servicio, trabajo colaborativo y conciencia de seguridad.
Técnico Profesional	Mantenimiento de Sistemas de Energía Solar y Biogás	Fundamentos de energía solar fotovoltaica, térmica y biodigestión anaerobia. Electricidad básica, normativas RETIE/RETILAP, mecánica de fluidos aplicada a biogás.	Instalación de paneles solares, mantenimiento de inversores y baterías, montaje y operación de biodigestores, detección y reparación de fallas.	Responsabilidad ambiental, disciplina en el seguimiento de protocolos técnicos, trabajo colaborativo en campo, actitud de servicio y respeto por comunidades rurales.
Especialización	Hidrógeno Verde y Almacenamiento Energético	Producción de hidrógeno por electrólisis, sistemas de almacenamiento (baterías, supercondensadores), gestión de la demanda energética, normativas internacionales.	Diseño y dimensionamiento de sistemas de hidrógeno, modelación de sistemas de almacenamiento, evaluación técnico-económica de soluciones energéticas emergentes.	Liderazgo técnico en innovación, pensamiento estratégico, apertura a la experimentación, ética en el desarrollo de tecnologías de alto impacto ambiental y social.
Técnica y Tecnología	Formación en Redes Inteligentes (Smart Grids) y	Fundamentos de redes inteligentes, protocolos de comunicación (Zigbee, KNX, LoRa), sensores, controladores lógicos	Instalación de sensores y actuadores, programación de sistemas domóticos, mantenimiento de redes eléctricas inteligentes,	Capacidad de adaptación tecnológica, autonomía operativa, responsabilidad en entornos conectados y

	Domótica Energética	programables (PLC), IoT energético.	integración de sistemas con eficiencia energética.	digitales, mentalidad de mejora continua.
Diplomado	Gestión de la Transición Energética Territorial	Políticas públicas en transición energética, gobernanza territorial, ODS y energías limpias, mecanismos de financiamiento e incentivos, planeación energética participativa.	Diseño de proyectos de transición energética local, articulación con actores institucionales, elaboración de hojas de ruta energéticas municipales, gestión de alianzas multisectoriales.	Liderazgo social, sensibilidad territorial, empatía con comunidades, comunicación asertiva, compromiso ético con la sostenibilidad.
Cursos y talleres	Digitalización y Aplicaciones de la Inteligencia Artificial (IA) en el Sector Energético	Fundamentos de la ciencia de datos, Big Data e Internet de las Cosas (IoT) en el contexto energético. Principios de Machine Learning (ML) y sus aplicaciones (regresión, clasificación, series de tiempo) en el sector.	Recopilar, limpiar y preprocesar grandes conjuntos de datos energéticos. Aplicar algoritmos de Machine Learning para pronosticar demanda, generación o fallas. Implementar soluciones de monitoreo y control remoto utilizando IoT.	Curiosidad intelectual, Pensamiento analítico, Resolución creativa de problemas, Colaboración multidisciplinaria, Adaptabilidad al cambio, ética de datos

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semi estructuradas, 2025.

En Barranquilla los entrevistados refirieron:

Tabla 54. Programa faltante Barranquilla.

Nivel de formación	Nombre del programa	¿Qué conocimiento (saber cognitivo) se desarrollarían en este programa?	¿Qué destrezas o habilidades (saber hacer) se desarrollarían en este programa?	¿Qué competencias socioemocionales (saber ser) se desarrollarían en este programa?
Técnico laboral	En instalación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos	Instalaciones eléctricas internas residencial y comercial Diseño de redes de energía sostenibles Montaje sistemas de energía renovables Mantenimiento de equipos de energías renovables Trabajo seguro en alturas	*Instalar circuitos eléctricos con dispositivos de protección y conexión a tierra conforme a norma técnica. *Elaborar esquemas eléctricos y dimensionar componentes fotovoltaicos según requerimientos energéticos y criterios de sostenibilidad. *Ensamblar y fijar módulos solares, inversores y estructuras según planos técnicos y condiciones del sitio. *Realizar pruebas de funcionamiento y limpieza preventiva de sistemas solares para garantizar su eficiencia. *Aplicar procedimientos de seguridad y uso adecuado de equipos de protección personal durante labores en altura.	Responsabilidad Trabajo en equipo Conciencia ambiental Autocontrol y seguridad personal Pensamiento critico

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semi estructuradas, 2025.

2.3.6 TENDENCIAS TECNOLÓGICAS Y PEDAGÓGICAS EN LA EDUCACIÓN.

Los pilares de la educación y la formación apuntan a la pertinencia, la cobertura y la calidad, en este sentido, las Instituciones tienen que desarrollar políticas y programas tendientes a incrementar el acceso a la educación e implementar la cultura de calidad de tal forma que se brinde una formación con pertinencia académica y pertenencia social.

La educación y la formación hoy se enfrentan a retos sociales, culturales y étnicos; y en especial tecnológicos, y ese reto se acentúa por la misma rapidez con que se surten los cambios de la tecnología lo cual obliga a la educación en todos sus niveles a adaptarse a éstos casi de forma sincrónica.

Este nuevo contexto educativo y formativo donde existe ya un dominio de la tecnología digital obliga a la docencia a trascender de la transferencia de conocimientos para convertirse en un influenciador de pensamiento y aprendizaje dinámico, sin perder el norte de lo pedagógico y didáctico, todo esto conlleva a que las instituciones educativas y los docentes comiencen a ir más allá del simple acto enseñanza-aprendizaje (Bernate, 2021).

Por otro lado, la UNESCO viene planteando la necesidad de aumentar la calidad educativa buscando la excelencia, en particular promoviendo los estudios de posgrado, así mismo, sugiere que debe apostarse a una mayor la equidad reflejada en mejores mecanismos de apoyo financiero a los estudiantes, el fortalecimiento de la investigación y su papel en la promoción de la innovación, todo esto combinado con una apuesta por la cualificación de profesionales en campos de la ciencia y la tecnología y la formación de investigadores (UNESCO, 2023).

De igual manera, esta organización propone una educación y formación inclusiva, centrada en el estudiante, receptiva y conectada, pues se reconoce que a partir de estos preceptos se puede lograr: el empoderamiento individual, el desarrollo de la comunidad, el progreso de la sociedad y la cohesión global (UNESCO - IESALC, 2021).

En este sentido, para el caso de la educación superior, se espera que se organice de diferentes formas el conocimiento y se conecte en múltiples formas con la sociedad, las comunidades y el planeta, para ello, se plantearon cuatro caminos futuros hacia donde debe dirigir la mirada la educación: calidad de vida, cambio social, cuidado del medio ambiente y desarrollo de la tecnología, asuntos que derivarían en un bienestar humano, paz, justicia social, investigación e innovación, sostenibilidad y avances en la investigación tecnológica (UNESCO - IESALC, 2021).

En la figura que se expone a continuación, se puede observar el despliegue de los cuatro caminos propuestos:

Figura 18. Caminos a 2050.



Fuente: tomado de la UNESCO https://www.iesalc.unesco.org/2021/11/25/personas-de-todo-el-mundo-visualizaron-como-sera-la-educacion-superior-en-2050-y-mas-alla/

Tendencias pedagógicas y su relación con las tecnologías.

Algunas tendencias pedagógicas apuntan a que las instituciones asuman el reto de propiciar escenarios en donde predomine la pertinencia, el intercambio de conocimientos, la actualización y las mejoras permanentes de los currículos, el fomento y fortalecimiento de la investigación que impacten en la solución de necesidades, demandas y expectativas de la modernidad. Así mismo, surge la necesidad de vincular las tendencias pedagógicas con las tendencias en tecnología en los escenarios educativos, en aras de lograr brindarle al estudiante ambientes de aprendizaje adecuados a sus expectativas para que logren conocer la realidad de los contextos empresariales y del mundo global, con el fin de optimizar lo aprendido y aplicarlo en el campo laboral (Cárdenas, 2022).

Es por lo anterior, que uno de los desafíos para las instituciones está en la incorporación e implementación de ambientes digitales con el apoyo de las TIC en los procesos de enseñanza que por un lado den respuesta a las tendencias pedagógicas

que el mundo globalizado y el mercado laboral exigen y por el otro, promuevan la innovación pedagógica (Cárdenas, 2022), asunto que permitiría que los egresados de las instituciones estén cada vez mejor preparados para afrontar un mundo global y en constante transición.

Este escenario, obliga a que el proceso de inclusión de TIC en las actividades curriculares debe acompañarse de la creatividad para diseñar las actividades por realizar, con el fin de lograr la atención, motivación y participación del estudiante en el desarrollo de la clase, teniendo en cuenta que es el docente el gestor de los nuevos ambientes de aprendizaje, el encargado de crearlos e innovarlos, incorporando los medios tecnológicos (Hernández Villa & Camarena Gómez, 2022).

Surgen entonces algunas estrategias pedagógicas en las cuales la incorporación de la tecnología promueve de manera más efectiva el aprendizaje tales como la gamificación, flip classroom, el aprendizaje basado en retos y las aulas colaborativas, sin embargo, no se puede dejar de lado que tanto el aprendizaje basado en problemas como el aprendizaje basado en proyectos aún cobran vigencia.

Gamificación.

Una de las tendencias que se están promoviendo en las aulas es el modelo de gamificación, éste utiliza el juego como herramienta para el desarrollo conceptual de los estudiantes en el aula y cualquier nivel educativo. La Gamificación como estrategia pedagógica busca desarrollar en los estudiantes el sentido de pertenencia, potenciar el altruismo, aprender a mejorar el desempeño y desarrollar la autonomía a través del juego como elemento primario en pro de conseguir los saberes que deben potenciar éstos (Bernate, 2021).

La Gamificación o A.B.J (Aprendizaje basado en el juego) potencia muchos elementos en la población estudiantil y como tendencia educativa en el siglo XXI enmarca una opción para los educadores modernos, puesto que sirve como estrategia pedagógica para responder a los retos sociales y culturales de la sociedad (Bernate, 2021)

Aula invertida o flip classroom.

Este modelo acompañado de la tecnología que nace de reconocer la heterogeneidad presente en las aulas y las diferencias individuales de los estudiantes en su forma de aprender. Es un modelo integral, dinámico y eficaz el cual enmarca un aprendizaje integral dentro y fuera del aula (Torrecilla, 2018).

Esta tendencia contiene cuatro pilares (Bernate, 2021):

La generación de un ambiente flexible

Fomento a una cultura de aprendizaje – no se aprende por una nota

Contenido dirigido – manejo de temáticas de interés del estudiante.

Facilitador profesional – busca siempre la evolución del aprendizaje.

Aprendizaje basado en retos.

El Aprendizaje Basado en Retos (ABR) se considera como tendencia en el contexto actual, guarda como propósito estimular a los estudiantes para cumplir desafíos involucrando una situación problemática real y relevante, vinculando el entorno o contexto como reto en búsqueda de una solución. Permite fomentar el trabajo colaborativo y multidisciplinario principalmente. (Bernate, 2021).

Aulas colaborativas.

Es reconocido que el aprendizaje colaborativo busca generar espacios de intercambio y trabajo en comunidad orientados a la reflexión y a la crítica y a través de los cuales los grupos estructurados establezcan acuerdos para lograr la construcción teórica y práctica del conocimiento y con el tiempo materializarlo en los contextos laborales. Para el desarrollo de esta estrategia las tecnologías exigen una mirada innovadora que se dirija hacia una interacción social y se manifieste la eficacia comunicativa, la coordinación y la cooperación (Gamboa A, 2021).

Las tendencias educativas y el contexto laboral.

Actualmente se está presentando con mayor exigencia la necesidad de establecer una relación más cercana entre el contexto educativo y el entorno laboral y social, pues se reconoce que aspectos tales como la automatización y el avance tecnológico repercutirán de manera profunda en la forma en que los estudiantes de hoy se proyectan a futuro en el terreno profesional (Pearson, 2021).

Ante este panorama, las instituciones educativas deben iniciar un proceso de integración de sus planes de estudio con las necesidades del sector productivo, de tal forma, que los estudiantes puedan transitar fácilmente hacia la realidad laboral actual y futura. En este sentido, las instituciones deben contar con un sistema dinámico, enfocado a ofrecer a sus estudiantes entornos académicos actualizados, flexibles, donde la tecnología y la innovación sean las principales herramientas para cubrir las necesidades profesionales (Pearson, 2021).

Visto desde otro enfoque, es importante que las instituciones fijen estrategias de relacionamiento con el sector productivo con el propósito de proyectar a los estudiantes a empleos del futuro con las competencias necesarias, como: Pensamiento crítico, resolución eficiente de problemas, adaptación orgánica al cambio, comunicación, colaboración y socialización efectiva, así como autoaprendizaje continuo en todos los ámbitos principalmente el tecnológico (Pearson, 2021).

Integrar estas habilidades y competencias en los planes de estudio es un gran reto para la educación superior, para enfrentar los riesgos que la automatización generaría en muchos empleos.

Gestión educativa - Currículos flexibles y transdisciplinares.

Uno de los desafíos de la educación es tener la capacidad de transformarse institucional, así como, pedagógicamente a fin de satisfacer de manera oportuna y eficiente, las demandas de una sociedad globalizada que exige una formación permanente (Waldman, 2005), esta premisa de flexibilidad sigue vigente.

El lineamiento de flexibilidad curricular tiene un gran sentido más ahora que nunca, en razón a la necesidad de tener la capacidad para afrontar las transformaciones

sociales y tecnológicas. En la actualidad se requiere que las instituciones educativas se actualicen de manera permanente para que respondan a las necesidades de la sociedad y de esta manera, evitar las brechas entre la educación y el entorno laboral y sociocultural.

Un ejemplo de la necesidad de la flexibilidad tanto académica como pedagógica y curricular lo mostró la pandemia ante el reto de trasladar la enseñanza a la virtualidad, asunto que obligó a repensar los currículos en las Instituciones. La flexibilidad en este nuevo contexto obliga a revisar la forma de enseñar, a analizar los medios tecnológicos que se utilizarán y las competencias de la docencia para usarlos de manera efectiva.

De igual manera, en este escenario de transformación tanto institucional como pedagógico se hace necesario la incorporación del enfoque transdisciplinario en el proceso de enseñanza y aprendizaje, pues es necesaria la interacción de diferentes disciplinas para investigar en torno a la solución de contextos complejos que se originan conforme a las dinámicas económicas, sociales, culturales y políticas del mundo globalizado.

Las habilidades blandas dentro de los currículos.

El desarrollo de habilidades blandas ha tomado nuevamente un gran auge pues es de los atributos más buscados en los espacios de trabajo en los últimos años. De acuerdo con un estudio realizado por Pearson, compañía líder de investigación en tendencias educativas y laborales, las cinco habilidades más cotizadas en un futuro cercano son: la colaboración, atención al cliente, desarrollo personal, enfoque a logros e inteligencia cultural y social (García, 2023).

Tendencias tecnológicas que impactan la educación y la formación.

Se ha reconocido la importancia de las tecnologías como herramienta para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje, algunas de estas tecnologías están incursionando de manera muy fuerte, entre éstas se encuentran la inteligencia artificial, el metaverso y la realidad virtual.

Inteligencia artificial (IA).

La inteligencia artificial promete una mejora en la educación en todos los niveles de formación, pues proporciona al estudiante una personalización de su aprendizaje a la medida de sus requerimientos, logrando integrar las diversas formas de interacción humana y las tecnologías. Esto conlleva a que las instituciones deban planificar, diseñar, desarrollar e implementar competencias digitales a fin de formar a futuros profesionales capaces de entender y desarrollar el entorno tecnológico en función de sus necesidades, así como, implementar la universalización de un lenguaje digital sustentado en programas desarrollados bajo formatos de inteligencia artificial (Ocaña, 2019). Dentro de la IA se encuentra una herramienta que ha logrado impactar fuertemente el proceso de enseñanza – aprendizaje ChatGPT.

ChatGPT es una herramienta conversacional y a diferencia de otro tipo de IA, no sólo predice, sino que es capaz de generar contenido nuevo y original a partir de patrones en datos existentes. Lo que inquieta es que hasta hace poco se decía que el trabajo especializado, rutinario, repetitivo, predictivo, que requería de la acumulación de información y datos y seguir instrucciones era fácilmente automatizable. Eran funciones que hacían mejor los robots que nosotros. De igual forma se mencionaba que para blindar a las personas en el mercado laboral había que formarla para todas aquellas tareas y ocupaciones en las que el humano era superior a la máquina como: generar conexiones entre conceptos que no habían sido relacionados antes; habilidades que permiten enfrentarse a situaciones que no se podían predecir; que permiten usar y entender las emociones para resolver problemas; o para crear y generar nuevas ideas. La IA generativa rompió esa barrera. La otra amenaza es que los cambios ya no son lineales, son exponenciales. Con cada avance tecnológico se acelera la depreciación y obsolescencia de las habilidades en el mercado. OpenAI realizó un estudio del potencial de automatización en 1016 ocupaciones en Estados Unidos. El estudio consideraba una ocupación automatizable cuando la tecnología lograba entregar la misma calidad, reduciendo al menos a la mitad el tiempo de realización. El resultado: la IA podría hacer el 10% de las tareas del 80% de la gente (Mateo M, 2023).

Metaverso y realidad virtual.

La utilización de las plataformas virtuales enfocadas a realidad virtual y metaversos son en esencia herramientas que dinamizan los procesos de enseñanza y aprendizaje, contribuyen a organizar y a actualizar los contenidos, y permiten que el estudiante y educando interactúen dentro del ambiente virtual (Anacona D, 2019).

Para reflexionar sobre el impacto de esta tecnología en el ámbito educativo y de la formación, así como los retos que comporta, en Educaweb se lanzó un nuevo monográfico centrado en el metaverso en la educación y la formación. Los articulistas participantes ven en esta nueva tecnología una oportunidad para mejorar la enseñanza-aprendizaje. Para su uso se requerirá de infraestructura, facilidad de acceso, contenidos inmersivos, formación del profesorado y una normativa clara, entre otros aspectos, para que pueda realmente aplicarse con seguridad y de manera generalizada.

La importancia de las STEAM.

La metodología STEAM plantea un modelo educativo que promueve la integración y el desarrollo de los espacios académicos científico-técnico y artístico en un marco interdisciplinar. Desde este modelo se trabajan problemas complejos desde las diferentes disciplinas que lo componen con el fin de dar soluciones creativas e innovadoras con el aprovechamiento de las tecnologías posibles. El propósito de este modelo es mejorar las habilidades y capacidades para la resolución de problemas y motivar el interés por la ciencia (Santillán J, 2020).

La formación STEAM va mucho más allá de que los estudiantes se formen en Ciencias, Matemáticas o Tecnología. Las habilidades que se trabajan cuando se abordan estos espacios académicos de forma transversal, como la resolución de problemas o el trabajo en equipo, ayudan a preparar a los estudiantes para su futuro laboral; un escenario cambiante en el que cada día surgen nuevos perfiles de especialistas (Educación 3.0, s.f.).

Modalidades cortas de educación y formación postsecundaria.

Las modalidades cortas de educación vienen representando una oportunidad para la población que por diferentes razones no puede acceder a la formación postsecundaria, se centran en el desarrollo de competencias con un componente importante de aprendizaje práctico orientado hacia la preparación de los estudiantes para trabajar en áreas específicas, se caracteriza por ser menos costosa, más flexible y especializada. (Fernández R, 2023). La flexibilidad le permite generar una oferta al ritmo de las necesidades de la demanda laboral y su duración oscila entre 6 meses y máximo 3 años.

Esta modalidad de formación se ubica entre las categorías de educación CINE 4 de educación postsecundaria no terciaria (seis meses a dos a tres años) y CINE 5 de educación terciaria de ciclo corto (dos a tres años) (UNESCO, 2011).

Credenciales alternativas.

Las credenciales alternativas surgen cuando los empleadores tienen dificultades para seleccionar trabajadores con las competencias que requiere el empleo y es que muchos puestos exigen niveles de calificación superiores a los que se requerían en el pasado y que la formación postsecundaria no está proporcionando (JungKyu, 2022). Estas credenciales se conceden al completar uno o más cursos o un programa de formación. De acuerdo con JungKyu (2022) se pueden dividir en tres categorías como lo muestra la siguiente tabla:

Certificados de finalización de cursos (como certificados basados en cursos masivos abiertos en línea, "MOOC" o microcredenciales).

Certificados de finalización de formación (como por ejemplo bootcamp de codificación, programas de aprendizaje).

Certificaciones de habilidades.

Ya de manera particular, la formación en bootcamps traducida como programas intensivos de formación en un corto periodo de tiempo, se ha convertido en una

alternativa para personas que, no podrían recibir una educación universitaria tradicional y que buscan ingresar al mercado laboral rápidamente (Kelly, 2022).

CONCLUSIONES DE LA OFERTA EDUCATIVA DEL SECTOR PEEL.

Respecto a los programas de educación y de formación relacionados con el área de PEEL, en educación superior se ofertan 196 programas agrupados en posgrados y pregrados, en relación con los 369 programas de Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano y los 65 programas de formación profesional integral (FPI) del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

Existe oferta educativa en modalidad presencial y virtual, sin embargo, se destaca en mayor proporción la presencial, asimismo, se identificó oferta a nivel nacional, sin embargo, en departamentos como Guainía, Guaviare, Putumayo, Vichada y Amazonas no se reportan programas activos de educación superior y ETDH.

Aunque se cuenta con oferta en todos los niveles de educación superior lo que facilita generar trayectorias educativas que brinden oportunidades de fortalecer y actualizar conocimientos, así como generar movilidad laboral; se requiere motivar a las instituciones de educación superior a buscar para los programas, la acreditación de alta calidad por parte del Ministerio de Educación, esto dado que, de la oferta total de 196 programas, solo 36 han obtenido este reconocimiento de excelencia académica.

En cuanto a la relación de las áreas de conocimiento de la CINE F de los programas de educación superior relacionados con el área, se encontró una asociación principalmente en el área de ingeniería, industria y construcción y ciencias naturales, sin embargo, se encuentran otras asociaciones con áreas de economía, administración, contaduría y afines.

La ubicación geográfica de los programas de educación superior y ETDH que tienen relación directa con el área de cualificación, se concentran en la Capital del país y el departamento de Antioquia. Respecto a las personas certificadas en los programas de formación profesional integral del SENA se encuentran en Valle del Cauca, Bogotá, Atlántico y Antioquia.

En cuanto a la Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano (ETDH), se encuentra un amplio número de programas activos a nivel nacional en la base de datos del SIET, sin embargo, solamente el 35% de programas registran personas certificadas. En la oferta se destaca: oficios, operación de equipos y transporte como área de desempeño; seguido de ventas y servicios y luego procesamiento, fabricación y ensamblaje.

De los 19 cursos virtuales identificados, 11 se dictan de manera virtual, 7 de forma presencial y 1 en modalidad híbrida, los cuales van desde las 120 a las 16 horas. De los 28 diplomados, 26 se ofertan de manera virtual, 1 presencial y 1 híbrido los cuales en su mayoría son de 120 horas.

3 ANÁLISIS DE BRECHAS DE CAPITAL HUMANO: ¿Cuál es el desajuste entre la demanda y la oferta?

Como se ha establecido a lo largo del desarrollo del presente estudio encaminado a la construcción del catálogo de cualificaciones del área de Producción de Energía y Electricidad (PEEL), el sector eléctrico de Colombia está experimentando una transformación impulsada por la determinación mundial y nacional hacia los sistemas de energía sostenible. Esta transición no es solo tecnológica, sino también humana, por lo que se requiere una redefinición de los conocimientos, destrezas y actitudes que se demandan a lo largo de toda la cadena de valor del sector. El siguiente análisis de brechas de capital humano consolida las percepciones del estudio que se ha llevado a cabo en esta etapa B de la ruta metodológica propuesta desde el Marco Nacional de Cualificaciones, con el objetivo de apoyar el desarrollo de un catálogo de cualificaciones sólido y preparado para responder a las necesidades actuales y futuras del sector eléctrico colombiano. Para esta sección también se analizó la información presentada en el estudio de identificación y medición de brechas de talento humano para la transición energética en Colombia, desarrollado por el Ministerio del Trabajo, en conjunto con la Organización Internacional del Trabajo (OIT), y publicado en el año 2023.

Para facilitar el análisis de los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las metodologías de demanda, oferta laboral y educativa, esta sección presenta además la identificación de brechas críticas de 1) cantidad, 2) calidad y 3) pertinencia de capital humano (ver **Figura *19***), a partir de indicadores cuantitativos y cualitativos. Asimismo, explora las implicaciones de la evolución del sector en la fuerza laboral y propone recomendaciones estratégicas para garantizar la pertinencia del catálogo de cualificaciones para el área de Producción de Energía y Electricidad (PEEL).

Figura 19. Clasificación de las brechas de capital humano.



Fuente: elaboración PNUD, 2021.

Brechas de capital humano y desajuste de la fuerza laboral.

Un hallazgo central del análisis es el creciente desajuste entre las competencias disponibles en el mercado laboral actual y las requeridas por el sector eléctrico en transformación. Los roles tradicionales centrados en la generación, transmisión y distribución se están complementando, y en algunos casos reemplazando, con nuevas funciones relacionadas con las energías renovables, los sistemas descentralizados y la digitalización.

Esta transformación está generando demanda de nuevos perfiles profesionales y técnicos. Áreas como la energía solar fotovoltaica y eólica, el uso del hidrógeno y baterías como sistemas de almacenamiento de energía, las redes inteligentes y la eficiencia energética están ganando protagonismo. Sin embargo, algunos programas de capacitación y estándares ocupacionales no han seguido el ritmo, dejando brechas reveladoras entre lo que las instituciones educativas brindan y lo que el sector necesita.

Además, distintos programas de formación existentes siguen centrándose en tecnologías y procesos heredados del sistema eléctrico tradicional, con una

incorporación limitada de innovaciones como la automatización, el análisis de datos o la inteligencia artificial. Como resultado, las empresas informan de dificultades para encontrar trabajadores con las habilidades adecuadas para operar, mantener e innovar a lo largo de la cadena de valor del sistema eléctrico moderno.

Áreas emergentes y demanda de cualificaciones.

La transición energética está generando nuevas áreas de crecimiento. Las tecnologías de energía renovable (en particular la solar fotovoltaica, la eólica y a partir de la biomasa), las soluciones de movilidad eléctrica y la emergente economía del hidrógeno están remodelando el panorama laboral. Además de la experiencia técnica, el sector valora cada vez más las competencias en gestión ambiental, y en planificación y ejecución de proyectos energéticos socialmente responsables.

La transformación digital también está jugando un papel clave. Existe una necesidad urgente de capacitar a los profesionales en tecnologías de redes inteligentes, monitoreo digital y sistemas inteligentes de gestión de energía. A medida que la tecnología se vuelve fundamental para las operaciones, la alfabetización digital y la capacidad de trabajar con software complejo y plataformas automatizadas se están volviendo indispensables.

Al mismo tiempo, las habilidades blandas están ganando importancia. Los empleadores del sector energético buscan personas que no solo sean técnicamente competentes, sino también capaces de pensamiento crítico, trabajo en equipo, comunicación y adaptabilidad. Estas competencias transversales son especialmente importantes en un contexto de cambio e innovación continuos.

Disparidades territoriales y brechas de inclusión.

Un obstáculo importante para una transición energética justa en Colombia es la distribución desigual de las oportunidades de formación en las distintas regiones. Las áreas con el mayor potencial para el despliegue de energía renovable, como La Guajira, a menudo carecen de la capacidad institucional local para proporcionar capacitación o certificación relevante. Este desequilibrio regional amenaza con

profundizar las desigualdades y limitar la participación local en nuevos proyectos energéticos.

Además, persisten brechas de género e inclusión. Las mujeres, las comunidades indígenas y las poblaciones rurales siguen estando infrarrepresentadas en el mercado laboral del sector energético. Abordar estas brechas no es solo una cuestión de equidad, sino también de maximizar el potencial de talento del país en apoyo de la transición energética.

Hacia un catálogo de cualificaciones pertinente.

El desarrollo de un catálogo de cualificaciones eficaz para el área de Producción de Energía y Electricidad requiere un enfoque integral y con visión de futuro. En primer lugar, es fundamental definir perfiles ocupacionales que reflejen la evolución de las necesidades del sector. Estos perfiles deben incorporar tanto competencias técnicas como habilidades blandas, haciendo hincapié en áreas emergentes como las energías renovables, la infraestructura digital y la sostenibilidad.

Los planes de estudio deben actualizarse en colaboración con la industria, asegurando la alineación entre los programas de capacitación y las demandas del mundo real. Esto incluye la introducción de contenidos sobre almacenamiento de energía, tecnologías inteligentes y gestión del impacto ambiental, así como la promoción de competencias en financiación de proyectos, marcos legales y participación comunitaria.

La flexibilidad será clave y el sistema de cualificaciones debe adoptar estructuras modulares que permitan un aprendizaje progresivo, permitiendo a los trabajadores desarrollar y actualizar sus competencias a lo largo del tiempo. Esto es particularmente importante para facilitar la movilidad profesional de los trabajadores en la transición de los sectores de combustibles fósiles a las funciones de energía limpia.

Otro pilar del catálogo debería ser el desarrollo de sistemas sólidos de certificación y reconocimiento que validen las competencias en todas las regiones y subsectores. Estos mecanismos mejorarán la movilidad de los trabajadores, fortalecerán la confianza de los empleadores y contribuirán a la profesionalización del sector.

La experiencia práctica también debe estar integrada en el proceso de aprendizaje. Los modelos de aprendizaje basado en el trabajo, incluidos los programas de aprendizaje y las pasantías, deben ampliarse para cerrar la brecha entre la educación y el empleo. Por último, el catálogo debe estar respaldado por un sistema dinámico de monitoreo y revisión que garantice que su contenido siga siendo pertinente y responda a los avances tecnológicos y a la evolución de las políticas.

En este contexto, la transición energética presenta a Colombia una oportunidad única para redefinir su sector eléctrico y generar un crecimiento inclusivo y sostenible. Sin embargo, esta transformación no tendrá éxito sin una fuerza laboral que esté adecuadamente preparada para liderar y sostener los procesos que esta transformación implica. Al abordar las brechas actuales de capital humano, adaptar los sistemas de formación, capacitación y certificación, y promover la inclusión regional y social, es posible construir un catálogo de cualificaciones que se convierta en una pieza clave del futuro energético de Colombia.

Se pretende que, a partir del desarrollo de este estudio, la construcción y aplicación del catálogo de cualificaciones para el área de Producción de Energía y Electricidad (PEEL) permita no sólo mejorar la empleabilidad de las personas en el sector eléctrico colombiano, sino también asegurar que los beneficios de la transición energética sean ampliamente compartidos, apoyando los objetivos medioambientales, la resiliencia económica y la equidad social asociados.

A continuación, se presentan las brechas de capital humano identificadas a partir de indicadores cuantitativos y cualitativos.

3.1. A partir de indicadores cuantitativos

El análisis de las brechas cuantitativas de capital humano parte de la revisión de indicadores derivados de fuentes secundarias de información adquiridas a partir de bases de datos externas y registros administrativos. Estas fuentes secundarias ofrecen una visión integral del sector al recopilar datos de actores clave como empresas, instituciones educativas y trabajadores, entre otros. Algunas de las fuentes más relevantes en esta metodología son la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH)

del DANE, el Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SNIES), y el Sistema de Información del Servicio Público de Empleo (SISE), entre otras.

Estas fuentes secundarias, gestionadas comúnmente por entidades con enfoque estadístico, ofrecen una representación estadística robusta, brindando una perspectiva amplia del sector de estudio. No obstante, es esencial reconocer que también están sujetas a desafíos relacionados con la exactitud del reporte.

Aunque las fuentes secundarias proporcionan una comprensión general del sector, su utilidad puede limitarse al examinar detalladamente tipos específicos de empresas o grupos poblacionales. Es por esto, por lo que la metodología de identificación de brechas de capital humano recurre a indicadores cuantitativos y cualitativos provenientes de fuentes primarias para obtener una visión más específica y detallada.

Tabla 55. Clasificación de brechas cuantitativas.

Tipología de brecha	Indicadores cuantitativos
Brechas de cantidad	Indicador de duración promedio de la oferta de empleo registrada
	Indicador de desbalance entre oferta y demanda laboral
	Indicador de desbalance entre oferta laboral potencial y ofertas laborales actual
	Baja capacidad de atracción (o retención) por ingresos salariales
Brechas de calidad[5]	Brechas de desempeño de resultados pruebas Saber • Competencias transversales • Competencias especificas
	Brechas de dispersión de resultados pruebas Saber (competencias especificas)
	Brechas de excelencia de resultados pruebas Saber (competencias especificas)
Brechas de pertinencia	Sobre cualificación/sub-cualificación de los ocupados del sector
	Tasa de retorno por nivel educativo

Fuente: Elaboración equipo transversal PNUD

[5] Se toma como referencia los términos de brechas de dispersión y brechas de excelencia del documento análisis de brechas de capital humano- catálogo de cualificaciones extracción de petróleo y gas de Convenio ACIPET-CPIP_MNC

3.1.1 Brechas de cantidad

¿Cuántos días dura en promedio una oferta de empleo registrada?

Indicador de duración promedio de la oferta de empleo registrada

Este indicador mide la diferencia promedio en días entre la apertura o publicación de una oferta de empleo y su cierre. Es calculado a nivel nacional, tanto de forma general como para las ofertas de empleo identificadas dentro del área de cualificación en el Servicio Público de Empleo (SPE).

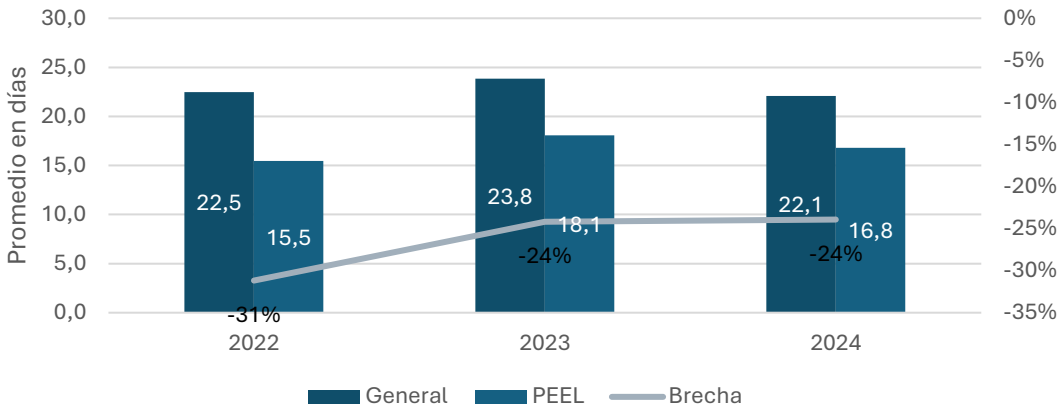
Más que una simple medida de tiempo, la duración de una vacante funciona como un indicador proxy de la eficiencia de la contratación.

La brecha, por lo tanto, compara la duración promedio de las vacantes del área de cualificación frente a la media nacional. Esto permite evaluar si el sector llena sus vacantes de manera más o menos ágil que el promedio, reflejando su eficiencia relativa de colocación. El análisis también se desagrega por grandes grupos ocupacionales para un examen más detallado.

Análisis general

El análisis de los datos disponibles de las vacantes publicadas en el SPE, con base en el indicador, muestra una eficiencia consistentemente mayor para el área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad en comparación con el promedio nacional. A lo largo del periodo 2022-2024, se observa que esta área de cualificación probablemente ha logrado ocupar sus vacantes en un menor número de días.

Gráfica 49. Duración promedio de la oferta de empleo registrada para el área de cualificación y promedio general.



Fuente: Elaboración propia, a partir de base de vacantes del SPE (2022-2024).

En 2022, cubrir una vacante en el país tomó en promedio 22,5 días. En contraste, en el área de cualificación el tiempo fue menor, con 15,5 días, lo que significó que las colocaciones se realizaron un 31% más rápido.

En los años siguientes, 2023 y 2024, la diferencia disminuyó y se mantuvo constante. Mientras el promedio nacional osciló entre 22,1 y 23,8 días, el área PEEL reportó entre 16,8 y 18,1 días de vacantes abiertas, manteniendo una brecha cercana al 24%.

En conjunto, los últimos tres años confirman una tendencia clara: el área de PEEL logra cubrir sus vacantes más rápido que el promedio nacional. La magnitud de la ventaja ha variado según el año, pero la constante ha sido su mayor agilidad para contratar.

Análisis por grandes grupos ocupacionales

Al desglosar el indicador por los grandes grupos ocupacionales, se confirma que la mayor agilidad del área de cualificación PEEL es un fenómeno generalizado y no se limita a ocupaciones específicas. Como se observa en la **Tabla *56***, en todos los grupos y para cada año del periodo analizado, el tiempo promedio para cubrir una vacante en el área PEEL fue consistentemente menor que el promedio nacional.

Tabla 56. Duración promedio de la oferta de empleo registrada por grandes grupos ocupacionales.

Grandes Grupos Ocupacionales	2022		2023		2024	
	General	PEEL	General	PEEL	General	PEEL
Directores y gerentes	25,3	21,9	26,7	22,5	24,5	20,2
Profesionales, científicos e intelectuales	25,2	21,7	25,8	20,7	24,0	18,6
Técnicos y profesionales del nivel medio	23,3	16,8	24,8	16,9	23,6	16,8
Personal de apoyo administrativo	22,9	17,8	23,8	18,5	22,4	16,9
Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados	21,5	19,8	23,9	22,2	22,3	17,7
Agricultores y trabajadores calificados agropecuarios, forestales y pesqueros	20,8	12,5	22,8	20,8	21,8	20,4
Oficiales, operarios, artesanos y oficios relacionados	17,0	9,9	20,8	17,4	19,3	16,4
Operadores de instalaciones y máquinas y ensambladores	17,8	17,2	17,2	16,4	14,9	13,7
Ocupaciones elementales	16,2	10,3	17,2	10,3	16,4	12,4

Fuente: Elaboración propia, a partir de base de vacantes del SPE (2022-2024).

La diferencia es especialmente notable en ciertos grupos. Por ejemplo, para los Oficiales, operarios, artesanos y oficios relacionados, las vacantes en PEEL se cubrieron significativamente más rápido, tardando entre 9.9 y 17.4 días, mientras que a nivel nacional el promedio fue de 17.0 a 20.8 días. De manera similar, en las ocupaciones elementales, el área llenó sus vacantes en un rango de 10 a 12 días, muy por debajo de los 16 a 17 días del promedio nacional.

También se observan diferencias importantes para los Técnicos y profesionales del nivel medio, donde la ventaja del área PEEL fue de aproximadamente 6 a 8 días cada año. Para los profesionales, científicos e intelectuales, la brecha a favor de PEEL se ha ampliado con el tiempo, pasando de una diferencia de 3.5 días en 2022 a 5.4 días en 2024 (18.6 días en PEEL frente a 24.0 a nivel nacional). En conjunto, los resultados demuestran que la eficiencia del área PEEL para contratar personal atraviesa todos los niveles de la estructura ocupacional.

¿Cuánta es la diferencia entre la cantidad de vacantes (demanda laboral) y la cantidad de personas en búsqueda de empleo (oferta laboral)?

Indicador de desbalance entre oferta y demanda laboral

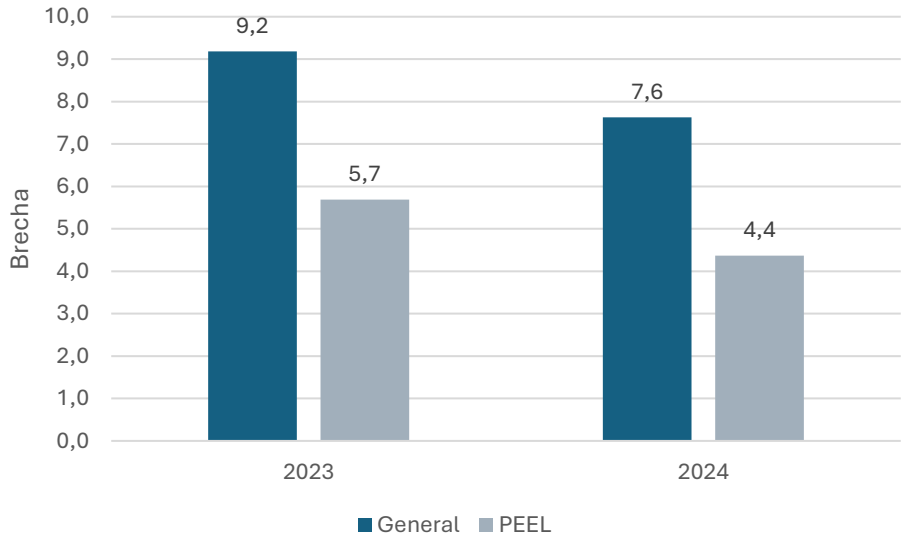
Este indicador muestra la relación entre las vacantes disponibles y las personas que buscan empleo. Se calcula dividiendo el número de vacantes registradas en el SPE entre el número de desocupados reportados por la GEIH.

Su lectura es sencilla: cuando el valor está cerca de 0, significa que hay muchos más buscadores que vacantes, es decir, un mercado con alta competencia. Si se acerca a 1, indica un mejor equilibrio entre oferta y demanda. Un valor superior a 1 refleja un escenario en el que hay más vacantes que personas buscando empleo, lo que apunta a un posible déficit de mano de obra.

Análisis general

El análisis del indicador de desbalance laboral (V/U) revela que tanto el mercado nacional como el área de cualificación PEEL enfrentan una escasez de mano de obra, aunque con magnitudes diferentes. En 2023 y 2024, el indicador nacional alcanzó valores de 9.2 y 7.6 respectivamente, lo que significa que había entre siete y nueve vacantes por cada persona desempleada, señalando un fuerte déficit de talento en el país.

Gráfica 50. Indicador de desbalance entre oferta y demanda laboral.



Fuente: Elaboración propia, a partir de base de vacantes del SPE y GEIH (2022-2023)

En la misma línea, pero de forma menos pronunciada, en el área PEEL los valores fueron de 5.7 en 2023 y 4.4 en 2024. Esto puede interpretarse como que, por cada persona desocupada con interés en el sector, hay entre 4 y 5 puestos de trabajo disponibles, lo que también indica un déficit de talento, aunque menos tensionado que el promedio nacional.

Análisis por grandes grupos ocupacionales

Al revisar el indicador por grandes grupos ocupacionales, se observan dinámicas diversas dentro del área de cualificación PEEL, en contraste con la tendencia nacional, que refleja un déficit de talento más marcado y homogéneo. Es importante recordar, sin embargo, que los datos del SPE representan solo una fracción del mercado laboral del área y deben leerse como una aproximación.

Tabla 57. Desbalance entre oferta y demanda laboral por grandes grupos ocupacionales.

Grandes grupos ocupacionales	2023		2024	
	General	PEEL	General	PEEL
Directores y gerentes	30,1	6,4	22,0	2,0
Profesionales, científicos e intelectuales	10,6	6,3	7,2	10,4
Técnicos y profesionales del nivel medio	29,0	9,9	24,9	6,1
Personal de apoyo administrativo	20,6	4,3	17,5	3,4
Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados	3,9	3,6	3,4	3,5
Agricultores y trabajadores calificados agropecuarios, forestales y pesqueros	8,9	7,1	8,1	3,5
Oficiales, operarios, artesanos y oficios relacionados	9,2	6,1	8,0	3,6
Operadores de instalaciones y máquinas y ensambladores	4,3	1,3	3,6	0,9
Ocupaciones elementales	2,7	3,4	2,5	5,0

Fuente: Elaboración propia, a partir de base de vacantes del SPE y GEIH (2022-2023)

Un comportamiento llamativo se observa en el grupo de Profesionales, científicos e intelectuales, donde el déficit de talento en PEEL se ha intensificado notablemente. En 2023, el indicador era de 6.3, pero para 2024 aumentó a 10.4, superando el ya elevado promedio nacional de 7.2. Esto sugiere una creciente y aguda escasez de profesionales en el sector. Por otro lado, en el grupo de Directores y gerentes, aunque existe un déficit de talento, es mucho menor en PEEL (6.4 en 2023 y 2.0 en 2024) en comparación con el promedio nacional (30.1 y 22.0).

En el otro extremo, el grupo de Operadores de instalaciones y máquinas y ensambladores muestra una tendencia hacia el equilibrio. Su indicador pasó de 1.3 en 2023 a 0.9 en 2024, lo que sugiere que podría haber un ligero superávit de buscadores de empleo frente a las vacantes disponibles en estas ocupaciones dentro del sector. Finalmente, las Ocupaciones elementales en PEEL muestran un déficit de talento (3.4 en 2023 y 5.0 en 2024) que contrasta con el promedio nacional, donde el mercado para estas ocupaciones está más cercano al equilibrio (2.7 y 2.5).

¿Hay suficientes vacantes de trabajo para acoger a los recién graduados?

Indicador de desbalance entre oferta laboral potencial y demanda actual

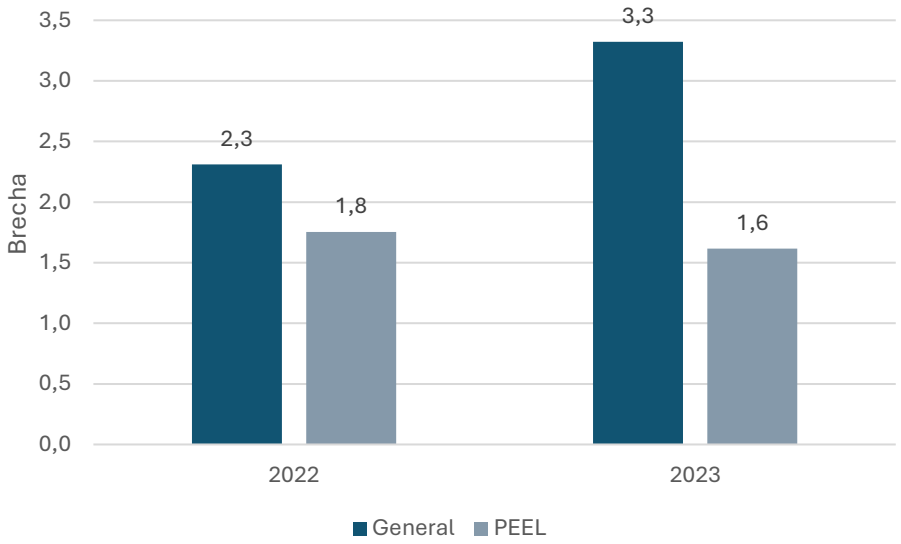
Este indicador busca aproximar la relación entre la cantidad de personas recién graduadas y las oportunidades laborales disponibles para ellas. En otras palabras, mide si el volumen de egresados[6] de programas de educación superior encuentra suficiente espacio en el mercado de trabajo a través de vacantes de nivel de entrada.[7]

El indicador se calcula como la razón entre la demanda y la oferta (Vacantes de nivel de entrada / Graduados de pregrado). La interpretación de su resultado es la siguiente: un valor cercano a cero indica un exceso de graduados en comparación con las vacantes disponibles para ellos; un valor cercano a uno sugiere un equilibrio entre la cantidad de la oferta potencial y las oportunidades laborales; y un valor mayor a uno apunta a que existen más puestos de trabajo de nivel de entrada que graduados para cubrirlos.

[6] Nota Metodológica sobre la Oferta: La oferta potencial corresponde al número total de graduados de pregrado, específicamente de los niveles de formación técnica profesional, tecnológica y universitaria, excluyendo posgrados. Los datos provienen del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES).

[7] Nota Metodológica sobre la Demanda: La demanda se cuantifica a partir del total de puestos de trabajo publicados en el SPE que se consideran de "nivel de entrada". Para ello, se filtran las vacantes que exigen 6 meses o menos de experiencia y requieren, como mínimo, un nivel de formación técnica profesional, tecnológica o universitaria.

Gráfica 51. Indicador de desbalance entre oferta laboral potencial y demanda actual.



Fuente: Elaboración propia, a partir de GEIH y SNIES (2022-2023)

El análisis de este indicador muestra dos realidades similares para el mercado laboral nacional y para el área de cualificación PEEL. A nivel general, se observa un déficit creciente de recién graduados para cubrir las vacantes de nivel de entrada; en contraste, el área PEEL, aunque también presenta una mayor demanda de estos perfiles, se mantiene relativamente estable y en menor magnitud que la observada a nivel nacional.

En 2022, el indicador nacional se ubicó en 2,3; es decir, existían más de dos vacantes de nivel de entrada por cada recién graduado de pregrado, lo que evidenciaba una fuerte demanda de talento joven. Para 2023, esta brecha se amplió y el déficit de talento se intensificó: el indicador subió a 3,3, señal de que la demanda por nuevos graduados aumentó aún más.

En el mismo periodo, PEEL mantuvo un indicador estable entre 1,6 y 1,8, confirmando el exceso de demanda de perfiles de entrada frente a la oferta de egresados recientes.

En síntesis, los datos sugieren que, tanto en el panorama nacional como en el sectorial, la oferta potencial no logra responder al ritmo de la demanda laboral, generando un entorno favorable para quienes inician su trayectoria profesional.

¿Los salarios ofrecidos son lo suficientemente buenos como para atraer las personas al sector?

Baja capacidad de atracción (o retención) por ingresos salariales[8]

Este indicador mide la competitividad salarial de un área de cualificación, al identificar si ofrece un "premio" o un "castigo" salarial frente al mercado laboral general. Este aspecto resulta clave para entender su capacidad de atraer y retener talento.

El análisis se realiza a partir de la mediana del ingreso por hora[9], ya que esta medida refleja de manera más representativa al trabajador "típico", evitando la distorsión que generan los salarios extremadamente altos sobre el promedio. Para garantizar comparaciones consistentes, el cálculo se limita a la población asalariada (empleados de empresa particular y de gobierno), utilizando los microdatos de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH).

La brecha corresponde a la diferencia porcentual entre la mediana salarial por hora del área y la mediana nacional. Un valor negativo refleja un "castigo salarial", es decir, salarios menos competitivos que reducen la capacidad de atracción de trabajadores. Por el contrario, un valor positivo representa un "premio salarial", asociado a mejores ingresos que favorecen la atracción y retención de talento.

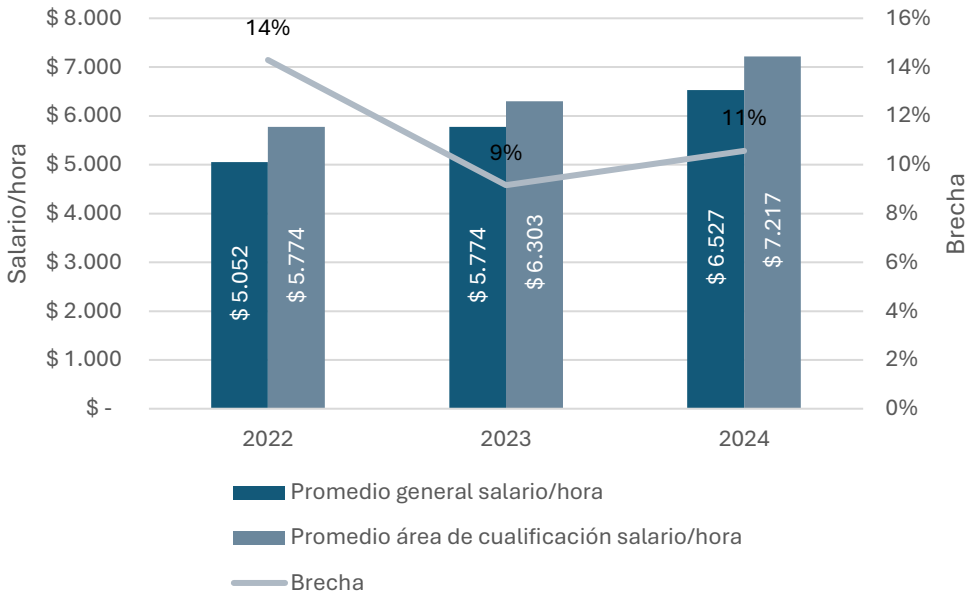
Análisis general

El análisis de la mediana del ingreso por hora muestra que el área de cualificación ha presentado una ventaja salarial persistente: entre 2022 y 2024, los trabajadores típicos de esta área de cualificación siempre recibieron ingresos mayores al promedio nacional.

[8] Información de salarios de la GEIH, precios corrientes.

[9] *Nota metodológica*: El ingreso por hora se calcula a partir del ingreso laboral principal mensual, dividido entre las horas efectivamente trabajadas a la semana multiplicadas por 4,33 (promedio de semanas por mes). Antes del cálculo se depuraron valores atípicos y se aplicaron factores de expansión.

Gráfica 52. Brecha de ingresos salariales por hora.



Fuente: Elaboración propia, a partir de GEIH (2022-2024).

En 2022, la diferencia alcanzó un 14%, con una mediana de $5.052 por hora en el promedio nacional frente a $5.774 en el área de cualificación. Aunque en 2023 la brecha se redujo al 9%, el diferencial se mantuvo a favor de los trabajadores del área, quienes recibieron en promedio $6.303 por hora frente a $5.774 a nivel nacional.

Para 2024, la brecha volvió a ampliarse hasta el 11%, reflejando que los trabajadores del área de cualificación alcanzaron una mediana de $7.217 por hora, frente a $6.527 del promedio general.

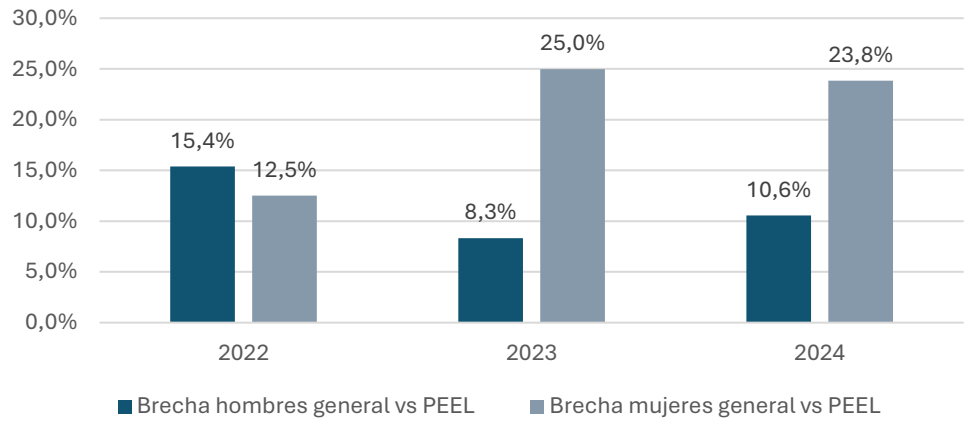
En conjunto, la tendencia evidencia que, aunque la magnitud de la brecha salarial ha variado en los tres años analizados, la ventaja relativa del área de cualificación frente al promedio nacional ha sido consistente, consolidándola como un segmento con mejores condiciones de ingreso.

Análisis de la brecha salarial de género

Al analizar la brecha salarial por género, se observa que la ventaja salarial en el área de cualificación PEEL se presenta tanto en hombres como en mujeres. En ambos

casos, la mediana del ingreso por hora es consistentemente mayor a la de sus pares a nivel nacional, aunque la magnitud de esta diferencia ha cambiado con el tiempo.

Gráfica 53. Brecha de salarial por genero (General Nacional Vs Área de cualificación).



Fuente: Elaboración propia, a partir de GEIH (2022-2024).

En 2022, la brecha fue similar para hombres (15,4%) y mujeres (12,5%), lo que reflejaba un beneficio comparable en ambos grupos. Sin embargo, en 2023 se evidenció una fuerte ampliación de la diferencia en mujeres, cuya brecha alcanzó el 25%, mientras que en hombres descendió a 8,3%. Para 2024, la situación se mantuvo: las mujeres conservaron una ventaja salarial significativa del 23,8%, frente a una diferencia más moderada en los hombres (10,6%).

En conjunto, los resultados muestran que, aunque la ventaja salarial del área PEEL se mantiene en ambos géneros, es particularmente pronunciada en las mujeres. Esto sugiere que el área no solo ofrece ingresos superiores al promedio nacional, sino que también contribuye a reducir desigualdades en la inserción laboral femenina, consolidándose como un espacio más favorable para su desarrollo profesional.

Análisis por gran grupo ocupacional

Al analizar la brecha salarial por grupo ocupacional, se observa que el "premio salarial" del área de cualificación PEEL no es homogéneo, sino que varía de manera importante entre los diferentes niveles de cualificación.

Tabla 58. Brecha de salarial por gran grupo ocupacional (General Nacional Vs Área de cualificación).

Gran grupo ocupacional	2022	2023	2024
Directores y gerentes	17%	22%	73%
Profesionales, científicos e intelectuales	0%	11%	-7%
Técnicos y profesionales del nivel medio	6%	3%	4%
Personal de apoyo administrativo	0%	7%	9%
Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados	10%	0%	0%
Agricultores y trabajadores calificados agropecuarios, forestales y pesqueros	20%	21%	3%
Oficiales, operarios, artesanos y oficios relacionados	12%	3%	8%
Operadores de instalaciones y máquinas y ensambladores	15%	10%	0%
Ocupaciones elementales	0%	0%	2%

Fuente: Elaboración propia, a partir de GEIH (2022-2024).

El caso más sobresaliente corresponde a directores y gerentes, quienes concentran el premio salarial más alto frente al promedio nacional. Esto refleja que los cargos de dirección en el sector son especialmente atractivos y reconocidos en términos de remuneración.

En contraste, el grupo de Profesionales, científicos e intelectuales muestra un comportamiento menos favorable. Aunque en ciertos momentos alcanzaron un premio salarial positivo, en conjunto tienden a ubicarse más cerca de la paridad e incluso con señales de desventaja frente al promedio nacional, lo que indica un escenario menos competitivo para este perfil en el área PEEL.

Los niveles medios, como Técnicos y profesionales del nivel medio y Personal de apoyo administrativo, registran premios salariales positivos, aunque más moderados y estables, lo que sugiere que el sector reconoce su aporte sin grandes diferenciales frente al resto del mercado laboral.

Por otro lado, en ocupaciones de menor calificación, como Trabajadores de los servicios y Operadores de instalaciones y máquinas, la ventaja salarial tiende a diluirse hasta alcanzar prácticamente la paridad con el promedio nacional. Algo similar ocurre con Ocupaciones elementales, donde los diferenciales son marginales.

3.1.2 Brechas de calidad

¿Qué tan grande es la diferencia de rendimiento entre un egresado de área de cualificación y el egresado promedio del País?

Brechas de desempeño de resultados pruebas Saber

Las pruebas Saber Pro y Saber T y T aplicadas a los estudiantes de nivel universitario, técnico y tecnólogo respectivamente, hacen referencia a él examen de Estado de Calidad de la Educación Superior realizado directamente por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación - ICFES y son un requisito obligatorio para graduarse de pregrado.

Las brechas de desempeño en las pruebas Saber permiten aproximarnos a la calidad de la formación recibida por los egresados de un área específica en comparación con el promedio nacional. En términos simples, este indicador muestra si los estudiantes de un área están, en promedio, mejor o peor preparados que el grupo promedio de referencia a nivel país.

La brecha se calcula a partir de la diferencia porcentual entre el puntaje promedio del área de cualificación y el puntaje promedio nacional. El análisis se aplica tanto a competencias transversales —como Lectura Crítica o Razonamiento Cuantitativo— como a los módulos de competencias específicas, ofreciendo una visión amplia de los aprendizajes logrados.

Un valor positivo en la brecha sugiere que el rendimiento del área está por encima del promedio nacional, lo que puede interpretarse como una ventaja relativa en la formación de sus egresados. Por el contrario, una brecha negativa señala un desempeño por debajo del promedio, lo que pone de relieve posibles desafíos en la preparación académica.

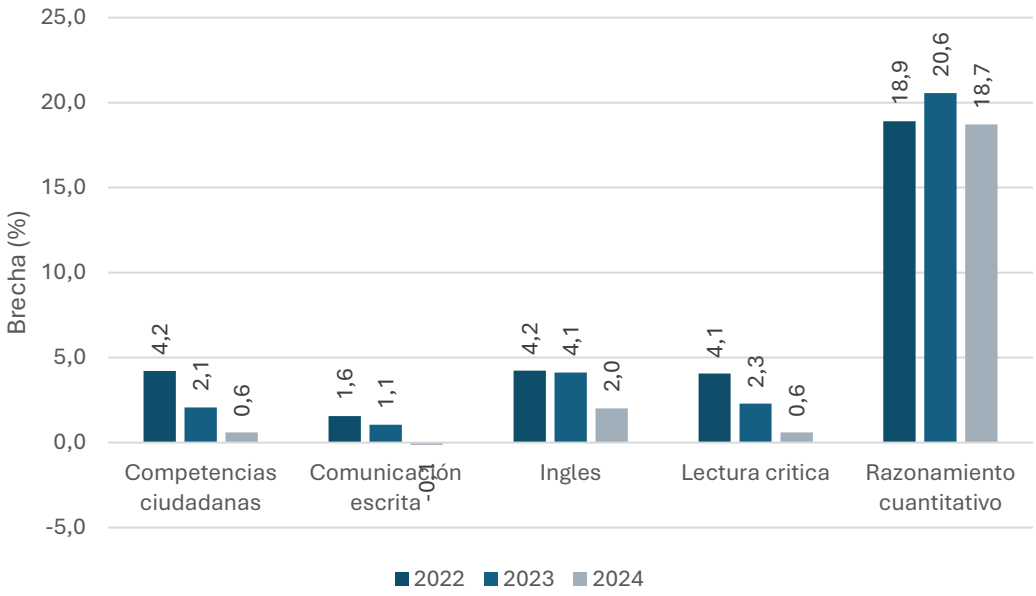
Es importante tener presente que los resultados provienen de las pruebas Saber Pro y Saber TyT, y que, aunque constituyen una fuente valiosa para el análisis de calidad educativa, no recogen todos los matices de la formación ni la totalidad de factores que inciden en el desempeño de los egresados.

Competencias transversales

El análisis de las competencias transversales muestra que los egresados del área de cualificación se encuentran en ventaja frente al promedio nacional. Como se observa en la **Gráfica 54,** durante el periodo 2022-2024 todas las competencias en la prueba Saber Pro presentan brechas positivas, aunque con distinta magnitud.

La diferencia más marcada corresponde a Razonamiento Cuantitativo, con una brecha superior al 18% en los tres años, lo que refleja una ventaja sostenida en las habilidades matemáticas aplicadas.

Gráfica 54. Brecha por competencias transversales Saber Pro.

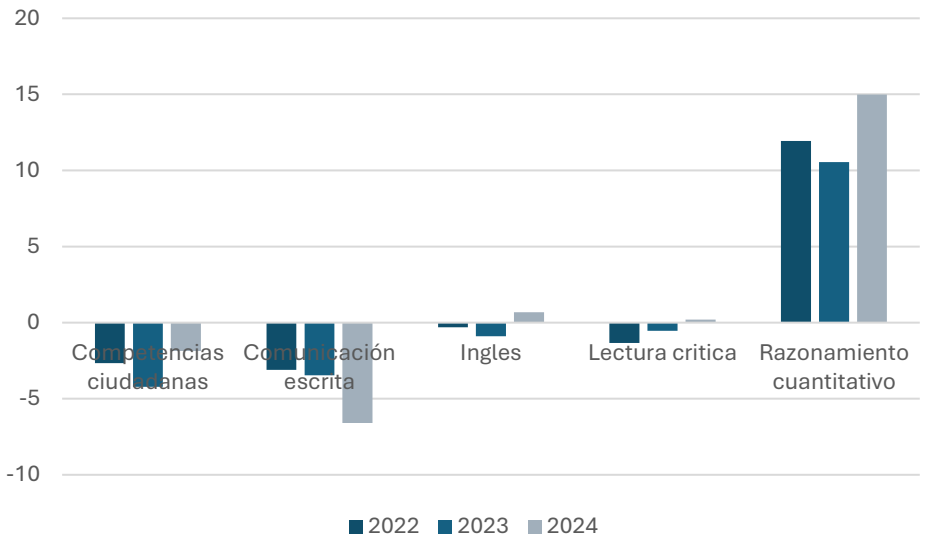


Fuente: Elaboración propia, a partir de ICFES (2022-2024).

En las demás competencias —inglés, Lectura crítica, Competencias ciudadanas y Comunicación escrita— las brechas también son positivas, aunque más moderadas. En general, se ubican entre el 1% y el 4%, lo que indica que los egresados del área muestran un rendimiento ligeramente superior al promedio nacional en estas dimensiones, sin alcanzar la magnitud observada en razonamiento cuantitativo.

El panorama difiere cuando se observan los resultados de los egresados de programas técnicos y tecnológicos (Saber TyT), presentados en la **Gráfica 55**. A diferencia de lo observado en Saber Pro, aquí las brechas frente al promedio nacional son menos favorables e incluso negativas en varias competencias.

Gráfica 55. Brecha por competencias transversales Saber TyT.



Fuente: Elaboración propia, a partir de ICFES (2022-2024).

Las principales desventajas se concentran en Comunicación escrita y Competencias ciudadanas, donde los egresados del área PEEL registran desempeños por debajo del promedio nacional, en algunos casos con brechas amplias. En Lectura crítica e Inglés también se observan rezagos, aunque de menor magnitud, con diferencias que oscilan entre la paridad y un leve desfase.

El único ámbito con una ventaja marcada es Razonamiento cuantitativo, en el que la brecha positiva supera el 10% y llega hasta el 15% en 2024. Este resultado confirma que las fortalezas en habilidades matemáticas y analíticas también se reflejan en los programas técnicos y tecnológicos, aunque con un patrón más acotado y menos integral que en el nivel profesional.

En conjunto, los hallazgos sugieren que, mientras los egresados universitarios presentan un perfil más equilibrado en competencias transversales, quienes provienen de programas TyT dependen en gran medida de su fortaleza en razonamiento cuantitativo, lo que plantea el reto de fortalecer las demás dimensiones formativas.

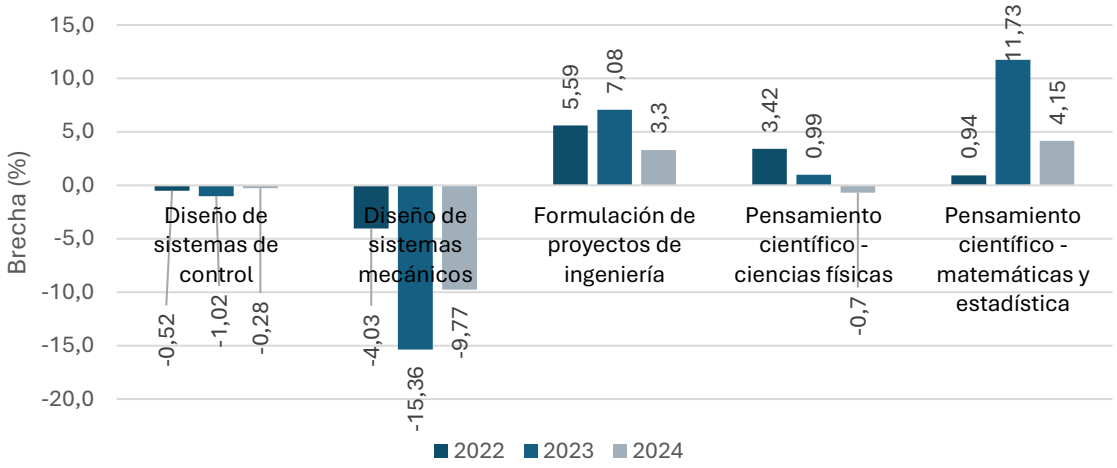
Competencias especificas

El análisis de las competencias específicas complementa la visión de las competencias transversales y permite evaluar la calidad de la formación en habilidades técnicas

propias del área. Los resultados muestran realidades diferenciadas entre los egresados de nivel universitario (Saber Pro) y los de nivel técnico y tecnológico (Saber TyT).

Para los graduados universitarios (**Gráfica 56**), el panorama refleja un perfil de fortalezas y debilidades diferenciadas. La mayor ventaja se concentra en Formulación de proyectos de ingeniería, donde los egresados muestran un desempeño claramente superior al promedio nacional. También se observan brechas positivas en Pensamiento científico en matemáticas y estadística, lo que confirma una solidez en las capacidades analíticas.

Gráfica 56. Brecha por competencias técnicas Saber Pro.

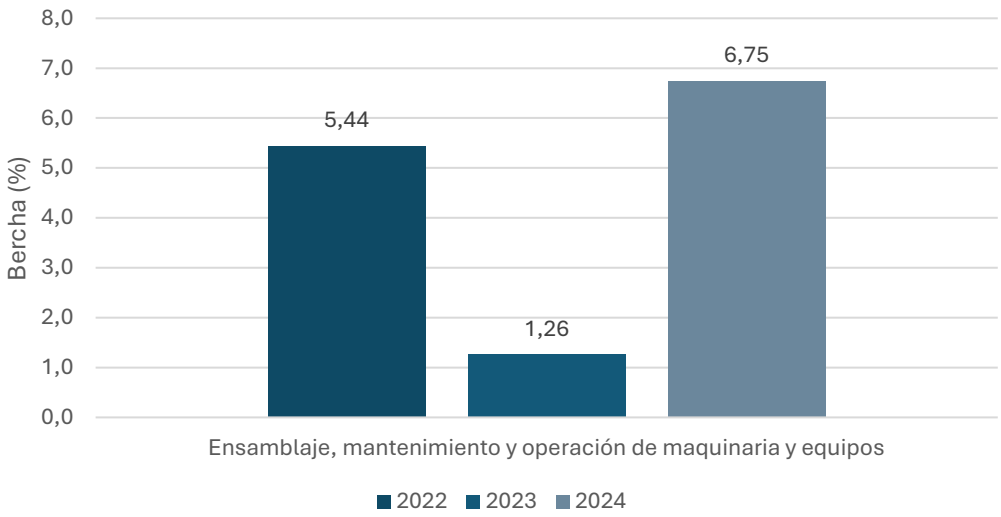


Fuente: Elaboración propia, a partir de ICFES (2022-2024).

En contraste, en módulos como Diseño de sistemas mecánicos la brecha es negativa y de gran magnitud, lo que evidencia una debilidad persistente frente a sus pares. Algo similar ocurre, aunque en menor grado, con Diseño de sistemas de control, donde los resultados se mantienen muy cercanos o incluso ligeramente por debajo del promedio nacional.

En el caso de los graduados de programas técnicos y tecnológicos (**Gráfica 57**), se observa que la brecha en competencias técnicas específicas como el ensamblaje, mantenimiento y operación de maquinaria y equipos es consistentemente positiva, lo que refleja una ventaja frente al promedio nacional.

Gráfica 57. Brecha por competencias técnicas Saber TyT.



Fuente: Elaboración propia, a partir de ICFES (2022-2024).

Aunque en 2023 la diferencia se redujo de manera significativa, en 2024 se recupera con fuerza y alcanza su punto más alto del periodo analizado (6,7%). Esto sugiere que los egresados del área no solo cuentan con una sólida base práctica y operativa, sino que además logran sostenerla en el tiempo, confirmando la pertinencia de su formación en relación con las demandas del sector productivo.

¿Existe una gran diferencia de nivel entre los estudiantes con los mejores resultados y los de más bajo desempeño?

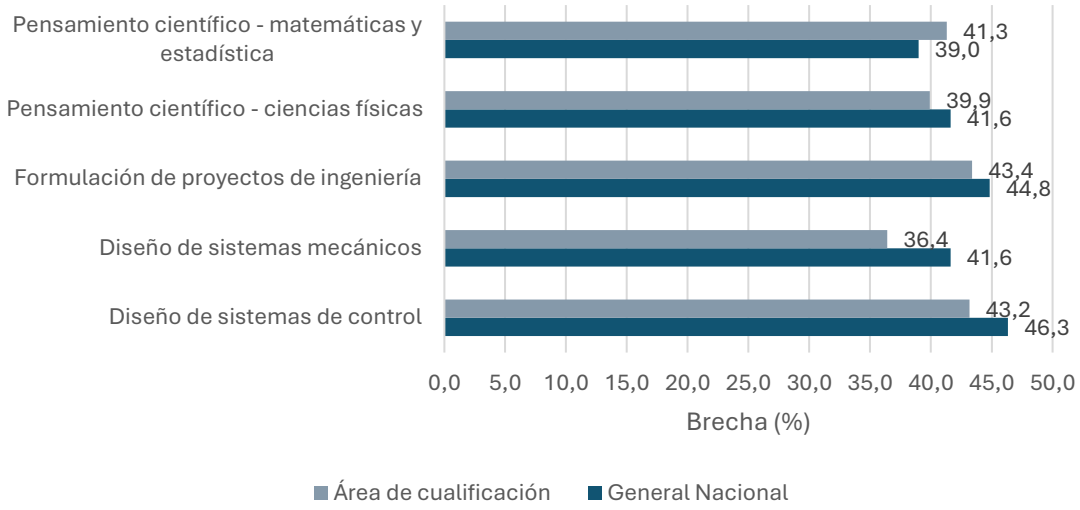
Brechas de dispersión de resultados pruebas Saber

La brecha de dispersión mide qué tan homogéneos o desiguales son los resultados dentro de un mismo grupo de egresados. Se calcula como la diferencia entre el puntaje promedio del quintil superior (Q5) (los estudiantes con mejor desempeño) y el del quintil inferior (Q1) (los de más bajo desempeño). Un valor elevado refleja que la calidad de la formación es más desigual, con una distancia amplia entre quienes obtienen los mejores y los peores resultados. Por el contrario, un valor bajo sugiere que los aprendizajes son más consistentes entre los egresados.

En el caso de los egresados de nivel universitario (Saber Pro), los valores de dispersión en el área de cualificación se sitúan entre 36,4% y 43,4% en las cinco competencias

específicas evaluadas. Esto refleja una heterogeneidad interna considerable, ya que el desempeño de los estudiantes con peores resultados es, en promedio, menos de la mitad del alcanzado por los de mejor desempeño. Sin embargo, esta brecha no es exclusiva del área: al ser muy similar a la observada en el promedio nacional, sugiere que la variabilidad en la calidad de la formación es un rasgo extendido en este nivel educativo.

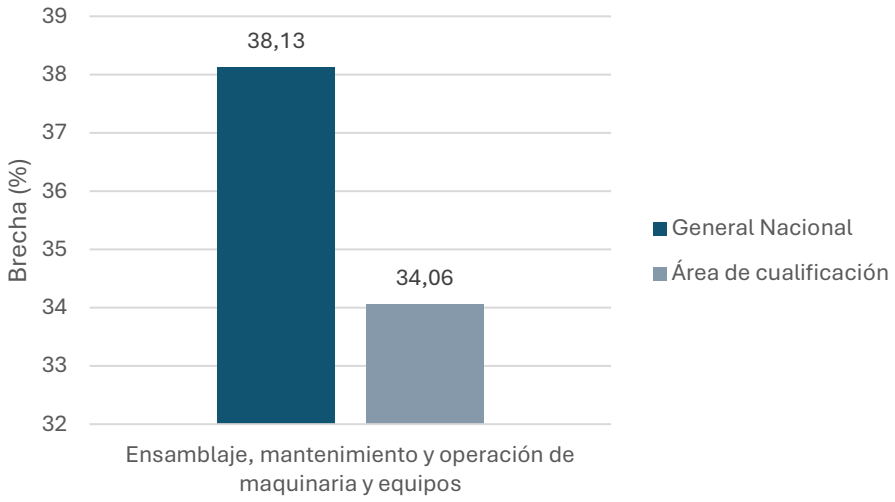
Gráfica 58. Brecha de dispersión competencias técnicas Saber Pro.



Fuente: Elaboración propia, a partir de ICFES (2024).

En el caso de los egresados de nivel técnico y tecnológico (Saber TyT), la dispersión en el área de cualificación es del 34,06%. Si bien este valor es elevado y denota una diferencia importante entre los estudiantes de mayor y menor rendimiento, es ligeramente inferior al promedio nacional (38,13%). Esto indica que, aunque los problemas de homogeneidad en la formación son un desafío generalizado, en el caso de los técnicos y tecnólogos del área son levemente menos profundos que en el resto del país.

Gráfica 59. Brecha de dispersión competencias técnicas Saber TyT.



Fuente: Elaboración propia, a partir de ICFES (2024).

¿Qué tan lejanos están los mejores resultados de los estudiantes del puntaje perfecto en las pruebas Saber?

Brechas de excelencia de resultados pruebas Saber

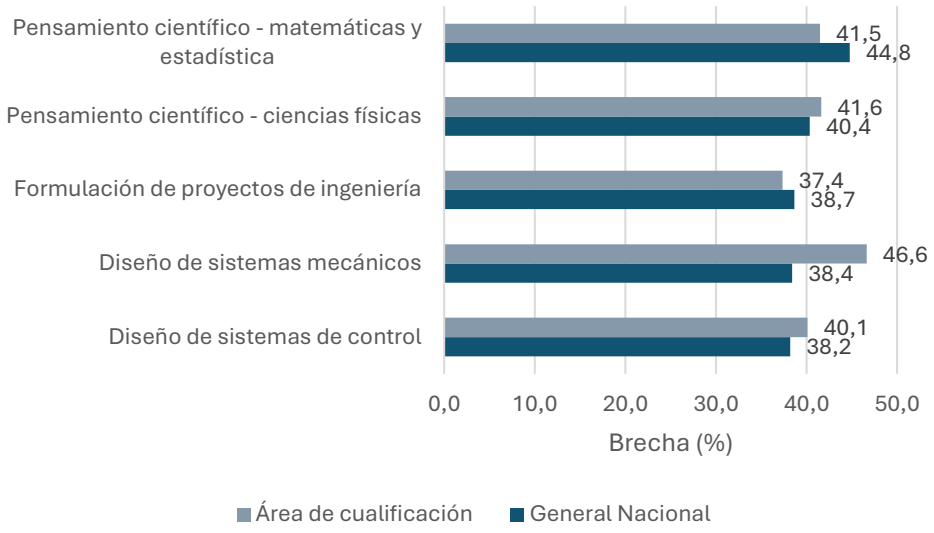
Este indicador busca medir el nivel de excelencia alcanzado por los estudiantes, mostrando qué tan cerca o lejos están los de mayor rendimiento del puntaje máximo posible en la prueba. Para ello, se calcula la diferencia porcentual entre el puntaje máximo de referencia (300 en Saber Pro y 200 en Saber TyT) y el puntaje promedio del quintil superior (quintil 5).

A diferencia de otros indicadores de brecha, en este caso un valor bajo es el escenario deseable, pues refleja que los estudiantes más destacados del área de cualificación se aproximan al nivel óptimo. En cambio, una brecha elevada sugiere que, incluso entre quienes obtienen los mejores resultados, aún persiste un amplio margen de mejora.

En el nivel universitario (Saber Pro), los resultados muestran un panorama mixto. Si bien los estudiantes más destacados del área de cualificación aún tienen un margen de mejora considerable (brechas entre 37% y 47%), su desempeño varía al compararlo con el promedio nacional. El área muestra un mejor nivel de excelencia en competencias como "Formulación de proyectos de ingeniería" (brecha de 37.4 vs.

38.7 nacional) y "Pensamiento científico - matemáticas" (41.5 vs. 44.8 nacional). Sin embargo, presenta un desempeño inferior en otras áreas, especialmente en "Diseño de sistemas mecánicos", donde la brecha es notablemente mayor (46.6 vs. 38.4 nacional).

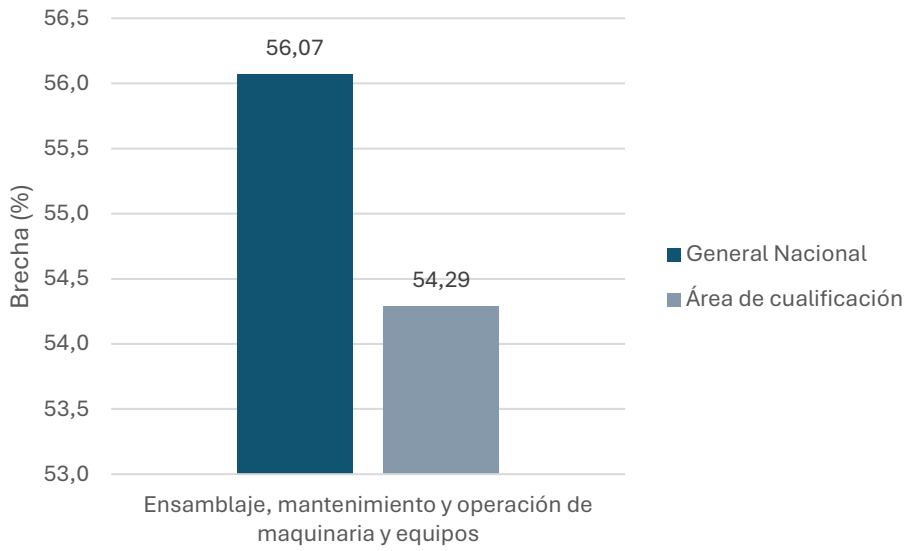
Gráfica 60. Brecha de excelencia competencias técnicas Saber Pro.



Fuente: Elaboración propia, a partir de ICFES (2024).

En contraste, para el nivel técnico y tecnológico (Saber TyT), la distancia frente al puntaje perfecto es más amplia, pero comparativamente favorable. En la competencia de "Ensamblaje, mantenimiento y operación de maquinaria y equipos", la brecha de excelencia del área de cualificación es de 54.29%. Aunque este valor evidencia que los mejores egresados todavía están lejos de un dominio total, es menor a la brecha del referente nacional (56.07%). Esto indica que, a pesar del amplio margen de mejora, los egresados más destacados del área superan el nivel de excelencia del grupo de comparación en el resto del país.

Gráfica 61. Brecha de excelencia competencias técnicas Saber TyT.



Fuente: Elaboración propia, a partir de ICFES (2024).

3.1.3 Brechas de pertinencia

¿Las personas están desempeñando ocupaciones que corresponden a su nivel de competencias?

Brecha de competencias de los ocupados

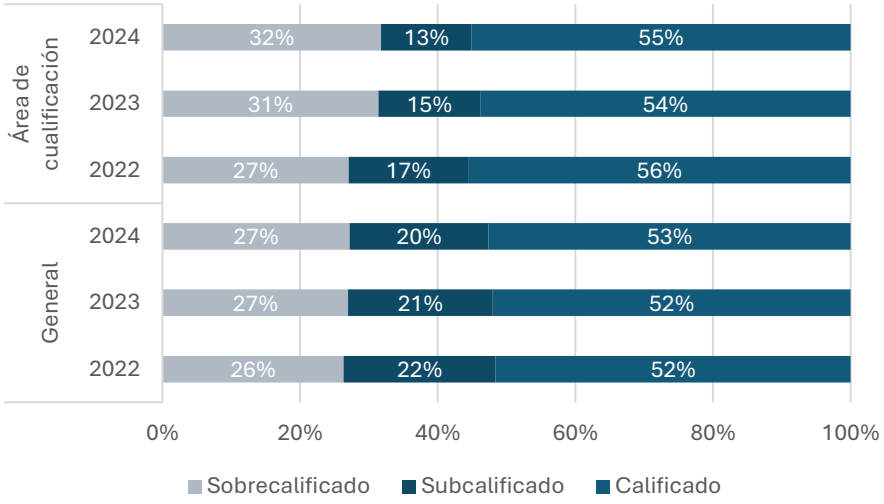
El indicador de brecha de competencias busca medir el desajuste entre el nivel de competencias de los ocupados según su nivel educativo y el nivel de competencia requerido por la ocupación que está desempeñando. Para esto se identifican tres categorías: sobre-cualificación, sub-cualificación y con adecuada cualificación. Un alto porcentaje de sobre-cualificación puede indicar una falta de oportunidades acordes con el nivel educativo, mientras que un alto porcentaje de sub-cualificación puede señalar deficiencias en la formación requerida.

Análisis general

Un análisis detallado de la relación entre el nivel educativo de los trabajadores y los requerimientos de sus ocupaciones, se evidencia un desafío claro: muchos trabajadores en el área de cualificación están sobrecualificados. Este fenómeno es mucho más marcado que el que se observa en promedio a nivel nacional.

Como muestra el Gráfico 14, la proporción de trabajadores sobrecualificados en el área pasó del 27% en 2022 al 32% en 2024. En contraste, a nivel nacional, este indicador se ha mantenido estable alrededor del 27%. Esto sugiere una subutilización del capital humano en el sector que se ha intensificado con el tiempo.

Gráfica 62. Brecha de competencias general y área de cualificación.



Fuente: Elaboración propia, a partir de GEIH (2022-2024)

Por otro lado, la subcualificación (trabajadores con menor nivel educativo del requerido) es notablemente menos común en el área, mostrando además una tendencia a la baja, pasando del 17% en 2022 al 13% en 2024. Esta cifra es significativamente inferior al promedio nacional, que se ubicó en 20% en 2024. Como resultado, la proporción de trabajadores con una cualificación adecuada a su puesto es ligeramente mayor en el área (55%) que en el resto del país (53%) en 2024.

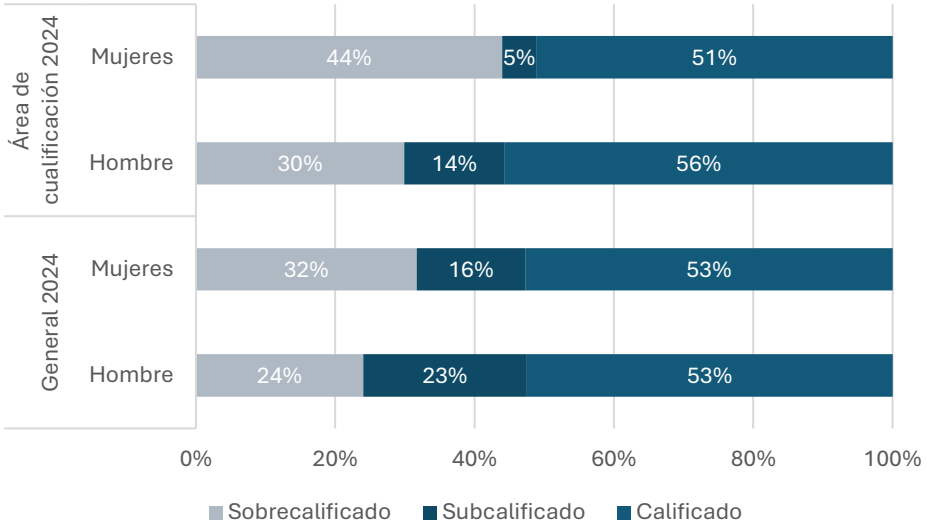
Análisis por genero

Al observar la brecha de competencias por género en 2024, se hace evidente que la sobre-cualificación en el área de cualificación impacta de manera más fuerte a las mujeres.

El 44% de las mujeres que trabajan en el área presenta un nivel educativo superior al que sus puestos requieren. Esta cifra no solo es muy superior al 30% de los hombres en la misma situación dentro del área, sino que también excede ampliamente el promedio nacional de sobrecualificación para las mujeres (32%). Esto demuestra que

las trabajadoras del sector están significativamente más preparadas de lo que sus trabajos les exigen.

Gráfica 63. Brecha de competencias por genero (2024).



Fuente: Elaboración propia, a partir de GEIH (2024)

Adicionalmente, la subcualificación entre las mujeres del área es mínima (5%), la más baja de todos los grupos analizados. Esto refuerza la idea de que las mujeres en el sector cuentan con las competencias necesarias para sus puestos, pero no siempre encuentran oportunidades que correspondan a su alto nivel de formación.

¿Cómo varía el ingreso laboral de una persona a medida que aumenta su nivel educativo?

Tasa de retorno por nivel educativo

Este indicador permite evaluar la relación entre la a inversión en educación y el aumento de ingresos asociados en diferentes niveles educativos, utilizando la ecuación tradicional de Mincer[10]. Este análisis se realiza utilizando dos estimaciones de modelos econométricos, para el nivel nacional general y para el área de cualificación.

El modelo (1)- Retorno por Año de Educación- Mincer simple evalúa cómo cambia el salario por cada año adicional de escolaridad, controlando por la experiencia laboral

[10] El modelo de Mincer, propuesto por el economista Jacob Mincer, es un enfoque econométrico que analiza la relación entre la educación, la experiencia laboral y los ingresos.

potencial (y su cuadrado para capturar rendimientos decrecientes), el género y efectos fijos anuales para aislar el efecto de la inflación y la macroeconomía.

$$(1)\ Ln_{ing_hora} = \beta_0 + \beta_1 escolaridad + \beta_2(mujer) + \beta_3 \text{exper} + \beta_4 exper^2 + \sum(\gamma_t A\tilde{n}o_t) + \varepsilon$$

El modelo (2)-Retorno por nivel educativo- Mincer analiza el "premio" o "castigo" salarial de cada nivel educativo (Técnica/Tecnológica, Universitaria, etc.) en comparación con tener solo educación Media (bachillerato), manteniendo constantes las mismas variables de control.

$$(2)\ Ln_{ing_hora} = \beta_0 + \sum(\delta_k NivelEduc_k) + \beta_2 Mujer + \beta_3 \text{exper} + \beta_4 exper^2 + \sum(\gamma_t A\tilde{n}o_t) + \varepsilon$$

Donde:

- Ln_{ing_hora} representa el logaritmo natural del ingreso promedio por hora
- $\sum(\gamma_t A\tilde{n}o_t)$ es el conjunto de variables dummy para cada año de la muestra, que controlan por efectos fijos anuales como la inflación.
- $escolaridad$ representa los años de educación
- $(mujer)$ es una variable dummy que toma valor 1 si es mujer 0 si es hombre.
- Exper representa los un aproximado de años de experiencia laboral
- $\delta_k NivelEduc_k$ es el conjunto de variables dummy que representan cada nivel educativo (Técnica/Tecnológica, Universitaria, Posgrado), usando "Media (Bachillerato)" como categoría de referencia.

Ambos modelos se estiman utilizando Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) ponderados sobre los microdatos de la población asalariada de la GEIH. El coeficiente principal del Modelo 1 (β1) se interpreta como el retorno porcentual por cada año extra de educación, mientras que los coeficientes del Modelo 2 (δ k) representan el premio salarial de cada nivel educativo frente a haber completado únicamente la educación media.[11]

[11] Nota: Se reconoce que el modelo utilizado en el análisis es una simplificación que se basa en las variables específicas definidas para este ejercicio. Se entiende que hay otras variables que podrían influir en la variabilidad del ingreso laboral y mejorar el ajuste del modelo. Sin embargo, para los propósitos de este análisis y considerando la finalidad del ejercicio, las variables seleccionadas ofrecen una base adecuada para examinar las relaciones entre la educación, el género, la experiencia laboral, y el ingreso laboral.

Modelo Mincer simple

El modelo estimado para el total nacional es estadísticamente significativo y explica aproximadamente el 25,6% de la variabilidad en los salarios por hora (R^2 ajustado = 0,2559). Los resultados reflejan patrones consistentes con la teoría del capital humano. En primer lugar, cada año adicional de educación se asocia con un aumento del 7% en el ingreso por hora, manteniendo constantes los demás factores, lo que confirma que la educación sigue siendo un elemento clave para mejorar los ingresos.

Tabla 59. Resultado modelo (1) Mincer simple nivel nacional general.

	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
edu_years	0.07	0.00	191.62	0.00	0.07	0.07
mujer	-0.08	0.00	-38.51	0.00	-0.08	-0.07
p_exp	0.01	0.00	44.71	0.00	0.01	0.01
p_exp_2	0.00	0.00	-16.62	0.00	0.00	0.00
y_2022	0.06	0.00	19.65	0.00	0.05	0.06
y_2023	0.17	0.00	59.69	0.00	0.17	0.18
y_2024	0.27	0.00	94.78	0.00	0.27	0.28
_cons	7.61	0.01	1351.00	0.00	7.60	7.62
R^2 ajustado =0.2559						

Fuente: Elaboración propia, a partir de GEIH (2022-2024)

Por otra parte, se observa una brecha de género significativa: controlando por educación y experiencia, las mujeres asalariadas en Colombia ganan en promedio un 8% menos por hora que los hombres, lo que evidencia desigualdades persistentes en el mercado laboral. En cuanto a la experiencia laboral, su efecto sobre los salarios es positivo, aunque con un ritmo decreciente a lo largo del tiempo. Es decir, los ingresos aumentan a medida que los trabajadores acumulan experiencia, pero ese incremento se modera con los años, reflejando un patrón típico en la evolución de los salarios a lo largo de la vida laboral.

El modelo aplicado al área de cualificación también resulta significativo, aunque su poder explicativo es menor, con un R^2 ajustado de 0,2201. Al comparar estos resultados con el modelo nacional, se identifican algunas diferencias. En primer lugar, el retorno de la educación es ligeramente menor: cada año adicional se traduce en un incremento del 6% en el ingreso por hora, lo que sugiere que, en este mercado laboral específico, la educación formal tiene un efecto menos pronunciado sobre los salarios que en promedio a nivel nacional.

Tabla 60. Resultado modelo (1) Mincer simple nivel área de cualificación.

	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
edu_years	0.06	0.00	18.62	0.00	0.06	0.07
mujer	0.02	0.02	0.99	0.32	-0.02	0.06
p_exp	0.01	0.00	2.26	0.02	0.00	0.01
p_exp_2	0.00	0.00	0.40	0.69	0.00	0.00
y_2022	0.07	0.02	3.47	0.00	0.03	0.12
y_2023	0.16	0.02	7.48	0.00	0.12	0.20
y_2024	0.24	0.02	9.75	0.00	0.19	0.29
_cons	7.83	0.05	156.94	0.00	7.73	7.93
R^2 ajustado =0.2201						

Fuente: Elaboración propia, a partir de GEIH (2022-2024)

Otro hallazgo destacado es la ausencia de una brecha de género salarial significativa: el coeficiente de la variable mujer es cercano a 0.02 y no es estadísticamente significativo, lo que indica que, a diferencia del panorama nacional, en esta área no se encuentran diferencias sistemáticas en los ingresos por hora entre hombres y mujeres cuando se controlan educación y experiencia. En conjunto, estos resultados muestran que el mercado laboral del área de cualificación presenta características particulares: la educación sigue siendo un factor relevante, aunque con menor impacto, y la desigualdad de género en los salarios, observable a nivel nacional, no se refleja en esta área.

Mincer ampliado

El modelo ampliado, que explica el 28,2% de la variabilidad de los salarios (R^2 ajustado = 0,2819), permite observar con mayor precisión cómo cada nivel educativo se traduce en diferencias salariales dentro del mercado laboral colombiano. Los resultados muestran con claridad el valor económico de la educación: quienes alcanzan un nivel técnico reciben en promedio un 18% más de ingresos por hora que quienes solo completaron el bachillerato; quienes se gradúan como tecnólogos obtienen un 28% adicional; los universitarios un 50% más; y aquellos con un posgrado llegan a percibir un 79% más. En contraste, no alcanzar la educación media implica un "castigo" salarial: quienes tienen secundaria incompleta reciben un 16% menos, y quienes cuentan únicamente con primaria o menos ganan un 22% menos que un bachiller.

Tabla 61. Resultado modelo (2) Mincer ampliado nivel nacional general.

	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
Primario o menor	-0.22	0.00	-55.31	0.00	-0.23	-0.21
Secundaria	-0.16	0.00	-44.16	0.00	-0.17	-0.15
Técnica	0.18	0.00	63.31	0.00	0.18	0.19
Tecnólogo	0.28	0.00	71.37	0.00	0.28	0.29
Universitario	0.50	0.00	165.64	0.00	0.49	0.50
Postgrado	0.79	0.01	107.23	0.00	0.77	0.80
Mujer	-0.08	0.00	-41.58	0.00	-0.09	-0.08
p_exp	0.02	0.00	65.52	0.00	0.02	0.02
p_exp_2	0.00	0.00	-44.42	0.00	0.00	0.00
y_2022	0.06	0.00	20.62	0.00	0.05	0.07
y_2023	0.18	0.00	62.89	0.00	0.17	0.18
y_2024	0.28	0.00	100.32	0.00	0.27	0.29
_cons	8.27	0.00	2246.99	0.00	8.26	8.28
R^2 ajustado =0.2819						

Fuente: Elaboración propia, a partir de GEIH (2022-2024)

Además de estas diferencias por nivel educativo, los resultados confirman la persistencia de una brecha de género en el mercado laboral nacional. Incluso después de controlar por educación y experiencia, las mujeres asalariadas perciben en promedio un 8% menos que los hombres por cada hora trabajada, reflejando desigualdades estructurales que aún no logran cerrarse.

Cuando se estima este mismo modelo para el área de cualificación, el poder explicativo es algo menor (R^2 ajustado = 0,2707), pero los patrones observados permiten profundizar en la caracterización de este mercado laboral específico. El primer hallazgo importante es que el "premio" salarial asociado a la educación superior es consistentemente más bajo en todos los niveles. Un título técnico se asocia con apenas un 10% adicional en los ingresos, frente al 18% observado a nivel nacional. El título de tecnólogo rinde un 24% más (versus 28% en el promedio nacional), un universitario un 47% más (versus 50%) y un posgrado un 66% más (frente al 79% nacional).

Tabla 62. Resultado modelo (2) Mincer ampliado área de cualificación.

	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
Primario o menor	-0.08	0.03	-2.40	0.02	-0.15	-0.02
Secundaria	-0.12	0.02	-4.87	0.00	-0.16	-0.07

Técnica	0.10	0.02	5.20	0.00	0.06	0.14
Tecnólogo	0.24	0.02	9.77	0.00	0.19	0.29
Universitario	0.47	0.03	18.00	0.00	0.42	0.52
Postgrado	0.66	0.06	10.34	0.00	0.53	0.78
Mujer	-0.01	0.02	-0.72	0.47	-0.05	0.02
p_exp	0.01	0.00	5.31	0.00	0.01	0.02
p_exp_2	0.00	0.00	-3.17	0.00	0.00	0.00
y_2022	0.08	0.02	3.76	0.00	0.04	0.12
y_2023	0.17	0.02	8.25	0.00	0.13	0.21
y_2024	0.25	0.02	10.31	0.00	0.20	0.30
_cons	8.40	0.03	284.01	0.00	8.34	8.46
R^2 ajustado =0.2707						

Fuente: Elaboración propia, a partir de GEIH (2022-2024)

En cuanto a las desigualdades de género, el modelo ratifica el hallazgo anterior: en el área de cualificación no se encuentra una brecha salarial significativa entre hombres y mujeres una vez controlados los factores educativos y de experiencia. A diferencia del escenario nacional, en este mercado laboral los ingresos no parecen estar determinados por el género, lo que marca una diferencia sustancial con la tendencia general del país.

3.2. A partir de indicadores cualitativos.

En esta sección se presenta el resultado del análisis cualitativo realizado a ocho ocupaciones relacionadas con el área de cualificación PEEL en los niveles directivo, profesional, técnico y operativo, relacionando la denominación de la ocupación y las denominaciones de cargo, permitiendo identificar cargos misionales con brechas relacionadas a cantidad, calidad o pertinencia.

Para cada ocupación identificada en la demanda insatisfecha se presentan los datos cualitativos de las brechas identificadas por ocupación y denominación ocupacional, a partir del análisis de las encuestas de demanda laboral, oferta educativa, prospectiva laboral y demás ejercicios.

3.2.1 Ocupaciones de nivel directivo y profesional

OCUPACIÓN	**13210 DIRECTORES Y GERENTES DE INDUSTRIAS MANUFACTURERAS**



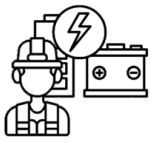
DENOMINACIÓN	**Director aseguramiento de calidad** (13210.003) **Director operación, calidad y distribución energía** (13210.016)
BRECHA DE CANTIDAD	**Déficit de oferta de programas de educación superior:** El análisis de oferta educativa muestra 3 programas distribuidos así: 1 maestría en sistemas de distribución de energía eléctrica en Bucaramanga y 2 especializaciones en sistemas de distribución de energía eléctrica y una segunda en sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica en Bucaramanga y Medellín, respectivamente. Esto indica que existen muy pocos programas a nivel nacional.
	Déficit de demanda por programas de formación: No se obtuvo evidencia de brecha de cantidad por demanda de programas de posgrado.
	Baja capacidad de atracción y retención de capital humano: No se obtuvo evidencia de brecha de cantidad por baja capacidad de atracción.
BRECHA DE CALIDAD	**Déficit en competencias técnicas:** Se evidencian brechas de calidad en competencias técnicas específicas en el cargo de Director de Operación, Calidad y Distribución de Energía. De acuerdo con lo reportado por los encuestados, existen deficiencias en conocimientos clave relacionados con gerencia y administración, manejo de procesos, seguridad y salud en el trabajo.
	Déficit de competencias transversales: Según las empresas consultadas, en términos generales, el personal desarrolla de manera adecuada las competencias transversales requeridas para el desempeño de sus funciones.
BRECHA DE PERTINENCIA	**Desarticulación entre el sector productivo y la oferta laboral y educativa:** Esta brecha se origina en la falta de alineación entre las necesidades del sector productivo y las competencias ofrecidas por la fuerza laboral disponible. Las personas no cuentan con las habilidades técnicas específicas requeridas por las empresas ni con un nivel suficiente de dominio en los conocimientos necesarios para el desempeño de los cargos. Para el cargo de Director operación, calidad y distribución energía los candidatos no cuentan con la experiencia laboral.

Fuente: elaboración propia a partir de fuentes primarias.

OCUPACIÓN	**12230 DIRECTORES Y GERENTES DE INGENIERÍA, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO** 
DENOMINACIÓN	**Director de ingeniería** (12230.007) **Director servicios de ingeniería** (12230.013) **Gerente de ingeniería y proyectos** (12230.020) **Gerente de proyectos y ensayos** (12230.024) **Gerente departamento ingeniería** (12230.025)

BRECHA DE CANTIDAD	**Déficit de oferta de programas de educación superior:** El análisis de oferta educativa muestra 52 programas de pregrado universitario a nivel nacional relacionados con ingeniería eléctrica, ingeniería en energías, ingeniería energética y electromecánica; sin embargo, dentro de la oferta educativa relacionada con el sector de PEEL no se cuenta con programas de maestría o especialización relacionados con proyectos y ensayos.
	Déficit de demanda por programas de formación: En cuanto a las cifras con corte al año 2023, estas arrojan que se matricularon 21.686 estudiantes en programas profesionales universitarios; el programa con mayor número estudiantes matriculados fue el de ingeniería eléctrica con 16.153. Para los cargos de Gerente departamento ingeniería, Director de ingeniería y Director servicios de ingeniería se presenta una baja cantidad de aspirantes que desean formarse en el cargo.
	Baja capacidad de atracción y retención de capital humano: Para el cargo de Director servicios de ingeniería las modalidades de contratación no son atractivas; para los cargos de Gerente de proyectos y ensayos así como Gerente de ingeniería y proyectos los salarios no son atractivos.
BRECHA DE CALIDAD	**Déficit en competencias técnicas:** Se identifican brechas de calidad asociadas a competencias técnicas específicas en los cargos de Gerente de Ingeniería y Proyectos, Director de Ingeniería, Gerente del Departamento de Ingeniería, Gerente de Proyectos y Ensayos y Director de Servicios de Ingeniería. Según los resultados de las encuestas, estos perfiles presentan deficiencias en conocimientos fundamentales para el adecuado desarrollo de sus funciones, particularmente en gerencia y administración, gestión de recursos humanos y personal, gestión documental, servicio al cliente, conocimientos financieros, legislación y normativas gubernamentales, dominio de un idioma extranjero, energía solar fotovoltaica y formulación de ofertas técnicas. Estas falencias limitan la capacidad de liderazgo técnico y estratégico requerida para la gestión integral de proyectos de ingeniería.
	Déficit de competencias transversales: Las empresas consultadas reportan que, en general, las personas presentan dificultades para desarrollar adecuadamente diversas competencias transversales necesarias para el desempeño eficiente de sus funciones. Entre las principales deficiencias identificadas se encuentran gestión del tiempo, liderazgo, gestión de recursos de personal, trabajo bajo presión, comunicación asertiva, atención y servicio al cliente, relaciones interpersonales, persuasión, trabajo en equipo, análisis de necesidades, transmisión de conocimiento, aceptación de errores y fracasos, actitud y responsabilidad.
BRECHA DE PERTINENCIA	Los empresarios entrevistados han identificado que los candidatos no cuentan con las competencias requeridas por el sector productivo. Para los cargos de Director de ingeniería, Gerente de proyectos y ensayos así como Gerente de ingeniería y proyectos los candidatos no cuentan con la experiencia laboral.

Fuente: elaboración propia a partir de fuentes primarias.

OCUPACIÓN	**INGENIEROS ELECTRICISTAS** 
DENOMINACIÓN	**Ingeniero de almacenamiento de energía**

BRECHA DE CANTIDAD	**Déficit de oferta de programas de educación superior y ETDH:** No existen programas en el nivel de especialización, maestría o doctorado.
	Déficit de demanda por programas de formación: Para el cargo de Ingeniero de almacenamiento de energía se presenta una baja cantidad de aspirantes que desean formarse en el cargo.
	Baja capacidad de atracción y retención de capital humano: No se obtuvo evidencia de brecha de cantidad por baja capacidad de atracción.
BRECHA DE CALIDAD	**Déficit en competencias técnicas:** Se evidencian brechas de calidad en competencias técnicas específicas en el cargo de Ingeniero de Almacenamiento de Energía. De acuerdo con los encuestados, se presentan deficiencias en conocimientos relacionados con gerencia y administración, así como en el manejo de riesgos y la resolución de problemas complejos.
	Déficit de competencias transversales: Las empresas consultadas reportan que, en general, las personas presentan dificultades para desarrollar adecuadamente diversas competencias transversales necesarias para el desempeño eficiente de sus funciones. Entre las principales deficiencias identificadas se encuentra la resolución de problemas complejos.
BRECHA DE PERTINENCIA	**Desarticulación entre el sector productivo y la oferta laboral y educativa:** Las empresas reportan que las personas no cuentan con las competencias técnicas ni transversales requeridas, y que el nivel de desarrollo de los conocimientos necesarios para el desempeño de los cargos es insuficiente. Esta situación se agrava por la falta de experiencia laboral, la baja cantidad de personas interesadas en formarse o trabajar en ciertos cargos, y la alta competencia entre empresas por un número reducido de perfiles adecuados. Los candidatos no cuentan con la experiencia laboral.

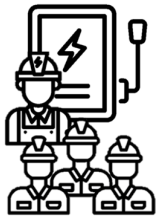
Fuente: elaboración propia a partir de fuentes primarias.

OCUPACIÓN	**21510 INGENIEROS ELECTRICISTAS** 
DENOMINACIÓN	**Ingeniero de diseño de instalaciones eléctricas** (21510.004) **Ingeniero de diseño eléctrico** (21510.005) **Ingeniero de distribución de energía eléctrica** (21510.007) **Ingeniero electricista** (21510.020) **Ingeniero electricista de diseño de instrumentación industrial** (21510.021) **Ingeniero eléctrico** (21510.028) **Profesional de gestión de proyectos e ingeniería T&D (transmisión y distribución)** (21510.036)
BRECHA DE CANTIDAD	**Déficit de oferta de programas de educación superior:** No existen programas en el nivel de especialización, maestría o doctorado.
	Déficit de demanda por programas de formación: Se identifica una baja cantidad de personas interesadas en formarse en determinados perfiles.
	Baja capacidad de atracción y retención de capital humano – baja rotación:

	Para el cargo de profesional de gestión de proyectos e ingeniería T&D, se presenta una alta competencias entre las empresas y un bajo número de personas interesadas en trabajar en éste.
BRECHA DE CALIDAD	**Déficit en competencias técnicas:** Se evidencian brechas de calidad en competencias técnicas específicas en los cargos de Ingeniero de Diseño Eléctrico, Ingeniero Electricista, Ingeniero Eléctrico y Profesional de Gestión de Proyectos e Ingeniería T&D (Transmisión y Distribución). Según lo manifestado por los encuestados, existen deficiencias en conocimientos clave como desarrollo y análisis de software y aplicaciones, gestión financiera, administración bancaria y seguros, dominio de un idioma extranjero, normativa y regulación, regulación y normatividad eléctrica, servicio al cliente y manejo de plataformas de administración de proyectos. Adicionalmente, se identifican falencias en destrezas transversales necesarias para el desempeño efectivo, tales como aceptación de errores y fracasos, comunicación asertiva, gestión del tiempo, persuasión y redacción de textos.
	Déficit de competencias transversales: Las empresas consultadas indican que, de manera general, las personas no desarrollan adecuadamente diversas competencias transversales necesarias para el desempeño efectivo de sus funciones. Entre las principales deficiencias identificadas se encuentran: trabajo bajo presión, aceptación de errores y fracasos, análisis de control de calidad, aprendizaje continuo, comunicación asertiva, conciliación, gestión del riesgo, manejo de imprevistos, comprensión de lectura, creatividad, escucha activa, ética profesional, flexibilidad y adaptabilidad, gestión de recursos financieros, gestión del tiempo, humildad, manejo de personal, pensamiento sistémico, persuasión, redacción de textos, responsabilidad y compromiso, y trabajo en equipo.
BRECHA DE PERTINENCIA	**Desarticulación entre el sector productivo y la oferta laboral y educativa:** Las empresas señalan que muchas personas no cuentan con las competencias técnicas requeridas ni con el nivel de desarrollo adecuado de los conocimientos necesarios para desempeñarse de manera eficiente. Los programas educativos y/o formativos no enseñan lo que se requiere desde el sector productivo. A esto se suma la falta de experiencia laboral por parte de los aspirantes.

Fuente: elaboración propia a partir de fuentes primarias.

3.2.2 Ocupaciones de nivel técnico.

OCUPACIÓN	**31228 SUPERVISORES DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS** 
DENOMINACIÓN	**Supervisor de electricistas industriales** (31228.014)
BRECHA DE CANTIDAD	**Déficit de oferta de programas de educación superior y ETDH:** El análisis de oferta educativa muestra una tecnología en supervisión de redes de distribución de energía eléctrica.
	Déficit de demanda por programas de formación: No se obtuvo evidencia de brecha de cantidad por demanda de programas tecnólogos.

	Baja capacidad de atracción y retención de capital humano: No se obtuvo evidencia de brecha de cantidad por baja capacidad de atracción.
BRECHA DE CALIDAD	**Déficit en competencias técnicas:** En el cargo de Supervisor de Fabricación de Productos Eléctricos y Electrónicos, no se reportan deficiencias en los conocimientos técnicos requeridos para el desarrollo de las tareas, según lo indicado por los encuestados. No obstante, se identifican dificultades en el desarrollo de ciertas destrezas transversales, particularmente en lo relacionado con la gestión del tiempo y el manejo de personal.
	Déficit de competencias transversales: Según las empresas consultadas, se evidencian dificultades en el desarrollo de competencias transversales, especialmente en lo relacionado con la gestión del tiempo y el manejo de personal.
BRECHA DE PERTINENCIA	**Desarticulación entre el sector productivo y la oferta laboral y educativa:** Se evidencia una brecha de pertinencia debido a que las personas no cuentan con las competencias técnicas específicas que demanda el sector.

Fuente: elaboración propia a partir de fuentes primarias.

OCUPACIÓN	**31130 TÉCNICOS EN ELECTRICIDAD** 
DENOMINACIÓN	**Técnico electrotecnia** (31130.021) **Técnico de electricidad** (31130.012) **Técnico en instalación de redes eléctricas** (31130.024)
BRECHA DE CANTIDAD	**Déficit de oferta de programas de ETDH:** El análisis de oferta educativa muestra los siguientes programas en el nivel técnico laboral: en instalaciones eléctricas, residenciales e industriales; auxiliar en instalaciones eléctricas y de seguridad residenciales; en construcción de instalaciones eléctricas internas en edificaciones industriales, comerciales y residenciales; en electricidad de obra y residencial; en electricista en construcción residencial; en electricista industrial, comercial y residencial; en instalaciones eléctricas y sistema de seguridad residencial; en instalaciones eléctricas residenciales; en mantenimiento e instalaciones eléctricas residenciales; en redes eléctricas residenciales e industriales; por competencias en auxiliar de electricidad residencial y comercial; en ayudante de electricidad; en competencia bilingüe en electricidad; en electricidad; en electricidad de redes domiciliarias; en electricidad domiciliaria y comercial; en electricidad en baja tensión; en electricidad industrial; en electricidad y refrigeración; en electricidad, electrónica y telecomunicaciones; en electrónica y electricidad; por competencias en electricidad y telecomunicaciones; por competencias en electricidad y electrónica.
	Déficit de demanda por programas de formación: Se presenta una baja cantidad de aspirantes que desean formarse en el cargo.
	Baja capacidad de atracción y retención de capital humano – baja rotación: Se presentan condiciones laborales poco atractivas como salarios y modalidades de contratación.

BRECHA DE CALIDAD	**Déficit en competencias técnicas:** Se evidencia brechas de calidad en competencias técnicas específicas en los cargos de técnico en electrotecnia, técnico de electricidad, técnico en instalación de redes eléctricas. Según lo reportado por los encuestados, se presentan deficiencias en conocimientos técnicos relacionados con gestión documental, instalaciones solares, instrumentación y electrónica, interpretación de planos, seguridad y salud en el trabajo, servicio al cliente, así como en aspectos específicos del perfil de técnico electricista industrial y temas vinculados al trabajo social.
	Déficit de competencias transversales: Se reportan falencias en relaciones interpersonales, respeto, responsabilidad, seguir instrucciones, trabajo bajo presión, trabajo en equipo, gestión del riesgo, gestión del tiempo, honestidad, liderazgo, así como en habilidades relacionadas con la atención y servicio al cliente, comunicación asertiva, conciliación, ética profesional y adaptación al cambio.
BRECHA DE PERTINENCIA	**Desarticulación entre el sector productivo y la oferta laboral y educativa:** Las personas no cuentan con las competencias técnicas ni transversales requeridas por las empresas, y presentan un nivel insuficiente de desarrollo en los conocimientos necesarios para el desempeño del cargo. Además, las empresas señalan que los programas educativos y/o formativos no están alineados con las necesidades reales del sector productivo, lo cual limita la preparación adecuada. Además, se presenta una falta de experiencia laboral como una constante en los perfiles disponibles, sumado a una alta demanda del cargo.

Fuente: elaboración propia a partir de fuentes primarias.

3.2.3 Ocupaciones de nivel operativo

OCUPACIÓN	**72152 INSTALADORES Y ESPALMADORES DE CABLES** 

DENOMINACIÓN	**Liniero de redes de energía** (72152.016)
BRECHA DE CANTIDAD	**Déficit de oferta de programas de ETDH:** El análisis de oferta educativa muestra dos programas en el nivel técnico laboral: en liniero de redes de energía; en liniero redes de energía eléctrica.
	Déficit de demanda por programas de formación: No se obtuvo evidencia de brecha de cantidad por demanda de programas técnico laboral.
	Baja capacidad de atracción y retención de capital humano: Se presentan alto desgaste o esfuerzo físico para los trabajadores.
BRECHA DE CALIDAD	**Déficit en competencias técnicas:** Se evidencian brechas de calidad en competencias técnicas específicas en el cargo de Liniero de Redes de Energía. Según los encuestados, existen deficiencias en conocimientos fundamentales relacionados con electricidad y energía, así como con seguridad y salud en el trabajo, los cuales son esenciales para garantizar una operación segura y eficiente en el desarrollo de actividades en campo. Adicionalmente, se identifican dificultades en destrezas transversales como la capacidad para seguir instrucciones, la escucha activa y la confianza
	Déficit de competencias transversales: Las empresas consultadas señalan que, en general, las personas no desarrollan de manera adecuada ciertas competencias transversales fundamentales para el desempeño eficiente

	de sus funciones. En particular, se identifican dificultades en confianza, escucha activa y capacidad para seguir instrucciones.
BRECHA DE PERTINENCIA	No se evidencian brechas de pertinencias.

Fuente: elaboración propia a partir de fuentes primarias.

OCUPACIÓN	**74123 MECÁNICOS ELECTRICISTAS** 
DENOMINACIÓN	**Técnico en reparación de plantas eléctricas** (74123.026)
BRECHA DE CANTIDAD	**Déficit de oferta de programas de educación superior y ETDH:** La empresa lo capacita mediante una estrategia interna, a través de la persona más experimentada de la empresa o busca una entidad de formación.
	Déficit de demanda por programas de formación: No se obtuvo evidencia de brecha de cantidad por demanda de programas.
	Baja capacidad de atracción y retención de capital humano: La ubicación geográfica es una limitante para que las personas accedan o permanezcan en el trabajo.
BRECHA DE CALIDAD	**Déficit en competencias técnicas:** En el cargo de Técnico en Reparación de Plantas Eléctricas, no se evidencian brechas de calidad en competencias técnicas.
	Déficit de competencias transversales: De acuerdo con las empresas consultadas, no se reportan deficiencias en competencias transversales.
BRECHA DE PERTINENCIA	No se evidencian brechas de pertinencias.

Fuente: elaboración propia a partir de fuentes primarias.

CONCLUSIONES

El estudio de brechas de capital humano para el área de cualificación de Producción de Energía y Electricidad (PEEL) ofrece una visión detallada del estado actual del sector en Colombia, destacando su papel estratégico en la transición energética y en la transformación productiva del país. Se evidencia que el sector mantiene una estructura empresarial heterogénea, altamente concentrada en Bogotá D.C., Antioquia, Valle del Cauca y Santander, con predominio de micro y pequeñas empresas que representan más del 85% del tejido empresarial.

Esta composición refleja un ecosistema productivo diverso, en el que coexisten empresas altamente especializadas y organizaciones de menor tamaño que requieren perfiles con competencias técnicas y transversales diferenciadas. La distribución territorial, marcada por vacíos en departamentos con baja densidad empresarial, indica que el desarrollo del talento humano enfrenta retos significativos de cobertura y acceso a oportunidades de empleo y formación.

Desde la perspectiva de la demanda laboral, se identifican ocupaciones misionales que abarcan todos los niveles de cualificación, predominando los niveles técnicos y operativos, pero con una creciente necesidad de perfiles tecnológicos y profesionales especializados en ingeniería eléctrica, electrónica, telecomunicaciones, automatización, energías renovables y gestión de redes. Los datos del Servicio Público de Empleo muestran una tendencia a la reducción en el número total de vacantes desde 2022, lo que puede estar asociado a la desaceleración económica y a ajustes en el sector, pero también revelan señales de recuperación parcial en regiones estratégicas.

Se destacan aumentos en los rangos salariales intermedios y una disminución de vacantes con salarios bajos, así como una creciente apertura a perfiles sin experiencia previa, lo cual sugiere que las empresas están dispuestas a invertir en formación en el puesto de trabajo, generando oportunidades de inserción laboral para nuevos talentos. Estas dinámicas se alinean con las tendencias prospectivas globales, que

requieren de personal flexible, con competencias digitales y capacidad de adaptación a nuevas tecnologías.

En cuanto a la oferta educativa y formativa, el análisis cuantitativo y cualitativo evidencia una cobertura importante en programas de educación superior, formación para el trabajo y desarrollo humano (ETDH) y formación profesional integral (FPI), pero persisten desafíos de pertinencia y actualización curricular frente a los cambios tecnológicos del sector. Si bien existen programas destacados de ingeniería eléctrica, energías y especializaciones en eficiencia energética, se identifican carencias en programas avanzados orientados a redes inteligentes, generación distribuida, almacenamiento de energía y gestión de proyectos de transición energética.
La acreditación de alta calidad aún es limitada en algunos niveles, y la concentración geográfica de la oferta restringe el acceso de poblaciones ubicadas en departamentos con menor desarrollo productivo, lo que amplía las desigualdades territoriales. Además, las instituciones formativas presentan niveles de articulación insuficientes con el sector empresarial, limitando la construcción de rutas de cualificación y trayectorias formativas que faciliten la movilidad educativa y laboral.

Las brechas de capital humano identificadas se manifiestan en tres dimensiones principales. En términos de cantidad, existe una oferta limitada para cubrir el crecimiento esperado del sector y la modernización de la infraestructura energética, lo que hace necesario anticipar la formación de talento para proyectos futuros. En calidad, las evaluaciones evidencian rezagos en competencias técnicas avanzadas y dispersión en el dominio de habilidades críticas, así como oportunidades de mejora en pensamiento crítico, resolución de problemas complejos y trabajo colaborativo.
En pertinencia, se observa un desajuste entre el perfil de egresados y los requerimientos de la industria, particularmente en áreas emergentes como digitalización, energías renovables, automatización y sostenibilidad. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de que el Sistema Nacional de Cualificaciones y el Marco Nacional de Cualificaciones se consoliden como instrumentos articuladores de políticas públicas, educación y sector productivo.

En síntesis, el sector de Producción de Energía y Electricidad enfrenta el desafío de garantizar un capital humano suficiente, calificado y pertinente para liderar la transición energética y aportar a la competitividad nacional. Este reto requiere estrategias integrales que incluyan la actualización curricular basada en tendencias tecnológicas, el fortalecimiento de la formación continua, la expansión de la oferta en territorios con baja cobertura, y la creación de mecanismos de articulación entre empresas, gremios, instituciones educativas y gobierno.

De igual manera, es clave promover incentivos para la innovación pedagógica y la adopción de metodologías flexibles, así como impulsar el aprendizaje a lo largo de la vida para permitir la reconversión laboral de trabajadores en sectores asociados. Los resultados del presente estudio constituyen una base sólida para diseñar políticas y acciones que orienten el desarrollo del talento humano hacia un sector energético más eficiente, sostenible e inclusivo, alineado con los objetivos de transformación productiva del país.

REFERENCIAS

ACCE. (2024). *Asociación Colombiana de Comercializadores de Energía*. Obtenido de acce: https://www.acce.com.co/

Acolgen. (2020). *La energía que impulsa a Colombia*. Obtenido de acolgen: https://acolgen.org.co/wp/#:~:text=Colombia%20cuenta%20con%20un%20amplio,gas%20natural%2C%20carb%C3%B3n%20y%20l%C3%ADquidos.

Anacona D, M. E. (2019). *Aplicación e los metaversos y la realidad virtual en la enseñanza.* Recuperado el 8 de Octubre de 2023, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672019000100059

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2017). *Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de impacto Ambiental -EIA en Proyectos de Uso de Energía Solar Fotovoltaica.* Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/terminos_referencia/anexo_tdr_solar_ajustado_26072017vf.pdf

Bernate, J. (2021). *Tendencias en los sistemas educativos del siglo XXi.* doi:https://doi.org/10.18634/sophiaj.17v.1i.1015

BID. (2023). *Drones en la construcción: El valor que las tecnologías de drones aportan al sector de la construcción en América Latina*. Obtenido de https://blogs.iadb.org/transporte/es/drones-en-la-construccion-el-valor-que-las-tecnologias-de-drones-aportan-al-sector-de-la-construccion-en-america-latina/

Carbon Trust. (2022). *Marco para el desarrollo de una estrategia de digitalización - Digitalización en el sector eléctrico en Colombia.* UPME.

Cárdenas, M. C. (2022). *Tendencias Pedagógicas en la Educación Superior.* Ocaña, Norte de Santander: Universidad Francisco de Paula Santander. Recuperado el 7 de Octubre de 2023, de https://cider.ufpso.edu.co/wp-content/uploads/2023/04/Tendencias-pedagogicas-en-la-educacion-superior-ebook.pdf

COIIM. (2022). *Nuevas tecnologías para el impulso de las energías renovables.* Madrid: Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.

CONTE. (2025). *Nosotros*. Obtenido de CONTE: https://www.conte.org.co/nosotros/

CREG. (2024). *GOV.CO*. Obtenido de CREG: https://creg.gov.co/publicaciones/14175/gremios/

CREG. (2025). *Regulación*. Obtenido de CREG: https://creg.gov.co/loader.php?lServicio=Documentos&lFuncion=infoCategoriaConsumo&tipo=RE

DNP. (2018). *Documento CONPES 3918: Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia.* Departamento Nacional de Planeación. Obtenido de Documento CONPES 3918: Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia

Educación 3.0. (s.f.). Las tendencias educativas y tecnológicas que marcarán 2023. Obtenido de https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/tendencias-educativas/

Fernández R, A. E. (2023). *Modalidades cortas de educación y formación postsecuendaria.* Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado el 11 de Octubre de 2023, de https://blogs.iadb.org/educacion/es/modalidades-cortas-de-educacion-y-formacion-postsecundaria/

Gamboa A, P. R. (2021). *Concepciones de estudiantes universitarios sobre aprendizaje colaborativo apoyado por tecnologías digitales.* Recuperado el 1 de Octubre de 2023, de https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1649/1559

García, S. (20 de enero de 2023). Cinco tendencias educativas para 2023. Obtenido de https://observatorio.tec.mx/edu-news/cinco-tendencias-educativas-para-2023/

Hernández Villa, A., & Camarena Gómez, B. (2022). Formacion ambiental: Posibilidad de ser otro en el mundo. *Diálogos sobre educación*, 1-21. Recuperado el 7 de Octubre de 2023, de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=447/44732048010 [Links]

IDEAM. (2017). *Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia.* Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y.

IDEAM. (2017). *Atlas de viento de Colombia.* Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

IRENA. (2021). *Perspectiva de la Transición Energética Mundial.* International Renewable Energy Agency. Obtenido de https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA_WETO_Summary_2021_ES.pdf

JungKyu, L. (2022). *¿Qué son las credenciales alternativas y cómo ayudan a cerrar la brecha de habilidades?* Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado el 11 de Octubre de 2023, de https://blogs.iadb.org/educacion/es/que-son-las-credenciales-alternativas-brecha-de-habilidades/

Kelly, K. (2022). *Bootcamp vs educación tradicional: opciones para formar talento humano.* Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado el 11 de Octubre de 2023, de https://blogs.iadb.org/educacion/es/bootcamps-talento-tecnologico/

Mateo M. (2023). *De la imprenta a ChatGPT: el desafío no es la tecnología sino la inequidad en la educación.* Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado el 11 de Octubre de 2023, de https://blogs.iadb.org/educacion/es/chatgpt-inteligencia-artificial-educacion/

Messina, D., Contreras Lisperguer, R., & Salgado Pavez, R. (2022). *Tendencias en materia de digitalización del sector eléctrico.* Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Miguel, C., Martínez, K., Pereira, M., & Kohout, M. (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe: Oportunidad para una recuperación transformadora.* Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2025). *Clúster de Energía*. Obtenido de Red Cluster Colombia: https://redclustercolombia.gov.co/initiatives_f/47/show-initiatives

Ministerio de Educación Nacional. (n.d.).

Ministerio de Minas y Energía. (2021). *Transición energética: Un legado para el presente y el futuro de Colombia.* Colombia. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/documents/5856/TRANSICION_ENERGETICA_COLOMBIA_BID-MINENERGIA-2403.pdf

Mintrabajo & OIT. (2023). *Transition.*

MME. (2021). *Hoja de ruta del hidrógeno en Colombia*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/micrositios/enlace-ruta-hidrogeno/

MME. (2021). *Misión de transformación energética y modernización de la industria eléctrica: hoja de ruta para la energía del futuro.* Ministerio de Minas y Energía. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/documents/9180/Resumen_MTE_primera_fase_VF_2.pdf

MME. (2022). *Plan Estratégico de Tecnologías de la Información 2024-2027.* Ministerio de Minas y Energía.

MME. (2023). *Potencial energético subnacional y oportunidades de descarbonización en usos de energía final.* Bogotá: Ministerio de Minas y Energía. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/documents/10443/4._Potencial_energético_subnacional_y_oportunidades_de_descarbonización_en_uso_zIqm9dM.pdf

MME. (2024). *Metodologia General - Estrategia Nacional Comunidades Energeticas.* Bogotá: Ministerio de Minas y Energía. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/documents/13312/Metodologia-General-Estrategia-Nacional-Comunidades-Energeticas-2024.pdf

MME. (2024). *Oportuidades y desafíos socioambientales de la Transición Energética Justa.* Ministerio de Minas y Energía. Obtenido de ttps://minenergia.gov.co/documents/12636/Desafios-TEJ-2024.pdf

MME. (2025). *Transicion energetica justa - Hoja de ruta.* Obtenido de https://minenergia.gov.co/documents/13272/Hoja_de_ruta_transicion_energetica_justa_TEJ_2025.pdf

MME, UPME, DEA & Emergente. (2025). *Catálogo Tecnológico Colombiano - Tecnologías de generación y almacenamiento de energía.* Ministerio de Minas y Energía.

Ocaña, Y. (2019). *Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior.* Lima. Recuperado el 8 de Octubre de 2023, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-79992019000200021

OIT. (2020). *Perspectivas Sociales y del Empleo en el Mundo: Tendencias 2020.* Organización Internacional del Trabajo. Obtenido de https://www.ilo.org/publications/world-employment-and-social-outlook-trends-2020-0

Pearson. (2021). *Tendencias educativas en nivel superior, una mirada actual.* Recuperado el 7 de Octubre de 2023, de https://blog.pearsonlatam.com/educacion-del-futuro/tendencias-educativas-en-nivel-superior

PROCOLOMBIA. (2024). *Energía renovable*. Obtenido de Invest in colombia: https://investincolombia.com.co/es/sectores/energia/energia-renovable

Santillán J, J. E. (2020). *STEAM como metodología de aprendizaje en la educación superior.* Recuperado el 8 de Octubre de 2023, de Dialnet-STEAMComoMetodologiaActivaDeAprendizajeEnLaEducaci-7554327.pdf

SPE. (2024). *Servicio Público de Empleo*. Obtenido de Demanda laboral: https://www.serviciodeempleo.gov.co/dataempleo-spe/demanda-laboral/2023

Torrecilla, S. (2018). *Flipped Classroom: Un modelo pedagógico eficaz en el aprendizaje de Science.* Recuperado el 7 de Octubre de 2023, de https://doi.org/10.35362/rie7612969

UNESCO - IESALC. (2021). *Caminos hacia el 2050 y más allá.* Recuperado el 11 de Octubre de 2023, de https://www.iesalc.unesco.org/2021/11/25/personas-de-todo-el-mundo-visualizaron-como-sera-la-educacion-superior-en-2050-y-mas-alla/

UNESCO. (2023). *Avances hacia el ODS 4 en edusación superior.* Recuperado el 1 de Octubre de 2023, de https://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2023/01/Documento-de-Trabajo-03_Espanol_FINAL-1.pdf

UPME. (2010). *Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia.* Bogotá: Unidad de Planeación Minero Energética.

UPME. (2023). Obtenido de Redes inteligentes: https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/Redes-Inteligentes.aspx

UPME. (2024). Obtenido de Programa Estallido 6GW: https://www.upme.gov.co/estallido-6gw/

Waldman, M. (2005). *Tendencias y desafíos y oportunidades de la educación superior al inicio del siglo XXI.* Recuperado el 7 de Octubre de 2023, de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373/37302903 [Links]

XM. (2024). *Reporte integral de sostenibilidad, operación y mercado 2024.* Colombia: XM. Obtenido de https://online.fliphtml5.com/aatse/xiuu/#p=384

XM. (2025). *Capacidad efectiva neta por tipo de generación*. Obtenido de XM: Capacidad efectiva neta por tipo de generación

ANEXOS

ANEXO Tabla 63. Cursos relacionados con el área de Producción de Energía y Electricidad

No.	Nombre	Institución	Temática	Tipo	Modalidad	Plataforma
1	Tecnología 4.0 Aplicada (Gestión De Activos) Y Principios De Optimización Estocástica Y Cuantificación de Incertidumbre (Energía Renovable)	Universidad Nacional de Colombia	Fortalecer capacidades y competencias en temas de gestión de activos del sector eléctrico. Conceptos de gestión de activos, analizar y entender la importancia del equipamiento eléctrico a lo largo de su ciclo de vida, incluyendo las etapas de adquisición, puesta en servicio, operación, mantenimiento y disposición final.	Curso	Virtual	Recuperado el 29 de abril de 2025 en https://hermesextension.unal.edu.co/ords/f?p=116:21:9145935712406:::21:P21_ID:57231
2	Análisis de coordinación de protecciones en sistemas de potencia - CooProSP	Universidad Nacional de Colombia	Habilidades de conocimiento en análisis para coordinación de protecciones en sistemas de potencia y herramientas de simulación. Aplicación de los estudios de cortocircuito, flujo de carga, análisis transitorio, análisis de arco eléctrico y coordinación de los dispositivos de protección para garantizar el funcionamiento de los elementos de la red de energía. Metodología de protección de los equipos en un sistema de potencia. Herramientas de software de análisis de coordinación de protecciones para la red eléctrica considerando sistemas de generación de energía con recursos renovables y nuevas cargas basadas en electrónica de potencia.	Curso 48 horas	Híbrida	Recuperado el 29 de abril de 2025 en https://INGENIERÍA.bogota.unal.edu.co/uecp/index.php/component/sppagebuilder/page/56
3	Planeación de sistemas de distribución y transmisión	Universidad Nacional de Colombia	Diagnóstico, análisis y diseño de sistemas de potencia y distribución del sector eléctrico. Herramientas de análisis en el planeamiento de sistemas de potencia con énfasis en los sistemas de distribución, transmisión y generación. Dinámicas del sector eléctrico colombiano análisis de los desafíos del ejercicio de planeamiento frente a la incorporación de	Curso 48 horas	Presencial	Recuperado el 29 de abril de 2025 en https://INGENIERÍA.bogota.unal.edu.co/uecp/index.php/component/sppagebuilder/page/110

No.	Nombre	Institución	Temática	Tipo	Modalidad	Plataforma
			tecnologías de Recursos Energéticos Distribuidos (DER), Infraestructura de Medición inteligente (AMI), vehículos eléctricos y Automatización Avanzada de la Distribución (ADA). Impacto, aplicación y beneficios de la integración de tecnologías de Smart Grids para alcanzar una mayor eficiencia de los sistemas de potencia y distribución.			
4	Diseño de iluminación de túneles	Universidad Nacional de Colombia	Capacitar y actualizar en los criterios de diseño de la iluminación de túneles, atendiendo los requerimientos visuales y de seguridad en este tipo de infraestructura. Aplicar las herramientas de diseño y simulación en PC al proceso de iluminación de túneles con operación de doble sentido. Desarrollar un proyecto de iluminación de acuerdo con las normas internacionales y nacionales y los requerimientos RETILAP.	Curso 44 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://INGENIERÍA .bogota.unal.edu.co/uecp/index.php/component/sppagebuilder/page/42
5	Operación de Motores Eléctricos y Gestión Energética, OMEGE	Universidad Nacional de Colombia	Conocimiento en operación de sistemas de control y supervisión de motores eléctricos en conjunto con su accionamiento y carga según los nuevos requerimientos de mercado y normatividad vigente. Habilidad en operación de motores eléctricos y normatividad vigente Aplicar los conceptos de sistemas de control, comunicación y supervisión de motores en operación de alta eficiencia y calidad de energía Analizar y evaluar la normatividad vigente de eficiencia energética, calidad de energía, seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética del sistema motor eléctrico, drive y carga	Curso 48 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://INGENIERÍA .bogota.unal.edu.co/uecp/index.php/component/sppagebuilder/page/55
6	Ensayo Pre-cualificación a sistemas de cables	Universidad Nacional de Colombia Enel-Codensa	Conceptos de metrología eléctrica y variables a considerar en el ensayo. Herramienta Hardware in the Loop para la simulación de procesos y diseño de controladores en tiempo real.	Curso 20 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://INGENIERÍA

No.	Nombre	Institución	Temática	Tipo	Modalidad	Plataforma
	subterráneos de alta tensión		Ensayo de pre-cualificación a sistemas de cables subterráneos de alta tensión normalizados por IEC y su importancia en los proyectos del futuro. Experiencias adquiridas en el desarrollo del campo de pruebas para la ejecución del ensayo de pre-cualificación a sistemas de cables subterráneos			.bogota.unal.edu.co/uecp/index.php/component/sppagebuilder/page/106
7	Desarrollo de Proyectos en Energías Renovables	Universidad de los Andes	Introducción a las energías renovables Conceptos Básicos: Etapas, plan de desarrollo y evaluación financiera de proyectos en energías renovables Caso de Estudio Generación de Energía a partir del Viento Caso de Estudio Generación de Energía a partir de Biomasa	Curso 24 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://educacioncontinua.uniandes.edu.co/desarrollo-de-proyectos-en-energias-renovables/p
8	Diseño e Instalación de Sistemas Solares Fotovoltaicos Autónomos	Xentrum	Diseñar, calcular, presupuestar y dirigir la instalación de sistemas de energía solar fotovoltaica de pequeña y mediana potencia,	Curso 60 horas	Presencial	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://capxentrum.com/instalacion-de-sistemas-solares-fotovoltaicos-autonomos/
9	Instalación de Paneles Solares y Diseño Fotovoltaico	Xentrum	Implementación de dispositivos que aprovechan las energías renovables en entornos rurales y urbanos. Aplicar conocimientos del área de la electricidad (Electricista) y en otras técnicas involucradas en la construcción	Curso 50 horas	Presencial	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://capxentrum.com/instaladordepanelessolares/
10	Sistemas fotovoltaicos con inyección a red -ON GRID	Xentrum	Recurso solar Módulos fotovoltaicos Inversor ONGRID Estructura soporte Accesorios y protecciones	Curso 50 horas	Presencial	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://capxentrum.com/sistema

No.	Nombre	Institución	Temática	Tipo	Modalidad	Plataforma
			Dimensionamiento			s-solares-fotovoltaicos-con-inyeccion-a-la-red-a-red-on-grid-2/
11	Trámites de Legalización ante el Operador de Red e Incentivos Tributarios de Proyectos Solares fotovoltaicos	Xentrum	Procedimientos, requisitos y mejores prácticas para gestionar con éxito la legalización de proyectos solares ante el operador de red	Curso 12 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://capxentrum.com/tramites-de-legalizacion/
12	Diseño e implementación de proyectos solares residenciales y rurales	Xentrum	Electricidad asica Orientada a los Sistemas Fotovoltaicos Introducción a los Sistemas Fotovoltaicos Cálculo de Recursos Solares y Análisis de la Demanda Energética Componentes de un Sistema Fotovoltaico Calculo Diseño de los Sistemas Fotovoltaicos Aislados (Autónomos) Montaje Mantenimiento de los Sistemas Fotovoltaicos Sistemas Fotovoltaicos Autónomos	Curso 40 horas	Presencial	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://capxentrum.com/energiasolarcomunitaria/
13	Electricidad Básica	Xentrum	Conocimientos básicos y normativos colombianos en instalaciones eléctricas con énfasis en la seguridad y la prevención. Instalación domiciliaria, salidas para tomacorrientes, enchufes, controles de señalización.	Curso 25 horas	Presencial	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://capxentrum.com/electricidad/
14	Energía Solar Fotovoltaica	Esneca Business School.	Características del sol y de la radiación solar incidente sobre la tierra, las características de las células. Componentes y configuraciones del sistema fotovoltaico, Aplicaciones, instalaciones de bombeo solar, instrumentos de medida, protecciones, y mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas.	Curso 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.emagister.com.co/energia-solar-fotovoltaica-icourse-es-3657400.htm

No.	Nombre	Institución	Temática	Tipo	Modalidad	Plataforma
15	Eficiencia del Centro de Proceso de datos: reducción del consumo eléctrico	Schneider Electric University	Contabilizar los ahorros eléctricos y métodos que pueden reducir el consumo eléctrico. Gestionar el gasto de electricidad del centro de datos. Reconocer cómo se utiliza la energía eléctrica en los centros de datos. Corregir errores generalizados sobre la eficiencia de los centros de datos. Describir medidas fundamentales para reducir el consumo de energía de los equipos de IT. Ahorro con medidas de reducción del consumo energético. Estrategias prácticas para conseguir que los centros de datos existentes y los nuevos sean eficientes.	Curso	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://university.se.com/catalog/view/course/id/305
16	Estructuras de tarificación energética I: Conceptos y precios unitarios	Schneider Electric University	Tipos de energía utilizados en una determinada instalación, estructura tarifaria de cada tipo de energía. Conceptos de gas, electricidad y sus costos unitarios. Tarifas fijas, tarifas por bloques, tarifas estacionales, tarifas de discriminación horaria y tarifas de tiempo real.	Curso	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://university.se.com/catalog/view/course/id/309/title/Estructuras%20de%20tarificaci%C3%B3n%20energ%C3%A9tica%20I:%20Conceptos%20y%20precios%20unitarios
17	Estructuras de tarificación energética II: Comprenda y reduzca su factura energética	Schneider Electric University	Estructuras de tarificación energética II: Comprenda y reduzca su factura energética	Curso	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://university.se.com/catalog/view/course/id/310/title/Estructuras%20de%20tarificaci%C3%B3n%20energ%C3%A9tica%20II:%20Compr

No.	Nombre	Institución	Temática	Tipo	Modalidad	Plataforma
						enda%20y%20reduzca%20su%20factura%20energ%C3%A9tica
18	Medición y comparación del rendimiento energético	Schneider Electric University	Contabilidad energética. Índice de uso de la energía y el índice de coste de la energía. Factor de carga de una instalación. Equipo y métodos necesarios para realizar medidas y comparaciones de la energía. Oportunidades de eficiencia utilizando datos de intervalos de medidores. Enumerar los métodos de comparación más comunes. Describir los métodos de comprobación del ahorro de energía	Curso	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://university.se.com/catalog/view/course/id/316/title/Medici%C3%B3n%20y%20comparaci%C3%B3n%20del%20rendimiento%20energ%C3%A9tico
19	Energía Solar Fotovoltáica teórica – práctica	CONTE		Curso 16 horas	Presencial	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.conte.org.co/fat-event/capacitacion-presencial-en-cartagena-energia-solar-fotovoltaica-teorica-practica/?sd=1746864000&ed=1746896400?sd=1746864000&ed=1746896400

Fuente: elaboración propia

ANEXO Tabla 64. Diplomados relacionados con el área de Producción de Energía y Electricidad.

No.	Nombre	Institución	Temática	Tipo	Modalidad	Plataforma
1	Diplomado en iluminación y RETILAP	Universidad Nacional de Colombia	Fundamentos y principios luminotécnicos empleados en el diseño de sistemas de iluminación, los aspectos normativos y regulatorios de RETILAP, el estudio de la tecnología para producción de luz basada en LED, los dispositivos de control y automatización de sistemas de iluminación; introducción al diseño en computador, análisis de metrología en equipos de iluminación y la conformidad de productos.	Diplomado 140 horas	Virtual sincrónica	Recuperado el 29 de abril de 2025 en https://INGENIERÍA .bogota.unal.edu.co/uecp/index.php/component/sppagebuilder/page/56
2	Diplomado en Instalaciones fotovoltaicas	Universidad Nacional de Colombia	Diseño y operación de instalaciones fotovoltaicas de mediana escala. Tecnologías para la generación, control y almacenamiento de energía de origen fotovoltaico. Herramientas técnicas, económicas y financieras para evaluar soluciones de suministro de energía con sistemas fotovoltaicos. Criterios regulatorios y normativos para la operación de sistemas fotovoltaicos en Colombia.	Diplomado 120 horas	Híbrida	Recuperado el 29 de abril de 2025 en https://INGENIERÍA .bogota.unal.edu.co/uecp/index.php/component/sppagebuilder/page/56
3	Gestión de proyectos en fuentes renovables	Universidad Nacional de Colombia y Ser Colombia (Asociación de Energías Renovables Colombia)	Construir escenarios de innovación desde el conocimiento en la transición energética. Aspectos tecnológicos, gestión de proyectos, políticas y regulaciones en la cadena energética, desde la producción hasta el uso final de energía. Nuevos modelos de negocios, oportunidades y requisitos para el aprovechamiento de incentivos tributarios y aspectos financieros en la estructuración de proyectos.	Diplomado 130 horas	Virtual	Recuperado el 29 de abril de 2025 en https://INGENIERÍA .bogota.unal.edu.co/uecp/index.php/component/sppagebuilder/page/67
4	Diplomado en Instalaciones especiales	Universidad Nacional de Colombia	Lineamientos básicos y actualizaciones normativas en cuanto a instalaciones especiales o en ambientes clasificados como peligrosos Identificar y reconocer las áreas clasificadas como peligrosas, sistemas de protección y su aplicabilidad Fundamentos de equipos y alternativas de diseño en este tipo de instalaciones Seleccionar equipos y accesorios aprobados según las propiedades del ambiente en el que operen Seleccionar el tipo de instalación eléctrica, material, equipo e instrumento a utilizar según las áreas clasificadas y su normatividad Diseños de instalaciones en plantas industriales del sector de hidrocarburos para recibo, almacenamiento y despacho de combustibles.	Diplomado 120 horas	Presencial	Recuperado el 29 de abril de 2025 en https://INGENIERÍA .bogota.unal.edu.co/uecp/index.php/component/sppagebuilder/page/78

No.	Nombre	Institución	Temática	Tipo	Modalidad	Plataforma
			Conocer los requerimientos para montaje, pruebas de equipos y materiales y mantenimiento en Instalaciones especiales. Ofrecer conocimiento para generar mayor rentabilidad, minimizando los costos a nivel industrial.			
5	Automatización de la distribución de energía: Smart Grids, SG	Universidad Nacional de Colombia	Identificar y aplicar tecnologías de información y comunicación (TIC), sistemas de generación de energía con recursos renovables, almacenamiento de energía, tecnología de electrónica de potencia y smart grids en la automatización del sistema de distribución de energía. Planeación, gestión, operación y toma de decisión de sistemas de potencia relacionados con los procesos de generación, transmisión, distribución y uso final de recursos energéticos. Aplicar herramientas de software de análisis técnicos y económicos de tecnologías de Smart Grids que permite optimizar el sistema en función de eficiencia, rentabilidad, confiabilidad ó calidad de servicio.	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 29 de abril de 2025 en https://INGENIERÍA.bogota.unal.edu.co/uecp/index.php/component/sppagebuilder/page/71
6	Gestión de activos y principios de inteligencia computacional aplicada al sector eléctrico	Universidad Nacional de Colombia	Gestión de activos en el sector eléctrico, con el propósito de analizar y entender su importancia en el ciclo de vida de los activos, incluyendo la operación, mantenimiento y planeación, y sentar las bases para optimizar la generación de valor del equipamiento de alta tensión operado por compañías del sector eléctrico.	Diplomado 100 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://INGENIERÍA.bogota.unal.edu.co/uecp/index.php/component/sppagebuilder/page/68
7	Diplomado en gestión energética	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Uso eficiente de los recursos y las alternativas de energías limpias para la disminución de los consumos energéticos en los procesos industriales. ISO 50001	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://ftecnologica.udistrital.edu.co/uextension/index.php/node/314
8	Diplomado en eficiencia energética	Universidad de América	Medidas y herramientas para promover el uso de mecanismos limpios y de uso de energías renovables para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, y en consecuencia el calentamiento global a partir de la adopción de políticas, y estrategias que conduzcan a que la sociedad y los medios de producción implementen acciones que garanticen buenas prácticas de uso eficiente y economía de energía.	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.uamerica.edu.co/project/eficiencia-energetica/
9	Diplomado en Gestión y Planificación de Energías Renovables	Universidad de América	Conceptos y parámetros fundamentales de las energías renovables como la energía marina, térmica y solar, geotérmica, de biomasa y eólica. Procesos de planificación energética teniendo en cuenta factores técnico-	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.uamerica.edu.co/project/diplomado-en-gestion-y-

No.	Nombre	Institución	Temática	Tipo	Modalidad	Plataforma
			económicos como el LCOE (costo nivelado de energía). Costo nivelado de energía. Aspectos teóricos y prácticos de energías renovables como la geotermia, térmica y solar, combustión de biomasa y energía eólica. Aspectos económicos para la selección de emprendimientos de energía.			planificacion-de-energias-renovables/
10	Diplomado en Sistemas de iluminación con énfasis en RETILAP	Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Aspectos generales y disposiciones administrativas del RETILAP. Fundamentos sobre la luz y la visión Productos para iluminación Diseños y cálculos de alumbrado público de acuerdo con RETILAP 2024. Fotometría e Iluminación de espacios públicos. Diseños y cálculos de iluminación interior (nuevos criterios de diseño RETILAP 2024). Diseños con software especializado para iluminación interior (8 horas) Diseños con software especializado para alumbrado público Iluminación industrial e iluminación inteligente Proyectos, mantenimiento y medición en iluminación interior bajo criterio RETILAP 2024. Proyectos, mantenimiento e interventoría de alumbrado público	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.escuelaing.edu.co/es/programas/diplomado-sistemas-de-iluminacion-con-enfasis-en-retilap/#scrolling-content-content-3
11	Energías Renovables	Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Energía solar fotovoltaica Energía eólica, otras fuentes no convencionales y análisis financiero Sistemas de Gestión Energética ISO 50001:2018 y Auditorías Energéticas ISO 50002:2014	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.escuelaing.edu.co/es/programas/energias-renovables/#scrolling-content-content-3
12	Diplomado en Energías Renovables y Eficiencia Energética	Pontificia Universidad Javeriana - Cali	Introducción a las energías renovables y la sostenibilidad energética Introducción a la eficiencia energética Marco regulatorio de energía renovables y eficiencia energética Análisis financiero de proyectos de energías renovables Energía solar, eólica y Sistemas híbridos	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.javerianacali.edu.co/educacion-continua/diplomado-en-energias-renovables-y-eficiencia-energetica
13	Diplomado en Energías Renovables	EAFIT Virtual	Usar la radiación solar para generar electricidad y calor, así como para crear sistemas de iluminación natural. Elementos esenciales de los proyectos de energía eólica, como la evaluación del recurso eólico, la tecnología de las plantas de generación y el análisis financiero básico. La bioenergía, desde cómo se transforma la biomasa hasta las tecnologías disponibles para convertirla en energía. Implicaciones ambientales y	Diplomado 96 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://uvirtual.eafit.edu.co/es-co/diplomado-en-energias-renovables

No.	Nombre	Institución	Temática	Tipo	Modalidad	Plataforma
			cómo estas tecnologías pueden responder a la demanda energética en el futuro. Calcular el potencial energético de proyectos hidráulicos, eligiendo las máquinas adecuadas y comprendiendo los procesos de transformación de energía. Explorar cómo funcionan las máquinas reversibles en este contexto.			
14	Diplomado en Eficiencia Energética y Energías Renovables	Universidad Tecnológica de Pereira	Marco Institucional del Sector Eléctrico Colombiano y Generalidades de la Transición Energética en Colombia Energías Renovables No convencionales Eficiencia Energética	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://INGENIERÍAs.utp.edu.co/noticias/diplomado-en-eficiencia-energetica-y-energias-renovables/
15	Diplomado Marco Legal y Regulatorio para el Desarrollo de las Energías Renovables en Colombia	Universidad Tecnológica de Bolívar	Introducción – De las Energías Renovables Del Servicio Público de Energía Eléctrica en Colombia De la Integración de las Energías Renovables en la Matriz Energética De los Incentivos Tributarios Desarrollo de Proyectos de Renovables Evaluación financiera de Proyectos (teórico-práctico) Estado del Arte de las Energías Renovables en Colombia	Diplomado 120 horas	Híbrida	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.utb.edu.co/curso-diplomado-tall/marco-legal-y-regulatorio-para-el-desarrollo-de-energias-renovables-en-colombia/
16	Gestión de Energías Renovables y Eficiencia Energética	Politécnico de Colombia	Aborda los fundamentos y estructura de la norma ISO 50001 (Sistemas de Gestión de Energías) y propone un conocimiento básico de las distintas fuentes de energías renovables.	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://politecnicodecolombia.edu.co/gestion-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica/#presentacion
17	Diplomado NEC	Legrand Colombia	Establecer los parámetros y criterios técnicos para diseñar, especificar, ejecutar, inspeccionar y realizar mantenimiento a las instalaciones eléctricas de acuerdo con la versión actualizada del NEC 2023.	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.legrand.com.co/es/diplomado-nec
18	Diplomado en Energía Solar Fotovoltaica	Universidad Sergio Arboleda	Módulo I. Especificaciones generales de un sistema fotovoltáico Módulo II. Instalaciones eléctricas Módulo III. Paneles solares, controladores de carga e inversores Módulo IV. Almacenamiento Módulo V. Dimensionamiento de sistemas solares fotovoltaicos Módulo VI. Instalación, puesta en servicio y mantenimiento Módulo VII. Evaluación económica y legislación	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.usergioarboleda.edu.co/educacion-continuada/diplomado-en-energia-solar-fotovoltaica/

No.	Nombre	Institución	Temática	Tipo	Modalidad	Plataforma
19	Diplomado en Energía Eléctrica, con Aplicaciones Industriales	Institución Universitaria ITM	Principios básicos de luminotecnia y fotometría. Principales aspectos del RETILAP. Mediciones de iluminación. Manejo de software para diseño de iluminación. Generalidades del diseño de iluminación interior, exterior y alumbrado público. Introducción a las energías renovables Energía eólica Energía solar fotovoltaica Dimensionamiento Leyes y normatividad. RETIQURE Parámetros que definen la calidad de la energía eléctrica. Eventos que afectan la calidad de la energía. Armónicos y factor de potencia. Sistemas de puesta a tierra. Práctica con equipos especiales de medición	Diplomado 104 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.itm.edu.co/educacion-continua/diplomados/energia-ELÉCTRICA-con-aplicaciones-industriales-2/
20	IEEE – Prevención, Seguridad y Control de los Riesgos Eléctricos	Intercontinental Politécnico	Reconocer y eliminar, a través de la utilización de normas y estándares internacionales, los peligros de las tareas relacionados con la energía eléctrica, además de conocer los parámetros a considerar en los circuitos eléctricos, voltaje, corriente, resistencia, bobinas y condensadores.	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.politecnicointercontinental.com/curso-diplomado-gratis-ieee-prevencion-seguridad-y-control-de-los-riesgos-electricos/
21	Mantenimiento Electrónico	Intercontinental Politécnico	Conocimientos básicos de mantenimiento y reparación. Que permitan al estudiante reconocer posibles fallos y mejoras en sistemas electrónicos.	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.politecnicointercontinental.com/curso-diplomado-gratis-mantenimiento-electronico/
22	IEEE-Optimización del Mantenimiento de Sub-Estaciones Eléctricas	Intercontinental Politécnico	Identificar los riesgos y peligros de la ejecución de actividades en una subestación eléctrica. Se resaltarán recomendaciones operativas para las actividades específicas con relación a la normativa vigente. Además, podrán conocer las frecuencias recomendadas para cada uno de los componentes de una subestación eléctrica.	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.politecnicointercontinental.com/curso-diplomado-gratis-ieee-optimizacion-del-mantenimiento-de-sub-estaciones-ELÉCTRICAs/
23	Electroneumática	Intercontinental Politécnico	Diseño, implementación y mantenimiento de sistemas electroneumáticos, proporcionando conocimientos sobre física aplicada, componentes y técnicas de diseño de circuitos.	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.politecnicointercontinental.com/curso-diplomado-gratis-electroneumatica/
24	Diseño Eléctrico con Énfasis en NTC 2050 – RETIE – RETILAP y NFPA 70E	Intercontinental Politécnico	Desarrollo de diseños eléctricos respetuosos de la normatividad nacional e internacional.	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.politecnicointercontinental.com/curso-diplomado-gratis-diseno-electrico-con-enfasis-en-ntc-2050-retie-retilap-y-nfpa-70e/

No.	Nombre	Institución	Temática	Tipo	Modalidad	Plataforma
25	Instalación de Paneles Solares	Intercontinental Politécnico	Diseño, instalación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos, abordando normativa y seguridad.	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.politecnicointercontinental.com/curso-diplomado-gratis-instalacion-de-paneles-solares/
26	Cableado Estructurado y Redes de Fibra Óptica	Intercontinental Politécnico	Diseño, construcción e implementación de redes con cableado estructurado y fibra óptica, empleando herramientas y equipos en el proceso de diagnóstico, certificación de redes y empalmes de fibra óptica, bajo las normas vigentes y estándares actuales	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.politecnicointercontinental.com/curso-diplomado-gratis-cableado-estructurado-y-redes-de-fibra-optica/
27	Electrónica Básica	Intercontinental Politécnico	Dominio de componentes electrónicos fundamentales, interpretación de planos y diseño de circuitos. Aprende sobre resistencia, capacitancia, inductancia y señales, con énfasis en aplicaciones prácticas y diseño de placas PCB	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.politecnicointercontinental.com/curso-diplomado-gratis-electronica-basica/
28	Electrónica Digital	Intercontinental Politécnico	Análisis, diseño y detección de fallas de los sistemas digitales	Diplomado 120 horas	Virtual	Recuperado el 30 de abril de 2025 en https://www.politecnicointercontinental.com/curso-diplomado-gratis-electronica-digital/

Fuente: elaboración propia.

ANEXO Tabla 65. Programas de educación superior con competencias y perfil ocupacional relacionados con el área de Producción de Energía y Electricidad.

IES	Programa	Perfil	Competencias
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA - UPTC	INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA	El Ingeniero Electromecánico de la UPTC, es un profesional capaz de diseñar, desarrollar, implementar, mantener y gestionar sistemas eléctricos, mecánicos y electromecánicos, para diagnosticar y solucionar problemas de los sectores productivo, comercial y de bienes y servicios, con un enfoque ético, crítico, reflexivo y solidario, acorde con la normatividad vigente. En su formación, integra los conocimientos de las matemáticas, la física y la ciencia de los materiales, los sistemas eléctricos de potencia, la transformación de la energía, la transmisión de potencia y movimiento, los procesos de manufactura, la gestión de activos, el mantenimiento industrial, el control y la automatización industrial. Además, se caracteriza por su liderazgo, comunicación asertiva, trabajo en equipo y	Competencias. Diseña, optimiza y opera sistemas de generación, transformación, distribución y uso final de la energía eléctrica. Diseña, evalúa e implementa elementos de máquinas y equipos en sistemas mecánicos y electromecánicos. Establece, implementa y mejora sistemas de gestión de activos y de mantenimiento industrial. Diseña e implementa sistemas de control y automatización industrial. Analiza, implementa y dirige proyectos de investigación e ingeniería electromecánica, desde una perspectiva técnica, administrativa y financiera.

IES	Programa	Perfil	Competencias
		habilidad para la formulación y gestión de proyectos sostenibles con responsabilidad social y ambiental.	
UNIVERSIDAD DEL VALLE	TECNOLOGÍA EN MANTENIMIENTO DE SISTEMAS ELECTROMECÁNICOS	Está en capacidad de ejercer actividades de operación, mantenimiento, gestión, ventas, montaje, de sistemas electromecánicos en los campos de mecánica aplicada, electromecánica y sistemas automáticos de organizaciones públicas y privadas, industrias, comercios, y en empresas de servicios y sociales, con la visión de producción sostenible y eficiente	Participa en labores de lubricación, puesta a punto de rodamientos de máquinas y equipos industriales. Aplicar las ciencias naturales, los métodos y las herramientas de su especialidad, que le permitan comprender, prever y solucionar problemas técnicos en labores de mantenimiento preventivo, basado en condición y correctivo en el área de sistemas electromecánicos. Participar y comunicarse eficientemente en equipos multidisciplinarios para desarrollar proyectos en el área del mantenimiento electromecánico. Resuelve problemas tecnológicos en sistemas industriales, cadenas cinemáticas, circuitos eléctricos, neumáticos e hidráulicos, automatizados o no, mediante técnicas y herramientas de gestión y mantenimiento
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO	TECNOLOGIA EN SISTEMAS ELECTROMECÁNICOS	Está orientada hacia la intervención de los sistemas electromecánicos, es decir, aquellos que son vistos como conjuntos de elementos mecánicos, máquinas, equipos y procesos que emplean componentes y dispositivos eléctricos en sus subsistemas de suministro de energía, control, medición y monitoreo. Interviene los sistemas electromecánicos con el fin de facilitar los procesos tecnológicos para el diagnóstico, montaje, mantenimiento preventivo y correctivo, adecuación, reconversión y modernización o cambio de tecnología de componentes y elementos.	Diseño, montaje, operación, supervisión y mantenimiento de sistemas electromecánicos. Automatización de máquinas y sus mecanismos, y procesos industriales requeridos por los diversos sectores de la economía que permitan modernizar sus operaciones.
INSTITUTO TECNOLOGICO METROPOLITANO	Ingeniería Electromecánica	Adquirir conocimientos en las áreas de gestión y el diseño de los sistemas electromecánicos, la dirección del montaje, el mantenimiento y la automatización, en sectores de la economía como el industrial, energético, minero, transporte, entre otros; fundamentado en la normatividad vigente para el mejoramiento continuo de los procesos, el uso	Gestionar estrategias para el mantenimiento de los activos, preservando y/o mejorando la calidad y eficiencia de los sistemas electromecánicos. Diseñar sistemas eléctricos, mecánicos, térmicos y de automatización, orientados a procesos electromecánicos en los sectores productivos y de servicios de acuerdo con la normativa vigente.

IES	Programa	Perfil	Competencias
		racional de la energía y la conservación del medio ambiente	Proponer soluciones destinadas al uso racional de la energía en los sistemas electromecánicos usados en los sectores productivos y de servicios, aplicando criterios de eficiencia energética, sostenibilidad, gestión y responsabilidad con el medio ambiente. Solucionar problemas de ingeniería de forma sistémica. Planificar y ejecutar actividades que lo lleven al cumplimiento de metas, respetando las características del trabajo cooperativo.
UNIVERSIDAD NACIONAL	Ingeniería Eléctrica	Es un profesional con sólida formación técnica para concebir, diseñar, implementar y operar sistemas de energía eléctrica y que ha desarrollado competencias personales e interpersonales que le permiten liderar o participar en proyectos que solucionen problemas a nivel local, nacional o global con un alto sentido de responsabilidad social y capacidad para actualizar sus conocimientos. Con base en el logro de las metas de formación planteadas para el programa de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional, el egresado puede actuar con competencia en todos los campos que tengan relación con sistemas eléctricos en donde se necesite llevar a cabo, entre otras, funciones de diseño, planeación, fabricación, construcción, instalación, interventoría, consultoría, operación, mantenimiento, control, automatización, administración, gestión, investigación o docencia. En particular los sistemas eléctricos y de potencia principalmente incluyen la generación, transformación, transmisión, distribución, comercialización de la energía eléctrica y fuentes alternas de energía.	Aplicarán conocimientos científicos, tecnológicos y administrativos en la concepción, diseño e implementación de soluciones a problemas de Ingeniería Eléctrica considerando criterios de sostenibilidad social y ambiental. Contribuirán a la solución integral de problemas en ingeniería mediante el liderazgo y la comunicación efectiva en equipos multidisciplinarios. Aplicarán habilidades de aprendizaje permanente ante las dinámicas sociales, económicas y tecnológicas reconociendo las responsabilidades éticas de su ejercicio profesional.
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	Ingeniería Eléctrica	se destaca por su capacidad en investigación y en la apropiación, aplicación y desarrollo de técnicas y tecnologías; concentra su acción en el estudio y análisis de sistemas de potencia, en el diseño, planeación y regulación del sector energético y eléctrico, con capacidad de impactar el desarrollo y modernización de la infraestructura eléctrica del país. También trabaja	1. Habilidades para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería, aplicando principios de ciencias, matemáticas e ingeniería 2. Habilidades para aplicar el diseño de ingeniería en la generación de soluciones que cumplan necesidades específicas y consideren elementos de salud pública, seguridad y bienestar, así como factores globales,

IES	Programa	Perfil	Competencias
		en empresas suministradoras de servicios en sectores afines, telecomunicaciones, sistemas de información, servicios educativos, de salud, recreación, seguridad, etc.	culturales, sociales, medioambientales y económicos. 3. Habilidades para comunicarse efectivamente con un amplio rango de audiencias. 4. Habilidades para reconocer su responsabilidad ética y profesional en situaciones de la ingeniería, además de realizar evaluaciones críticas, considerando el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, medioambientales y de la sociedad. 5. Habilidades para trabajar efectivamente en equipos cuyos miembros en conjunto aporten liderazgo, creen ambientes colaborativos e incluyentes, establezcan metas, planeen tareas y cumplan objetivos. 6. Habilidades para diseñar y conducir experimentos apropiados, para analizar e interpretar datos y para utilizar criterios de ingeniería para generar conclusiones. 7. Habilidades para adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando estrategias de aprendizaje apropiadas. 8. Capacidad para identificar oportunidades de mercado en cadenas de valor utilizando estrategias de creatividad, innovación o emprendimiento.
UNIVERSIDAD DEL ROSARIO	MAESTRÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	El programa cuenta con dos líneas de énfasis en Sistemas de Generación o Mercados Energéticos y Regulación. Se caracteriza por una formación holística en los diversos aspectos de las energías renovables, el desarrollo de proyectos aplicados y la interdisciplinariedad. Los egresados contarán con una visión integral de los sistemas energéticos, incluyendo aspectos de diseño, operación, mantenimiento, expansión, comercialización y regulación, lo que les permitirá liderar proyectos en estas áreas.	1. Aplicar su conocimiento en energías renovables para el diseño de sistemas que respondan a problemas de carácter social, industrial y gubernamental. 2. Crear, diseñar y analizar sistemas energéticos en áreas como las energías renovables, nuevas fuentes de energía, gestión energética y diseño y operación de sistemas energéticos que requieran la sinergia de los sistemas electrónicos, la computación, la economía y la sostenibilidad ambiental. 3. Desarrollar sistemas social y ambientalmente sostenibles, donde el impacto sobre el entorno es parte de todas las etapas de evaluación, diseño,

IES	Programa	Perfil	Competencias
			planeación, desarrollo y operación. 4. Formar parte de equipos multidisciplinarios aportando en actividades como la evaluación, diseño, planeación, desarrollo y operación de sistemas energéticos, así como en investigación, consultoría, gestión tecnológica y comercialización. 5. Liderar la transformación energética de organizaciones en múltiples sectores. 6. Desarrollar emprendimientos basados en tecnologías involucradas en la transformación energética dentro de la Revolución 4.0. 7. Desempeñarse como asesor y/o consultor experto en modelos, métodos y procedimientos de su línea de énfasis en proyectos aplicados y emprendimientos.

Fuente: elaboración propia a partir de la página web de los diferentes programas, 2025.

ANEXO Tabla 66. Análisis de programas de ETDH del sector a partir de competencias.

Información general	Competencias en las que forma	Aspectos relevantes
Nombre del programa: Técnico laboral en redes eléctricas residenciales e industriales **Institución oferta:** Centro De Capacitación Salesiana Y promoción Popular "Centro Don Bosco" **Duración:** 4 módulos - 1 Año Lectivo.	**Descripción general:** El técnico laboral en redes eléctricas residenciales e industriales busca desarrollar habilidades a desempeñar en: **1. Mantenimiento de redes de energía** • Alistamiento para instalaciones eléctricas. • Intervención de redes eléctricas. **2. Instalación de acometidas.** • Alistamiento para instalación de acometidas • Ensamble de componentes eléctricos para acometida **3. Revisión de equipos eléctricos.**	**Competencias técnicas relacionadas con:**  Instalación y mantenimiento de equipos eléctricos.  Realización de pruebas de sistemas.

	• Verificación de estructura de equipos eléctricos. • Comprobación de parámetros eléctricos nominales. **4. Verificación de información, equipos contaminantes y diferentes alternativas para instalaciones eléctricas.** • Revisión del modelamiento eléctrico. • Evaluación al funcionamiento de los componentes eléctricos. **5. Identificación de diferentes alternativas de soluciones en la realización del trabajo.**	
Información general	**Competencias en las que forma**	**Aspectos relevantes**
Nombre del programa: Técnico laboral en mantenimiento e instalaciones eléctricas industriales **Institución oferta:** Politécnico Industrial Nueva Granada **Duración:** 6 meses	**Descripción general:** El programa técnico laboral en mantenimiento e Instalaciones eléctricas industriales desarrolla habilidades con un programa técnico que es único en su diseño, da las herramientas y conocimientos necesarios para mantener e instalar redes eléctricas residenciales en casas o edificios, solucionando y mejorando las redes a última tecnología (casas y edificios inteligentes)	**Competencias técnicas relacionadas con:**  Cableado de ductería y empalme de conductores de instalaciones eléctricas.  Realización de trazados de líneas internas con normas planos y ocupaciones.
Información general	**Competencias en las que forma**	**Aspectos relevantes**

Nombre del programa: Técnico laboral por competencias en Instalaciones Eléctricas Industriales. **Institución oferta:** IETDH Don Bosco TECH **Duración:** 3 semestres	**Descripción general:** El aprendiz trabajará y podrá adquirir las competencias para realizar cálculos y la construcción de instalaciones eléctricas internas, para uso residencial y comercial. También podrá determinar las características y la construcción de los sistemas de puesta a tierra, requeridos para la seguridad de las instalaciones. Además, podrá adquirir las competencias para el mantenimiento de redes y sistemas eléctricos, como también la construcción de acometidas eléctricas y el armado de tableros eléctricos para instalaciones en baja tensión y sistemas de control.	**Competencias técnicas relacionadas con:**  Instalación, mantenimiento, prueba y reparación de equipos. eléctricos industriales.  Mantenimiento de sistemas eléctricos.
Información general	**Competencias en las que forma**	**Aspectos relevantes**
Nombre del programa: Técnico laboral en electricidad de redes domiciliarias. **Institución oferta:** Instituto Fe y Alegría de Educación para el trabajo y desarrollo humano. **Duración:** 4 semestres	**Descripción General:** El técnico laboral en electricidad de redes domiciliaria Ejecutan actividades técnicas asociadas a la investigación en ingeniería eléctrica, diseño, fabricación, desarrollo, prueba, producción, construcción, montaje, ampliación, remodelación, funcionamiento, operación, mantenimiento, instalación, reparación y reposición de sistemas y equipos eléctricos para la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.	**Competencias técnicas relacionadas con:**  Diseño de instalaciones eléctricas.  Mantenimiento a sistemas eléctricos
Información general	**Competencias en las que forma**	**Aspectos relevantes**

Nombre del programa: Técnico laboral en electricista residencial. **Institución oferta:** Centro de aprendizaje y capacitación CENACAP (Villavicencio) **Duración:** 3 niveles	• **Descripción General:** El programa Técnico laboral en electricista residencial Instalan, prueban, regulan y reparan el cableado eléctrico, instalaciones, aparatos de control y equipo relacionado en edificios, fábricas y otras instalaciones**.**	**Competencias técnicas relacionadas con:**  Instalación y mantenimiento de equipos.  Instalación de componentes eléctricos en edificaciones.
Información general	**Competencias en las que forma**	**Aspectos relevantes**
Nombre del programa: Técnico laboral en Electricidad **Institución oferta:** CESDE centro de estudios especializados (Medellín)	**Descripción General:** El programa Técnico Laboral como Instalador de Redes de Energía Eléctrica y Solar, el egresado contará con las competencias para implementar, instalar y brindar soporte técnico a soluciones básicas en infraestructura mecánica y eléctrica, de sistemas eléctricos y de energía solar (fotovoltaicos) a nivel comercial y domiciliario.	**Competencias técnicas relacionadas con:**  Conocer sistemas de control industrial  Diseño de instalaciones eléctricas
Información general	**Competencias en las que forma**	**Aspectos relevantes**
Nombre del programa: Técnico laboral en construcción y montaje de instalaciones eléctricas • **Institución oferta:** Institución técnica San José Obrero	**Descripción general:** El Técnico Laboral por Competencias en Construcción y Montaje de Instalaciones Eléctricas sale con conocimientos de montar instalaciones eléctricas internas de acuerdo con normativa, montar componentes eléctricos de acuerdo con procedimiento técnico, instalar acometidas eléctricas de acuerdo con reglamento técnico, montar	**Competencias técnicas relacionadas con:**  Montaje de instalaciones eléctricas internas de acuerdo con normativa.

• **Duración:** 2 semestres	sistemas de puesta a tierra de acuerdo con normativa, reparar máquinas eléctricas según procedimientos técnicos de baja tensión y normativa técnica.	 Montaje de componentes eléctricos de acuerdo con procedimiento técnico.
Información general	**Competencias en las que forma**	**Aspectos relevantes**
Nombre del programa: Técnico Laboral por competencias en instalaciones eléctricas residenciales **Institución oferta:** Institución Universitaria De Barranquilla - IUB • **Duración:** 2 años 8 meses	**Descripción general:** El programa de Tecnología en Gestión de Sistemas Eléctricos tiene como objetivo fundamental la formación de tecnólogos íntegros con capacidad de coordinar, gestionar y supervisar sistemas de energía eléctrica, con sentido de responsabilidad social y ambiental, fomentando así el mejoramiento de las condiciones de vida y el aumento de la productividad de la región y del país.	**Competencias técnicas relacionadas con:**  Análisis de circuitos. Diseño de instalaciones eléctricas  Cálculo y diseño de líneas eléctricas
Información general	**Competencias en las que forma**	**Aspectos relevantes**
Nombre del programa: Técnico laboral en electricidad industrial **Institución oferta:** CORPOINDUSTRIALES CORPETROL **Duración:** 1 año.	**Descripción general:** El técnico laboral en electricidad industrial está en capacidad de revisar, instalar o reemplazar cableado eléctrico; hacer mantenimiento, probar y reparar equipos eléctricos de tipo industrial; revisar e instalar controles eléctricos y electrónicos asociados a un circuito eléctrico, interpretar planos y especificaciones de los códigos eléctricos.	**Competencias técnicas relacionadas con:**  Instalación, mantenimiento, y reparación de sistemas eléctricos.

		Calibración de sistemas de medición. Configuración de conmutadores y paneles de distribución.

Fuente: elaboración propia a partir de la página web de los diferentes programa.

Anexo tabla 67. Descripción programas formación profesional integral SENA.

Nombre del programa	Nivel de formación	Intensidad horaria	Ocupación relacionada	Competencias en las que forma
ELECTRICIDAD INDUSTRIAL Código 832102	Técnico laboral	2208 horas	8321 Electricistas Industriales	Descripción General: El egresado en electricidad industrial podrá desarrollar las labores de técnico electricista, técnico electricista en mantenimiento, instalador de redes y equipos eléctricos industriales, supervisor de obras eléctricas. el técnico se podrá desempeñar además en las áreas de planeación, ejecución y puesta en servicio de instalaciones eléctricas industriales, tendrá competencias suficientes para ejecutar mantenimiento eléctrico industrial en plantas de producción en el área de planeación, control y supervisión en procesos continuos. Norma de competencia laboral asociadas al programa: • 220201501 Aplicación de conocimientos de las ciencias naturales de acuerdo con situaciones del contexto productivo y social. • 220601501 Aplicar prácticas de protección ambiental, seguridad y salud en el trabajo de acuerdo con las políticas organizacionales y la normatividad vigente. • 240201524 Desarrollar procesos de comunicación eficaces y efectivos, teniendo en cuenta situaciones de orden social, personal y productivo. • 210201501 Ejercer derechos fundamentales del trabajo en el marco de la constitución política y los convenios internacionales. • 280401033 Elaborar el automatismo del sistema mecatrónico de acuerdo con especificaciones técnicas. • 240201526 Enrique Low Murtra-Interactuar en el contexto productivo y social de acuerdo con principios éticos para la construcción de una cultura de paz. • 230101507 Generar hábitos saludables de vida mediante la aplicación de programas de

				actividad física en los contextos productivos y sociales. • 240201529 Gestionar procesos propios de la cultura emprendedora y empresarial de acuerdo con el perfil personal y los requerimientos de los contextos productivo y social. • 220601043 Implementar requisitos normativos de acuerdo con parámetros técnicos. • 240202501 Interactuar en lengua inglesa de forma oral y escrita dentro de contextos sociales y laborales según los criterios establecidos por el marco común europeo de referencia para las lenguas. • 280101160 Montar componentes eléctricos de acuerdo con procedimiento técnico. • 280101175 Montar instalaciones eléctricas internas de acuerdo con normativa. • 240201528 Razonar cuantitativamente frente a situaciones susceptibles de ser abordadas de manera matemática en contextos laborales, sociales y personales. • 280501154 Reparar máquinas eléctricas de baja tensión según procedimientos técnicos • 220601038 Trabajar en alturas de acuerdo con normativa de seguridad y salud en el trabajo • 220501046 Utilizar herramientas informáticas de acuerdo con las necesidades de manejo de información.
Nombre del programa	**Nivel de formación**	**Intensidad horaria**	**Ocupación relacionada**	**Competencias en las que forma**
INSTALACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS RESIDENCIALES Y COMERCIALES Código 832202	Técnico laboral	2208 horas	8322 Electricistas residenciales	Descripción General: El egresado en instalación de sistemas eléctricos residenciales y comerciales instalar, verificar y mantener los componentes de las instalaciones eléctricas residenciales y comerciales; integrando las tecnologías y conocimientos propios del sector eléctrico de acuerdo a los estándares y normas eléctricas vigentes, formando parte del mercado laboral de uso final de la energía ya sea individual o colectivamente y con conciencia ética y

				medioambiental, proyectándose a niveles de formación superiores. Norma de competencia laboral asociadas al programa: • 220601501 Aplicar prácticas de protección ambiental, seguridad y salud en el trabajo de acuerdo con las políticas organizacionales y la normatividad vigente. • 210201501 Ejercer derechos fundamentales del trabajo en el marco de la constitución política y los convenios internacionales. • 240201526 Enrique Low Murtra- Interactuar en el contexto productivo y social de acuerdo con principios éticos para la construcción de una cultura de paz. • 240201533 Fomentar cultura emprendedora según habilidades y competencias personales • 230101507 Generar hábitos saludables de vida mediante la aplicación de programas de actividad física en los contextos productivos y sociales. • 220601043 implementar requisitos normativos de acuerdo con parámetros técnicos • 280101173 Instalar acometidas eléctricas de acuerdo con reglamento técnico • 240202501 Interactuar en lengua inglesa de forma oral y escrita dentro de contextos sociales y laborales según los criterios establecidos por el marco común europeo de referencia para las lenguas. • 280101160 Montar componentes eléctricos de acuerdo con procedimiento técnico • 280101175 Montar instalaciones eléctricas internas de acuerdo con normativa • 280101172 Montar sistemas de puesta a tierra de acuerdo con normativa • 240201528 Razonar cuantitativamente frente a situaciones susceptibles de ser abordadas de manera matemática en contextos laborales, sociales y personales.

				• 220601038 Trabajar en alturas de acuerdo con normativa de seguridad y salud en el trabajo • 220501046 Utilizar herramientas informáticas de acuerdo con las necesidades de manejo de información.
Nombre del programa	**Nivel de formación**	**Intensidad horaria**	**Ocupación relacionada**	**Competencias en las que forma**
CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA Código 832304	Técnico Laboral	2208 horas	8323 Instaladores de redes de energía eléctrica	Descripción General: El egresado como técnico en construcción y mantenimiento de líneas de transmisión de energía eléctrica está capacitado para realizar la construcción, instalación y mantenimiento de líneas de transmisión de energía eléctrica. en su proceso de formación adquiere la fundamentación teórica y práctica de las áreas de conocimiento de electricidad, cumplir con prácticas, inspección y procedimientos de seguridad industrial; además de las capacidades para implementar la normativa y técnicos, ejecutar trabajos de construcción y mantenimiento en alturas sobre estructuras y líneas de transmisión de energía eléctrica. el egresado podrá desempeñarse en diversas empresas de servicios públicos, compañías de generación, transmisión y distribución de energía ocupando los cargos de electricista de construcción, instalación y mantenimiento redes de energía y sistemas de energía eléctrica, entre otros. Norma de competencia laboral asociadas al programa: • 220201501 Aplicación de conocimientos de las ciencias naturales de acuerdo con situaciones del contexto productivo y social. • 220601501 Aplicar prácticas de protección ambiental, seguridad y salud en el trabajo de acuerdo con las políticas organizacionales y la normatividad vigente. • 240201524 Desarrollar procesos de comunicación eficaces y efectivos, teniendo en cuenta situaciones de orden social, personal y productivo.

				• 280101068 Ejecutar las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo en líneas de transmisión de energía eléctrica establecidas en un plan de trabajo. • 210201501 Ejercer derechos fundamentales del trabajo en el marco de la constitución política y los convenios internacionales • 240201533 Fomentar cultura emprendedora según habilidades y competencias personales • 230101507 Generar hábitos saludables de vida mediante la aplicación de programas de actividad física en los contextos productivos y sociales. • 240202501 Interactuar en lengua inglesa de forma oral y escrita dentro de contextos sociales y laborales según los criterios establecidos por el marco común europeo de referencia para las lenguas. • 280101160 Montar componentes eléctricos de acuerdo con procedimiento técnico • 280101177 Montar estructuras metálicas de acuerdo con estándares técnicos • 280101172 Montar sistemas de puesta a tierra de acuerdo con normativa • 280101065 Preparar elementos y componentes requeridos para la construcción de líneas de transmisión de energía eléctrica • 240201528 Razonar cuantitativamente frente a situaciones susceptibles de ser abordadas de manera matemática en contextos laborales, sociales y personales. • 220601079 Trabajar en alturas de acuerdo con procedimiento técnico y normativa de seguridad y salud en el trabajo • 220501046 Utilizar herramientas informáticas de acuerdo con las necesidades de manejo de información.

Nombre del programa	Nivel de formación	Intensidad horaria	Ocupación relacionada	Competencias en las que forma
MANTENIMIENTO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS Código 832333	Técnico Laboral	2200 horas	8323 Instaladores de redes de energía eléctrica	**Descripción general:** el egresado podrá desempeñarse en los cargos de instalador de plantas solares fotovoltaicas y técnico en mantenimiento instalar, verificar y mantener los componentes de plantas solares fotovoltaicas cumpliendo con las normas eléctricas vigentes, integrándose al mercado laboral de uso final de la energía ya sea individual o colectivamente y con conciencia ética y medioambiental, proyectándose a niveles de formación superiores. Norma de competencia laboral asociadas al programa: • 280101008 Analizar circuitos eléctricos de acuerdo con el método requerido • 240201501 Comprender textos en inglés en forma escrita y auditiva • 230101093 Controlar los riesgos de trabajo en alturas de acuerdo con la tarea a realizar, actividad económica y normativa vigente. • 220201042 Determinar las especificaciones técnicas de los sistemas de generación de energía solar fotovoltaica de acuerdo con el estudio de viabilidad. • 220201043 Dirigir la instalación y puesta en marcha de los sistemas de generación de energía solar fotovoltaica de acuerdo con las especificaciones técnicas y requerimientos establecidos. • 280101054 Instalar redes internas de acuerdo con el diseño eléctrico. • 280101009 Interpretar sistemas polifásicos de acuerdo con aplicaciones industriales • 240201500 Promover la interacción idónea consigo mismo, con los demás y con la naturaleza en los contextos laboral y social.
Nombre del programa	**Nivel de formación**	**Intensidad horaria**	**Ocupación relacionada**	**Competencias en las que forma**
MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE GENERACIÓN EÓLICA	Profundización Técnica	432 horas	2241 Técnicos en electricidad	Descripción General: El egresado de este programa de formación en profundización técnica en mantenimiento de sistemas de generación eólica, está formado integralmente, bajo el enfoque por

Código 224102				competencia para identificar claramente las posibilidades energéticas de cada zona, en lo que respecta a viento, comprensión de los principios básicos en los que se rigen los principales componentes mecánicos, electrónico y eléctricos de una sistema eólico y sus diferentes tipos de instalaciones para ejecutar mantenimiento de aerogeneradores que se requieran de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante, del tipo de proyecto, y condiciones del entorno, con la calidad, disciplina y creatividad requeridas de conformidad con las normas vigentes del medio ambiente y del ente regulador de energía en condiciones. Norma de competencia laboral asociadas al programa: • 210201501 Ejercer derechos fundamentales del trabajo en el marco de la constitución política y los convenios internacionales • 280501167 Intervención al sistema de transmisión de potencia mecánica en aerogeneradores. • 280101166 Mantenimiento a sistemas de generación y control de aerogeneradores.
Nombre del programa	**Nivel de formación**	**Intensidad horaria**	**Ocupación relacionada**	**Competencias en las que forma**
SUPERVISIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA Código 821202	Tecnólogo	3984 horas	8212 Supervisores de electricidad y telecomunicaciones	**Descripción general:** El egresado está en la capacidad de desarrollar actividades de planeación, control y ejecución de montaje y mantenimiento de redes de telecomunicaciones y de energía eléctrica aéreas, y de los elementos asociados a ella respetando los procedimientos establecidos, normas y reglamentaciones vigentes. Además, puede generar empresas orientadas a la construcción y/o mantenimiento de redes de distribución de energía eléctrica aérea mediante técnicas de trabajo seguras para redes desenergizadas. se pueden generar unidades de negocio relacionadas con comercializadoras de productos eléctricos bajo estándares y normas colombianas Norma de competencia laboral asociadas al programa:

				• 280101016 Administrar la ejecución de la construcción e instalación de redes aéreas cumpliendo procedimientos establecidos • 220201501 Aplicación de conocimientos de las ciencias naturales de acuerdo con situaciones del contexto productivo y social. • 220601501 Aplicar prácticas de protección ambiental, seguridad y salud en el trabajo de acuerdo con las políticas organizacionales y la normatividad vigente. • 280101035 Controlar la ejecución de actividades de mantenimiento de redes de distribución de energía eléctrica • 240201524 Desarrollar procesos de comunicación eficaces y efectivos, teniendo en cuenta situaciones de orden social, personal y productivo. • 210201501 Ejercer derechos fundamentales del trabajo en el marco de la constitución política y los convenios internacionales.
Nombre del programa	**Nivel de formación**	**Intensidad horaria**	**Ocupación relacionada**	**Competencias en las que forma**
GESTIÓN EFICIENTE DE LA ENERGÍA Código 821207	Tecnología	3984 horas	8212 Supervisores de electricidad y telecomunicaciones. 9227 Supervisores de Fabricación de Otros Productos Mecánicos y Metálicos	**Descripción general:** El egresado del programa de tecnología en gestión eficiencia de la energía es un talento humano formado integralmente bajo el enfoque por competencias. sus principales funciones son la elaboración de planes de acción de eficiencia energética, recopilación, procesamiento e interpretación de los datos de consumos energéticos, creación de líneas de base energéticas e indicadores de desempeño energético. igualmente, llevar a cabo la implementación y seguimiento de sistemas de gestión de la energía encaminados a lograr la ejecución de soluciones para la disminución de consumos de energía, reducción de costos operativos y emisiones de gases de efecto invernadero, que incluyen evaluación de alternativas para la generación de energía con fuentes renovables. el egresado estará en capacidad de realizar su labor en todo

				tipo de organizaciones públicas y privadas de diversos sectores económicos, y mediante su dinamismo, creatividad, capacidad crítica y emprendedora, podrá crear su propia empresa de servicios técnicos en el área de gestión eficiente de la energía. Norma de competencia laboral al programa: • 220201501 Aplicación de conocimientos de las ciencias naturales de acuerdo con situaciones del contexto productivo y social. • 220601501 Aplicar prácticas de protección ambiental, seguridad y salud en el trabajo de acuerdo con las políticas organizacionales y la normatividad vigente. • 220201072 Configurar el sistema de gestión de la energía de acuerdo con la normativa y estándares técnicos • 240201524 Desarrollar procesos de comunicación eficaces y efectivos, teniendo en cuenta situaciones de orden social, personal y productivo. • 210201501 Ejercer derechos fundamentales del trabajo en el marco de la constitución política y los convenios internacionales. • 220201093 Estructurar sistema de energías renovables según procedimiento técnico y normativa ambiental • 280101182 Evaluar instalaciones eléctricas acorde con normativa y procedimientos técnicos.
Nombre del programa	**Nivel de formación**	**Intensidad horaria**	**Ocupación relacionada**	**Competencias en las que forma**
ELECTRICIDAD INDUSTRIAL Código 821222	Tecnología	3984 horas	8212 Supervisores de electricidad y telecomunicaciones.	**Descripción general:** El tecnólogo en electricidad industrial está en capacidad de instalar, mantener, probar y reparar equipos eléctricos industriales, controles eléctricos y electrónicos asociados y sistemas y equipos de distribución eléctrica. El tecnólogo se podrá desempeñar en las áreas de planeación, ejecución y puesta en servicio de instalaciones residenciales e industriales, así como en el ámbito de mantenimiento industrial en plantas de

				producción en planeación, control y supervisión en procesos continuos y discretos. Norma de competencia laboral al programa: • 280101008 Analizar circuitos eléctricos de acuerdo con el método requerido. • 220201501 Aplicación de conocimientos de las ciencias naturales de acuerdo con situaciones del contexto productivo y social. • 220601501 Aplicar prácticas de protección ambiental, seguridad y salud en el trabajo de acuerdo con las políticas organizacionales y la normatividad vigente. • 280101005 Construir acometidas e instalar equipos de medida de energía eléctrica en baja tensión requeridos para el uso de instalaciones residenciales • 280101001 Construir sistemas de puesta a tierra de acuerdo con normatividad vigente. • 280401018 Desarrollar el automatismo del sistema mecatrónico de acuerdo a las especificaciones técnicas. • 240201524 Desarrollar procesos de comunicación eficaces y efectivos, teniendo en cuenta situaciones de orden social, personal y productivo. • 280101004 Ejecutar acciones administrativas de acuerdo con las órdenes de trabajo. • 280501045 Ejecutar el mantenimiento correctivo a equipos y elementos eléctricos de acuerdo con especificaciones técnicas. • 280101095 Ejecutar el mantenimiento de sistemas eléctricos de distribución y potencia en baja y media tensión según normatividad vigente. • 280101087 Ejecutar el mantenimiento de transformadores eléctricos serie 15 kv hasta 500 kva según normatividad vigente. • 280101089 Ejecutar el mantenimiento proactivo al motor

				y/o generador eléctrico hasta media tensión, según normatividad vigente.

Fuente: elaboración propia a partir de catálogo de formación titulada SENA, 2024.