

## **TRABAJO DE GRADO**

Diseño De Un Artefacto Para La Apropiación De Tecnologías De Bajo Impacto  
Ambiental En La Generación De Energía No Convencional  
“Renova”

Por:

**Giancarlo Ortiz Benavides 98.400.015**  
**Oscar Antonio Rocha Guevara 12.751.098**

Departamento de Diseño  
Facultad de Artes  
Universidad de **Nariño**  
Pasto  
**2025**

**TRABAJO DE GRADO**

Diseño De Un Artefacto Para La Apropiación De Tecnologías De Bajo Impacto  
Ambiental En La Generación De Energía No Convencional  
“Renova”

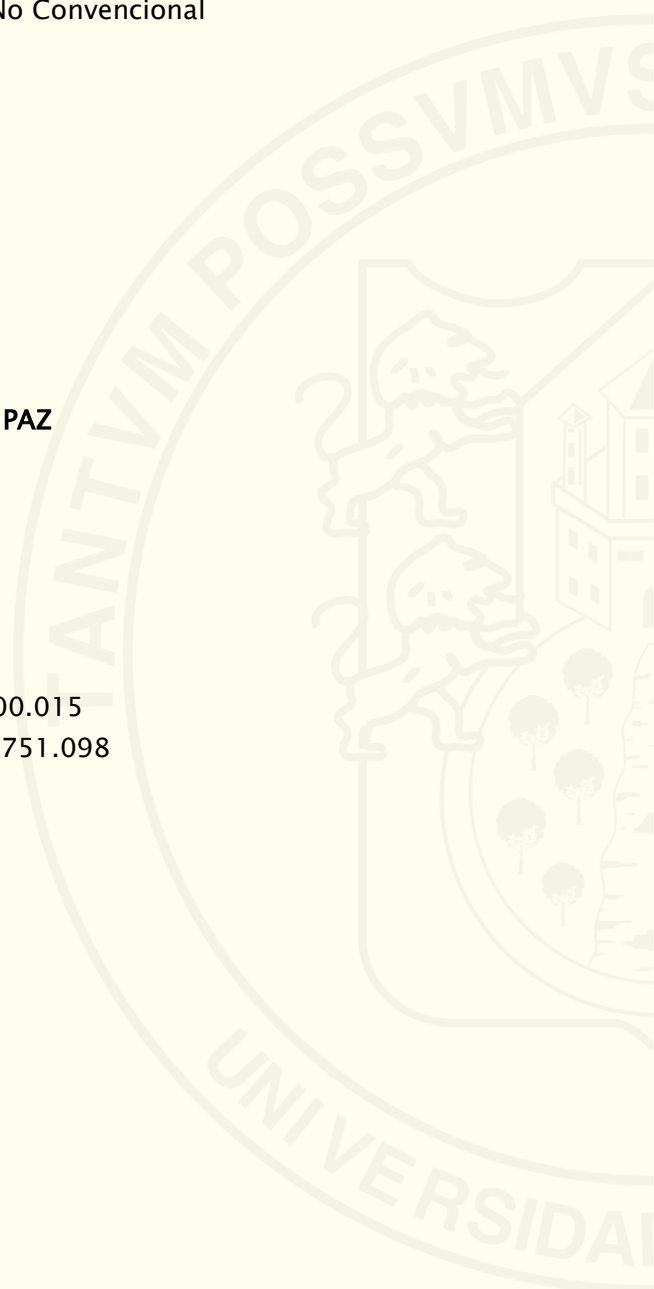
Bajo la dirección de:

**ING. HÉCTOR ANDRÉS MORA PAZ**

Por:

**Giancarlo Ortiz Benavides 98.400.015**  
**Oscar Antonio Rocha Guevara 12.751.098**

Departamento de Diseño  
Facultad de Artes  
Universidad de **Nariño**  
Pasto  
**2025**



# REPORTE FINAL MAESTRÍA

IDENTIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES		
Nombres y apellidos	Giancarlo Ortiz Benavides	Oscar Antonio Rocha Guevara
Documento de identidad	98.400.015	12.751.098
Teléfono	3006202445	3122651857
E-mail	<a href="mailto:giancarlobenavides@udenar.edu.co">giancarlobenavides@udenar.edu.co</a>	<a href="mailto:rocha_os@udenar.edu.co">rocha_os@udenar.edu.co</a>
Nota de responsabilidad		
Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor. Artículo 1ro del acuerdo no. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del honorable consejo directivo de la Universidad de Nariño.		
Como citar:		
Ortiz-Benavides, g., Rocha, o., (2022). Diseño De Un Artefacto Para La Apropiación De Tecnologías De Bajo Impacto Ambiental En La Generación De Energía No Convencional; Renova LAB.		

---

**GIANCARLO ORTIZ BENAVIDES**  
C.C. 98.400.015

---

**OSCAR ANTONIO ROCHA GUEVARA**  
C.C. 12.751.098

IDENTIFICACIÓN Y APROBACIÓN DEL ASESOR	
Nombres y apellidos	Héctor Andrés Mora Paz
Teléfono	317 2537641
E-mail	<a href="mailto:madis@udenar.edu.co">madis@udenar.edu.co</a>

---

**HÉCTOR ANDRÉS MORA PAZ**  
C.C. 1.085.251.119

# INFORME FINAL MAESTRÍA

IDENTIFICACIÓN Y APROBACIÓN DE JURADOS EVALUADORES		
Nombres y apellidos	Adriana Bastidas Pérez	Jessith Guerrero Escobar
Teléfono	300 7867107	313 7395746
Oficina	2230	19-448
E-mail	<a href="mailto:adbasp@udenar.edu.co">adbasp@udenar.edu.co</a>	<a href="mailto:matacho@udenar.edu.co">matacho@udenar.edu.co</a>

---

**ADRIANA BASTIDAS PÉREZ**  
C.C. 52.219.348

---

**JESSITH GUERRERO ESCOBAR**  
C.C. 1.085.255.185

IDENTIFICACIÓN Y APROBACIÓN DEL JURADO INVITADO	
Nombres y apellidos	Ayda Lilia Caicedo Bravo
Teléfono	2198566
E-mail	<a href="mailto:acaicedo.54@unicesmag.edu.co">acaicedo.54@unicesmag.edu.co</a>

---

**AYDA LILIA CAICEDO BRAVO**  
C.C. 36.756.154

## DEDICATORIA

*1 corintios 10:31*

A mi hijo, a quien en momentos difíciles sustraje el tiempo necesario para la culminación de este trabajo. Nunca olvides que, aunque la vida esté tejida de desafíos y complejidades, mi amor eterno y mi inquebrantable fortaleza siempre serán tuyos.

A Dios y a mi familia quienes con su apoyo facilitan la realización de nuestros sueños.

*Giancarlo*

En primer lugar, a Dios; fuente infinita de sabiduría y fortaleza, por ser mi guía, mi sustento y mi luz en cada paso de este camino. Sin Su amor y bendición, nada habría sido posible. En Sus manos confío cada logro y cada sueño.

A mis padres y hermanos, pilares fundamentales de mi vida: gracias por su amor incondicional, por su paciencia y enseñanzas, que han forjado quien soy hoy. Soy el reflejo de su esfuerzo, su resiliencia y su fe en mí. Su apoyo ha sido el cimiento de cada meta alcanzada.

A mi esposa e hija, mis mayores bendiciones: este triunfo es también el suyo. Gracias por ser mi refugio y mi inspiración, por su apoyo silencioso pero invaluable, y por llenar mis días de propósito y alegría. Ustedes son mi razón para seguir creciendo y superándome.

*Oscar*

## AGRADECIMIENTOS

Debemos agradecer de manera especial al profesor **Héctor Mora** por aceptar y animar la realización de esta tesis bajo su dirección; su confianza en nuestro trabajo fue un aporte invaluable.

Al docente **Edgar Javier** y sus estudiantes en la Institución Educativa Municipal Agustín Agualongo; su colaboración oportuna permitió la construcción del prototipo que encierra este trabajo.

A nuestros amigos y amigas, por sus enseñanzas, ánimos, consejos sinceros y risas que siempre aligeraron los momentos difíciles.

A nuestros mentores, docentes y asesores de la Madis, por compartir su conocimiento cariñosamente y sus talentos con dedicación, por exigirnos la excelencia y por contribuir a cada paso en nuestro crecimiento profesional en el desarrollo de este trabajo.

Cada uno de ustedes dejó huella en este logro.

A todos, nuestra gratitud.

*“No se trata sólo de prever el futuro, sino de hacerlo posible.”*  
**Antoine de Saint-Exupéry**

## ABSTRACT

This document presents the methodological route and the results obtained by applying social cartography and prototyping in the search for an artifact that allows improving the social appropriation of knowledge in non-conventional energies: as a strategic route to minimize the effects of greenhouse gas emissions. greenhouse, promote the implementation and replication of solutions that generate energy with low environmental impact, improve the competitiveness of the areas in the last sections of the electrical network or not interconnected to the national system and finally promote the empowerment of the community.

As a case study, the department of Nariño is proposed where, working collaboratively with experts, academic communities and groups of stakeholders, a social experiment is implemented in which the printed, digital and physical elements that make up a Kit of instruments and tools to approach the complexity of the problem.

**Keywords:** social appropriation of knowledge, pedagogic strategy, non-conventional energies

## RESUMEN

Este documento presenta la ruta metodológica y los resultados obtenidos al aplicar la cartografía social y el prototipado en la búsqueda de un artefacto que permita mejorar la apropiación social de conocimiento en energías no convencionales: como una ruta estratégica para mitigar los efectos de las emisiones de efecto invernadero, promover la implementación y replicación de soluciones que generen energía de bajo impacto ambiental, mejorar la competitividad de las zonas en últimos tramos de la red eléctrica o no interconectadas al sistema nacional y finalmente promover el empoderamiento de la comunidad.

Como caso de estudio se propone el departamento de Nariño donde trabajando colaborativamente con expertos, comunidades académicas y grupos de interesados se implementa un experimento social en el que se cocrearon los elementos impresos, digitales y físicos que integran un Kit de instrumentos y herramientas para acercarse a la complejidad del problema.

**Palabras clave:** apropiación de conocimiento, IAP, energías no convencionales.

# TABLA DE CONTENIDO

<b>Capítulo 1. Introducción</b> .....	<b>23</b>
<b>Capítulo 2. Cartografía</b> .....	<b>31</b>
Análisis del entorno.....	31
<i>Generalidades del departamento</i> .....	31
<i>Desarrollo económico</i> .....	38
<i>Desarrollo humano</i> .....	43
<i>Competitividad</i> .....	52
El problema .....	77
<i>Problema central</i> .....	77
<i>Contexto del problema</i> .....	77
<i>Marco regulatorio</i> .....	89
<i>Consecuencias</i> .....	91
<i>Población afectada</i> .....	93
La pregunta de investigación .....	95
<i>Reconocimiento de antecedentes</i> .....	95
Los objetivos .....	101
<i>Objetivo general</i> .....	101
<i>Objetivos Específicos</i> .....	101
<i>Árbol de soluciones</i> .....	102
<i>Participantes</i> .....	104
<i>Marco lógico</i> .....	105
El marco teórico .....	107
<i>Fuentes de energía</i> .....	107
<i>Compromiso ambiental</i> .....	112
<i>Energía renovable no convencional</i> .....	120
<i>Apropiación de conocimiento</i> .....	139
<b>Capítulo 3. Prototipo</b> .....	<b>149</b>
El prototipo diegético .....	150
<i>A1-MAPEO: Construir indicadores para medir apropiación de FNCER</i> .....	151
<i>A2-MAPEO: Diseñar estrategia pedagógica para los espacios de intervención</i> .....	160
<i>A3-PROTOTIPO: Cocrear alternativas de apropiación y descubrir los requisitos mínimos</i> .....	163
La experiencia .....	171
<i>B1- PROTOTIPO: Implementar prototipo de apropiación</i> .....	171
<i>B2- PROTOTIPO: Implementar herramientas pedagógicas que apoyen el prototipo</i> .....	176
<i>B3-Desarrollar el sitio web</i> .....	178
<i>B4-Validar el prototipo</i> .....	180
<i>Análisis reflexivo de resultados</i> .....	184
<b>Capítulo 4. Conclusiones y recomendaciones</b> .....	<b>187</b>
Conclusiones del trabajo realizado.....	187
Recomendaciones para trabajos futuros .....	190
<b>Capítulo 5. Lista de referencias</b> .....	<b>191</b>
<b>Capítulo 6. Apéndice</b> .....	<b>197</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Índice de riesgo de victimización.....	47
Tabla 2. Ocurrencia histórica de víctimas del conflicto armado en el departamento. ....	48
Tabla 3. IDH y NBI municipios PDET departamento de Nariño. ....	50
Tabla 4. IRV departamento Nariño. ....	51
Tabla 5. Penetración internet por municipio PDET en Nariño. ....	56
Tabla 6. Penetración internet por municipios PDET en otros departamentos. ....	57
Tabla 7. Cobertura móvil por tecnología y centro poblado.....	66
Tabla 8. Top de reservas probadas de petróleo por año. ....	82
Tabla 9. Top de producción de petróleo diaria promedio. ....	82
Tabla 10. Orígenes de la baja sostenibilidad que se pueden mejorar. ....	87
Tabla 11. Orígenes de la baja productividad que se pueden mejorar. ....	88
Tabla 12. Causas y efectos del problema. ....	91
Tabla 13. Población afectada. ....	93
Tabla 14. Caracterización de la población urbana. ....	94
Tabla 15. Caracterización de la población rural. ....	94
Tabla 16. Resumen PERS Nariño.....	96
Tabla 17. Resumen Pacífico Pura Energía. ....	99
Tabla 18. Medios y fines de la solución.....	102
Tabla 19. Comunidades cooperantes. ....	104
Tabla 20. Finalidad – Marco lógico.....	105
Tabla 21. Propósito – Marco lógico.....	105
Tabla 22. Componentes – Marco lógico. ....	106
Tabla 23. Actividades – Marco lógico.....	106
Tabla 24. Clasificación por origen de las fuentes de energía. ....	109
Tabla 25. Clasificación por tiempo de explotación de las fuentes de energía. ....	110
Tabla 26. Clasificación por impacto ambiental de las fuentes de energía. ....	110
Tabla 27. Clasificación por frecuencia de uso.....	111
Tabla 28. Países con mayores reducciones GEI para Kioto y Doha.....	115
Tabla 29. Países con menores reducciones GEI para Kioto y Doha. ....	116
Tabla 30. Características del Acuerdo de Paris. ....	117
Tabla 31. Ventajas de las fuentes renovables no convencionales. ....	120
Tabla 32. Desafíos de las fuentes renovables no convencionales. ....	120
Tabla 33. Posibles aplicaciones de la energía renovable. ....	121
Tabla 34. Países con mayor potencia eólica instalada vs emisiones CO2. ....	123
Tabla 35. Países con mayor potencia fotovoltaica instalada. ....	125
Tabla 36. Emisión de GEI en líderes de capacidad solar y eólica.....	125
Tabla 37. Clasificación de los tipos de almacenamiento por tipo de energía. ....	126
Tabla 38. Caracterización de baterías por tipo de electrolito. ....	127

<b>Tabla 39.</b> Clasificación de baterías por su construcción.....	127
<b>Tabla 40.</b> Grupo de componentes típicos en un FNCER.....	129
<b>Tabla 41.</b> Clasificación por el tipo de célula y semiconductor de un panel solar. ....	132
<b>Tabla 42.</b> Aspectos a tener en cuenta con un panel solar. ....	133
<b>Tabla 43.</b> Clasificación por funcionalidad de un inversor. ....	134
<b>Tabla 44.</b> Funciones adicionales que puede incluir un inversor conectado a baterías. ....	135
<b>Tabla 45.</b> Aspectos a tener en cuenta con un inversor.....	136
<b>Tabla 46.</b> Ruta metodológica del programa.....	148
<b>Tabla 47.</b> Fases y comunidades involucradas por etapa del proceso. ....	149
<b>Tabla 48.</b> Resultados del mapeo técnico de la problemática. ....	153
<b>Tabla 49.</b> Resultados del mapeo de la experiencia. ....	154
<b>Tabla 50.</b> Indicadores de apropiación social.....	155
<b>Tabla 51.</b> Métricas para el diagnóstico situacional.....	156
<b>Tabla 52.</b> Ruta de exploración Renova. ....	160
<b>Tabla 53.</b> Protocolo de intervención.....	161
<b>Tabla 54.</b> Resultados del mapeo de la experiencia. ....	162
<b>Tabla 55.</b> Caracterización de la Institución educativa. ....	164
<b>Tabla 56.</b> Alternativas propuestas en la comunidad educativa. ....	165
<b>Tabla 57.</b> Caracterización de la comunidad rural.....	166
<b>Tabla 58.</b> Alternativas propuestas en la comunidad rural. ....	167
<b>Tabla 59.</b> Categorización de las ideas que no repitieron.....	167
<b>Tabla 60.</b> Categorización de las ideas que se repitieron. ....	170
<b>Tabla 61.</b> Resultados de la búsqueda.....	170
<b>Tabla 62.</b> Elementos que componen el kit Renova.....	171
<b>Tabla 63.</b> Resultados de la elaboración del producto plástico sensorial. ....	172
<b>Tabla 64.</b> Herramienta de implementación.....	177
<b>Tabla 65.</b> Resultados de la elaboración de las herramientas pedagógicas. ....	177
<b>Tabla 66.</b> Caracterización real Mercaderes. ....	181
<b>Tabla 67.</b> Caracterización real Taminango. ....	182
<b>Tabla 68.</b> Caracterización real Llorente. ....	183
<b>Tabla 69.</b> Resumen de logros y metas por actividad.....	186

## LISTA DE FIGURAS

<b>Ilustración 1.</b> Línea de tiempo poblacional. ....	24
<b>Ilustración 2.</b> Evolución mercado de energía mundial. ....	28
<b>Ilustración 3.</b> Síntesis de la metodología. ....	30
<b>Ilustración 4.</b> Mapa de Colombia.....	32
<b>Ilustración 5.</b> Resumen estadístico.....	33
<b>Ilustración 6.</b> Mapa del departamento de Nariño. ....	34
<b>Ilustración 7.</b> Subregiones de Nariño. ....	35
<b>Ilustración 8.</b> Mapa de pueblos Indígenas de Nariño.....	36
<b>Ilustración 9.</b> Mapa de municipios priorizados PDET de Nariño.....	37
<b>Ilustración 10.</b> Mapa de subzonas hidrográficas de Nariño. ....	38
<b>Ilustración 11.</b> Cultivos predominantes por municipio.....	39
<b>Ilustración 12.</b> PIB del departamento por actividad económica en pesos de 2015.....	41
<b>Ilustración 13.</b> Histórico de exportaciones en dólares. ....	42
<b>Ilustración 14.</b> Variación anual del PIB a precios de 2015. ....	42
<b>Ilustración 15.</b> Índice de pobreza multidimensional.....	44
<b>Ilustración 16.</b> Mapa de NBI departamento de Nariño. ....	45
<b>Ilustración 17.</b> Mapa de categorías Índice de desnutrición 2018.....	46
<b>Ilustración 18.</b> Pilares competitividad departamental.....	53
<b>Ilustración 19.</b> Crecimiento de comerciantes por categorías. ....	54
<b>Ilustración 20.</b> Crecimiento de establecimientos por categorías.....	54
<b>Ilustración 21.</b> Internet fijo por 100 habitantes 2021. ....	56
<b>Ilustración 22.</b> Histórico de penetración Internet municipios PDET de Nariño.....	57
<b>Ilustración 23.</b> Penetración PDET promedio por departamento 2017–2021.....	58
<b>Ilustración 24.</b> Velocidad promedio de descarga por departamento. ....	59
<b>Ilustración 25.</b> Cobertura móvil Nariño operador – Movistar. ....	60
<b>Ilustración 26.</b> Cobertura móvil Nariño operador – Tigo. ....	61
<b>Ilustración 27.</b> Cobertura móvil Nariño operador – Claro. ....	61
<b>Ilustración 28.</b> Cobertura móvil Pasto operador – Claro. ....	62
<b>Ilustración 29.</b> Cobertura móvil Ipiales operador – Claro. ....	63
<b>Ilustración 30.</b> Cobertura móvil Tumaco operador – Claro. ....	63
<b>Ilustración 31.</b> Cobertura móvil Bogotá DC operador – Claro. ....	64
<b>Ilustración 32.</b> Cobertura móvil Medellín operador – Claro. ....	65
<b>Ilustración 33.</b> Cobertura móvil Cali operador – Claro. ....	65
<b>Ilustración 34.</b> Sedes educativas publicas Nariño, conectadas vs desconectadas 2021. ....	67
<b>Ilustración 35.</b> Matricula publica Nariño, conectada vs desconectada 2021.....	67
<b>Ilustración 36.</b> Sedes educativas publicas Pasto, conectadas vs desconectadas 2021. ....	68
<b>Ilustración 37.</b> Sedes educativas publicas Ipiales, conectadas vs desconectadas 2021.....	68
<b>Ilustración 38.</b> Sedes educativas publicas Tumaco, conectadas vs desconectadas 2021. ....	68

<b>Ilustración 39.</b> Sedes educativas publicas Antioquia conectadas vs desconectadas 2021.....	69
<b>Ilustración 40.</b> Sedes educativas publicas Medellín conectadas vs desconectadas 2021.....	69
<b>Ilustración 41.</b> Sedes educativas publicas Bogotá conectadas vs desconectadas 2021.....	69
<b>Ilustración 42.</b> Interconexión al sistema nacional del norte de Nariño.....	70
<b>Ilustración 43.</b> Mapa de radiación global.....	73
<b>Ilustración 44.</b> Mapa radiación Solar IDEAM 2017.....	74
<b>Ilustración 45.</b> Radiación solar acumulada año.....	75
<b>Ilustración 46.</b> Estimaciones de la irradiancia para el departamento de Nariño.....	76
<b>Ilustración 47.</b> Variación anual de la demanda primaria de energía.....	78
<b>Ilustración 48.</b> Variación anual de GEI.....	79
<b>Ilustración 49.</b> Relación de la demanda de energía vs emisiones CO2.....	80
<b>Ilustración 50.</b> Evolución del mercado de energía mundial.....	80
<b>Ilustración 51.</b> Mercado de energía primaria SIN Colombia vs Mundo.....	81
<b>Ilustración 52.</b> Reservas probadas de petróleo 2021.....	83
<b>Ilustración 53.</b> Reservas de hidrocarburos por año.....	84
<b>Ilustración 54.</b> Eficiencia energética por actividad económica.....	85
<b>Ilustración 55.</b> Árbol del problema.....	92
<b>Ilustración 56.</b> Replicas PERS Nariño.....	97
<b>Ilustración 57.</b> Diagrama de la solución.....	103
<b>Ilustración 58.</b> Tipos de encapsulamiento de baterías.....	128
<b>Ilustración 59.</b> Diagrama de bloques FNCER – eólico.....	130
<b>Ilustración 60.</b> Diagrama de bloques FNCER – solar.....	130
<b>Ilustración 61.</b> Estructura de un panel solar.....	131
<b>Ilustración 62.</b> Tipos de células fotovoltaicas.....	132
<b>Ilustración 63.</b> Unión PN en un panel solar.....	133
<b>Ilustración 64.</b> Tipos de inversores por funcionalidad.....	135
<b>Ilustración 65.</b> Mapas de radiación y brillo solar de Colombia.....	137
<b>Ilustración 66.</b> Mapas de velocidad de viento y potencial eólico en Colombia.....	138
<b>Ilustración 67.</b> Tipos de comunidades de aprendizaje.....	144
<b>Ilustración 68.</b> Programa Ondas en la base de la investigación de COLCIENCIAS.....	146
<b>Ilustración 69.</b> Actividades por etapa propuesta del proceso creativo.....	149
<b>Ilustración 70.</b> Aerogenerador universidad de Nariño.....	152
<b>Ilustración 71.</b> Construcción de los indicadores.....	154
<b>Ilustración 72.</b> Resultados de adopción muestra departamental.....	157
<b>Ilustración 73.</b> Caracterización muestra departamental.....	158
<b>Ilustración 74.</b> Valoración del Mercado.....	159
<b>Ilustración 75.</b> Diagnostico departamental de apropiación FNCER.....	159
<b>Ilustración 76.</b> Construcción de los protocolos de intervención.....	162
<b>Ilustración 77.</b> Resultados comunidad rural.....	163
<b>Ilustración 78.</b> Panorámica IE Agustín Agualongo.....	164

<b>Ilustración 79.</b> Aplicando estrategia IEP en la comunidad educativa. ....	165
<b>Ilustración 80.</b> Aplicando estrategia IEP en la comunidad rural. ....	166
<b>Ilustración 81.</b> Alternativas de baja fidelidad comunidad educativa rural. ....	168
<b>Ilustración 82.</b> Resultados categorización de alternativas comunidad educativa. ....	168
<b>Ilustración 83.</b> Alternativas comunidad rural. ....	169
<b>Ilustración 84.</b> Resultados categorización de alternativas comunidad rural. ....	169
<b>Ilustración 85.</b> Kit interactivo Renova LAB. ....	172
<b>Ilustración 86.</b> Diseño del modelo real comunitario. ....	174
<b>Ilustración 87.</b> Diseño del modelo real comunitario. ....	175
<b>Ilustración 88.</b> Diseñando herramienta de simulación. ....	176
<b>Ilustración 89.</b> Sitio web del proyecto. ....	178
<b>Ilustración 90.</b> Validación del Kit Interactivo Renova LAB. ....	180
<b>Ilustración 91.</b> Implementación real Mercaderes. ....	181
<b>Ilustración 92.</b> Implementación real Taminango. ....	182
<b>Ilustración 93.</b> Implementación real Llorente. ....	183
<b>Ilustración 94.</b> Síntesis del trabajo realizado. ....	185
<b>Ilustración 95.</b> Detalle de los soportes de aprovechamiento fotovoltaico diseñados. ....	198
<b>Ilustración 96.</b> Detalles técnicos del sistema fotovoltaico en nodo principal. ....	199
<b>Ilustración 97.</b> Detalles técnicos del sistema fotovoltaico en nodo secundario. ....	200
<b>Ilustración 98.</b> Detalles técnicos del sistema fotovoltaico en nodo fibra-radio. ....	201
<b>Ilustración 99.</b> Detalles técnicos del sistema fotovoltaico en nodo radio-fibra. ....	202
<b>Ilustración 100.</b> Detalles físicos del sistema fotovoltaico en nodos radio. ....	203
<b>Ilustración 101.</b> Detalles técnicos del sistema fotovoltaico en Zona WIFI. ....	204
<b>Ilustración 102.</b> Detalles físicos de la zona WIFI comunitaria. ....	205
<b>Ilustración 103.</b> Detalles de implementación del sistema WIFI. ....	206

## ABREVIATURAS

**CISNA:** Centro de Innovación Social de Nariño.

**CMNUCC:** Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; es una cumbre y un compromiso (tratado) que se realiza sobre el clima anualmente desde mayo de 1992. Permite, entre otras cosas, que los 197 países ratificados se comprometan a reforzar la conciencia pública de los problemas relacionados con el clima.

**DNI:** Irradiancia normal directa; potencia del sol por unidad de superficie medida en un punto específico de la superficie.

**FCE:** Fuentes convencionales de energía ampliamente comercializados en Colombia.

**FNCER:** Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia.

**GEI:** Gases de efecto invernadero; son gases atmosféricos que absorben y emiten radiación dentro del rango infrarrojo, siendo la fundamental causa del efecto invernadero.

**IPCC:** Panel Intergubernamental del Cambio Climático; es un panel de expertos organizado por Naciones Unidas con la misión de proveer al mundo con una opinión objetiva y científica sobre el cambio climático.

**IPSE:** Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas; es una entidad pública adscrita al Ministerio de Minas y Energía de Colombia con la misión de estructurar e implementar soluciones energéticas efectivas, duraderas y amigables con el medio ambiente, impulsando esquemas empresariales, con la participación de las comunidades beneficiarias.

**OPEP:** Organización de Países Exportadores de Petróleo; organización de países que controlan el 43% de la producción mundial de petróleo y poseen el 81% de las reservas mundiales de petróleo, lo que les permite gran influencia en el valor de petróleo en el mercado.



**PERS:** Plan de energización rural sostenible; es una herramienta interinstitucional que permite el levantamiento de información socioeconómica y energética de los territorios rurales en Colombia, así como la identificación de iniciativas de desarrollo en las regiones rurales del país; siendo esta información un insumo valioso para la planeación energética regional y para la toma de decisiones de inversionistas privados.

**PNUD:** El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo; es una entidad organizada por Naciones Unidas con la misión poner en marcha los objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS y contribuir a la mejora de la calidad de vida de las naciones;

**SIN:** Sistema Interconectado Nacional; organizado por el gobierno nacional en Colombia para conectar e integrar todos los sistemas eléctricos regionales del país.

**UPME:** Unidad de Planeación Minero-Energética; es una unidad administrativa especial, de carácter técnico, adscrita al Ministerio de Minas y Energía en Colombia.

**ZNI:** Se entiende por Zonas No Interconectadas a los municipios, corregimientos, localidades y caseríos que constituyen territorios o zonas no conectadas al Sistema Interconectado Nacional de Colombia.

## GLOSARIO

Uno de los principales objetivos de un proyecto que incluye tecnologías de bajo impacto ambiental; es construir un modelo de realidad en términos de energías limpias; por esto es importante entender con claridad los conceptos que se relacionan con la realidad que se pretende construir:

**Aprendizaje invisible:** es el aprendizaje que se deriva de procesos no formales interactuando con la realidad social e incorporando competencias de manera implícita y que ejemplifica como las metodologías creativas pueden ser usadas para recrear espacios tradicionales de apropiación de conocimiento. Este enfoque consiste en construir espacio discursivo e inclusivo, que atienda nuevos campos del conocimiento, integre saberes emergentes e incluya el uso de herramientas de alta afinidad funcional alineadas con los resultados esperados (Cobo Romaní & Moravec, 2011).

**Calentamiento global:** Aumento estimado de la temperatura media global en la superficie terrestre, calculado promediando valores medidos históricamente en una escala de tiempo humana. Este cambio climático, por definición se debe a la acumulación de gases de efecto invernadero de origen humano y de larga permanencia en la atmósfera; en un proceso de realimentación positiva donde la radiación infrarroja emitida desde la tierra queda atrapada por periodo prolongados (Masson-Delmotte et al., 2018).

**Cambio climático:** es el cambio de clima y las consecuencias que se atribuyen directa o indirectamente a la actividad humana en la tierra y que alteran la composición de la atmósfera global sumándose a la variabilidad climática natural observada durante períodos de tiempo comparables. Lo que significa que hay una clara distinción entre el calentamiento global atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática que es atribuible a causas naturales (CMNUCC, 1994).

**Ecosistema digital:** es un contexto industrial, de impacto económico y social, que resulta de la adopción masiva de tecnologías digitales de la información y la comunicación, que incluye nuevos modos de producción de contenidos, diferentes comportamientos sociales y un impacto mayor que el de las TIC consideradas de manera aislada (Katz & Fundación Telefónica, 2015).

**Empoderamiento:** construcción multinivel que le permite a un individuo o a una comunidad conocer, evaluar y controlar aspectos sociales, económicos y políticos de su propia vida, de forma que todos los individuos sean partícipes de los cambios sociales que son de su interés, aspecto que finalmente requiere formas de gobierno abierto y participativas (Zimmerman, 2000).

**Fuentes de energía limpia:** fuentes que proporcionan energía de bajo impacto ambiental porque su obtención genera menos residuos que otras; adquiere sentido si se compara varios tipos de energía, ya que toda actividad humana en la cadena de suministro genera un impacto ambiental (World Commission on Environment and Development, 1987).

**Fuentes de energía renovable:** son una diversidad de fuentes que proporcionan energía con alta disponibilidad; a causa de que la producen con insumos o recursos que se reponen naturalmente en una escala de tiempo humana y generalmente dependen de la energía que fluye a través del ecosistema de la tierra desde la radiación solar y la energía geotérmica de la tierra (Turkenburg, 2000).

**Fuentes no convencionales de energía renovable:** o FNCER son aquellas fuentes de energía renovable que no se usan o se comercializan de manera marginal en un ámbito administrativo de un mercado específico; son el opuesto a las fuentes convencionales y en el caso colombiano están definidas en la ley que regula la integración de estas en el sistema energético nacional (Ley 1715, 2014).

**Inteligencia colectiva:** La inteligencia colectiva es una forma de inteligencia que emerge consciente o inconscientemente a partir de la interacción de diversos individuos en relación a una disciplina en particular; un paradigma de aprendizaje colaborativo que permite medir y gestionar la forma en que trabajan y toman decisiones los colectivos (Lévy, 2004; Rey, 2022),

**IAP:** Investigación–Acción–Participación; es un enfoque colectivo de investigación que enfatiza la participación y la acción de las comunidades; busca extraer, interpretar y comprender la realidad desde el territorio, busca tratar de mejorarlo siguiendo la reflexión (Latorre–Beltrán, 2005; Rodríguez–Villasante Prieto et al., 2000).

**Infraestructura:** es un factor base, subyacente del proceso histórico, que ayuda a determinar el desarrollo y cambio social de un territorio; este soporte heterogéneo a su vez está compuesto por una variedad de productos y servicios esenciales que habilitan, sostienen y mejoran las condiciones de vida de la sociedad. Estos elementos esenciales pueden ser los medios físicos de producción, la fuerza del trabajo y las relaciones de estos con la producción y en conjunto afectan las estructuras política, social y económica (Fulmer, 2009).

Con el propósito de facilitar la compleja planificación de infraestructura y el mapeo de los sistemas de apoyo clave está dentro de una comunidad esta se puede dividir en infraestructura de tipo duro y de tipo suave (Dyer et al., 2019).

**Infraestructura productiva:** o de tipo duro, está conformada por las obras físicas que permiten elevar los niveles de producción y eficiencia de la oferta de un territorio contribuyendo al crecimiento de la economía; incluye todas las instalaciones de larga duración de carácter material o institucional que favorecen el funcionamiento de una economía laboral (Dyer et al., 2019).

- Sector sanitario (agua potable, saneamiento y alcantarillado, etc.)
- Sector hidráulico (aguas lluvias, riego, defensas fluviales, etc.)
- Sector energía (Generación, Transmisión, electrificación, etc.)
- Sector transporte (aeropuertos, vías, ferrocarriles, puertos, etc.)
- Sector de telecomunicaciones (despliegue de redes móvil, fija, etc.)

**Infraestructura social:** o de tipos suave, está conformada por las obras y servicios relacionados que permiten incrementar el capital social de una comunidad y su posibilidad de acceder a mejores y mayores servicios (Dyer et al., 2019).

- Sector educación (establecimientos educativos, etc.)
- Sector salud (hospitales, centros de salud primaria, etc.)
- Sector penitenciario (cárceles, centros de detención preventiva y otros)
- Sector de edificación pública (oficinas públicas y del poder judicial, etc.)
- Sector deportivo y cultural (recintos deportivos, recreativos y culturales, etc.)
- Sector ambiental y turístico (tratamiento de residuos, parques naturales, etc.)

**Infraestructura comunitaria:** espacios urbanos comunes y emergentes de gestión compartida entre el estado y la ciudadanía de las comunidades, de forma que se localizan en una franja intermedia, a medio camino entre lo material y lo inmaterial; entre la infraestructura productiva y la infraestructura social (Lafuente, 2007).

**Proyectos sociales:** una herramienta que permite inducir transformación social partiendo de iniciativas de los actores que interactúan en un territorio e implicando necesariamente una gestión local, el cual se conceptualiza como la capacidad endógena de crear bienestar económico y social (Boisier, 2005).

**Sostenibilidad ambiental:** describe cómo una especie y los sistemas biológicos de su entorno se mantienen en equilibrio y productivos en el tiempo; consumiendo un recurso por debajo del límite de renovación de estos. En este sentido, el acceso a las energías

renovables, limpias y no convencionales representa un valor central para la sostenibilidad ambiental, que en el largo plazo preserva la vida humana, facilita la obtención de sociedades más inclusivas y equitativas en un horizonte de tiempo mucho más cercano (Pelfini et al., 2012).

**Transformación social:** proceso complejo que altera o construye nuevas estructuras y espacios de libertad para los habitantes de un territorio, modificando el desarrollo local y potencial de los territorios; cambio que rara vez ocurre sin el liderazgo y convencimiento de un gran número de personas (Mulgan, 2006).

**Tercer Entorno (E3):** un espacio social en construcción, básicamente artificial y posibilitado por una serie de tecnologías que modifican las relaciones sociales y culturales que se dan y daban en el entorno primero (E1) o natural y el segundo entorno (E2) o urbano (Echevarría, 2000).

**Transformación digital:** un rediseño radical sobre cómo se usa y aprovecha las tecnologías digitales, las personas y los procesos para mejorar el ecosistema digital cambiando el desempeño económico de un territorio; para que esta evolución se lleve a cabo de manera eficiente es necesario que se den condiciones básicas en la cadena de valor dentro de los países, tales como el acceso, la infraestructura, la conectividad, el desarrollo de aplicaciones y la creación de contenido (Callorda et al., 2018).

## Capítulo 1. Introducción

Entendiendo el medio ambiente como el entorno natural que abarca las interacciones de todos los seres vivos con el aire, el agua o el suelo y otros agentes abióticos; es de esencial importancia para el mantenimiento de la biodiversidad y de los ciclos naturales que los integrantes del mundo biótico, incluyendo a los humanos, interactúen evitando la degradación de los ecosistemas, de forma que en el futuro sea posible la permanencia de una vida humana auténtica en la Tierra (Jonas, 1985).

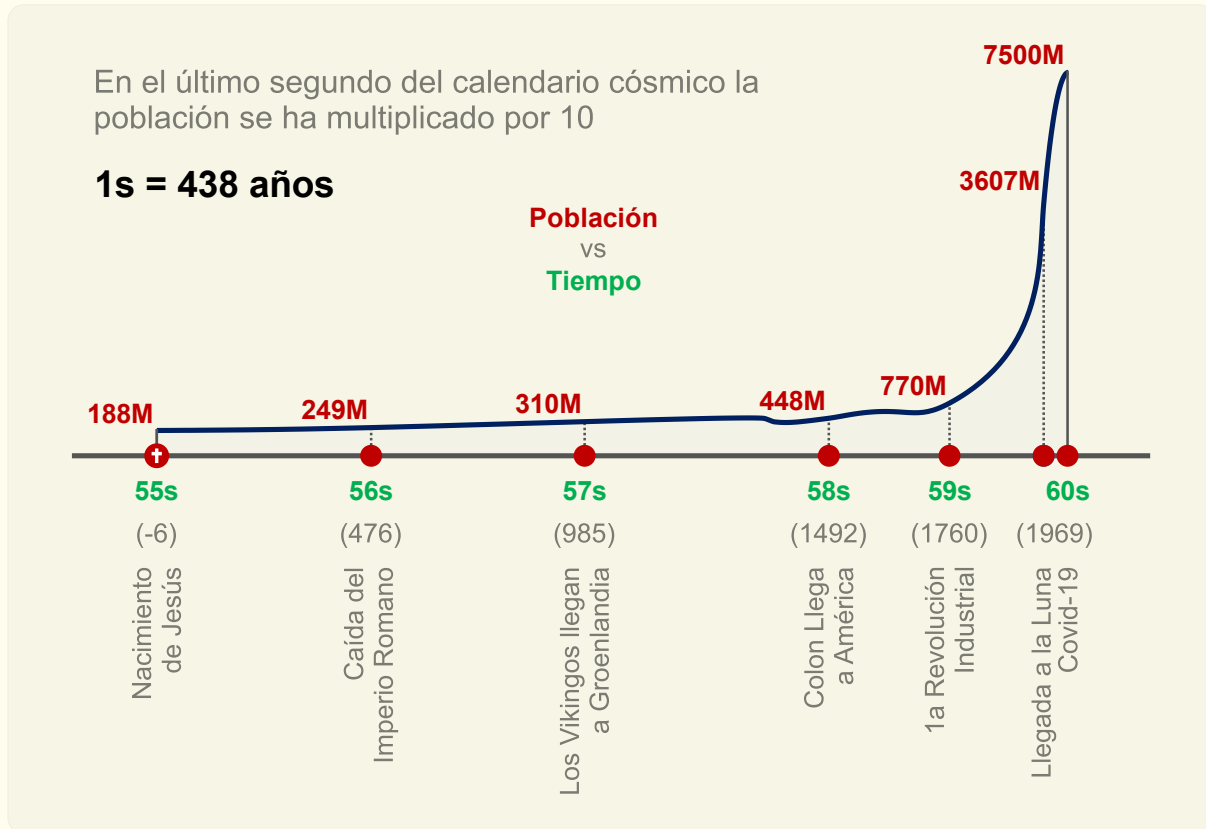
En este contexto, resulta esencial destacar que los ecosistemas, para mantenerse saludables, necesitan mantener una proporción adecuada de recursos entre especies y un pequeño desequilibrio en esta proporción puede generar consecuencias adversas a su adecuado funcionamiento. Es por ello que preocupa que, desde la revolución industrial, se ha disparado excesivamente la población humana, la correspondiente demanda de recursos y la presión sobre los ecosistemas.

Esta revolución demográfica en paralelo con el crecimiento de la demanda de energía eléctrica per cápita ha incrementado la huella de carbono y complicado la gestión de los impactos antropogénicos en los ciclos naturales del agua, el oxígeno, el clima y otros procesos vitales para la vida en el planeta. lo que a su vez deteriora las métricas de biodiversidad, contaminación ambiental y cambio climático. <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Demanda energía eléctrica per cápita y población mundial. Disponibles en:  
<https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.ELEC.KH.PC>  
<https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL>

**Ilustración 1. Línea de tiempo poblacional.**



*Nota.* Elaboración propia desde los datos de modelos poblacionales (Maddison, A, 2007).

En la actualidad la demanda de energía por persona ronda los 3.000 kWh, pero si tenemos en cuenta que la demanda de energía eléctrica per cápita crece a un ritmo constante y que se espera que la población mundial alcance los 8.500M en 2030 podemos estimar que esta demanda mundial supere los 30PWh en esa fecha, lo que subraya la continua urgencia de estudiar a profundidad cómo las interacciones humanas pueden causar desequilibrios en los ciclos naturales y como se pueden mitigar los impactos de estos desequilibrios (United Nations, 2024; Wiatros–Motyka et al., 2024).

Las alteraciones de los ciclos naturales y la degradación o declive de los ecosistemas se manifiesta en factores como el aumento considerable de indicadores asociados a la deforestación, la reducción de la calidad del suelo, el déficit hídrico, la contaminación, la extinción de especies y el cambio climático; este último definido como una modificación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera de la tierra y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante períodos de tiempo comparables (IPCC, 2001).

Estas alteraciones o desequilibrios frecuentemente son ocasionados por actividades relacionadas con el procesamiento, el transporte, comercialización y el consumo de recursos no renovables; pero también lo podemos relacionar con la sobreexplotación o aprovechamiento excesivo de un recurso renovable, de forma que este recurso se consume en un tiempo menor al necesario para su renovación llevando esto a su agotamiento y como consecuencia se deteriora el ecosistema y el medio ambiente se degrada.

La evidencia científica del cambio climático en el mundo y particularmente en América Latina es amplia y contundente; el calentamiento de la tierra, los océanos y la troposfera está sucediendo; este fenómeno es antropogénico y ocasiona alteraciones importantes de los ciclos naturales y degradación de los ecosistemas, lo que se hace evidente en la pérdida lenta pero muy significativa de especies de flora y fauna en dichos ecosistemas y todo esto según el consenso científico es incuestionable (Oreskes, 2004).

Aunque el sistema climático es complejo y los escenarios futuros son inciertos los cambios generados por el calentamiento global son tan significativos que de no controlarse o revertirse cuanto antes, causarán la desaparición de los glaciares de montaña tropicales, lo que finalmente ocasionaría la disminución general de la disponibilidad hídrica, el deterioro de los ambientes productivos, la disminución de la calidad de vida y la degradación del ecosistema integral (Solomon et al., 2007).

En este contexto, existe un amplio consenso en la comunidad científica acerca de los elementos que legitiman las preocupaciones y actividades relacionadas con los efectos potencialmente peligrosos del cambio climático, así como otras degradaciones ambientales vinculadas a la emisión de GEI. En consecuencia, con estas preocupaciones, organizaciones internacionales con el apoyo de Naciones Unidas, han desarrollado un marco de trabajo orientado a su reducción.

Este marco de trabajo vincula a organizaciones científicas y gobiernos locales en diversos grupos que trabajan de manera continua para construir criterios que permitan evaluar cuales interferencias constituyen agentes antropogénicos peligrosos para la estabilidad del clima y el equilibrio del medio ambiente y así priorizar las acciones climáticas necesarias para mitigar las inestabilidades y gestionar adaptaciones que permitan en lo posible disminuir los peligrosos impactos de las consecuencias.

En este sentido, la conservación del medio ambiente, la desaceleración del uso de energías no renovables y la reducción de las consecuencias derivadas del desequilibrado

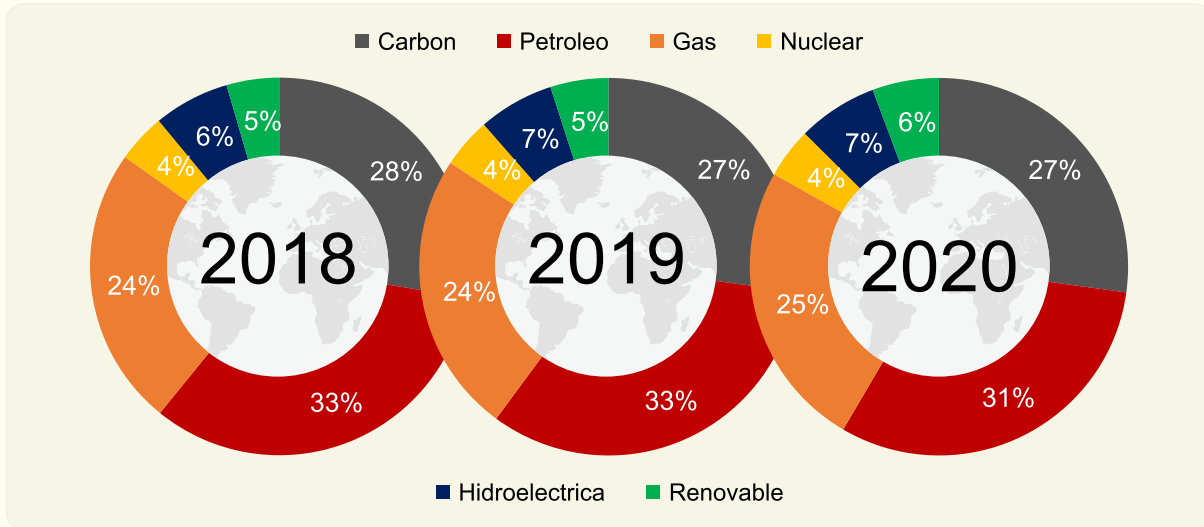
consumo de los recursos naturales son temas recurrentes en la construcción de políticas públicas de todos los gobiernos.

A pesar de la creciente complejidad de los modelos climáticos se puede concluir, de los distintos informes, que es altamente probable que las emisiones de GEI antropogénico sigan cambiando la composición atmosférica, que la temperatura media y el nivel del mar sigan creciendo (diferentes niveles según distintos escenarios) y que el cambio climático siga generando impactos negativos en los sistemas naturales; es por esto que su mitigación continuará siendo un problema determinante del desarrollo humano en esta generación y plantea grandes desafíos sociales, financieros, tecnológicos y políticos (PNUD, 2007).

Una estrategia efectiva para reducir las emisiones GEI y conservar los ecosistemas es el uso de energía renovable, especialmente las fuentes no convencionales. Sin embargo, estas fuentes están lejos de poder reemplazar significativamente la cuota de mercado de las energías provenientes de combustibles fósiles.

De acuerdo con los informes anuales de BP, en 2017, el 85% de la energía mundial se generaba a partir de combustibles fósiles, siendo el petróleo el principal actor, con una participación del 34% en el mercado global; lo que persistió sin cambios en los años siguientes e intensificó las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Esto que es consecuencia del notable crecimiento de la actividad industrial por encima del promedio y el correspondiente aumento de la demanda energética que alcanzó los 75EJ durante la última década.

**Ilustración 2. Evolución mercado de energía mundial.**



*Nota.* Elaboración propia desde los datos de Informes de la BP (BP, 2018, 2019, 2020).

Examinando específicamente la participación del petróleo en el mercado de energía mundial, podemos observar que en el periodo entre 2018 y 2020 se reduce 3%, lo que aún es insuficiente para reducir las emisiones GEI antropogénicas de manera que se pueda alcanzar la meta propuesta por CMNUCC y evitar el calentamiento promedio global por encima de los 2°C (BP, 2018, 2019, 2020, 2021).

La reducción de la demanda de energía, provocada en este periodo por la emergencia social y crisis del mercado de la COVID-19, está estrechamente correlacionada con la disminución de emisiones GEI, como se evidencia en que las emisiones alcanzaron su nivel más bajo desde 2011. Sin embargo, esto pone de manifiesto que la generación de energía a partir de fósiles sigue prevaleciendo y contribuye significativamente a la contaminación y al calentamiento global, una problemática que se agrava con el crecimiento continuo de la población y el aumento de la demanda global y per cápita de energía.

Por esta razón, cada día adquiere mayor relevancia la necesidad de mitigar los efectos del cambio climático mediante el fomento de la generación de energía a partir de fuentes que no emitan GEI.

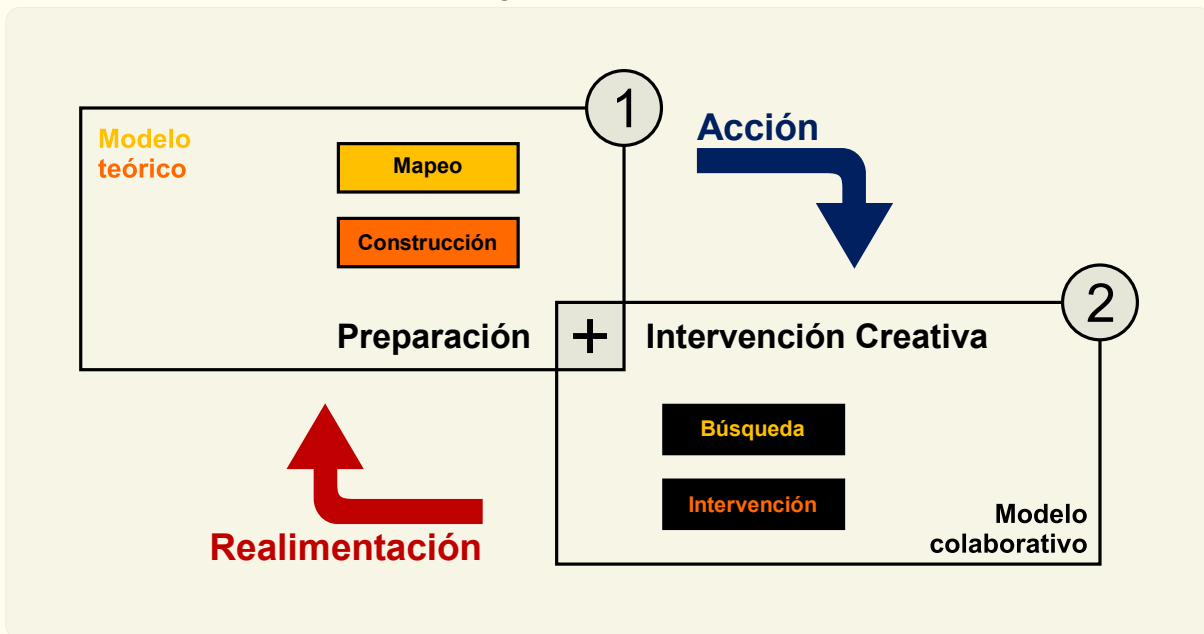
Así mismo es relevante disminuir las pérdidas de energía debidas al transporte de la misma desde las centrales eléctricas distantes, fortaleciendo la autonomía territorial en la generación de energía localmente, con fuentes no convencionales; que además de reducir los costos para los usuarios finales, permitirían a las comunidades de zonas alejadas o no interconectadas al Sistema Energético Nacional, SIN; suplir su demanda energética sin interrupciones.

En correspondencia con la evidencia mencionada es de especial importancia investigar, como desde las destrezas creativas y la innovación social, se puede fortalecer la apropiación de prácticas sociales que faciliten el uso y aprovechamiento de fuentes de energía limpia no convencional en las comunidades.

Conscientes de que no es fácil sustituir una economía fósil bien establecida en la que, durante siglos, las empresas, las maquinarias y toda la cadena de suministro energético han sido diseñadas para satisfacer las necesidades energéticas mediante productos derivados del petróleo y comprendiendo que el proceso creativo-reflexivo no se centra en el artefacto técnico o tecnológico, sino en la dinámica social proponemos una ruta metodológica de intervención social que facilite la apropiación de tecnologías de bajo impacto ambiental que contribuyan a mitigar el calentamiento global.

En el contexto de la realidad territorial, los experimentos sociales son mixtos, complejos y comparables a los problemas indeterminados abordados desde las disciplinas creativas (Buchanan, 1992). Por ello, este proyecto desarrolló su práctica social mediante la metodología de pensamiento de diseño, la cual se articula con el enfoque de Investigación-Acción-Participación, IAP; para diseñar los procesos que lo componen, sus actividades y documentar los resultados de un experimento de intervención social basado en esta integración metodológica. (Latorre-Beltrán, 2005; Rodríguez-Villasante Prieto et al., 2000).

*Ilustración 3. Síntesis de la metodología.*



## Capítulo 2. Cartografía

Entendiendo la cartografía social como un método que nos facilita la extracción de una mayor cantidad de realidad, basándose en estructurar el problema indeterminado de manera colaborativa entre el investigador y los grupos de interés implicados, cuya finalidad es enmarcar el problema y la propuesta creativa (Diez Tetamanti et al., 2017), este capítulo se propone documentar los procesos y resultados de la cartografía aplicada al proyecto.

### Análisis del entorno

#### *Generalidades del departamento*

El departamento de Nariño está ubicado al sur occidente de Colombia, en las regiones andina y pacífica; tiene una posición geoestratégica privilegiada al ser la frontera de Colombia con Sur América, limitando al norte con Cauca, al este con Putumayo, al sur con la República de Ecuador y al oeste con el mar pacífico que lo comunica con la cuenca del mismo nombre.

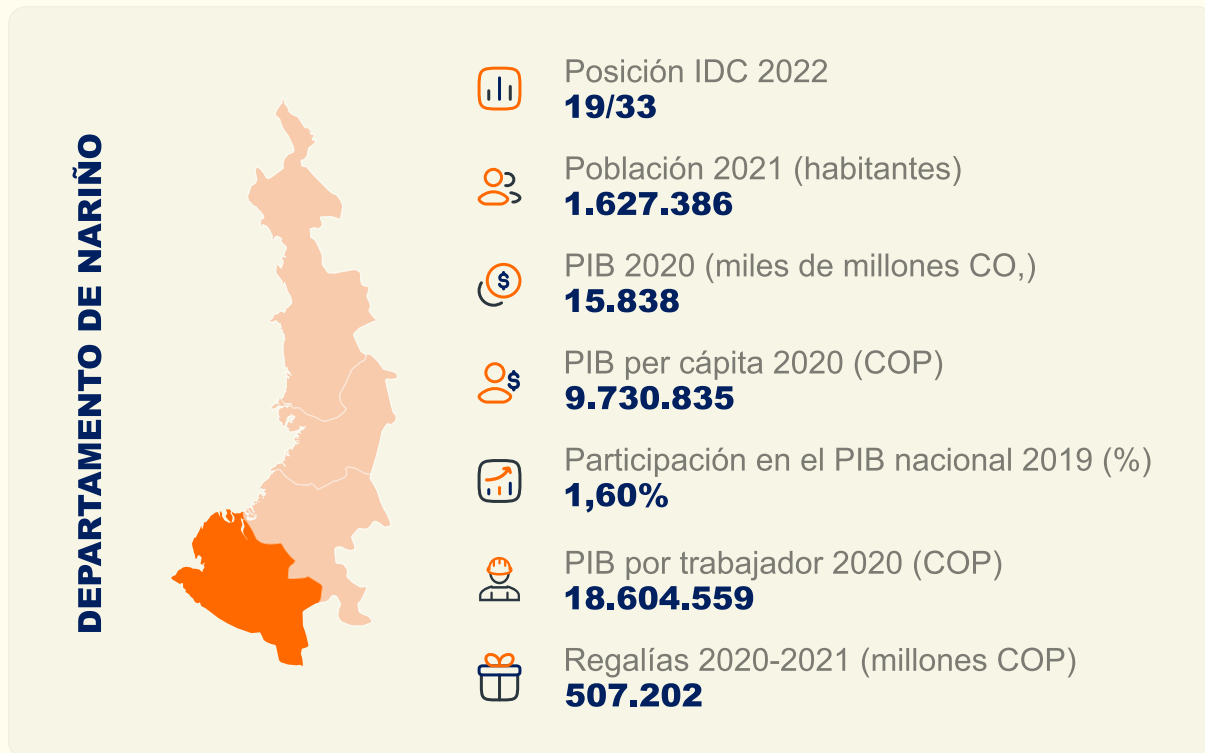
El departamento de Nariño cuenta con una extensión total de 33.268 km<sup>2</sup> representando el 2.98% del territorio nacional; de los cuales el 52% corresponde a la llanura del pacífico, el 40% pertenece a la zona andina en donde se destacan múltiples páramos y volcanes y el 8% restante de su territorio pertenece al piedemonte amazónico.

*Ilustración 4. Mapa de Colombia.*



El departamento pertenece a una de las grandes reservas de biodiversidad del mundo conocido como Chocó Biogeográfico, que presenta condiciones excepcionales en diversidad de comunidades y especies; aspectos que posicionan a Nariño como una de las regiones más diversas de Colombia y el mundo.

*Ilustración 5. Resumen estadístico.*



*Nota. Elaboración propia desde los Informes competitividad 2022.*

Con 1.6M de habitantes el departamento ocupa el puesto 19 en el índice departamental de competitividad y aporta 1.6% a la economía del país. Una de las grandes riquezas del departamento de Nariño proviene de su diversidad poblacional y cultural, toda vez que, de acuerdo con las proyecciones estadísticas del Censo de 2018, para el año 2020 Nariño cuenta con una población 56% rural y un total de 1.627.589 habitantes; (51%) 832.046 mujeres y (49%) 795.543 hombres; que representa el 3.2% del total nacional.

*Ilustración 6. Mapa del departamento de Nariño.*



Históricamente y culturalmente en el departamento se ha reconocido 13 subregiones o 5 provincias; que si bien no constituyen entidades administrativas son relevantes en términos de gobierno local y política pública.

*Ilustración 7. Subregiones de Nariño.*



La población étnica alcanza el (32,9%) incluyendo 232.847 personas (15,5%) de la comunidad indígena y 270.433 (17,4%) de las comunidades afrodescendientes; del pueblo Romaní se cuentan 141 habitantes.

*Ilustración 8. Mapa de pueblos Indígenas de Nariño.*



Aunque el Departamento de Nariño está dividido en 230 corregimientos agrupados administrativamente en 64 municipios; es importante resaltar que el departamento incluye en su territorio dieciséis (16) municipios dentro de Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial, PDET; los cuales tienen una atención especial en marco del Acuerdo de Paz porque se encuentran en regiones históricamente afectadas por el conflicto armado y presentan mayores índices de pobreza. Estos municipios son objetivo de especial atención en los próximos años y en el departamento incluyen en la región del Alto Patía cinco (5) municipios y en el Pacífico nariñense donde (11) Municipios.

*Ilustración 9. Mapa de municipios priorizados PDET de Nariño.*



La oferta hídrica del departamento de Nariño se realiza a través de 17 subzonas hidrográficas, SZH; agrupadas en cinco (5) cuencas hidrográficas y las macrocuencas del Pacífico y el Amazonas.

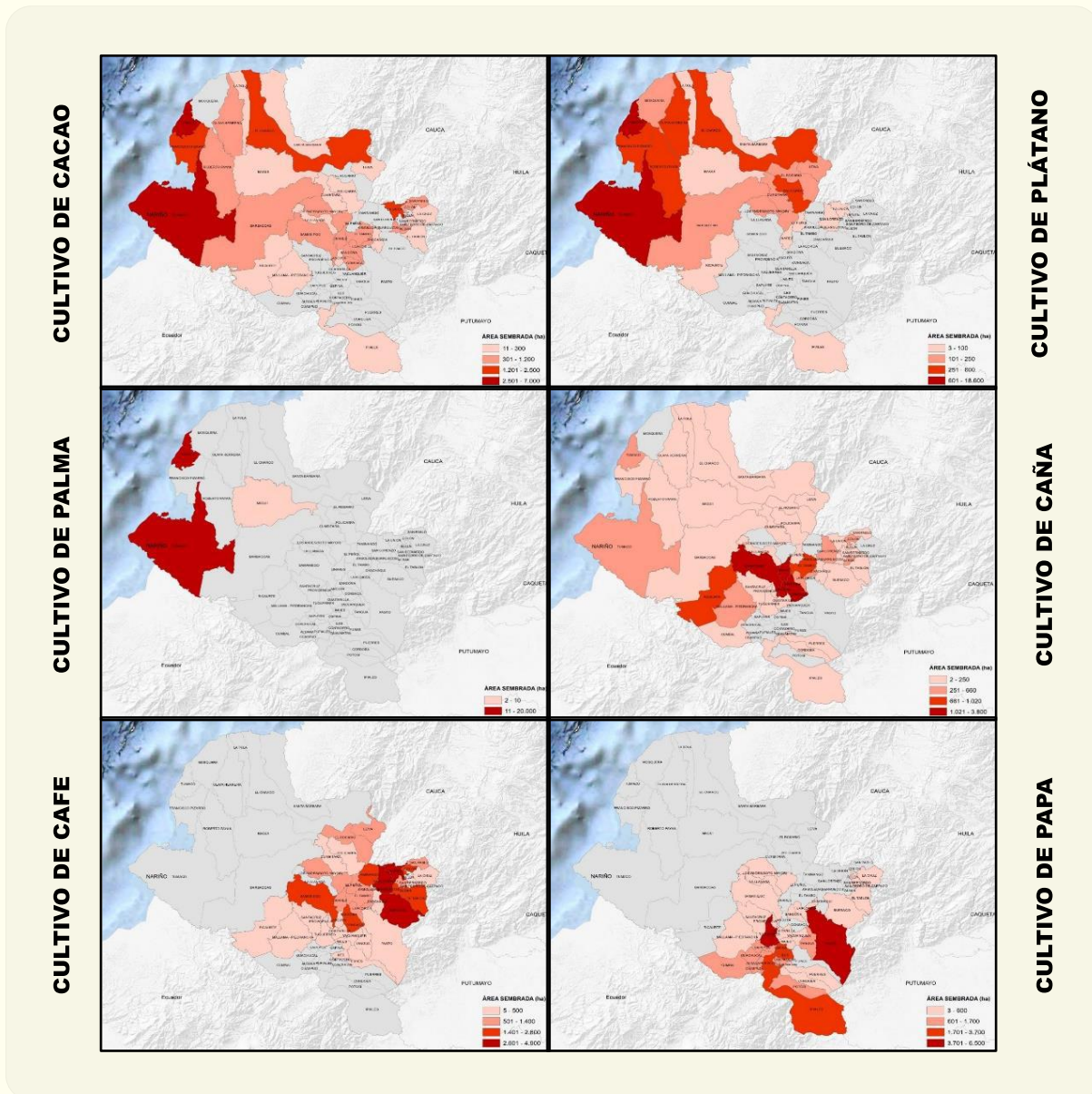
*Ilustración 10. Mapa de subzonas hidrográficas de Nariño.*



**Desarrollo económico**

La economía del departamento contribuye al 1.6% del PIB nacional y se fundamenta principalmente en actividades del sector primario; los cultivos de mayor importancia son la papa, cacao, maíz, trigo, cebada, café, frijól, plátano, caña panelera, palma aceitera, zanahoria, olluco, arveja, haba, quinua y otros cultivos de pancoger.

*Ilustración 11. Cultivos predominantes por municipio.*



*Nota.* Adaptado desde los datos del EVA - MINAGRICULTURA.

En el sector primario según las Evaluaciones Agropecuarias Municipales, EVA; en 2018 de los cultivos permanentes presentes en los 64 municipios del departamento, la caña panelera es el principal (23.9%), seguido del plátano (22,4%), coco (13,8%) y otros como el

palmito, el café, la yuca, la palma de aceite, el banano y cítricos; mientras que el cultivo transitorio más representativo es la papa (72.6%), seguido de tomate (6,5%) y otros como la zanahoria, la arveja, el maíz, la lechuga, la cebolla y el frijol.

Así mismo en la actividad pecuaria se destacan la pesca artesanal en el litoral pacífico y la ganadería vacuna que se lleva a cabo con fines principalmente lecheros.

En el sector secundario se destacan actividades relacionadas con la transformación artesanal del cuero, el oro, la plata, el platino, la madera, la paja y la lana; según El Sistema de Información Estadístico de la Actividad Artesanal, SIEAA; en el departamento se han caracterizado en 21 municipios 1.885 artesanos que trabajan 22 oficios artesanales diferentes, incluyendo diferentes técnicas ancestrales y una cifra alta de productos con fibras naturales como iraca, fique, lana y tetera.<sup>2</sup>

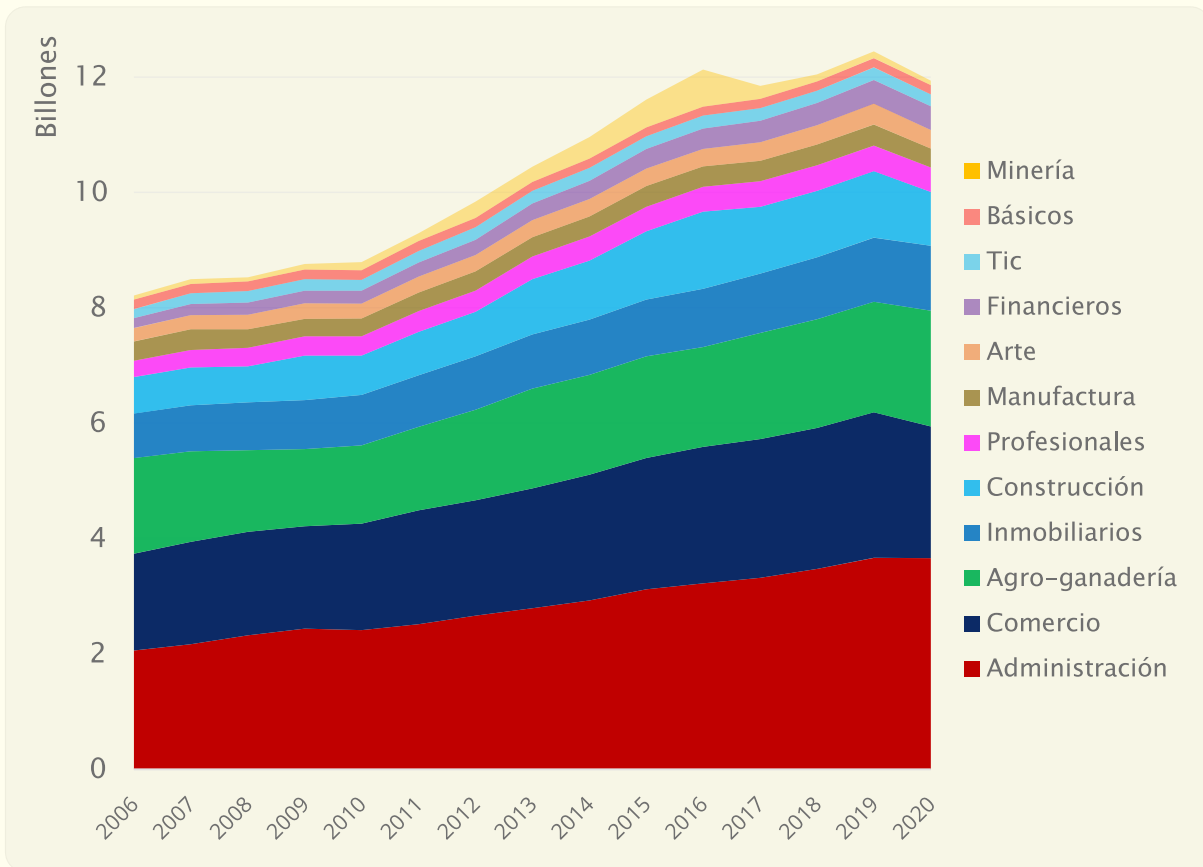
En el sector terciario se destaca una industria turística aún incipiente, pero con un gran potencial; representando únicamente el 0,8 del total nacional.

Las principales actividades de valor agregado, en el departamento de Nariño incluyen la elaboración de productos alimenticios, representando un 73,2% del total de la producción industrial.

---

<sup>2</sup> Encuesta Anual Manufacturera. DANE. Disponible en:  
<https://www.dane.gov.co/index.php/.../eam-historicos>

**Ilustración 12.** PIB del departamento por actividad económica en pesos de 2015.

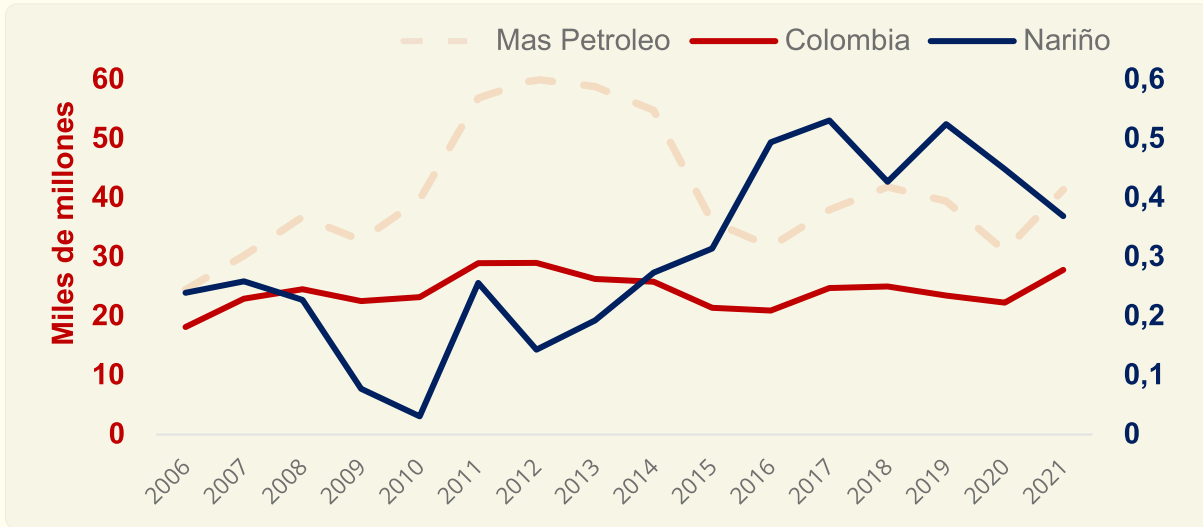


*Nota.* Elaboración propia desde datos abiertos del DANE.

Según el DANE el departamento, en los últimos 13 años, hace aportes similares al volumen de exportaciones e importaciones nacionales; volumen que no ha superado el 1% del total en ningún periodo y son equivalentes en 2021 al 0,4% las exportaciones y 0,5% de las importaciones.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Fuente: Históricas exportaciones DANE. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/.../exportaciones-historicos>

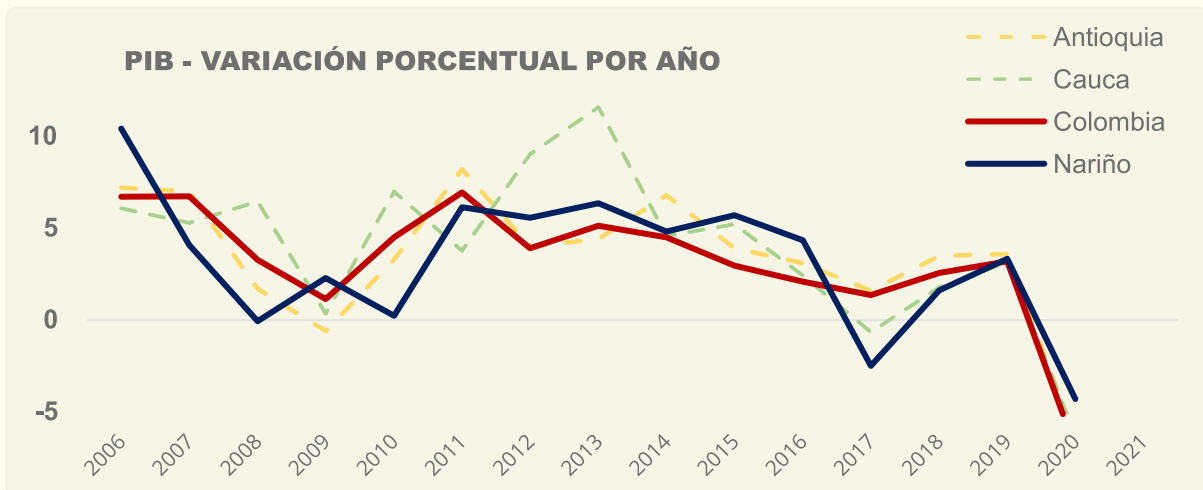
**Ilustración 13. Histórico de exportaciones en dólares.**



Nota. Elaboración propia desde datos abiertos del DANE.

Entre 2012 y 2016 Nariño tuvo un crecimiento del PIB por encima y en 2017 una fuerte contracción por debajo del promedio nacional. En 2018 el departamento de Nariño registro un PIB per cápita de US\$2.891 y realizó exportaciones e Importaciones per cápita de US\$67.5 y US\$105.0 respectivamente; valores que se ven notablemente afectados por la emergencia sanitaria y social de 2020.

**Ilustración 14. Variación anual del PIB a precios de 2015.**



Nota. Elaboración propia desde datos abiertos del DANE.

## *Desarrollo humano*

**Calidad de vida.** Si bien el Programa De Naciones Unidas Para El Desarrollo, PNUD; sintetiza un indicador de desarrollo humano, IDH; en la categoría de Desarrollo Humano Alto para Colombia con un valor de 0,767; es evidente que calculando promedios se invisibilizan realidades particulares al interior de cada país; por tanto, en el IDHD índice ajustado por la desigualdad en la distribución; Colombia pierde 12 puestos en la clasificación de Naciones Unidas y se queda con un indicador de 0,595; muy por debajo del índice no ajustado.<sup>4</sup>

Según el índice subnacional, SHDI; de 2020, con datos IDH de 2019, el departamento de Nariño se encuentra en la posición 24/32 entre los demás departamentos del país y en el vigintil 11 a nivel mundial; lo que explica que, aunque desde 2013 el departamento ha mejorado sus indicadores de desarrollo humano; en el pacífico nariñense persisten las dificultades en salud, educación y riqueza medidas por este indicador.<sup>5</sup>

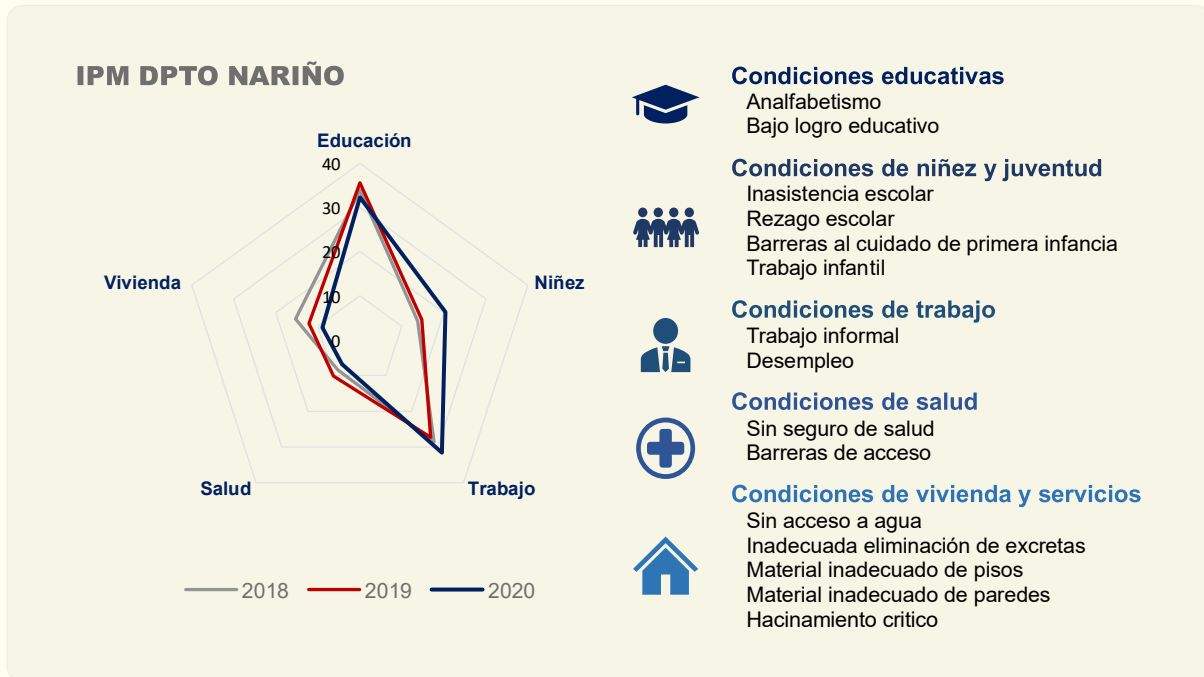
En 2020 del Indicador De Pobreza Multidimensional, IPM; en el departamento indica que el 27,3% tienen alguna privación que deteriora la calidad de vida en alguna de las 5 dimensiones y 15 indicadores que componen el indicador; así mismo revela que en las dimensiones de educación y trabajo persisten privaciones en los últimos años.

---

<sup>4</sup> Informe IDH 2020. Datos de 2019. PNUD. Disponible en:  
[https://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2020\\_es.pdf](https://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2020_es.pdf)

<sup>5</sup> Base de datos HDI del Global Data Lab. Disponible en:  
<https://globaldatalab.org/shdi>

**Ilustración 15. Índice de pobreza multidimensional.**

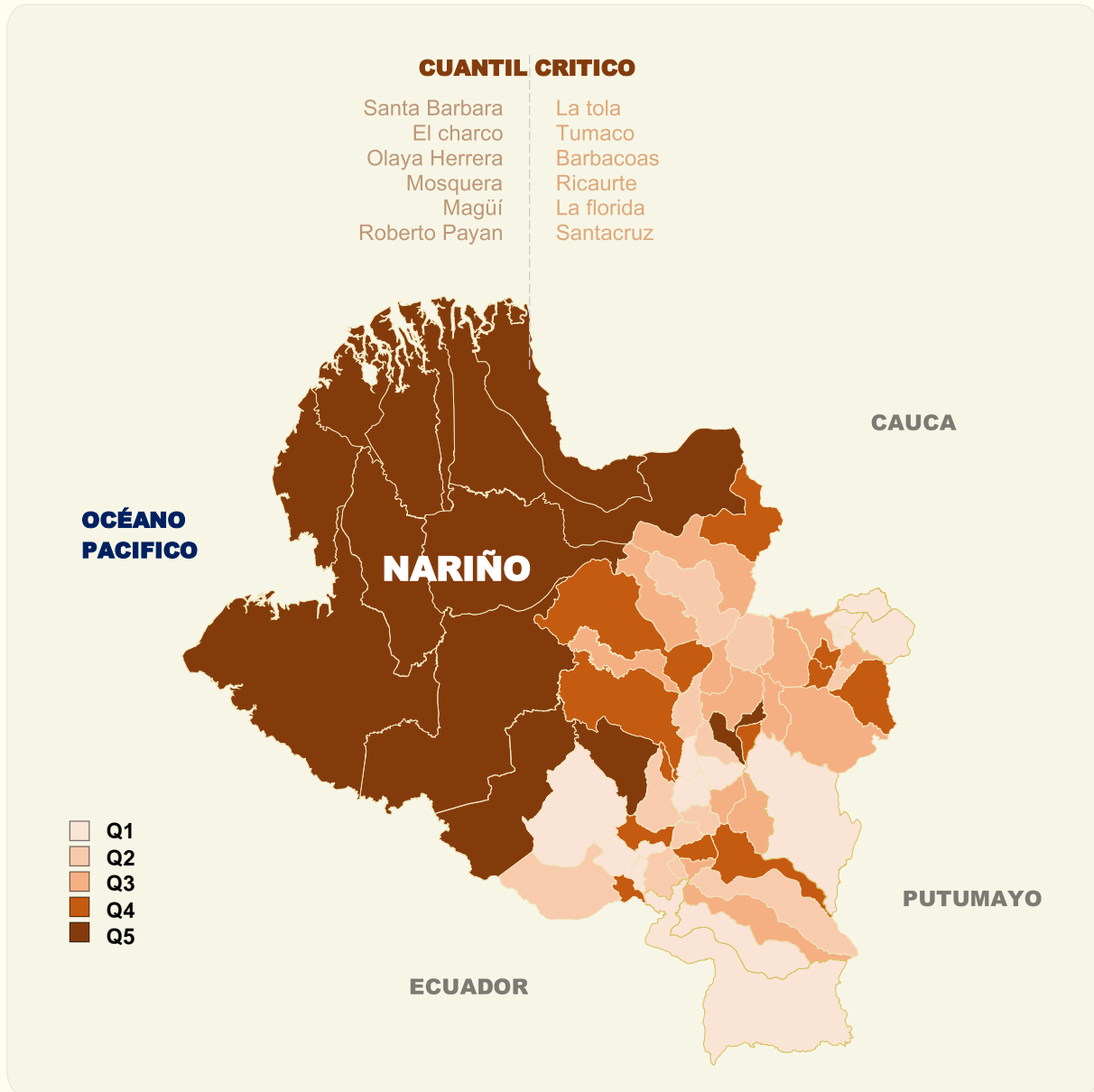


*Nota.* Elaboración propia desde datos abiertos del DANE.

**Servicios básicos.** En el departamento de Nariño el 21,59% de sus habitantes se considera con Necesidades Básicas Insatisfechas, NBI; en paralelo con el 14,13% nacional; situación que se puede explicar, en buena medida, por las bajas coberturas a nivel de servicios básicos, agua y alcantarillado; especialmente en el sector rural. Este es el caso de la costa pacífica nariñense que se encuentra alejado del promedio nacional.

**Nutrición.** Según los últimos resultados de la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional, ENSIN; en 2015 la mayor prevalencia de Desnutrición Crónica, DNC; se encuentra concentrada en la zona rural y en el pacífico; según estos datos y un informe del Índice DNC de la Fundación Éxito en el departamento se observa muy pocas zonas con el indicador sobresaliente y concentración de la desnutrición crónica en las zonas PDET.

*Ilustración 16. Mapa de NBI departamento de Nariño.*



*Nota.* Elaboración propia de datos públicos del DANE.

*Ilustración 17. Mapa de categorías Índice de desnutrición 2018.*



Nota. Elaboración propia de datos públicos del DANE.

**Riesgo de violencia.** En 2021, el 31% de los municipios del departamento esta categorizado en riesgo alto de victimización; donde se destaca los municipios de Policarpa (0.93), barbacoas (0.84) y San Andrés de Tumaco (0.84).<sup>6</sup>

**Tabla 1. Índice de riesgo de victimización**

DEPARTAMENTO	CATEGORÍA IRV DEPARTAMENTAL	IRV ALTO	IRV MEDIO ALTO	IRV ALTO/ TOTAL
		Municipios	Municipios	%
Caquetá	Alto	8	7	94
Putumayo	Alto	7	2	69
Choco	Medio – alto	4	15	61
Nariño	Medio – alto	8	12	31
Total, Nacional		47	57	9

*Nota:* obtenido de la Unidad de Víctimas.

De acuerdo, a los datos del Registro Único de Víctimas, RUV; para el periodo acumulado 1985 a 2022 han ocurrido 565.934 personas víctimas del conflicto en el departamento de Nariño, siendo el desplazamiento forzado el hecho victimizante más frecuente.<sup>7</sup>

**Territorios PDET.** El Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto Armado y la Construcción de una Paz Estable y Duradera, suscrito el 24 de noviembre del 2016 entre el Gobierno de Colombia y las FARC, reconoce como causa estructural del conflicto la inequitativa tenencia y uso de la tierra; por esto el primer punto de este acuerdo procura revertir los efectos del conflicto y garantizar la persistencia de la paz promoviendo la

<sup>6</sup> Unidad de víctimas. 2019. Disponible en: <https://www.unidadvictimas.gov.co/.../indicederriesgodevictimizacion2019.pdf>

<sup>7</sup> Registro único de víctimas. Disponible en <https://www.unidadvictimas.gov.co/es/registro-unico-de-victimas-ruv>

integración, las oportunidades y el desarrollo para los habitantes del campo por medio de la Reforma Rural Integral, RRI (Gobierno de Colombia & FARC-EP, 2016).

**Tabla 2. Ocurrencia histórica de víctimas del conflicto armado en el departamento.**

HECHO VICTIMIZANTE	2019	2020	2021
Desplazamiento forzado	18.221	16.366	31.816
Amenaza	3.040	3.213	3.085
Confinamiento	1.048	4.112	3.048
Homicidio	152	526	294
Acto terrorista/atentados/combates/enfrentamientos/hostigamientos	147	186	39
Perdida de bienes muebles o inmuebles	121	102	157
Delitos contra la libertad y la integridad sexual en desarrollo del conflicto	87	54	77
Lesiones personales físicas	74	72	41
Minas antipersonal/munición sin explotar/artefacto explosivo improvisado	33	41	20
Desaparición forzada	24	75	30
Vinculación de niños y adolescentes a actividades con grupos armados	6	19	7
Tortura	1	1	2
Secuestro	1	2	10
Lesiones personales psicológicas	1	0	0
<b>Total</b>	<b>22.956</b>	<b>24.769</b>	<b>38.626</b>

**Criterios de priorización.** Los territorios priorizados para desarrollar Programas De Desarrollo Con Enfoque Territorial, PDET; fueron creados en el 2017 en el marco de este acuerdo de paz y su desarrollo fue encomendado a la Agencia de Renovación del Territorio, ART; para un periodo de 10 años (Decreto 893, 2017).

- Los niveles de pobreza, en particular de pobreza extrema y de necesidades insatisfechas.
- El grado de afectación derivado del conflicto.
- La debilidad de la institucionalidad administrativa y de la capacidad de gestión.
- La presencia de cultivos de uso ilícito y de otras economías ilegítimas.

**Contexto nacional.** Algunas cifras relevantes en el marco de los territorios

priorizados por el gobierno nacional en el acuerdo.<sup>8</sup>

- 170 municipios agrupados en 16 subregiones PDET.
- 10.500 veredas agrupadas en 1630 núcleos veredales PDET.
- 36% del territorio corresponde a zona PDET.
- 45% de los Parques Nacionales Naturales (28), corresponde a áreas PDET.
- 6.6 millones de personas habitan en los 170 municipios del PDET.
- 2.5 millones de víctimas en territorios PDET.
- 24% de la población rural vive en zona PDET.
- 57% de la población rural es pobre dimensional en zonas PDET.

**Contexto departamental.** A pesar que el departamento de Nariño es estratégico

por su ubicación, en tanto confluyen ecosistemas con gran biodiversidad, riqueza hidrográfica y una geografía diversa que incluye región montañosa, mar y selva es importante resaltar que existe una alta correlación en las tasas de pobreza, incidencia del conflicto armado, índices de ruralidad y vulnerabilidad en gran parte del territorio, situación que se agrava considerablemente en los municipios PDET del departamento.

La pobreza económica de las comunidades pacífico colombiano; ha estado asociada al aislamiento geográfico, la falta de medios de transporte, conflicto armado, cultivos ilícitos, escasez de tierras fértiles y otros problemas que debilitan los índices de calidad de vida de los habitantes de estos territorios.

---

<sup>8</sup> Agencia Renovación del Territorio. Disponible en:

<https://www.renovacionterritorio.gov.co/>

**Tabla 3. IDH y NBI municipios PDET departamento de Nariño.**

MUNICIPIO	IPM – C2018			NBI – C2018			IDH
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	2011
El Charco	75,9	57,0	85,2	57,83	59,71	56,9	0,522
Santa Bárbara	75,1	73,2	76,2	74,27	91,47	64,98	0,575
Olaya Herrera	75,9	71,0	80,3	77,11	81,64	73,07	0,531
Mosquera	70,2	69,4	71,0	78,95	98,54	59,7	0,573
La Tola	73,9	67,4	80,2	82,3	99,58	65,51	0,586
Tumaco	53,7	45,8	63,3	27,52	18,13	38,75	0,583
Francisco Pizarro	69,5	69,1	70,2	49,73	53,62	42,83	0,566
Barbacoas	76,1	61,3	83,3	71,92	81,09	67,48	0,568
Roberto Payán	81,0	66,9	85,0	44,41	60,88	39,78	0,516
Magüí	85,3	74,8	91,2	82,5	94,08	75,92	0,552
Ricaurte	71,9	38,8	76,3	62,19	21,19	67,61	0,565
Policarpa	38,7	32,0	41,7	15,77	14,68	16,26	0,585
Cumbitara	39,4	32,4	42,2	19,57	15,07	21,41	0,584
El Rosario	52,1	42,9	54,9	19,87	36,68	14,75	0,564
Leiva	55,3	36,1	64,5	26,27	23,24	27,7	0,566
Los Andes	44,9	29,0	58,7	23,28	10,46	34,45	0,587
Nariño	33,5	23,4	43,7	21,59	16,20	26,61	0,693
Colombia	16,0	11,5	31,1	14,13	9,42	30,22	0,733

En el departamento de Nariño el 64% del total de habitantes en los territorios de las regiones PDET tienen NBI; donde se destacan los municipios de Magüí y La Tola con más del 82% de necesidades básicas insatisfechas. En San Andrés de Tumaco; el municipio PDET más poblado del Departamento de Nariño con cerca de 257 mil habitantes, 86 mil (34%) en cabeceras municipales y 170 mil (66%) en centros poblados y rural disperso; predomina la población afrocolombiana con el 88,8% y la población indígena con el 5,1%.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Proyecciones de población censo 2018. DANE. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

Así mismo, el 63% de quienes habitan en la zona rural de Tumaco esta caracterizado en IPM, el 39% vive con NBI y el 10,7% en condiciones de miseria y el 45,8% de quienes habitan en la zona urbana de Tumaco esta categorizado en IPM; el 18% NBI y el 2,5% en condiciones de miseria.<sup>10</sup> Las Cifras para el resto de municipios PDET se alejan de las tasas promedio que refleja el departamento y de las tasas nacionales y reflejan una mayor vulnerabilidad en los territorios rurales.<sup>11</sup>

El índice de vulnerabilidad evidencia que Telembí, Sanquianga, Piedemonte y La Cordillera son las subregiones más vulnerables del departamento; que corresponden a municipios donde habitan comunidades rurales, indígenas y afrocolombianas; situación que devela la relación directa que existe entre el índice de ruralidad y el de vulnerabilidad, pues municipios más rurales son a su vez los de mayor vulnerabilidad.

**Tabla 4. IRV departamento Nariño.**

ZONA GEOGRÁFICA	MUNICIPIOS EN RIESGO ALTO	MUNICIPIOS EN RIESGO MEDIO ALTO	MUNICIPIOS EN RIESGO MEDIO	TOTAL, MUNICIPIOS IRV PORCENTAJE
PDET Región pacífico	Tumaco Barbacoas El charco Roberto payán Ricaurte	Santa Bárbara Francisco Pizarro Olaya Herrera Magüí La Tola	Mosquera	11 / 11 100%
PDET Alto Patía	Policarpa Cumbitara	El rosario Leiva Los andes		5 / 5 100%
Resto del departamento	Samaniego	La llanada Linares Mallama Santacruz		5 / 48 10%
<b>Total</b>	<b>8 o 12,5%</b>	<b>12 o 18,75</b>	<b>1 o 1,5%</b>	<b>21 o 32,8%</b>

<sup>10</sup> NBI. CNPV 2018. DANE. Disponible en:

<https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/CNPV-2018-NBI.xlsx>

<sup>11</sup> IPM. CNPV 2018. DANE. Disponible en:

<https://www.dane.gov.co/./anexo-censal-pobreza-municipal-2018.xlsx>

***Programas de desarrollo con enfoque territorial.*** Son programas subregionales, participativos, construidos con la coordinación de la ART y que tienen como propósito lograr la transformación integral del ámbito rural; estos constituyen herramientas planificación que dan mayor celeridad a la RRI y a otros objetivos en el marco del primer punto del Acuerdo de paz.

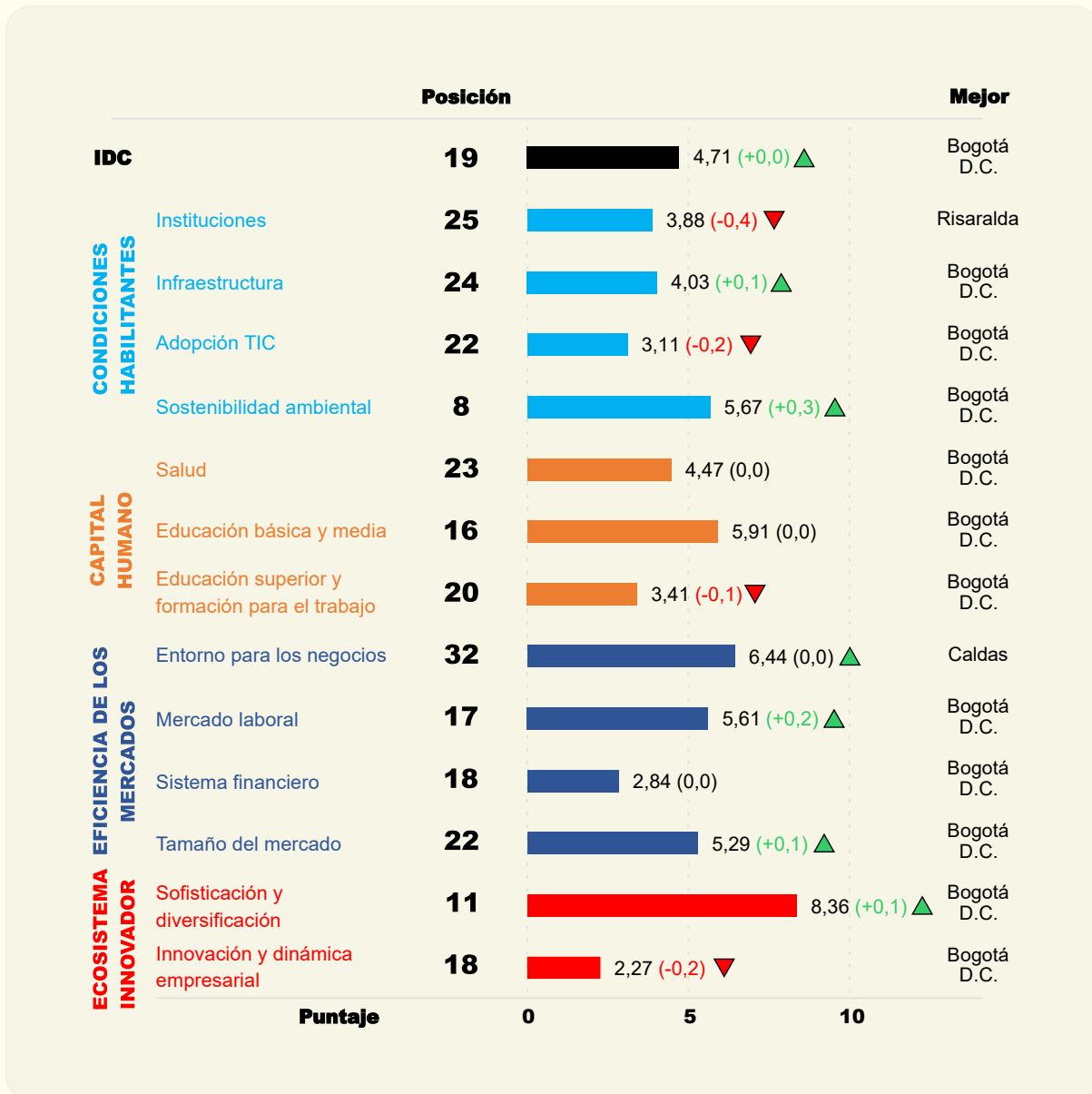
Es importante indicar que los 16 subprogramas PDET agrupan a 170 municipios colombianos; están enfocados en ocho pilares de la reforma rural integral; tienen una vocación participativa y de empoderamiento de la comunidad y en ellos concurren para manifestarse las comunidades, las autoridades étnicas y las territoriales más afectados por el conflicto armado, la pobreza, las economías ilícitas y la debilidad institucional.

La formulación de los PDET como resultado de un amplio ejercicio de planeación participativa se construyen progresivamente con una visión del territorio a partir de un diagnóstico territorial y líneas de acción estratégicas a 10 años.

### ***Competitividad***

El departamento de Nariño se ubicó en el puesto 19/33 en el índice de competitividad departamental 2020–2021; teniendo los indicadores más bajos en “Entorno para los negocios”, “Salud”, “Instituciones” e “infraestructura”.

Ilustración 18. Pilares competitividad departamental.

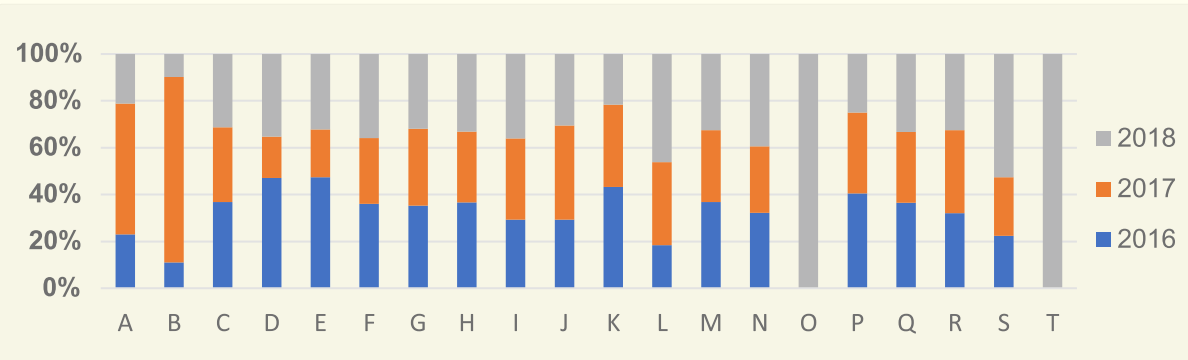


### Oferta empresarial del departamento.

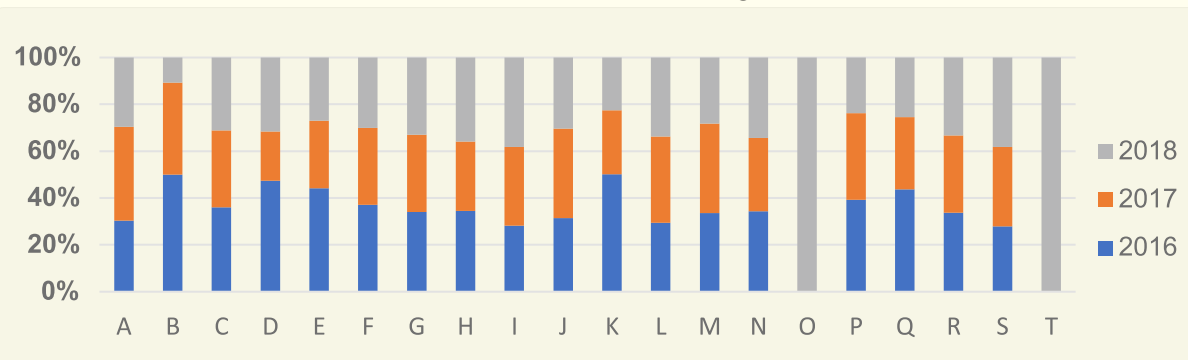
**Contexto empresarial.** Según los últimos boletines estadísticos de las cámaras de comercio del departamento en Pasto y Tumaco; se reporta el siguiente comportamiento de matrículas de establecimiento y comerciantes por categoría.

CATEGORÍAS EMPRESARIALES			
A	Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	K	Actividades financieras y de seguro
B	Explotación de minas y canteras	L	Actividades inmobiliarias y de alquiler
C	Industria manufacturera	M	Actividades profesionales, científicas y técnicas
D	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	N	Actividades de servicios administrativos y de apoyo
E	Distribución de agua, evacuación y tratamiento de aguas residuales, gestión de desechos y actividades de saneamiento ambiental.	O	Administración pública y de defensa, planes de seguridad social de afiliación obligatoria
F	Construcción	P	Educación
G	Comercio y reparación de vehículos	Q	Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social
H	Transporte y almacenamiento	R	Actividades artísticas de entrenamiento
I	Alojamiento y servicios de comida	S	Otras actividades de servicios
J	Información y comunicaciones	T	Actividades de los hogares en calidad de empleadores

**Ilustración 19. Crecimiento de comerciantes por categorías.**



**Ilustración 20. Crecimiento de establecimientos por categorías.**



Según estos informes se registraron 5.997 matrículas en (2017), 3.272 de comerciantes y 2.725 de establecimientos y 8.393 matrículas en (2018), 4.802 de comerciantes y 3.591 matrículas de establecimientos, reflejando un incremento del 46,7% en comerciantes y del 31,7% en establecimientos comerciales, aspecto positivo que evidencia un crecimiento importante del tejido empresarial del departamento, pero no tan alentador si se compara con las cifras de la cámara de comercio de Bogotá D.C. en dónde se reportan 885.195 matrículas en 2018.<sup>12</sup>

### **Oferta de Infraestructura TIC.**

*Contexto de conectividad operadores privados.* Según el IDC2021; Bogotá D.C ocupa la primera posición del país en la adopción de TIC, con un indicador de 8.66 de 10 y el departamento ocupa la posición 22, con un indicador de 3.11 de 10; esto significa que en el departamento existe una incipiente infraestructura de comunicaciones que no permite una adopción en las mismas condiciones que la capital del país.

En términos de penetración de internet fijo de banda ancha y móvil el departamento se encuentra debajo del promedio nacional, y en clara desventaja tecnológica con el resto de departamentos del país. Toda vez que en 2019 en el departamento de Nariño solo 7 de cada 100 habitantes tenían acceso al servicio de internet fijo.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Boletines estadísticos Cámaras de Comercio de Pasto y de Tumaco. Disponible en:

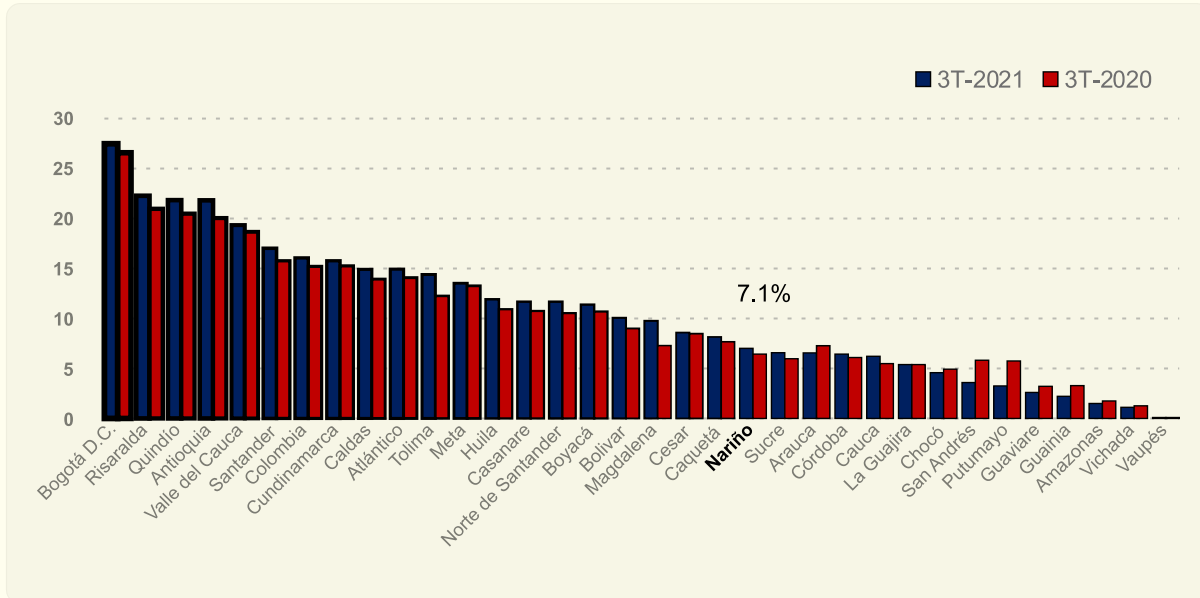
<https://www.cctumaco.org/estudios-economicos-2019-cc-tumaco/>

<https://www.ccpasto.org.co/BoletinEstadistico-2018.pdf>

<sup>13</sup> Boletín trimestral del sector TIC. Colombia Tic. MinTic 2019. Disponible en:

<https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-198842.html>

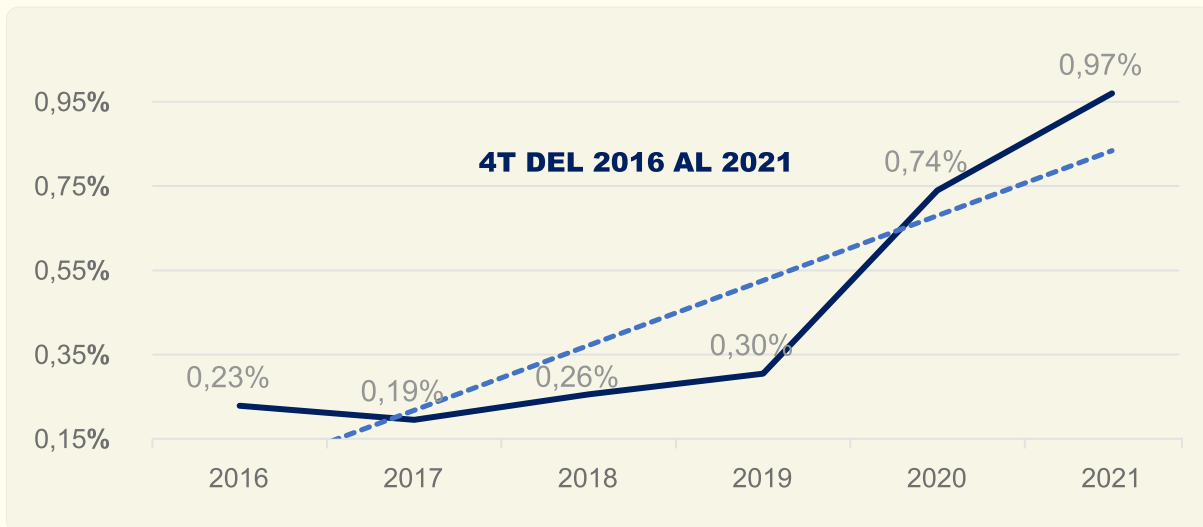
**Ilustración 21. Internet fijo por 100 habitantes 2021.**



**Tabla 5. Penetración internet por municipio PDET en Nariño.**

REGIÓN PDET	SUBREGIÓN	NO	MUNICIPIO	2017	2019	2021
Pacífico	Sanquianga	1	El Charco	0,02%	0,06%	0,13%
		2	Santa Bárbara	0,01%	0,14%	0,13%
		3	Olaya Herrera	0,03%	0,09%	0,16%
		4	Mosquera	0,06%	0,17%	0,13%
		5	La Tola	0,06%	0,08%	0,16%
	Pacífico Sur	6	Tumaco	1,65%	3,08%	3,05%
		7	Francisco Pizarro	0,04%	0,05%	0,09%
	Telembí	8	Barbacoas	0,17%	0,26%	0,39%
		9	Roberto Payán	0,03%	0,12%	0,24%
		10	Magüí	0,05%	0,04%	0,05%
	Pie de Monte	11	Ricaurte	0,76%	0,37%	0,28%
Alto Patía	Cordillera	12	Policarpa	0,09%	0,09%	3,56%
		13	Cumbitara	0,02%	0,05%	0,38%
		14	El Rosario	0,06%	0,13%	0,80%
		15	Leiva	0,03%	0,08%	0,16%
	Guambuyaco	16	Los Andes	0,02%	0,03%	5,76%
<b>Total</b>				<b>0,19%</b>	<b>0,30%</b>	<b>0,97%</b>

**Ilustración 22. Histórico de penetración Internet municipios PDET de Nariño.**

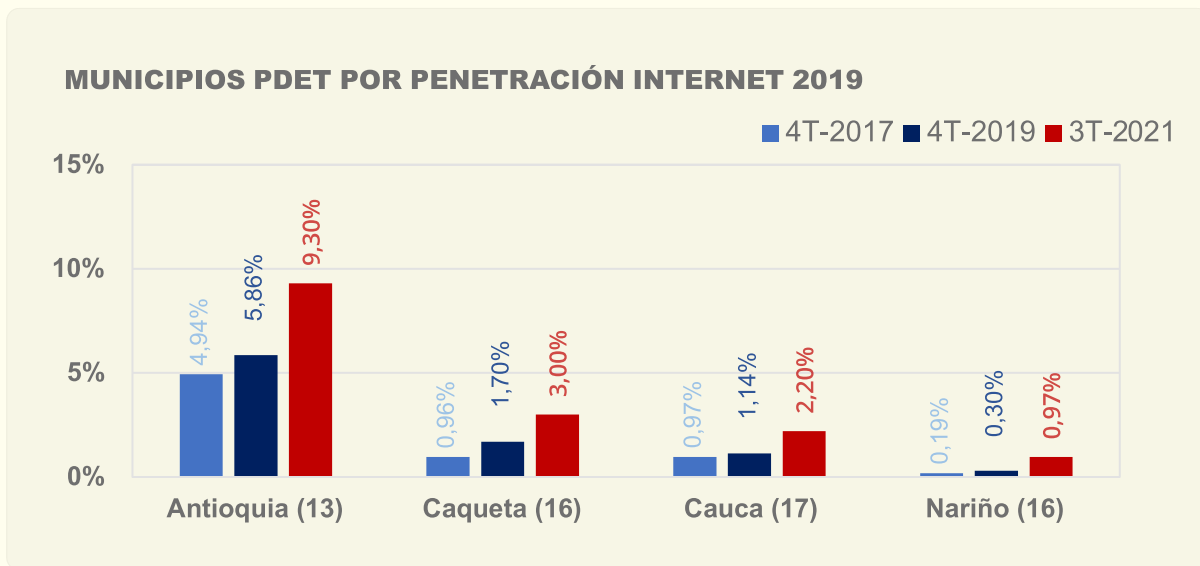


**Tabla 6. Penetración internet por municipios PDET en otros departamentos.**

NO	CAUCA			ANTIOQUIA				
	Municipio	4T-2017	4T-2019	3T-2021	Municipio	4T-2017	4T-2019	3T-2021
1	Argelia	0,19%	0,82%	1,23%	Amalfi	7,86%	6,15%	4,8%
2	Balboa	0,12%	0,05%	1,25%	Anorí	4,13%	6,00%	5,2%
3	Buenos Aires	0,20%	0,12%	0,19%	Briceño	3,49%	4,17%	6,4%
4	Cajibío	0,07%	0,50%	0,99%	Cáceres	2,19%	2,29%	5,4%
5	Caldono	0,15%	0,58%	0,72%	Caucasia	7,83%	9,25%	16,8%
6	Caloto	0,79%	1,27%	0,24%	El Bagre	6,07%	8,79%	10,8%
7	Corinto	0,08%	0,58%	0,65%	Ituango	4,92%	5,26%	4,3%
8	El Tambo	0,38%	0,79%	8,68%	Nechí	2,09%	2,40%	3,4%
9	Jambaló	0,28%	0,25%	0,36%	Remedios	5,80%	5,62%	13,7%
10	Mercaderes	0,13%	0,09%	0,95%	Segovia	12,16%	16,88%	26,6%
11	Miranda	0,85%	0,67%	3,52%	Tarazá	2,69%	3,11%	10,4%
12	Morales	0,11%	0,18%	0,33%	Valdivia	1,59%	2,53%	6,2%
13	Patía	2,72%	1,57%	1,53%	Zaragoza	3,38%	3,69%	6,9%
14	Piendamó	2,39%	2,61%	6,83%	MUNICIPIOS PDET POR DEPARTAMENTOS Cauca y Antioquia			
15	Santander De Quilichao	7,84%	9,08%	9,60%				
16	Suárez	0,12%	0,15%	0,08%				
17	Toribio	0,07	0,09%	0,19%				
Promedio		0,97%	1,14%	1,14%	Promedio	4,94%	5,86%	9,3%

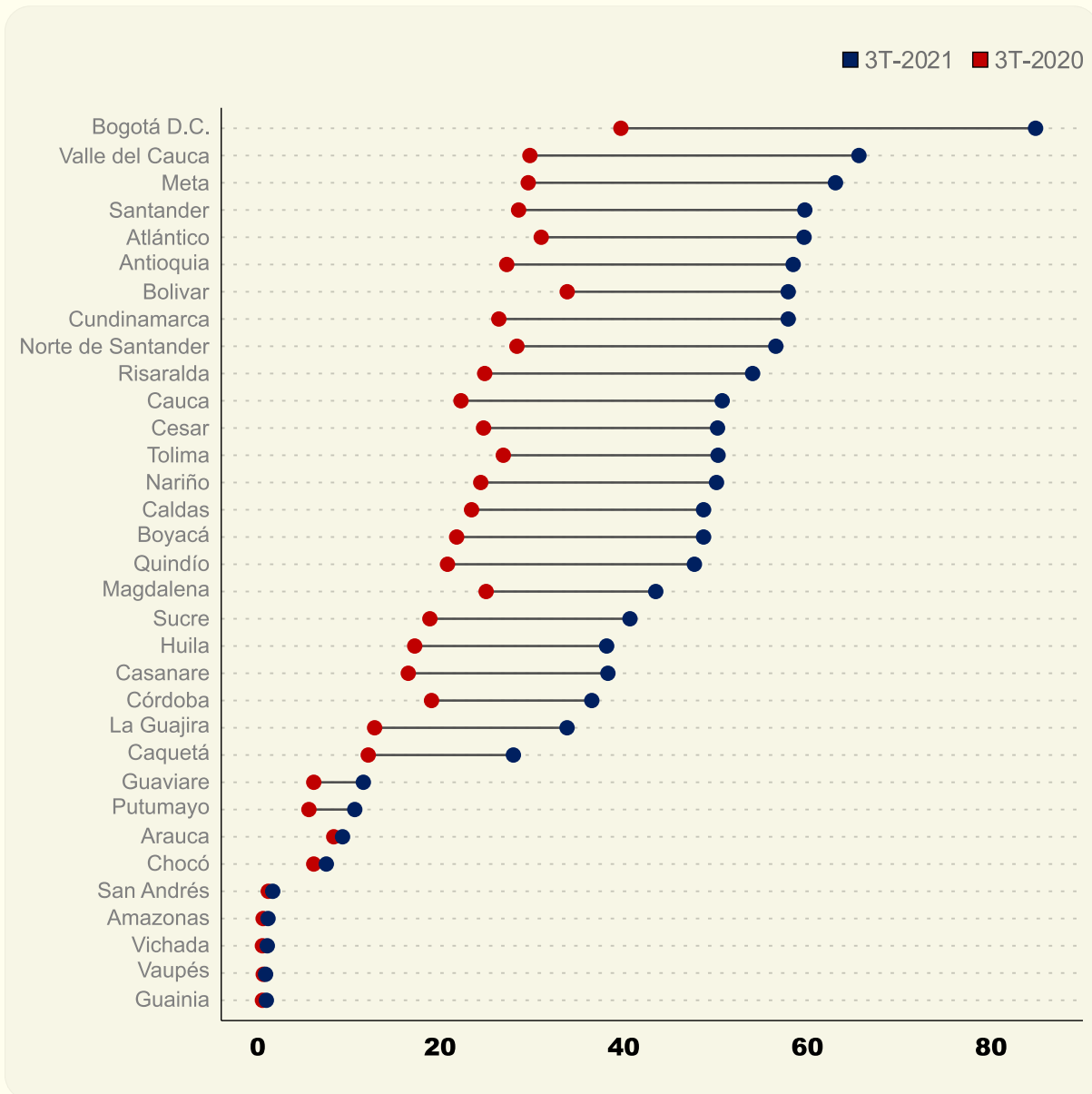
Según las estadísticas publicadas por MinTic, en los últimos cinco años el índice promedio de penetración de internet en el departamento de Nariño se ha mantenido por debajo del 1%. Esta situación contrasta con el promedio PDET en otros departamentos como Antioquia, Caquetá y Cauca. Por ejemplo, en Antioquia, que incluye 13 municipios PDET, el índice de penetración a internet alcanza 9,30%.

**Ilustración 23. Penetración PDET promedio por departamento 2017–2021.**



En términos de velocidad de descarga en los servicios fijos el departamento se encuentra en un rango de (20–50) Mbps en promedio, lo que significa que en 4T2021 Nariño se ubica ligeramente por encima del promedio nacional, pero alejado de los valores de Bogotá y otros departamentos como Valle del Cauca, Meta y Santander.

**Ilustración 24.** Velocidad promedio de descarga por departamento.

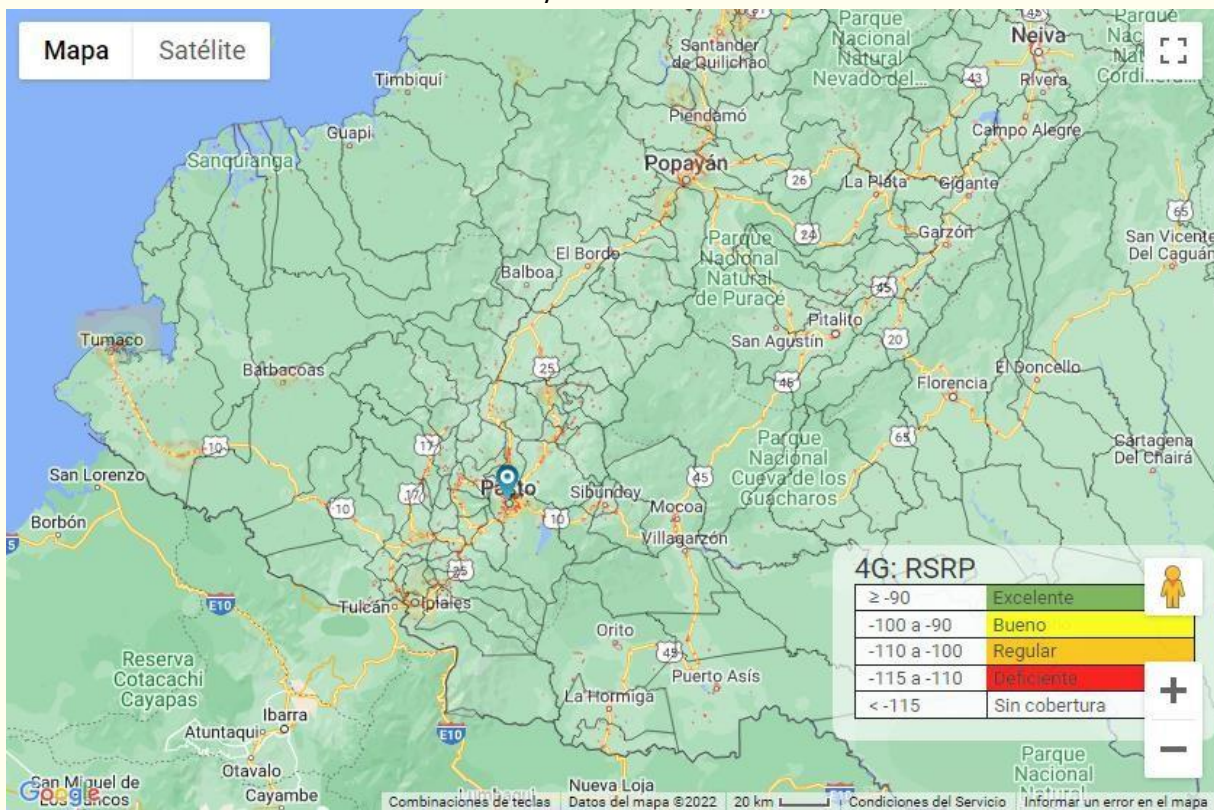


Todos los operadores privados ofrecen servicios móviles en el departamento, pero presentan una penetración 4G incipiente en la mayoría de los municipios del departamento y en clara desventaja con el resto de departamentos de Colombia.

Puede observarse en los mapas de cobertura que apenas se nota el despliegue de servicios móviles 4G y los 3G aún están rezagados. El operador claro, que es el operador con mayor número de usuarios a nivel nacional es el que mayor cobertura ofrece en el departamento, pero presenta claras diferencias en el despliegue 4G-LTE en la región si se compara con otras regiones del país.<sup>14</sup>

Movistar tiene una presencia 4G insignificante en la ruralidad del departamento y Tigo se encuentra a medio camino entre los dos operadores.

**Ilustración 25. Cobertura móvil Nariño operador – Movistar.**



**Nota.** No es apreciable los colores del mapa de calor a escala del departamento (1:2M).

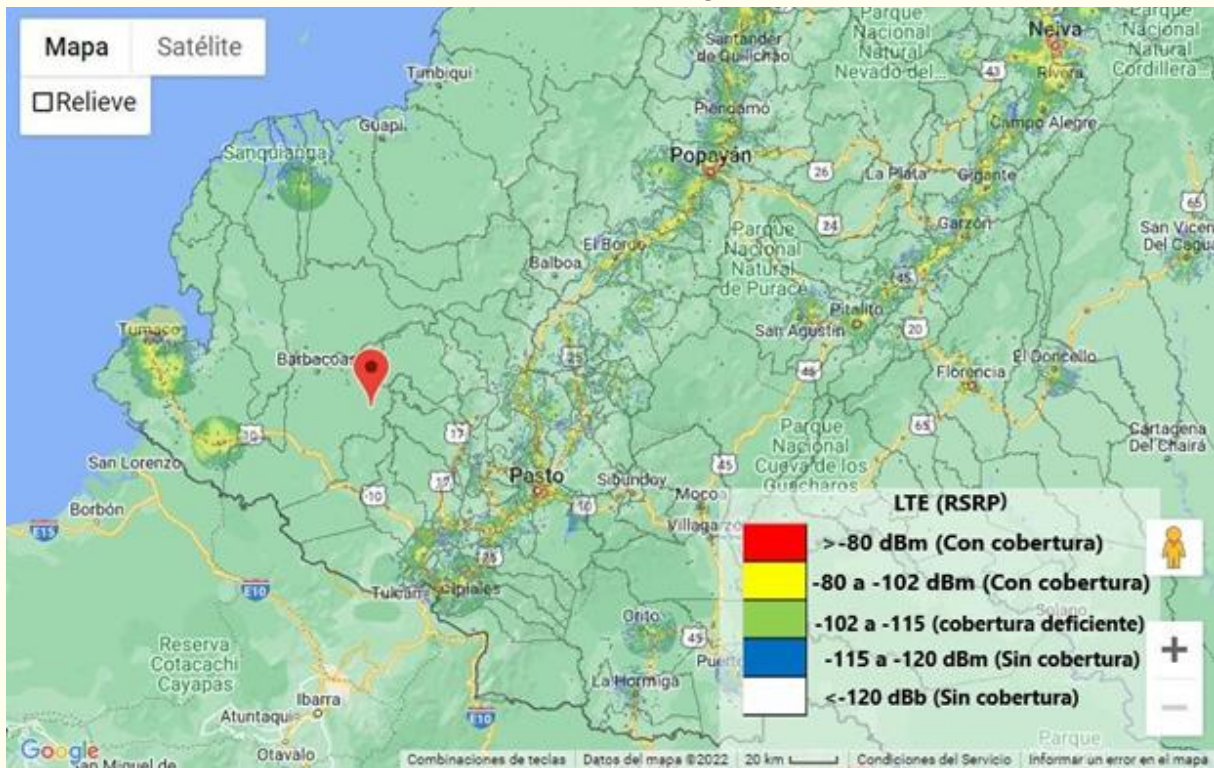
<sup>14</sup> Mapas de cobertura. Disponibles en:

<https://www.movistar.co/web/portal-col/atencion-cliente/cobertura-tecnologia/>

<https://www.tigo.com.co/mapas-de-cobertura#cobertura-movil>

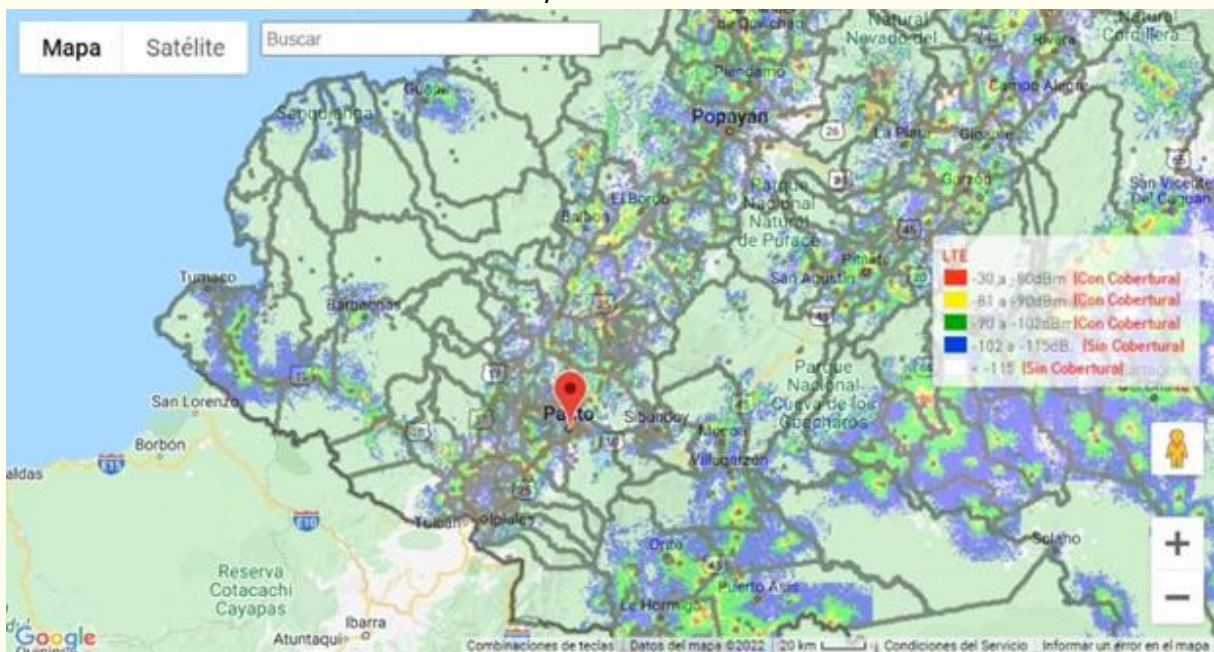
<https://www.claro.com.co/personas/soporte/mapas-de-cobertura/>

*Ilustración 26. Cobertura móvil Nariño operador – Tigo.*



Nota. Son apreciables zonas amarillas a escala del departamento (1:2M).

*Ilustración 27. Cobertura móvil Nariño operador – Claro.*



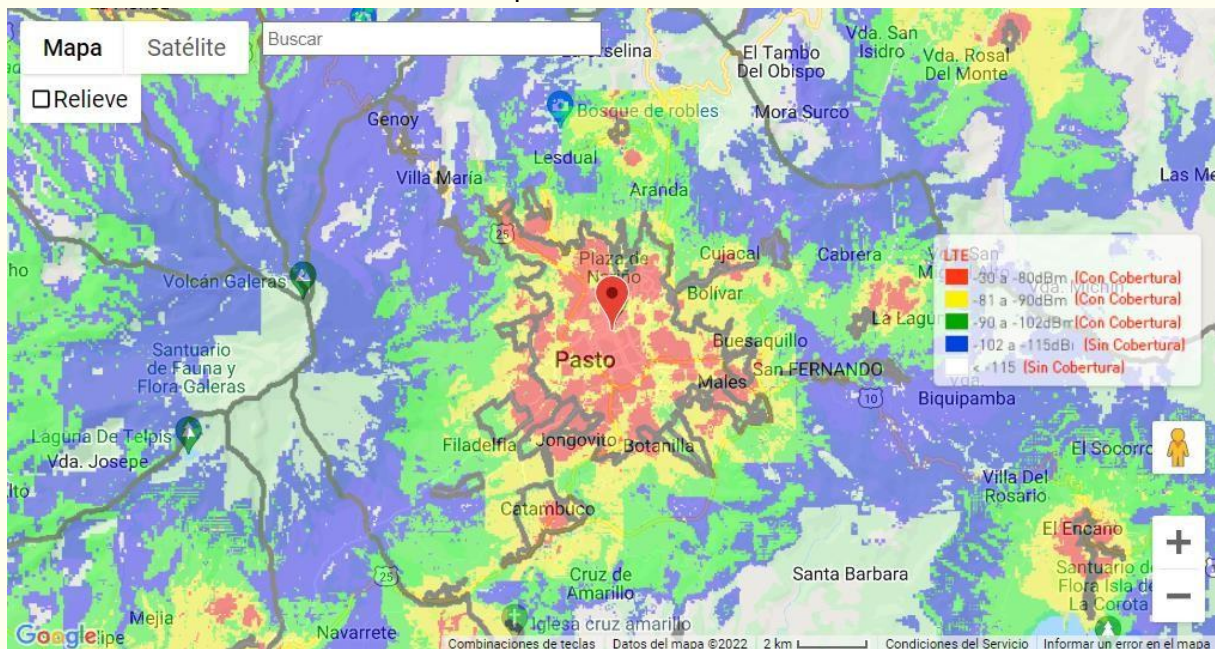
Nota. Son apreciables zonas verdes a escala del departamento (1:2M).

La cobertura en las ciudades principales es significativamente mayor al resto del departamento y ya se puede apreciar las marcas de calor con cobertura 3g-UMTS y 4g-LTE en Pasto, Tumaco e Ipiales.

Tomando como referencia a Claro, el operador de mayor cobertura, se observa un servicio con buena intensidad de potencia (mayor a  $-70$  dBm) en gran parte de éstas zonas urbanas, pero el servicio deja de estar disponible (menor a  $-100$  dBm) alejándose unos pocos kilómetros de la zona urbana de la capital y las ciudades principales.

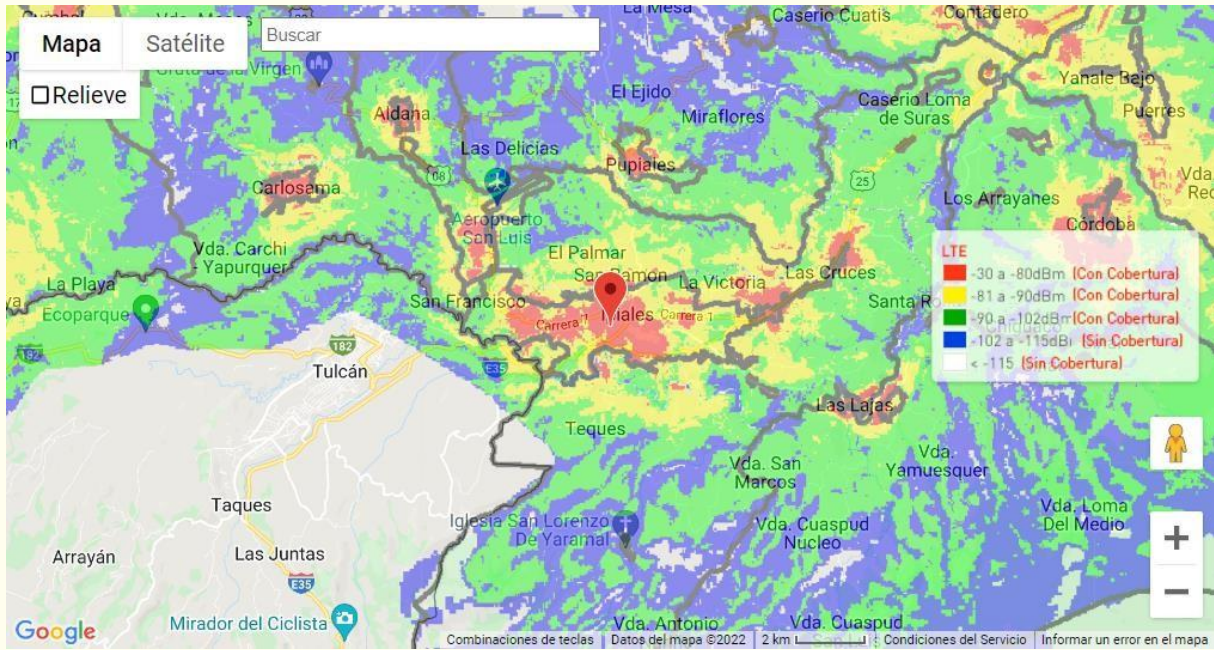
Proporcionalmente a la extensión de la zona urbana, Pasto presenta la mejor cobertura Tumaco es el de menor cobertura e Ipiales se encuentra a medio camino entre las dos ciudades principales.

**Ilustración 28.** Cobertura móvil Pasto operador – Claro.



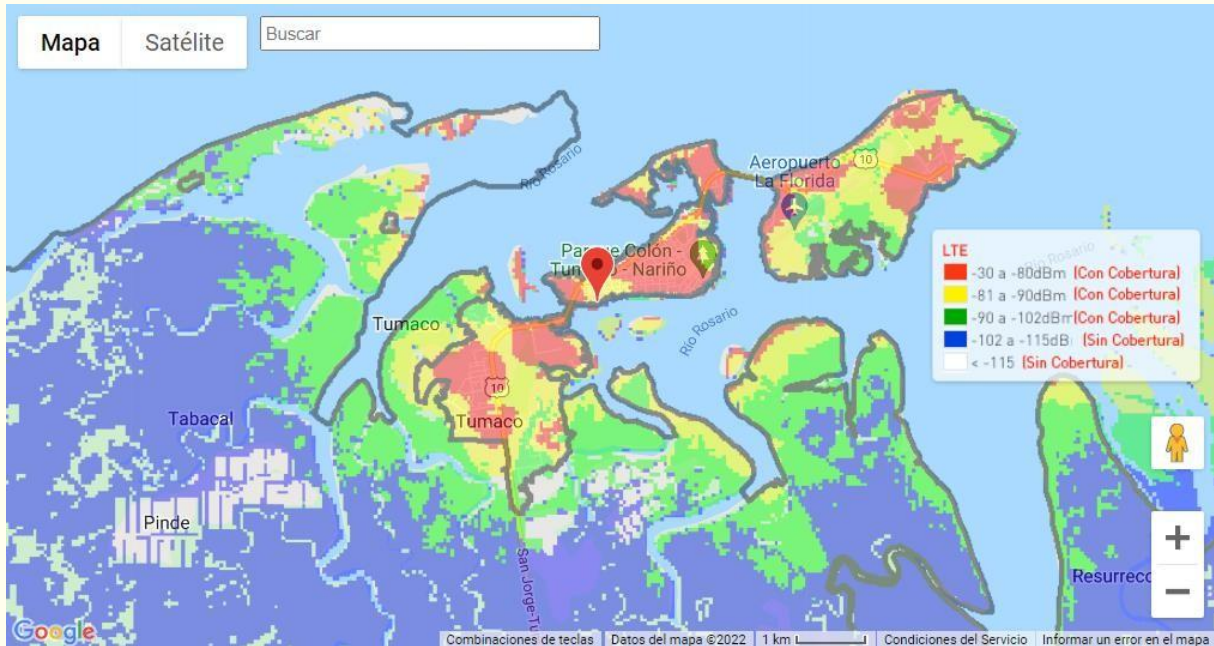
*Nota.* Son apreciables zonas rojas, amarillas y verdes a escala de Pasto (1:200K).

**Ilustración 29. Cobertura móvil Iphiales operador - Claro.**



**Nota.** Son apreciables zonas rojas, amarillas y verdes a escala de Iphiales (1:200K).

**Ilustración 30. Cobertura móvil Tumaco operador - Claro.**

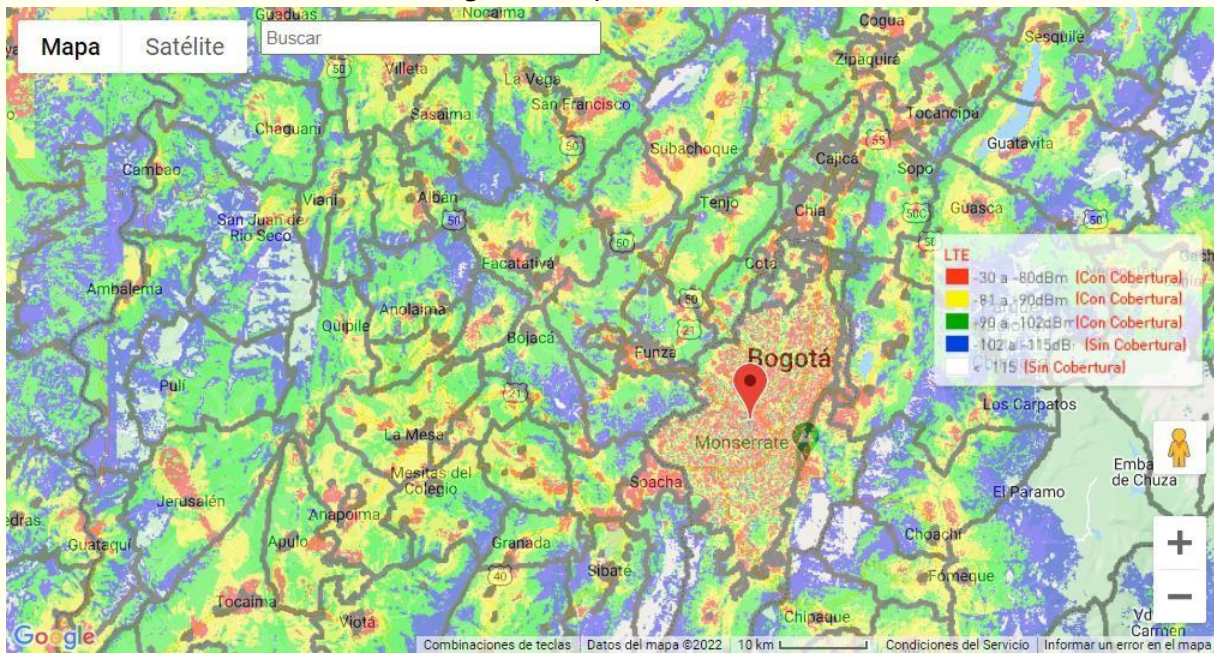


**Nota.** Son apreciables zonas rojas, amarillas y verdes a escala de Tumaco (1:100K).

Si comparamos estos mapas de calor con los que muestran otras ciudades capitales podemos observar coberturas significativas en el área rural mucha más allá de unos pocos kilómetros como es el caso del departamento.

En el oriente antioqueño y el del Valle del Cauca donde se ubican dos de los aeropuertos internacionales del país, reflejan cobertura casi de la totalidad del territorio, en el caso de la capital del país, Bogotá; la zona rural al occidente presenta buena cobertura mucho más allá de los límites urbanos.

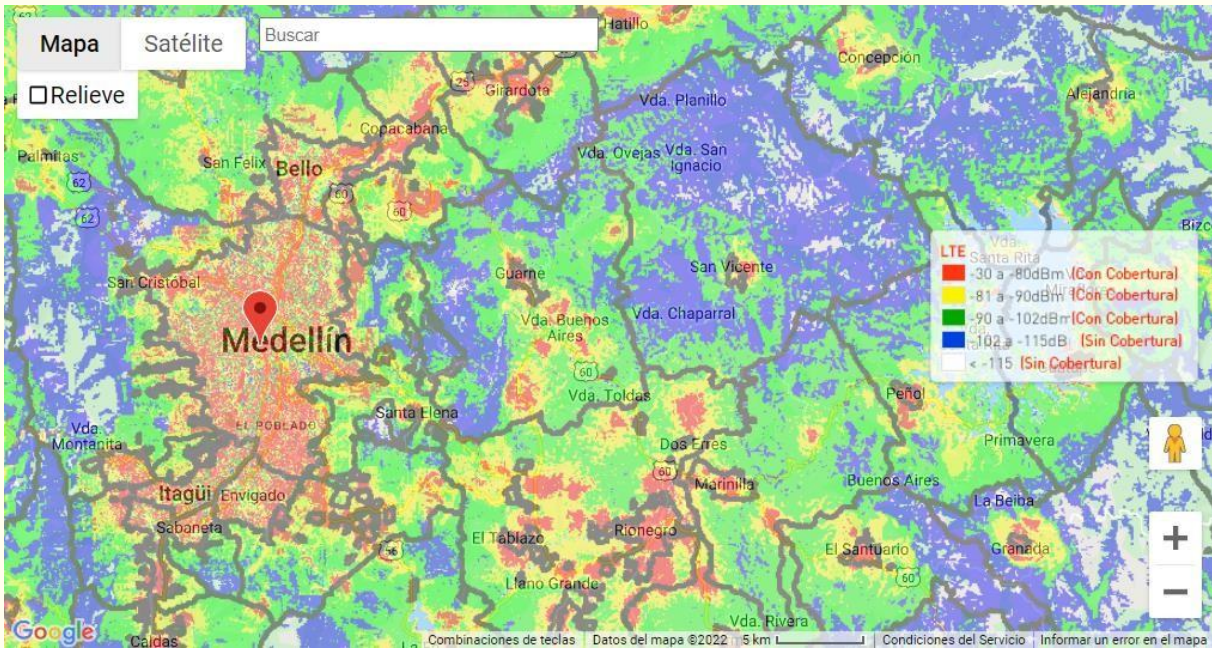
**Ilustración 31. Cobertura móvil Bogotá DC operador - Claro.**



**Nota.** Son apreciables zonas rojas, amarillas y verdes a escala de Bogotá (1:1M).

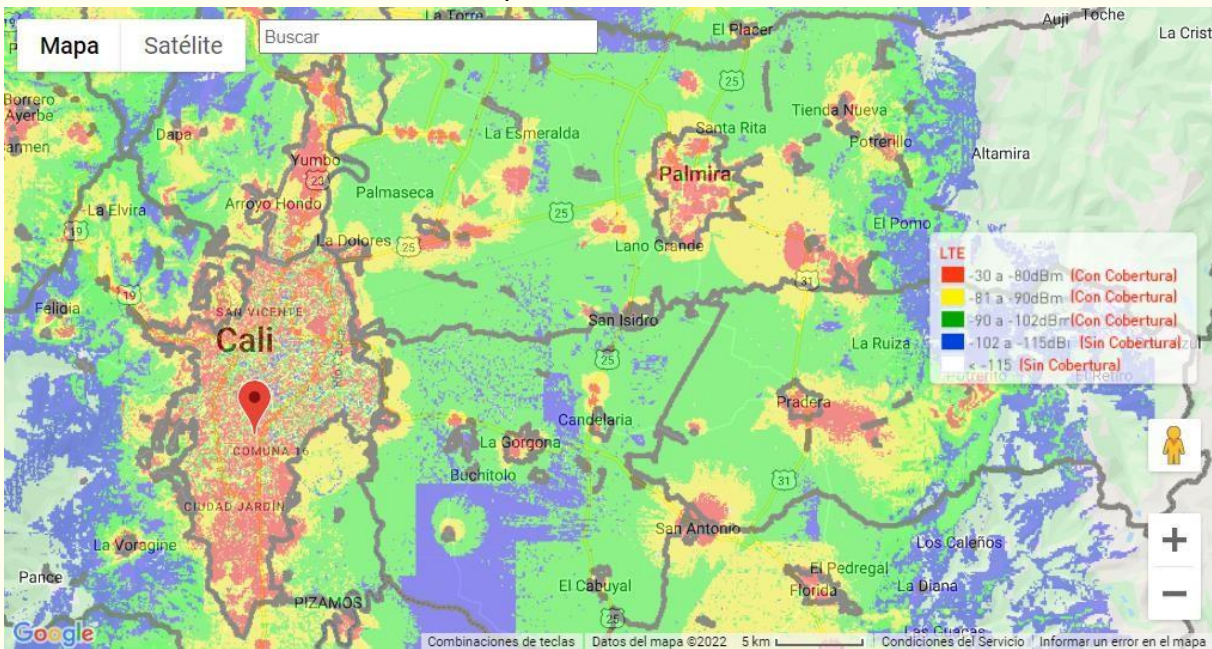
En el propósito de contrastar el caso de la zona rural de Medellín es de especial importancia porque su accidentada geografía presenta similitudes con las encontradas en la región montañosa del departamento, donde se concentra gran parte de la infraestructura de comunicaciones disponible.

**Ilustración 32. Cobertura móvil Medellín operador - Claro.**



*Nota.* Son apreciables zonas rojas, amarillas y verdes a escala de Medellín (1:500K).

**Ilustración 33. Cobertura móvil Cali operador - Claro.**



*Nota.* Son apreciables zonas rojas, amarillas y verdes a escala de Cali (1:500K).

Los municipios con mejor cobertura móvil del departamento son Pasto, Tumaco e Ipiales que se encuentran certificados y administran los recursos de conectividad educativa de forma independiente; pero nuevamente la cobertura se aleja de los índices de los principales municipios del país. Lo que esta correlacionado con la cobertura por municipio y centros poblados en el reporte de los proveedores de redes y servicios a Colombia TIC.<sup>15</sup>

**Tabla 7. Cobertura móvil por tecnología y centro poblado.**

NO	TECNOLOGÍA	PAIS				NARIÑO				PDET			
		Total	Si	No [%]		Total	Si	No [%]		Total	Si	No [%]	
2	3.5G	5.062	2.041	3.021	60	153	52	101	66	44	15	29	66
3	4G		1.437	3.274	65		25	128	84		8	36	82

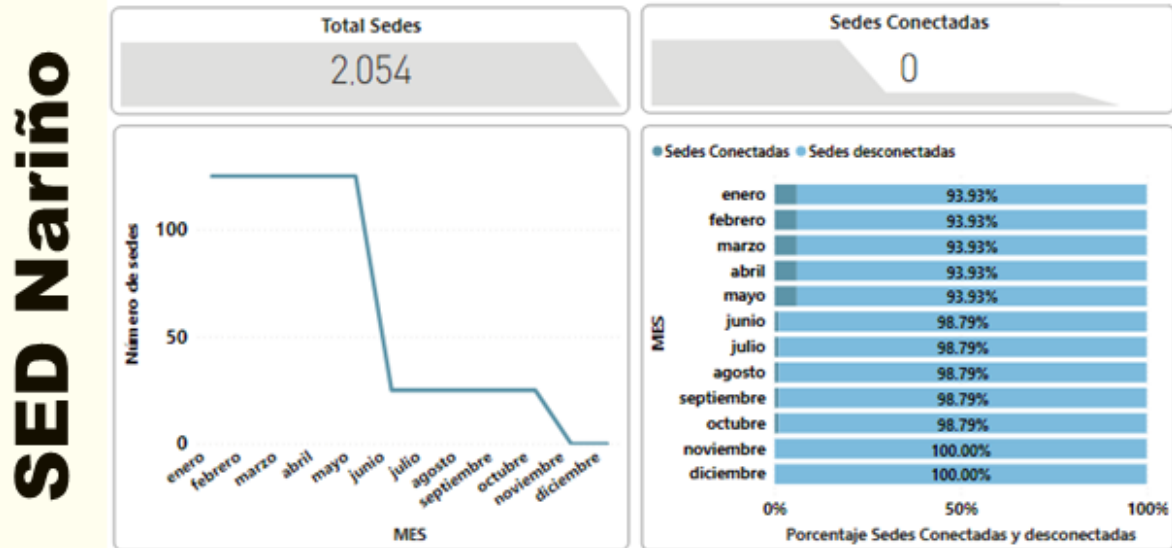
**Contexto de conectividad escolar pública.** En términos de red educativa, la cobertura de sedes y matrícula conectada del departamento nos revela un escenario desalentador, toda vez que en 2021 se conectan algunas pocas sedes educativas en algunos meses del año y no se superó en ningún periodo el 10% de sedes conectadas y en el mejor de los periodos solo se alcanzó cobertura para 38 de cada 100 estudiantes matriculados.

Incluso es evidente una concentración histórica del recurso de conectividad en las ciudades principales y centros urbanos; ya que si se compara la matrícula y sedes conectadas de la capital con la de otros territorios del departamento se encontrará

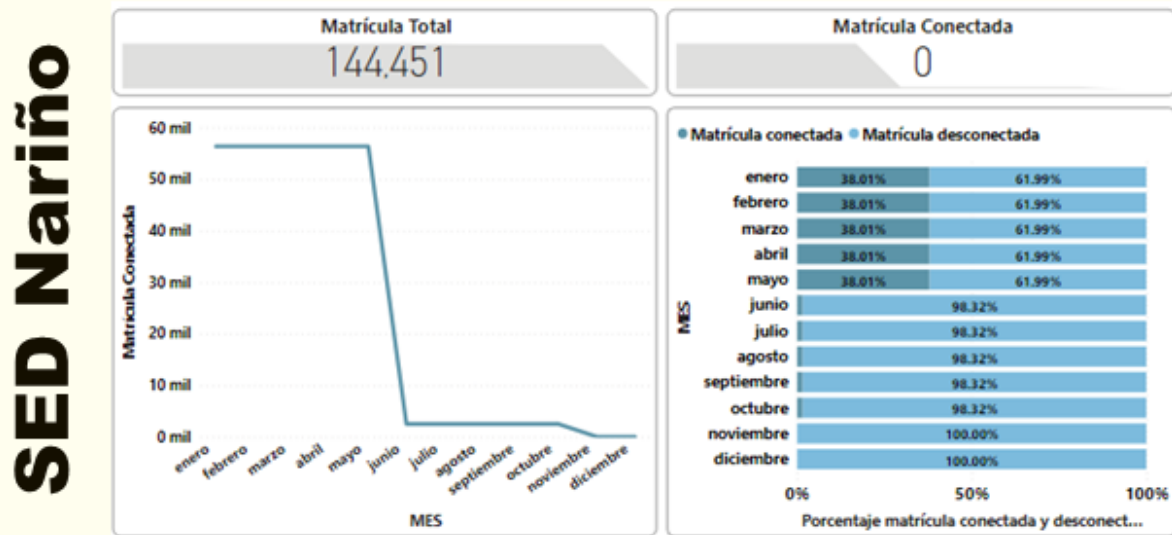
<sup>15</sup> Boletín trimestral del sector TIC – cifras cuarto trimestre de 2019. MinTIC. Disponible en: <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-135691.html>

diferencias que se repiten por periodo académico, lo que finalmente contribuye a la brecha de acceso y uso de infraestructura de red productiva y social en la región.<sup>16</sup>

*Ilustración 34. Sedes educativas publicas Nariño, conectadas vs desconectadas 2021.*

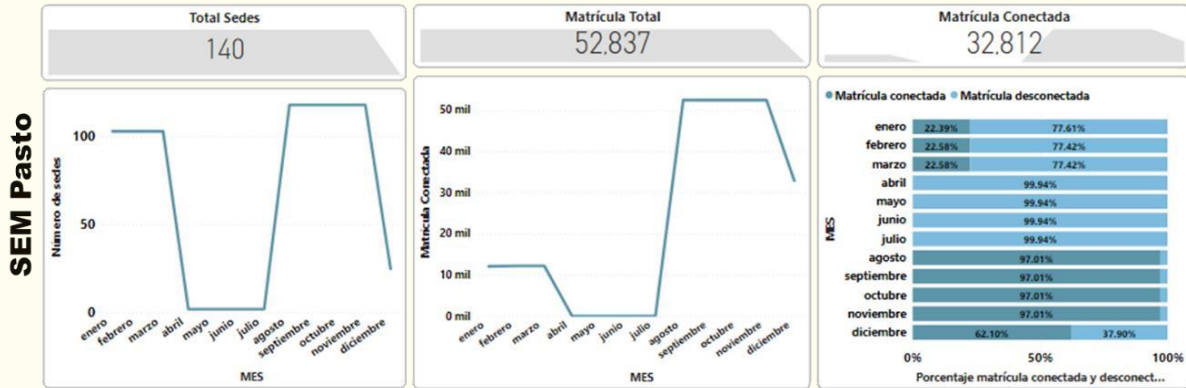


*Ilustración 35. Matricula publica Nariño, conectada vs desconectada 2021.*

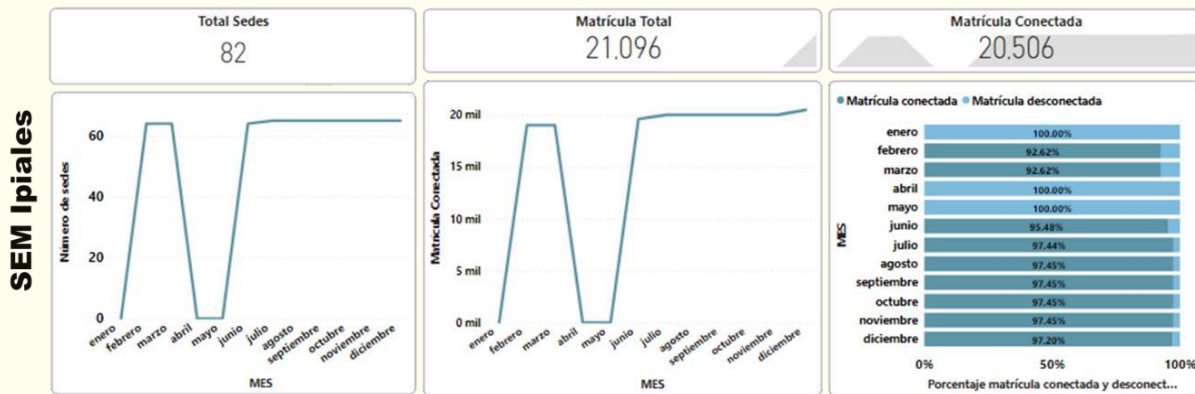


<sup>16</sup> Informe de conexión total. Disponible en: <https://www.mineducacion.gov.co/./Conexion-Total-en-Cifras>

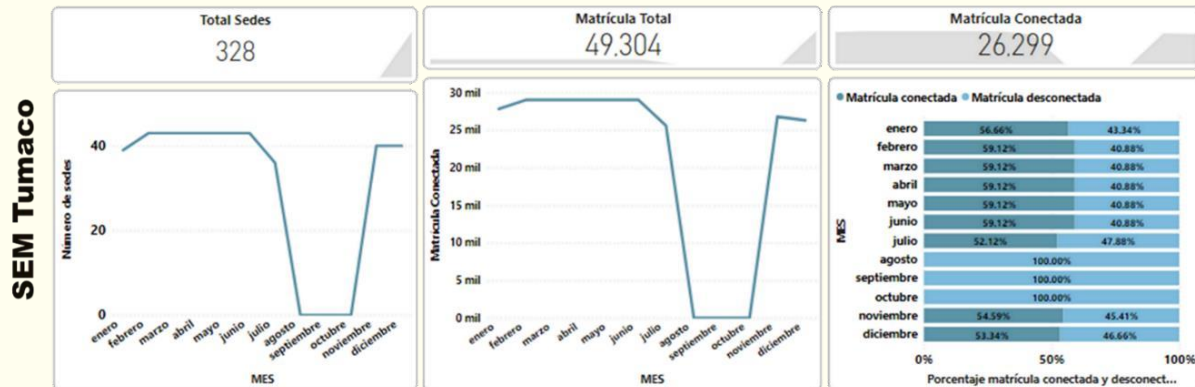
**Ilustración 36. Sedes educativas publicas Pasto, conectadas vs desconectadas 2021.**



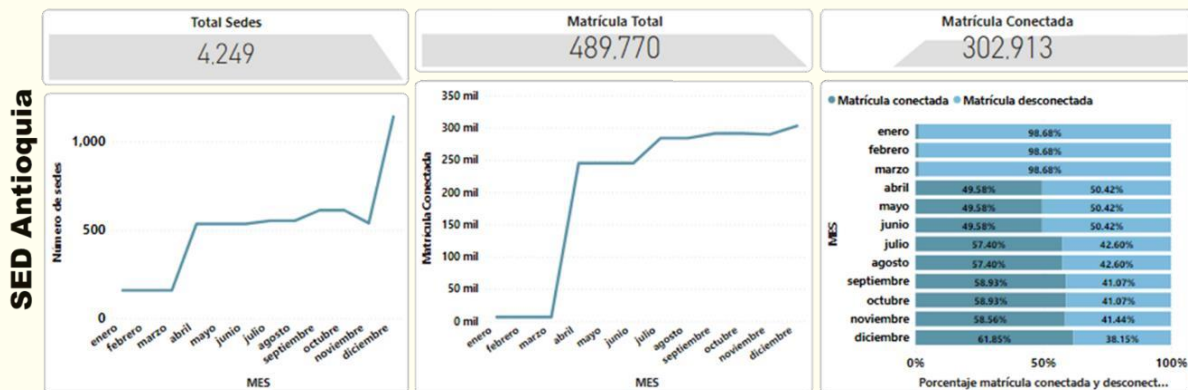
**Ilustración 37. Sedes educativas publicas Ipiales, conectadas vs desconectadas 2021.**



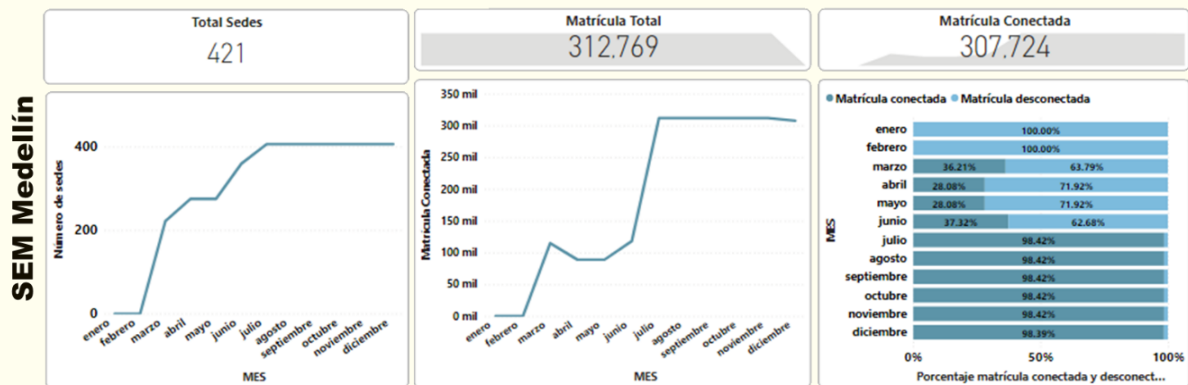
**Ilustración 38. Sedes educativas publicas Tumaco, conectadas vs desconectadas 2021.**



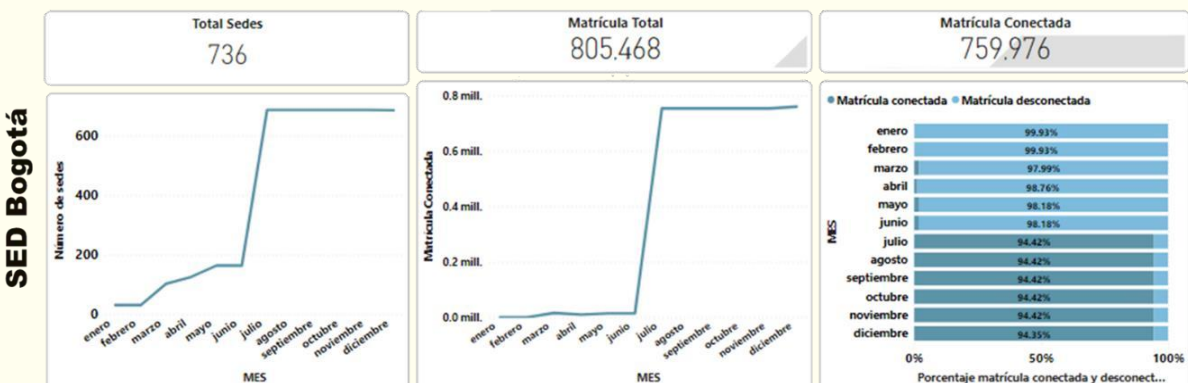
**Ilustración 39. Sedes educativas publicas Antioquia conectadas vs desconectadas 2021.**



**Ilustración 40. Sedes educativas publicas Medellín conectadas vs desconectadas 2021.**



**Ilustración 41. Sedes educativas publicas Bogotá conectadas vs desconectadas 2021.**



**Oferta energías convencionales.**

**Contexto del sistema interconectado nacional.** La red de abastecimiento en el departamento es operada por la sociedad anónima de economía mixta, Centrales Eléctricas De Nariño, CEDENAR; que se encuentra conectada al SIN; desde la Subestación San Bernardino en el departamento del Cauca mediante 336 torres en una línea de 193 Km en doble circuito con un voltaje de 230 kilovoltios hasta la Subestación Jamondino en Nariño y una línea de 115 Kilovoltios desde los sistemas de generación regionales.

**Ilustración 42. Interconexión al sistema nacional del norte de Nariño.**



*Nota.* Tomado desde el INFORME GESTION CEDENAR.

En 2021 el sistema de generación local generó 164 GWh/año (20%) de la demanda principalmente desde la hidroeléctrica de Río Mayo y alcanzó el 96% de cobertura en el área

urbana en los municipios donde opera, atendiendo con esta infraestructura la demanda propia de 503 mil usuarios aproximadamente y la de otros comercializadores de la región.<sup>17</sup>

En ese mismo año la empresa de energía CEDENAR realizó ejecuciones por un poco más de 61 mil millones para ampliar la cobertura a 15.690 km la red de distribución y atender zonas no interconectadas, ZNI; pero a pesar del esfuerzo económico del operador aún persisten áreas sin el servicio eléctrico, principalmente en áreas rurales, donde la cobertura en promedio alcanza únicamente el 87% en el departamento y 76% en los municipios PDET; lo que da como resultado que el departamento se encuentra en el puesto 9/32 en cobertura eléctrica a nivel nacional.<sup>18</sup>

En relación a los costos de la prestación del servicio es relevante mencionar que según los índices de competitividad departamental y de ciudades que construye el Consejo Privado De Competitividad con la Universidad Del Rosario, Nariño y Pasto ofrecen costos más altos si se compara el precio del servicio con otros 23 departamentos y capitales respectivamente; ocupando el puesto 30/32 en el ranking departamental y de 26/32 en ciudades capitales.<sup>19 20</sup>

---

<sup>17</sup> Fuente: Informe de gestión CEDENAR 2021. Disponible en:

<https://www.cedenar.com.co/webcedenar/informe-de-gestion/>

<sup>18</sup> Fuente: Índice de competitividad departamental 2020–2021. Disponible en

<https://compite.com.co/indice-departamental-de-competitividad/>

<sup>19</sup> ídem.

<sup>20</sup> Fuente: Índice de competitividad de ciudades 2020. Disponible en:

<https://compite.com.co/indice-de-competitividad-de-ciudades/>

Es importante destacar que el departamento de Nariño y especialmente Tumaco se encuentran en el último tramo del sistema interconectado nacional y su red de distribución incluye múltiples tramos que cruzan zonas de difícil acceso, que no se encuentran homologados o no presentan un régimen de mantenimiento adecuado, lo que ocasiona que en algunos tramos no se garantice un servicio de calidad; toda vez que son frecuentes las salidas por indisponibilidad y las caídas del voltaje.

La red de distribución que suministra energía a los municipios al norte del pacífico nariñense; recientemente conectados al sistema nacional a través de la subestación de guapi, en el departamento del Cauca; atraviesa zonas de selva, manglar y no cuenta con vías rápidas de acceso para realizar el oportuno mantenimiento, por esta razón en estas zonas PDET las caídas del servicio son mayores que el resto del sistema nacional.

En estos municipios se incluye el servicio de las cabeceras municipales de La Tola, El Charco, Santa Bárbara de Iscuandé, Olaya Herrera, Mosquera y Francisco Pizarro y se presentan disponibilidades y calidades similares a las del municipio de Tumaco; donde frecuentemente se presentan salidas del sistema o caídas de voltaje.

Finalmente, como consecuencia de una inapropiada calidad de la red de distribución y de los retardos en mantenimiento correctivo en estos municipios falla la regulación del voltaje y esto ocasiona inestabilidad en el servicio. Para 2018 en la región pacífica los

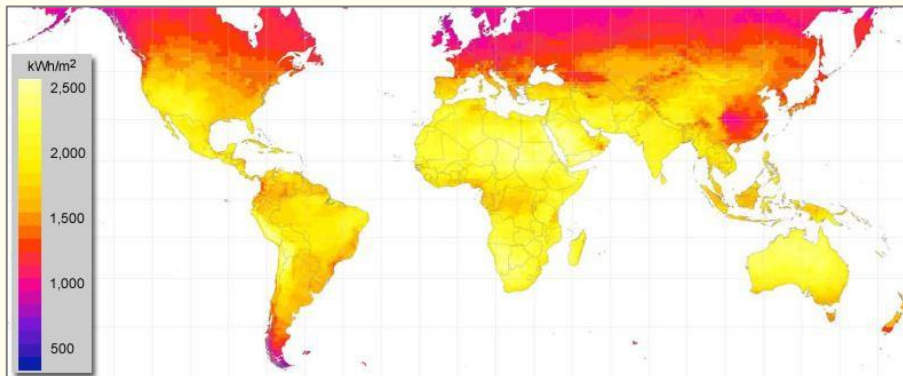
municipios con indicadores más bajos de calidad en Colombia, fueron Magüí Payan y Roberto Payan.<sup>21</sup>

### Oferta de energías no convencionales.

**Contexto fotovoltaico.** Aunque algunos puntos de la superficie terrestre reciben mayor cantidad de radiación solar por su posición relativa respecto al sol y la energía disponible está condicionada por múltiples factores astronómicos y estacionales es posible estimar con relativa precisión la cantidad de energía solar disponible en promedio para una altitud, longitud y latitud dada,

En este sentido la evaluación y cartografía del potencial solar a nivel mundial, regional y nacional han sido objeto diferentes organizaciones gubernamentales y objeto de interés académico y comercial.

**Ilustración 43.** Mapa de radiación global.



**Nota.** Tomado de Green Rhino Energy.<sup>22</sup>

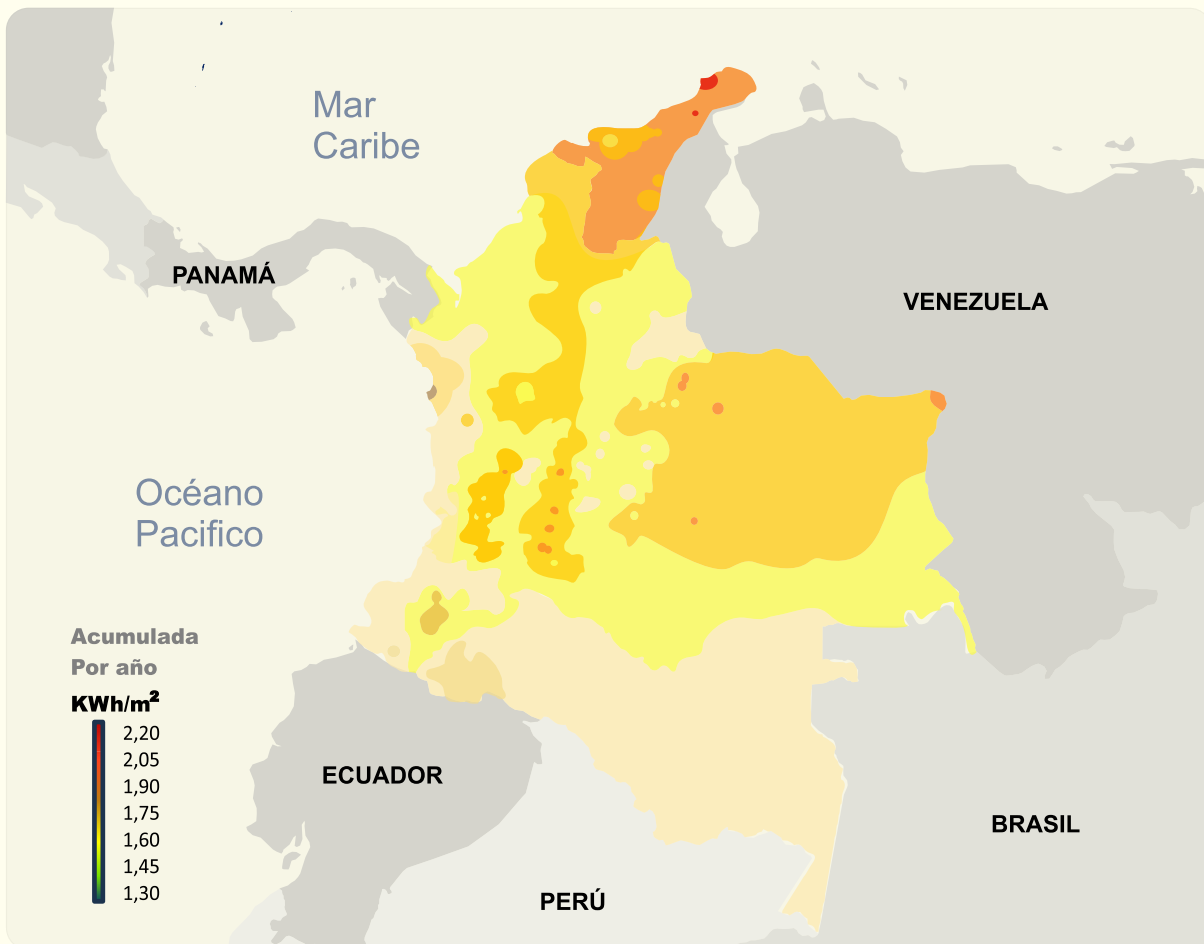
<sup>21</sup> Fuente: SUI, cálculos: DTGE. Disponible en:  
[https://www.superservicios.gov.co/diagnostico\\_calidad\\_servicio\\_2018.pdf](https://www.superservicios.gov.co/diagnostico_calidad_servicio_2018.pdf)

<sup>22</sup> Disponible en:  
<http://www.greenrhinoenergy.com/solar/radiation/empiricalevidence.php>

Es evidente que en las zonas ubicadas cerca al ecuador terrestre la irradiancia solar promedio es mayor en un año que en los polos donde las posibilidades energéticas son estacionales.

En Colombia los valores de irradiación global media horizontal que se recibe en la superficie oscilan, desde un mínimo de 3,0 KWh/m<sup>2</sup> por día (entre 1.100 y 1.280 KWh/m<sup>2</sup> por año), en el sector norte de la región Pacífica; hasta un máximo de 6,0 KWh/m<sup>2</sup> por día (entre 2.000 y 2.200 KWh/m<sup>2</sup> por año) en el norte de la región Caribe.

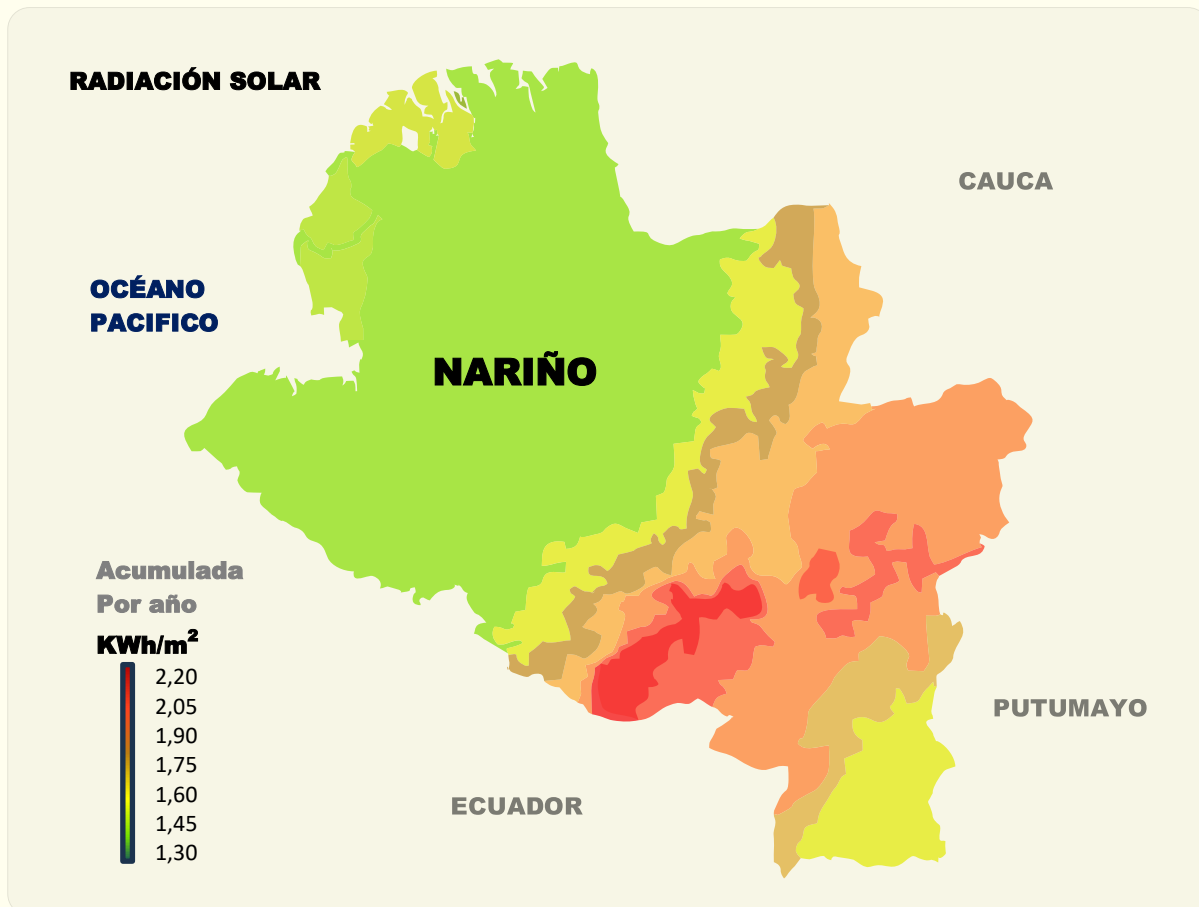
*Ilustración 44. Mapa radiación Solar IDEAM 2017.*



En la región Andina colombiana, existen zonas con un máximo de 6 a 7 horas de sol al día en los Santanderes, Tolima, Huila y Antioquia y zonas con un mínimo de 5 a 6 horas de sol al día en zonas como Boyacá, Cundinamarca, Eje Cafetero, Cauca, Valle del Cauca y Nariño.

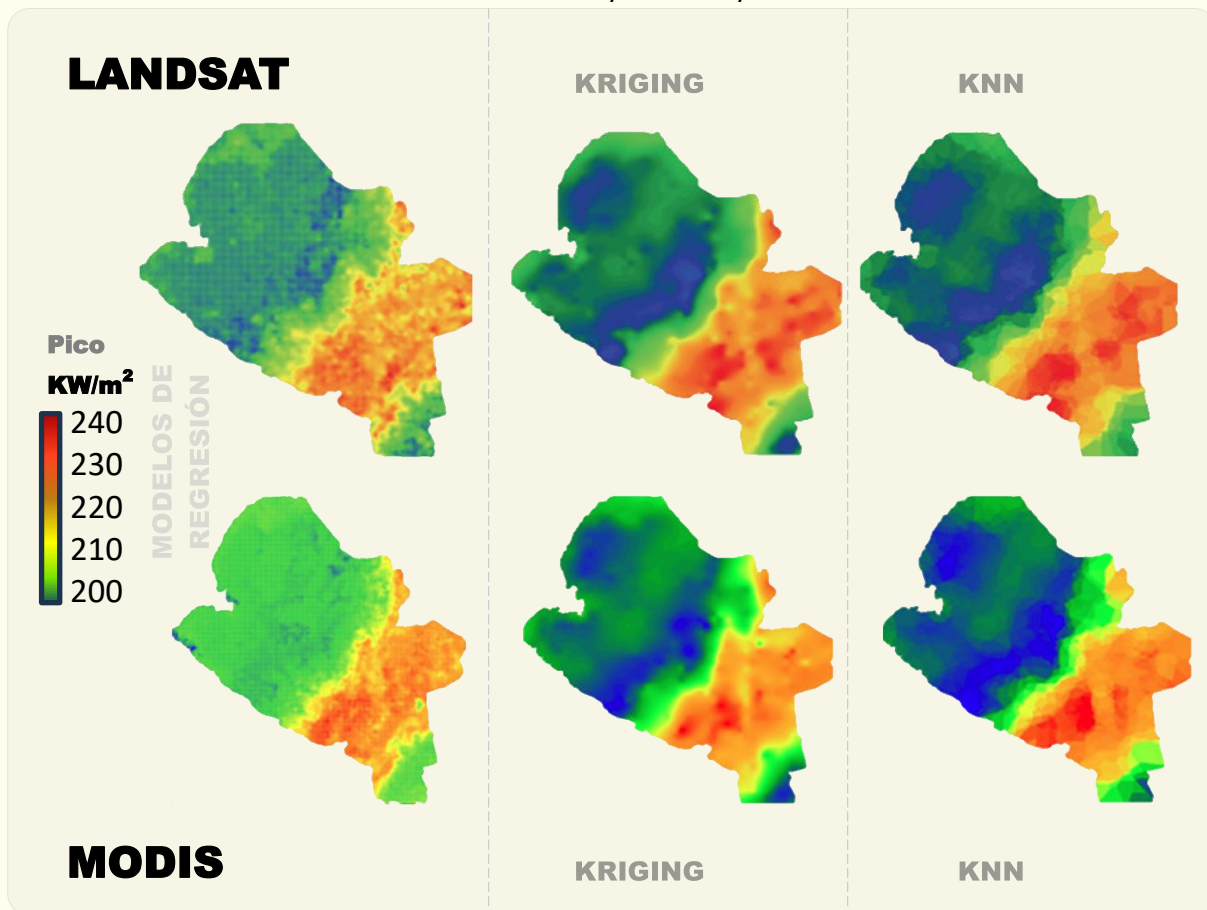
Los tiempos de brillo solar efectivo y los niveles de irradiación hacen posible dimensionar exitosamente sistemas de generación fotovoltaica a lo largo y ancho de los distintos territorios del país.

*Ilustración 45. Radiación solar acumulada año.*



En el departamento de Nariño; el proyecto Geo–alternar, de la universidad de Nariño; encontró empíricamente puntos con promedios de irradiación solar acumulada por año entre 1.708 KWh/m<sup>2</sup> en la zona pacífica y 2.146 KWh/m<sup>2</sup> para cordillera, lo que habilitaría el desarrollo exitoso de proyectos enfocados en energía solar fotovoltaica en las dos zonas.<sup>23</sup>

*Ilustración 46. Estimaciones de la irradiancia para el departamento de Nariño.*



*Nota.* Adaptado de Comparación de funciones kernel para la predicción de la oferta energética fotovoltaica (Mora–Paz, Héctor et al., 2020). Donde se ajusta dos algoritmos para predicción de irradiancia solar usando datos abiertos de los satélites de la NASA cuyos datos de implementación están disponibles.<sup>24</sup>

<sup>23</sup> Mapas energéticos del departamento. Universidad de Nariño. Disponibles en: <http://geoalternar.udenar.edu.co/>

<sup>24</sup> Repositorio de GitHub: <https://github.com/magohector/fkernel>

Para la predicción geolocalizada de la oferta energética y diseño de sistemas fotovoltaicos eficientes en el departamento existen aproximaciones que extrapolan la radiación en función de las bandas del espectro electromagnético capturadas por satélites Landsat y MODIS de la NASA y permiten descartar zonas con irradiancias por debajo de 200 KW/m<sup>2</sup>.

### **El problema**

Los matices del problema en investigación y de la social asociada se identificaron de manera colaborativa con los grupos de interés que se encuentran directa e indirectamente relacionados con el estado negativo o problema central identificado previamente.

### ***Problema central***

Inadecuada apropiación social de infraestructura energética que contribuya a mitigar el cambio climático en el departamento de Nariño.

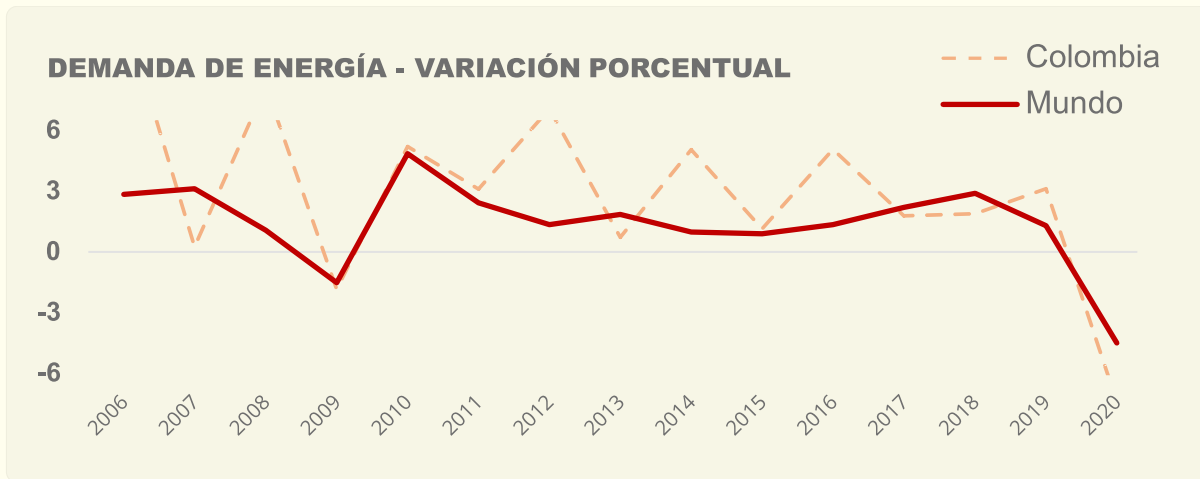
### ***Contexto del problema***

En el contexto académico mundial existe amplio consenso en la necesidad de generar apropiación de conocimiento que nos permita la productividad desde un enfoque ambiental, una perspectiva que nos permita el consumo equilibrado de los recursos naturales y la disminución de la huella de carbono; por lo tanto, deseamos conocer cómo se avanza en el proceso de generar conciencia en el departamento.

**Reducción de emisiones GEI.** En 2018 la demanda global de energía aumentó un 2,9%, el nivel más alto desde el año 2010 y por encima del promedio de la última década

que fue de 1,7%. Este aumento sostenido en la demanda de energía se explica por el repunte del PIB mundial impulsado por una mejora en la actividad industrial y un crecimiento económico más sólido de los países desarrollados, así como por una ligera ralentización del ritmo de mejora de la intensidad energética.<sup>25</sup>

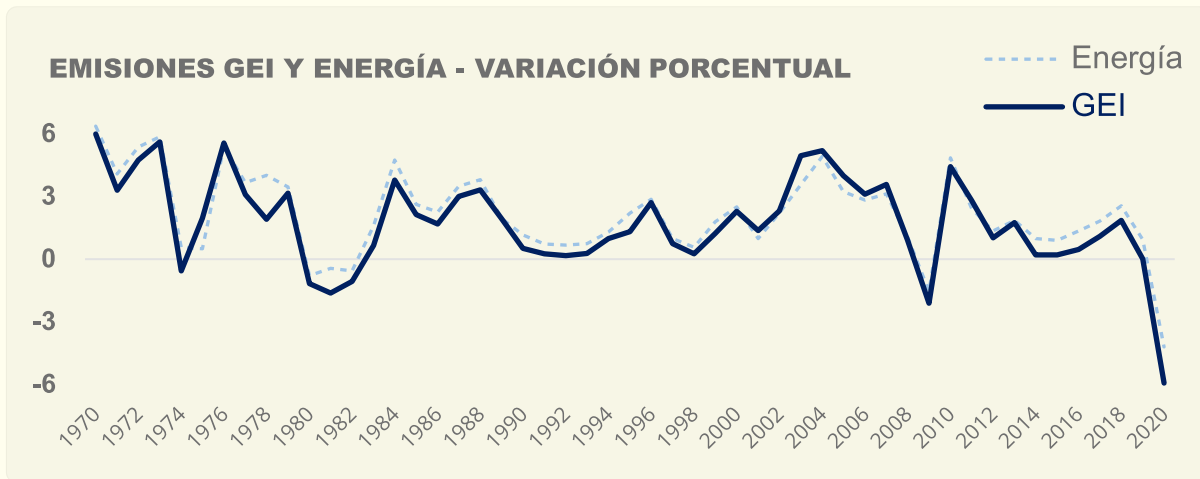
**Ilustración 47.** Variación anual de la demanda primaria de energía.



Para este año, antes de la crisis social y sanitaria, el consumo de carbón creció en 1% por primera vez desde 2013 y las emisiones de CO2 alcanzaron un crecimiento material de 2% comparadas con el año anterior, tras un periodo sin apenas crecimiento y si analizamos la variación porcentual de emisiones de los últimos 50 años se observa una alta correlación con la variación porcentual de la demanda de energía.

<sup>25</sup> BP Statistical Review of World Energy 2021. Disponible en: <https://www.bp.com/.../bp-stats-review-2021-full-report.pdf>

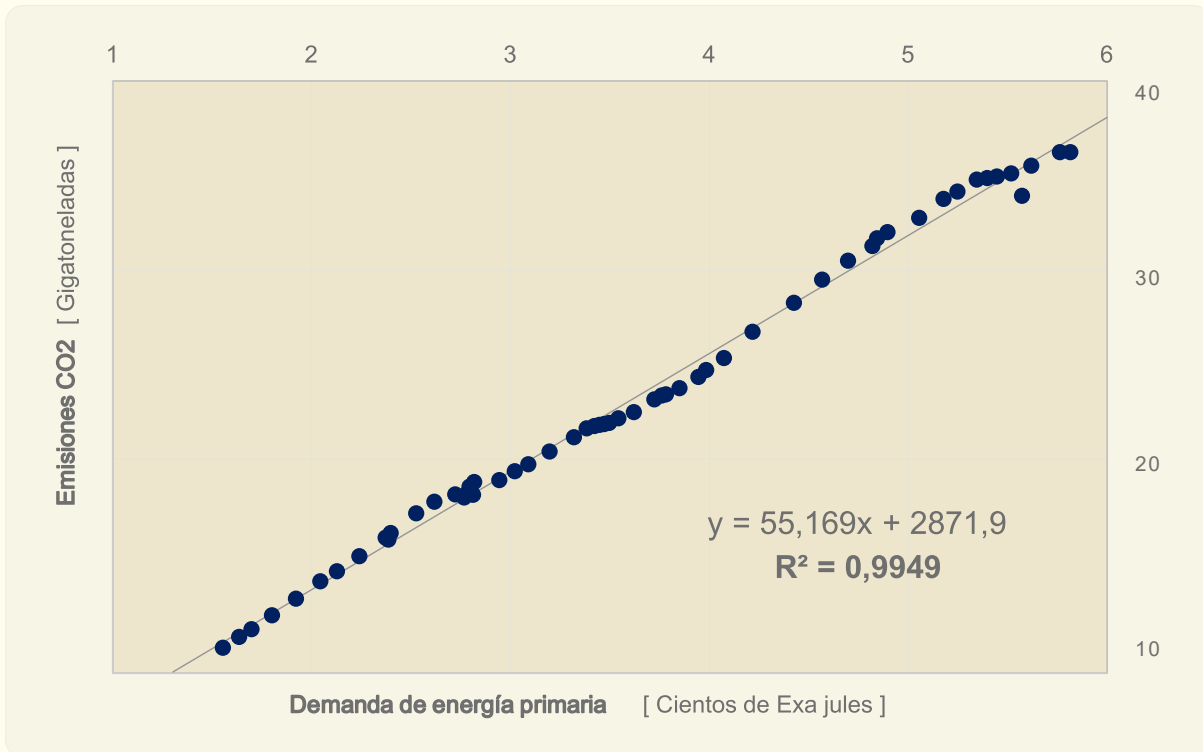
**Ilustración 48.** Variación anual de GEI.



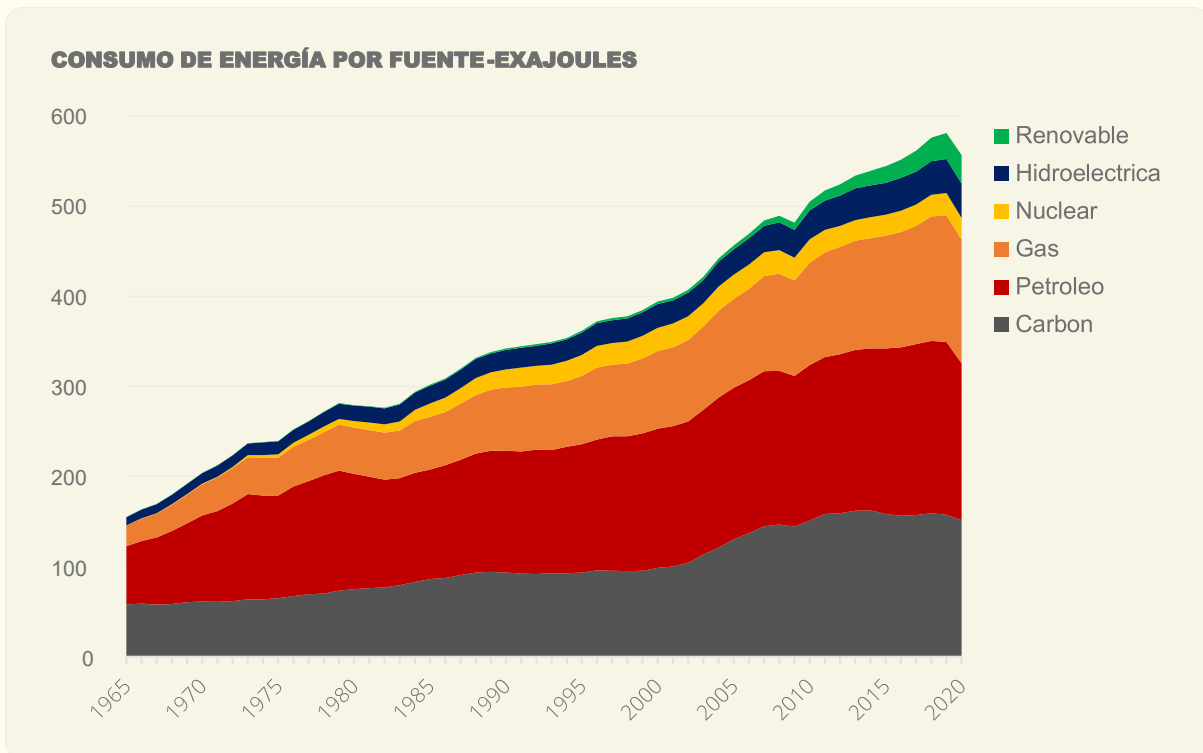
Aunque La OPEP y el grupo de Viena reducen la producción de petróleo; Libia y Estados Unidos la aumentan y el petróleo sigue aportando de forma considerable a la matriz energética mundial, cuya demanda mundial creció 1.7 millones de barriles diarios en 2018 lo que significa un incremento del 1.8% con relación al año anterior; composición mayoritaria de combustibles fósiles que se mantiene sin cambios considerables para 2020 y que explica la correlación de la demanda de energía y las emisiones.

El cumplimiento de las metas climáticas propuestas en el acuerdo de Paris exigirá un gran consenso político e importantes mejoras en el sector eléctrico, cuyas cuotas de mercado de generación apenas ha cambiado en los últimos 20 años.

**Ilustración 49.** Relación de la demanda de energía vs emisiones CO2.

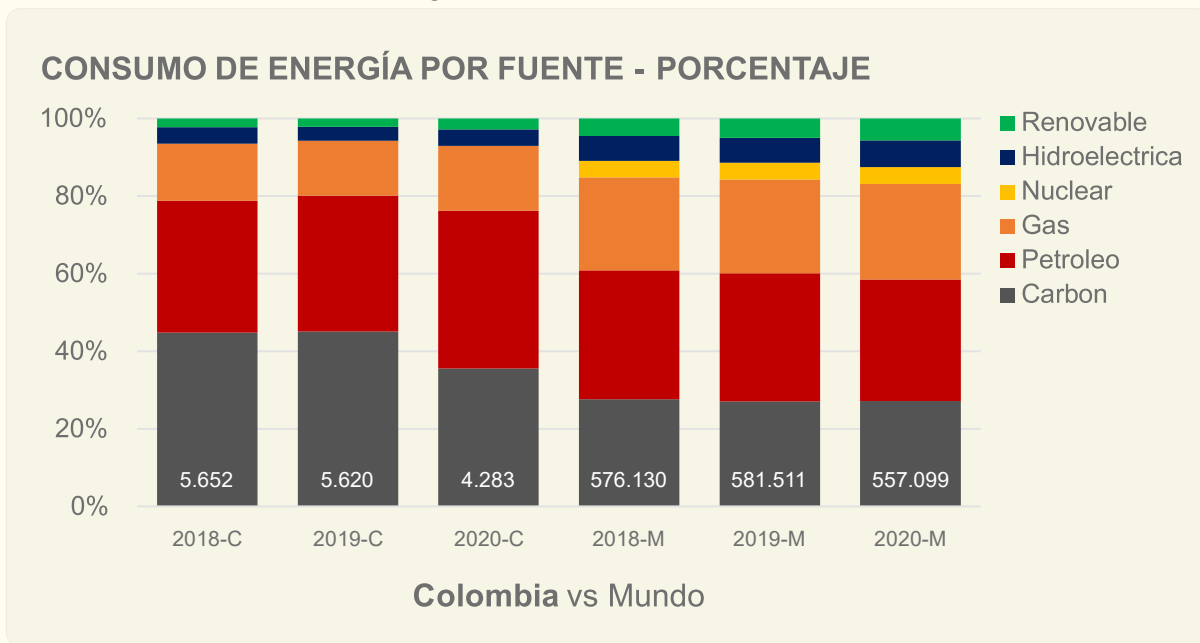


**Ilustración 50.** Evolución del mercado de energía mundial.



En Colombia a pesar de sus marcadas ventajas aún existe polémica en la utilización de fuentes de energía limpias no convencionales y sus promedios de aprovechamiento están por debajo de los promedios mundiales; sin embargo, la Unidad de Planeación Minero-Energética, UPME; indica que, si se están incorporando tecnologías limpias al SIN, como la eólica y la fotovoltaica.

**Ilustración 51. Mercado de energía primaria SIN Colombia vs Mundo.**



**Sostenibilidad.** Aunque Colombia, en la última década, ha basado su economía en la extracción de carbón y petróleo crudo, al punto de depender de estas actividades para financiar gran parte de los proyectos de desarrollo regional, es importante resaltar que el país es un competidor discreto en el panorama mundial y su baja participación en el mercado no influye considerablemente en los precios internacionales.

**Tabla 8. Top de reservas probadas de petróleo por año.**

POSICIÓN	PAÍS	REGIÓN	2020	2019	2010
1	Venezuela	América del Sur	303,8	303,8	296,5
2	Arabia Saudita	Oriente Medio	297,5	297,6	264,5
3	Canadá	América del Norte	168,1	169,1	174,8
4	Irán	Oriente Medio	157,8	157,8	151,2
5	Iraq	Oriente Medio	145,0	145,0	115,0
6	Federación de Rusia	CEI	107,8	107,8	105,8
7	Kuwait	Oriente Medio	101,5	101,5	101,5
8	Emiratos Árabes Unidos	Oriente Medio	97,8	97,8	97,8
9	Estados Unidos de América	América del Norte	68,8	68,8	35,0
10	Libia	África	48,4	48,4	47,1
37	Colombia	América del Sur	2,0	2,0	1,9

Los países que no tienen grandes reservas de petróleo y deciden mantener una producción elevada como es el caso de Colombia, deben fortalecer la manufactura y no depender del petróleo para financiar para no comprometer el futuro del desarrollo regional.

**Tabla 9. Top de producción de petróleo diaria promedio.**

POSICIÓN	PAÍS	REGIÓN	2020	2019	2011
1	Estados Unidos de América	América del Norte	16.476	17.072	7.883
2	Federación de Rusia	CEI	10.667	11.679	10.533
3	Arabia Saudita	Oriente Medio	11.039	11.832	11.079
4	Canadá	América del Norte	5.135	5.372	3.515
5	Iraq	Oriente Medio	4.114	4.779	2.773
6	China	Asia Pacífico	3.901	3.836	4.074
7	Emiratos Árabes Unidos	Oriente Medio	3.657	3.999	3.300
8	Brasil	América del Sur	3.026	2.876	2.173
9	Irán	Oriente Medio	3.084	3.399	4.452
10	Kuwait	Oriente Medio	2.686	2.976	2.918
20	Colombia	América del Sur	781	886	915

Si se suma la dependencia económica de hidrocarburos a las bajas reservas probadas de los mismos; el país queda a unos años de no poder satisfacer la demanda local si no se

hacen nuevos hallazgos que permitan aumentar las reservas, incluyendo la posible exploración de yacimientos no convencionales cuya viabilidad económica y ambiental hasta el momento ha sido evaluada negativamente (Andrade-C et al., 2019).

*Ilustración 52. Reservas probadas de petróleo 2021.*

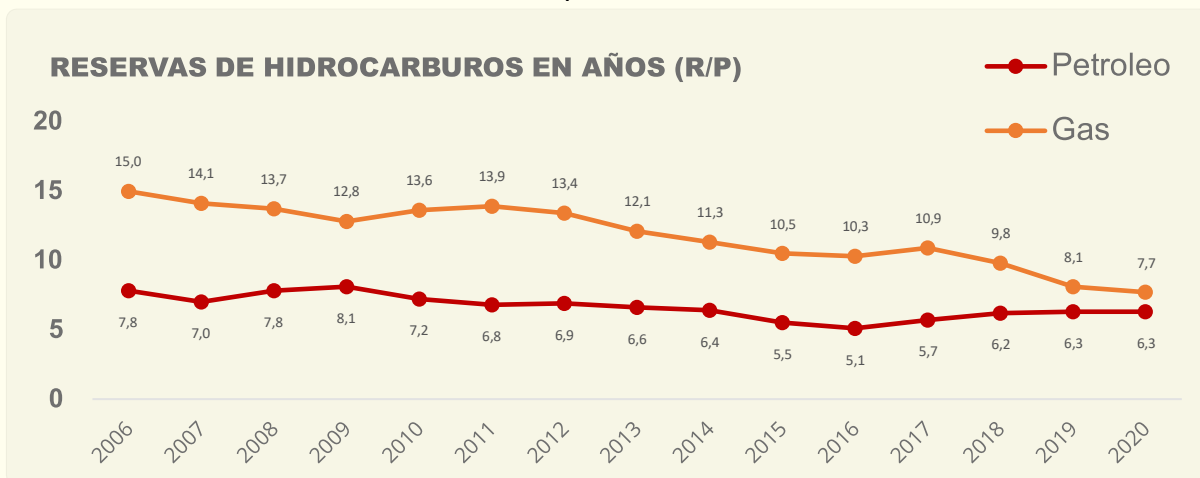


Hallazgos que dependen de un éxito exploratorio, que permita reemplazar los barriles extraídos o producidos con nuevas reservas probadas, pero dados los actuales precios internacionales del crudo y los costos de la inversión para la exploración y

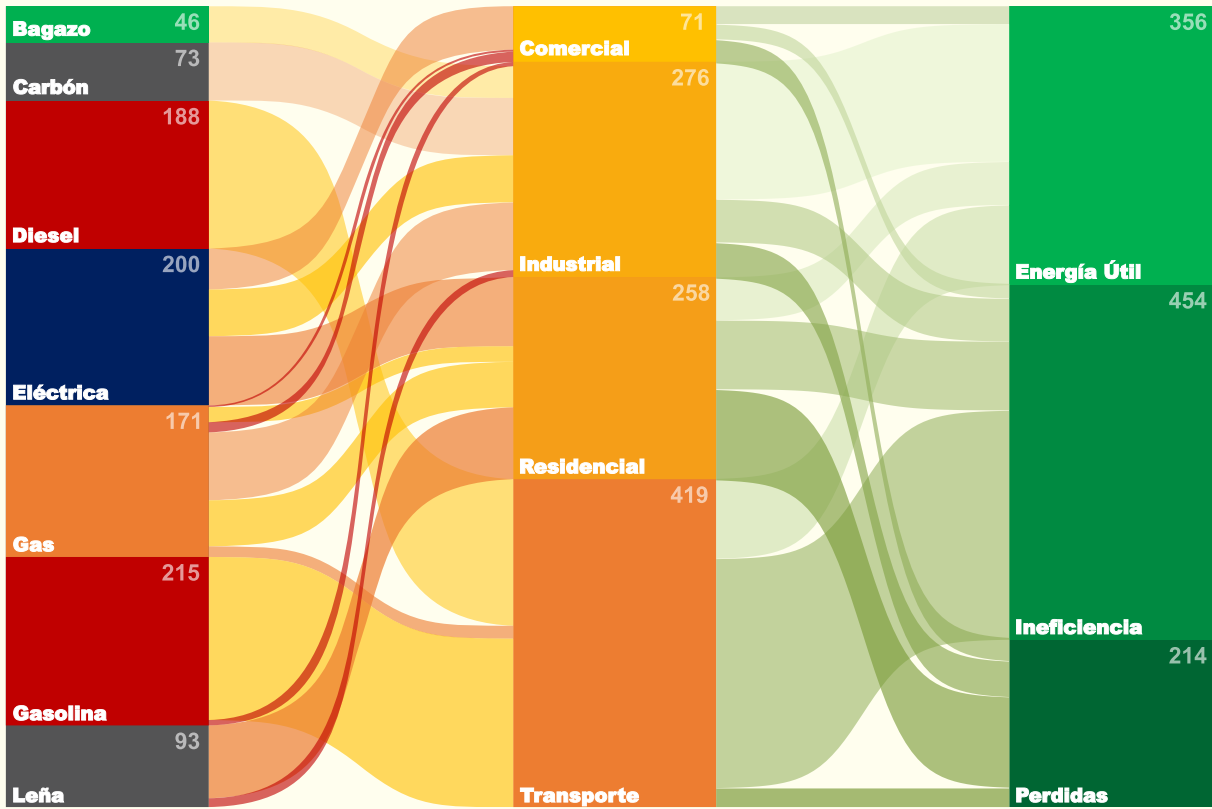
explotación de hidrocarburos en el país, se ha ralentizado de forma que los pozos exploratorios y en desarrollo se han reducido desde 2014 en un 78% y un 30% respectivamente; según los históricos que publica la Agencia Nacional De Hidrocarburos, ANH; lo que permite prever que ese éxito exploratorio difícilmente se dará y el país en un futuro cercano tendrá que evaluar alternativas para abastecer las refinerías locales, satisfacer la demanda local de gas natural y reducir el impacto fiscal de la caída de las rentas petroleras. (Castillo, 2020)

Es importante resaltar que de persistir la disminución de reservas de hidrocarburos existe la posibilidad real que en un futuro sea necesario importarlos para conseguir el abastecimiento local de las diversas actividades económicas del país, con un incremento considerable en los precios para el usuario final de productos como la gasolina y el gas domiciliario.

*Ilustración 53. Reservas de hidrocarburos por año.*



**Ilustración 54. Eficiencia energética por actividad económica.**



En este punto, es oportuno recordar que al ser el departamento de Nariño uno de los últimos conectados a la infraestructura del SIN; los costos de prestación del servicio son más elevados; toda vez que la prestación del servicio incluye costos de transporte de la capacidad energética a las subestaciones en el entorno nacional y transporte al usuario final en el entorno local. Para mitigar esta situación existen proyectos de generación hidroeléctrica en el departamento, pero para el año 2021 estos no superan el 20% de la demanda local.

Las debilidades en la cobertura y costos del servicio de energía se detallan en el análisis del entorno en un capítulo anterior y son reflejadas en las bajas valoraciones que

hace del departamento de Nariño el Consejo Privado de Competitividad en su informe anual de las 33 entidades territoriales, 32 departamentos y un distrito especial, consolidando en el IDC; una valoración cuantitativa que varía entre uno y diez según sea el nivel de desarrollo o aprobación.

Este índice valora las debilidades en el sector energético de una entidad territorial en el pilar 2 de Infraestructura, donde Nariño obtiene 3,63 (24/33), en el sub pilar 1 de Infraestructura De Servicios, donde el departamento consigue 6,17 (24/33) y en los siguientes indicadores:

- INF-1-2 – Cobertura efectiva de gas natural: 3,63 (26/33).
- INF-1-3 – Cobertura de la energía eléctrica: 8,67 (21/33).
- INF-1-4 – Costo de la energía eléctrica 7,84 (13/33).

Finalmente, en muchos lugares del departamento se corrige el déficit energético con el uso intensivo de energías sucias, como plantas a gasolina y diésel, que encarecen más el servicio energético y son contaminantes; esto que, según el acápite de oferta de energías limpias se podría reemplazar con éxito en el departamento y especialmente en las regiones PDET; con soluciones de bajo impacto ambiental; situación que no se consolida por escenarios entre los que vale la pena mencionar.

**Tabla 10. Orígenes de la baja sostenibilidad que se pueden mejorar.**

ORIGEN	CONSECUENCIA
Escasas intervenciones que ejemplifican las ventajas de las <b>energías alternativas</b> .	Bajo Interés en capacitarse en la implementación de sistemas sustentables de energía limpia.
Limitada información oficial que facilite el óptimo aprovechamiento de los recursos renovables en la implementación de soluciones de <b>energía sustentable</b> .	Implementaciones con un aprovechamiento deficiente de los recursos disponibles.
Escasa micro medición que permita dimensionar adecuadamente sistemas de <b>energías alternativas en zonas no Interconectadas</b> .	Implementaciones que no satisfacen adecuadamente las necesidades energéticas.
Desconocimiento de las oportunidades del mercado de fuentes <b>alternativas de energía</b> .	Bajo Interés para implementar sistemas energéticos que disminuyan la dependencia de sistemas energéticos centralizados.

**Productividad.** Como se menciona en el análisis del entorno; en los municipios PDET del departamento de Nariño; existe un 76% de cobertura de redes eléctricas y en las zonas donde hay interconexión el servicio se provee con interrupciones, porque en la gran mayoría de estas regiones las redes eléctricas atraviesan zonas selváticas y no gozan del mantenimiento adecuado para su óptimo funcionamiento; esto que evidentemente disminuye los indicadores de calidad de vida y las condiciones habilitantes para la competitividad y la productividad de la región.

Como se menciona en el contexto situacional de los antecedentes; en los municipios PDET, departamento de Nariño; existe un 0,3% de cobertura de redes de conectividad a internet, porque en la gran mayoría de estas regiones no se cuenta con cobertura de redes de fibra óptica o redes móviles que tienen los precios más competitivos del sector de comunicaciones; esto que evidentemente disminuye las condiciones habilitantes para la competitividad y la productividad de la región.

Los servicios de radio terrestre están ligados a la disponibilidad energética y se podrían prestar competitivamente en los territorios PDET si se respaldara la prestación del servicio con fuentes de energía fotovoltaica, esto porque los servicios de radio satelital aún no son competitivos y para algunas actividades económicas son inviables.

Situaciones que se detallan en capítulos anteriores y que son reflejadas en el índice de competitividad departamental; en el pilar de adopción TIC y en todos los sub pilares de infraestructura TIC.

Finalmente, en muchos de estos lugares se satisface el déficit de conectividad con enlaces de radio terrestre y satelital, que encarecen aún más el servicio de conectividad de forma que solo unas pocas instituciones públicas y otros usuarios finales pueden costear; esto que se podría mejorar con el crecimiento de la infraestructura privada de comunicaciones; situación que no se consolida por escenarios entre los que vale la pena mencionar:

**Tabla 11.** Orígenes de la baja productividad que se pueden mejorar.

ORIGEN	CONSECUENCIA
Zonas de difícil acceso que dificultan la interconexión de <b>servicios públicos de conectividad</b> .	Retraso en el desarrollo de la infraestructura digital del departamento.
Aislamiento social a causa de la emergencia sanitaria.	Profundización de la desigualdad en el acceso a TIC.
Desigualdad en el acceso y calidad de <b>las tecnologías de la información y comunicación</b> .	Irregularidad en las competencias digitales.
Insatisfacción en la <b>calidad de servicios de conectividad</b> recibidos.	Desconfianza para contratar servicios de conectividad.
Desconocimiento de las <b>oportunidades en el tercer entorno</b> .	Bajo interés en conocer y capacitarse en TICS.

### ***Marco regulatorio***

**LEY 164 DE 1994.** Por medio de la cual se aprueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992.<sup>26</sup>

**LEY 629 DE 2000.** Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997.<sup>27</sup>

**LEY 1549 DE 2012.** Ley por medio de la cual se fortalece la institucionalización de la política nacional de educación ambiental y su incorporación efectiva en el desarrollo territorial.<sup>28</sup>

Esta ley está orientada a fortalecer la institucionalización de la Política Nacional de Educación Ambiental, desde sus propósitos de instalación efectiva en el desarrollo territorial; a partir de la consolidación de estrategias y mecanismos de mayor impacto, en los ámbitos locales y nacionales, en materia de sostenibilidad del tema, en los escenarios intrainstitucionales, interinstitucionales e intersectoriales, del desarrollo nacional. Esto, en el marco de la construcción de una cultura ambiental para el país.

---

26 Ley 164 de 1994 disponible en:

[http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0164\\_1994.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0164_1994.html)

27 Ley 629 de 2000 disponible en:

[http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0629\\_2000.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0629_2000.html)

28 Ley 1549 de 2012 disponible en:

<http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/ley154905072012.pdf>

**LEY 1715 DE 2014.** Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.<sup>29</sup>

Esta Ley tiene como objeto promover el desarrollo y uso de fuentes no convencionales de energía dentro del sistema energético colombiano. Esta ley da incentivos tributarios a las empresas que ejecuten todo tipo de proyectos de energía renovable.

**LEY 1844 DE 2017.** Por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo de París”, adoptado el 12 de diciembre de 2015, en París, Francia.<sup>30</sup>

Aunque el acuerdo de París es más flexible que el protocolo de Kyoto porque permite metas voluntarias y no tiene fuerza legal el país acoge y ratifica la totalidad del tratado redactado por la CMNUCC en 2015 en la COP21.

**LEY 2099 DE 2021.** Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones.<sup>31</sup>

---

<sup>29</sup> Ley 1715 de 2014 disponible en:

<http://wsp.presidencia.gov.co/.../LEY%201715%20DEL%2013%20DE%20MAYO%20DE%202014.pdf>

<sup>30</sup> Ley 1844 de 2017 disponible en:

[http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1844\\_2017.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1844_2017.html)

<sup>31</sup> Ley 2099 de 2021 disponible en:

[http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_2099\\_2021.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_2099_2021.html)

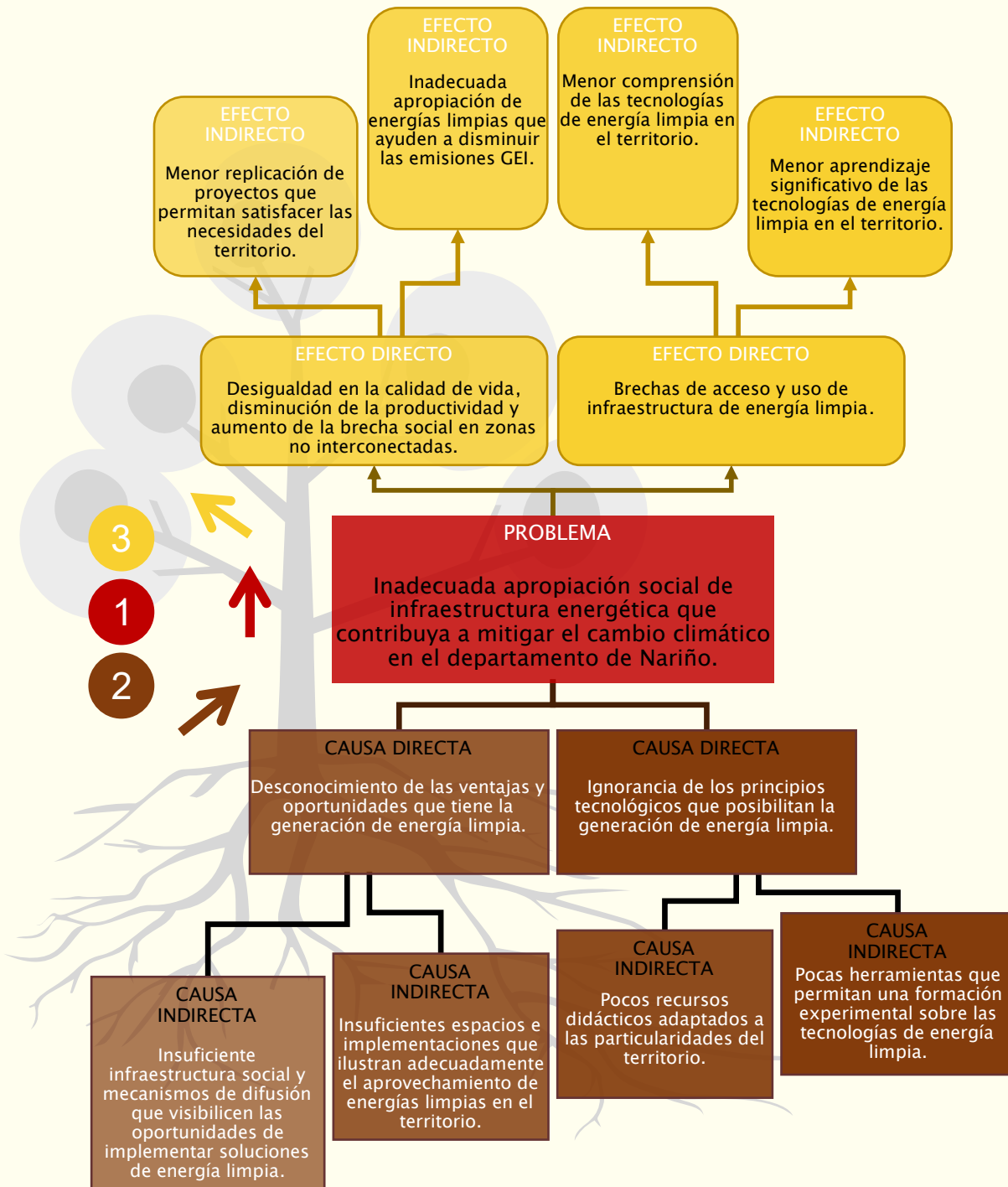
**Consecuencias**

**Problemas específicos.** Relación de las causas y efectos directos e indirectos con la baja apropiación de las fuentes de energía limpia no convencional.

**Tabla 12. Causas y efectos del problema.**

<b>CAUSAS – ORIGEN DEL PROBLEMA</b>	
<b>Directas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconocimiento de las ventajas y oportunidades que tiene la generación de energía limpia.</li> <li>• ignorancia de los principios tecnológicos que posibilitan la generación de energía limpia.</li> </ul>
<b>Indirectas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insuficiente infraestructura social y mecanismos de difusión que visibilicen las oportunidades de implementar soluciones de energía limpia.</li> <li>• Insuficientes espacios e implementaciones que ilustran adecuadamente el aprovechamiento de energías limpias en el territorio.</li> <li>• Pocos recursos didácticos adaptados a las particularidades del territorio.</li> <li>• Pocas herramientas que permitan una formación experimental sobre las tecnologías de energía limpia.</li> </ul>
<b>EFFECTOS – CONSECUENCIAS DEL PROBLEMA</b>	
<b>Directos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desigualdad en la calidad de vida, disminución de la productividad y aumento de la brecha social en zonas no interconectadas.</li> <li>• Brechas de acceso y uso de infraestructura de energía limpia.</li> </ul>
<b>Indirectos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor replicación de proyectos que permitan satisfacer las necesidades del territorio.</li> <li>• Inadecuada apropiación de energías limpias que ayuden a disminuir las emisiones GEL.</li> <li>• Menor comprensión de las tecnologías de energía limpia en el territorio.</li> <li>• Menor aprendizaje significativo de las tecnologías de energía limpia en el territorio.</li> </ul>

Ilustración 55. Árbol del problema.



**Población afectada**

La población principalmente afectada por las debilidades del ecosistema generador de energía en el departamento de Nariño la constituyen en número los 511.667 habitantes de los dieciséis (16) municipios PDET del departamento de Nariño; once (11) municipios de la subregión pacífico y cinco (5) municipios de la subregión del alto Patía, estos que se clasifican en 161.188 habitantes de la cabecera urbana y 350.479 habitantes de la zona rural.

**Tabla 13. Población afectada.**

COBERTURA DEL PROYECTO					
Región PDET	Subregión	No	Municipio	Urbana	Rural
Pacífico	Sanquianga	1	El Charco	7.306	15.222
		2	Santa Bárbara	3.576	9.755
		3	Olaya Herrera	10.842	14.440
		4	Mosquera	5.773	6.510
		5	La Tola	2.915	4.526
	Pacífico Sur	6	Tumaco	86.507	169.276
		7	Francisco	5.446	8.730
	Telembí	8	Barbacoas	12.217	43.978
		9	Roberto Payán	3.387	9.294
		10	Magüí	7.475	17.739
	Pie de monte	11	Ricaurte	2.395	17.490
Alto Patía	Cordillera	12	Policarpa	2.603	7.224
		13	Cumbitara	1.621	4.222
		14	El Rosario	1.778	10.391
		15	Leiva	2.978	6.675
	Guambuyaco	16	Los Andes	4.369	5.007
Total				161.188	350.479

**Tabla 14. Caracterización de la población urbana.**

NO	MUNICIPIO	URBANA	HOMBRES	MUJERES	BLANCOS Y MESTIZOS	NEGROS	INDÍGENAS
1	El Charco	7.306	3.491	3.815	161	6.919	227
2	Santa Bárbara	3.576	1.743	1.833	136	3.369	71
3	Olaya Herrera	10.842	5.124	5.718	152	10.278	412
4	Mosquera	5.773	2.830	2.943	156	5.600	18
5	La Tola	2.915	1.447	1.468	38	2.860	17
6	Tumaco	86.507	41.218	45.289	5.277	76.818	4.412
7	Francisco Pizarro	5.446	2.617	2.829	289	5.135	22
8	Barbacoas	12.217	5.706	6.511	806	9.566	1.845
9	Roberto Payán	3.387	1.600	1.787	129	3.092	166
10	Magüí	7.475	3.577	3.898	209	7.251	15
11	Ricaurte	2.395	1.159	1.236	647	24	1.724
12	Policarpa	2.603	1.230	1.373	2.561	34	8
13	Cumbitara	1.621	789	832	1.614	2	5
14	El Rosario	1.778	831	947	1.774	4	-
15	Leiva	2.978	1.479	1.499	2.939	36	3
16	Los Andes	4.369	2.149	2.220	4.321	13	35
<b>Total</b>		<b>161.188</b>	<b>76.990</b>	<b>84.198</b>	<b>21.209</b>	<b>131.001</b>	<b>8.980</b>

**Tabla 15. Caracterización de la población rural.**

NO	MUNICIPIO	RURAL	HOMBRES	MUJERES	BLANCOS Y MESTIZOS	NEGROS	INDÍGENAS
1	El Charco	7.306	3.491	3.815	161	6.919	227
2	Santa Bárbara	3.576	1.743	1.833	136	3.369	71
3	Olaya Herrera	10.842	5.124	5.718	152	10.278	412
4	Mosquera	5.773	2.830	2.943	156	5.600	18
5	La Tola	2.915	1.447	1.468	38	2.860	17
6	Tumaco	86.507	41.218	45.289	5.277	76.818	4.412
7	Francisco Pizarro	5.446	2.617	2.829	289	5.135	22
8	Barbacoas	12.217	5.706	6.511	806	9.566	1.845
9	Roberto Payán	3.387	1.600	1.787	129	3.092	166
10	Magüí	7.475	3.577	3.898	209	7.251	15
11	Ricaurte	2.395	1.159	1.236	647	24	1.724
12	Policarpa	2.603	1.230	1.373	2.561	34	8
13	Cumbitara	1.621	789	832	1.614	2	5
14	El Rosario	1.778	831	947	1.774	4	-
15	Leiva	2.978	1.479	1.499	2.939	36	3
16	Los Andes	4.369	2.149	2.220	4.321	13	35
<b>Total</b>		<b>161.188</b>	<b>76.990</b>	<b>84.198</b>	<b>21.209</b>	<b>131.001</b>	<b>8.980</b>

## La pregunta de investigación

¿Cómo generar apropiación social de infraestructura energética descentralizada, basada en energías limpias, no convencionales?

### *Reconocimiento de antecedentes*

**ONDAS 2004.** Desde el 2004, El Programa Ondas es una estrategia anual de la Dirección de Mentalidad y Cultura de Colciencias para la ciencia tecnología e innovación, CTel; que tiene por objetivo promover en niños, niñas y jóvenes el interés por la investigación y el desarrollo de actitudes y habilidades que les permitan insertarse activamente en una cultura de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Para el logro de este propósito se ha desarrollado una propuesta pedagógica y metodológica que genera las condiciones que le permiten a los niños y jóvenes realizar investigación sobre problemas reales de su contexto, construyendo conocimiento que aporta a la solución de dichos problemas.

Cuenta con más de 15 años de implementación en todo el territorio nacional, tiempo en el cual ha logrado la participación de más de 4 millones de niños, niñas y jóvenes, organizados en grupos de investigación, a los cuales se han vinculado más de 100 mil maestros.

**PERS NARIÑO 2013.** El Plan De Energización Rural Sostenible Para El Departamento De Nariño, fue una iniciativa pionera en el país y llevada a cabo en conjunto por la UPME, el

IPSE, el CCEP de USAID como promotor de la idea, y la Universidad de Nariño como la entidad local ejecutora del proyecto.

El proyecto estructuró y desarrolló una metodología para el diagnóstico energético y socio-económico rural de las trece subregiones del departamento, logrando la estructuración de un plan piloto de energización rural para Nariño, mediante la formulación de proyectos prioritarios socialmente sostenibles de suministro de energía que tengan en cuenta procesos productivos y la identificación de posibles fuentes de financiación y modelos de organización empresarial comunitaria.

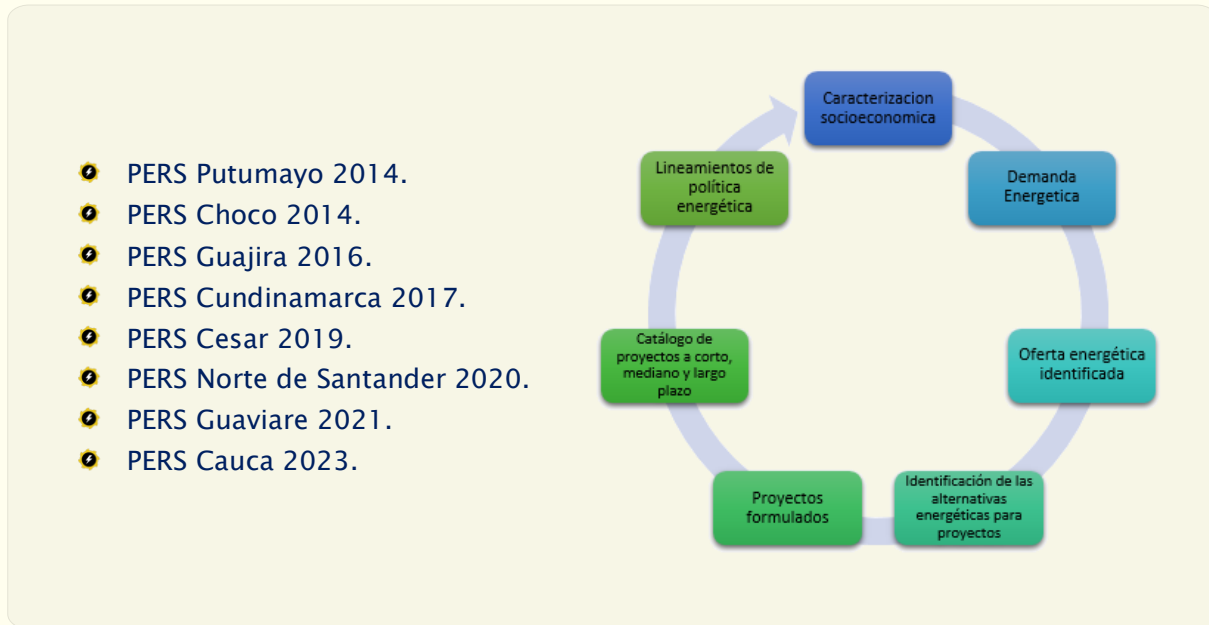
Esta herramienta interinstitucional diseñada con el acompañamiento del departamento de Electrónica de la Universidad de Nariño se encuentra replicada en otros departamentos y la caracterización de la información socioeconómica y energética recogida está disponible en el sitio del UPME.<sup>32</sup>

**Tabla 16. Resumen PERS Nariño.**

RESUMEN DEL PROYECTO	
Ejecutor	Departamento de electrónica Universidad de Nariño
Padrino	UPME
Encuestas Residencial	2.479
Encuestas Comercial	510
Encuestas Institucional	198

<sup>32</sup> Documentos PERS disponibles en:  
<https://siq.upme.gov.co/SIPERS/Files/Index/1037>

**Ilustración 56. Replicas PERS Nariño.**



*Nota.* Adaptado del sitio web del PERS en UPME.

**PERS PUTUMAYO 2014.** El Plan de Energización Rural Sostenible para el Departamento del Putumayo, se realizó en cooperación UPME, El IPSE, la Gobernación del Putumayo y la Universidad de Nariño como entidad asesora del proyecto.

Mediante el PERS se sumaron los esfuerzos técnicos, administrativos y financieros de las entidades participantes con el fin de estructurar y desarrollar una metodología que permita elaborar un diagnóstico energético y socioeconómico rural en todas las subregiones del departamento del Putumayo, logrando un plan de energización rural para el departamento del Putumayo con indicadores de proyectos prioritarios, posibles esquemas de financiación y de modelos de organización empresarial comunitaria y estableciendo los lineamientos de política energética para identificar, formular y estructurar proyectos integrales y sostenibles en el corto, mediano y largo plazo en el departamento.



**PACIFICO PURA ENERGÍA 2014.** En el marco de la segunda convocatoria del programa “Ideas Para El Cambio”, cuya temática fue el acceso a energías limpias y renovables para el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades de los departamentos de Chocó, Valle, Cauca y Nariño, departamentos que integran la región del pacífico colombiano; la Universidad de Nariño ejecuta un proyecto; con el objetivo de mejorar el acceso a energía de las comunidades en zonas rurales, a partir de fuentes alternativas.

En el marco de este trabajo el grupo de Investigación GIIEE de la Universidad de Nariño desarrollo tres proyectos denominados: “Implementación de sistemas fotovoltaicos en instituciones educativas y en la red de microscopios del Consejo Comunitario Esfuerzo Pescador del Municipio de Santa Bárbara de Inscuandé”, “Acceso a la energía para el corregimiento Nariño en el Municipio de Leiva” y “awá sukin wat uzan energía para un buen vivir en la selva AWA de la Comunidad Indígena AWA el Sábalo, en el Municipio de Barbacoas”.

En los tres proyectos se implementaron sistemas fotovoltaicos de 6KWp para energizar los equipos de cómputo de las instituciones educativas, la red de microscopios, los refrigeradores de los centros de salud y restaurante escolar y las luminarias de los polideportivos y los centros de reunión. Además, se implementaron estrategias de apropiación social de la tecnología con el acompañamiento permanente de la comunidad, mediante la conformación de un comité de gestión local que realiza el control, supervisión y mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos instalados.

**Tabla 17. Resumen Pacífico Pura Energía.**

RESUMEN DEL PROYECTO	
Ejecutor	Departamento de electrónica Universidad de Nariño
Padrino	ISAGEN
Valor del proyecto	181.662.190
Cobertura	880 personas

**NARIÑO VIVE DIGITAL 2015.** La Universidad de Nariño llevó a cabo el proyecto del MINTIC denominado “Nariño Vive Digital”, cuyo propósito es beneficiar a tres sectores del departamento de Nariño, con un enfoque especial en el sector educativo.

Dentro de este proyecto, se desarrolló la Granja Digital, un producto innovador creado por estudiantes en colaboración con docentes del departamento de Electrónica. Este sistema contribuye positivamente al desarrollo regional mediante la implementación de un sistema remoto automatizado que permite a directivos, docentes y estudiantes de 37 instituciones educativas agropecuarias monitorear y controlar, a través de una aplicación, el riego por goteo de sus cultivos. Cada Granja Digital utiliza energía fotovoltaica como fuente de alimentación sostenible.

**ALTERNAR 2015.** El proyecto de análisis de oportunidades energéticas con fuentes alternativas de energía, ALTERNAR; es una iniciativa financiada con recursos del FCTel del SGR y es ejecutado con el apoyo de la gobernación de Nariño por la Universidad de Nariño en cooperación con la Universidad de los Andes y ASC Ingeniería S.A. E.S.P.

ALTERNAR definió nuevos modelos de gestión energética para mejorar la cobertura en zonas apartadas y/o no interconectadas de Nariño; proponiendo un esquema de

aprovechamiento integral y sostenible de los recursos locales para la generación de energía alternativa y la investigación de redes inteligentes y microrredes aplicadas a zonas rurales, abordando los retos del cambio climático, el uso racional de la energía y la solución de las necesidades socioeconómicas propias de cada región.

El estudio de las fuentes alternativas se centró en los componentes solar, hídrico, eólico y biomasa, mediante la elaboración de mapas energéticos y el monitoreo de variables ambientales a través de 15 estaciones meteorológicas, metodologías de selección óptima de las fuentes y validación con trabajo de campo.

**CAMPUS VERDE 2016.** La Universidad de Nariño ha sido beneficiada por el programa energía limpia para Colombia a través de la aprobación del proyecto bicicletas campus verde, presentado por el grupo de investigación GIIEE en la convocatoria realizada por USAID en diciembre de 2015 cuyo objeto fue: “Recibir propuestas para desarrollar proyectos demostrativos y/o educativos sobre energías renovables y eficiencia energética”.

La primera fase consistió en implementar una flota de 60 bicicletas eléctricas para el servicio de transporte de la comunidad universitaria, haciendo uso de un sistema de energía renovable para la carga de las baterías y construcción de un ciclo parqueadero ubicado en el campus para la recarga de las baterías con fuentes de energía local como paneles fotovoltaicos y un aerogenerador.

**ROBÓTICA UDENAR 2016.** La Universidad de Nariño ejecuto el proyecto denominado “desarrollo y promoción de competencias científicas y tecnológicas en robótica e informática

en establecimientos educativos del municipio de pasto, departamento de Nariño”, con el apoyo de la gobernación del departamento, financiado por el SGR y con el objetivo de formar el espíritu científico y de apropiación de las TIC en la escuela, la universidad y en diferentes instancias de socialización, además de apropiar mecanismos de ciencia, tecnología e innovación (CT+I) que fortalezcan el aprendizaje.

La iniciativa ofreció formación a través del diplomado en robótica e informática dirigido a 100 docentes de instituciones educativas públicas de Nariño, además de brindar asesoría pedagógica, apoyo técnico y financiero a propuestas de investigación mediante convocatoria pública, dirigida a grupos de investigación juveniles.

## Los objetivos

### *Objetivo general*

Fortalecer la apropiación social de la infraestructura energética que promueva la mitigación del cambio climático en el departamento de Nariño.

### *Objetivos Específicos*

- 🔗 Generar espacios de apropiación que permitan dar a conocer las ventajas y oportunidades que tiene la generación de energía limpia.
- 🔗 Generar productos plástico-sensoriales que permitan identificar los conceptos técnicos relacionados con la generación de energía limpia.

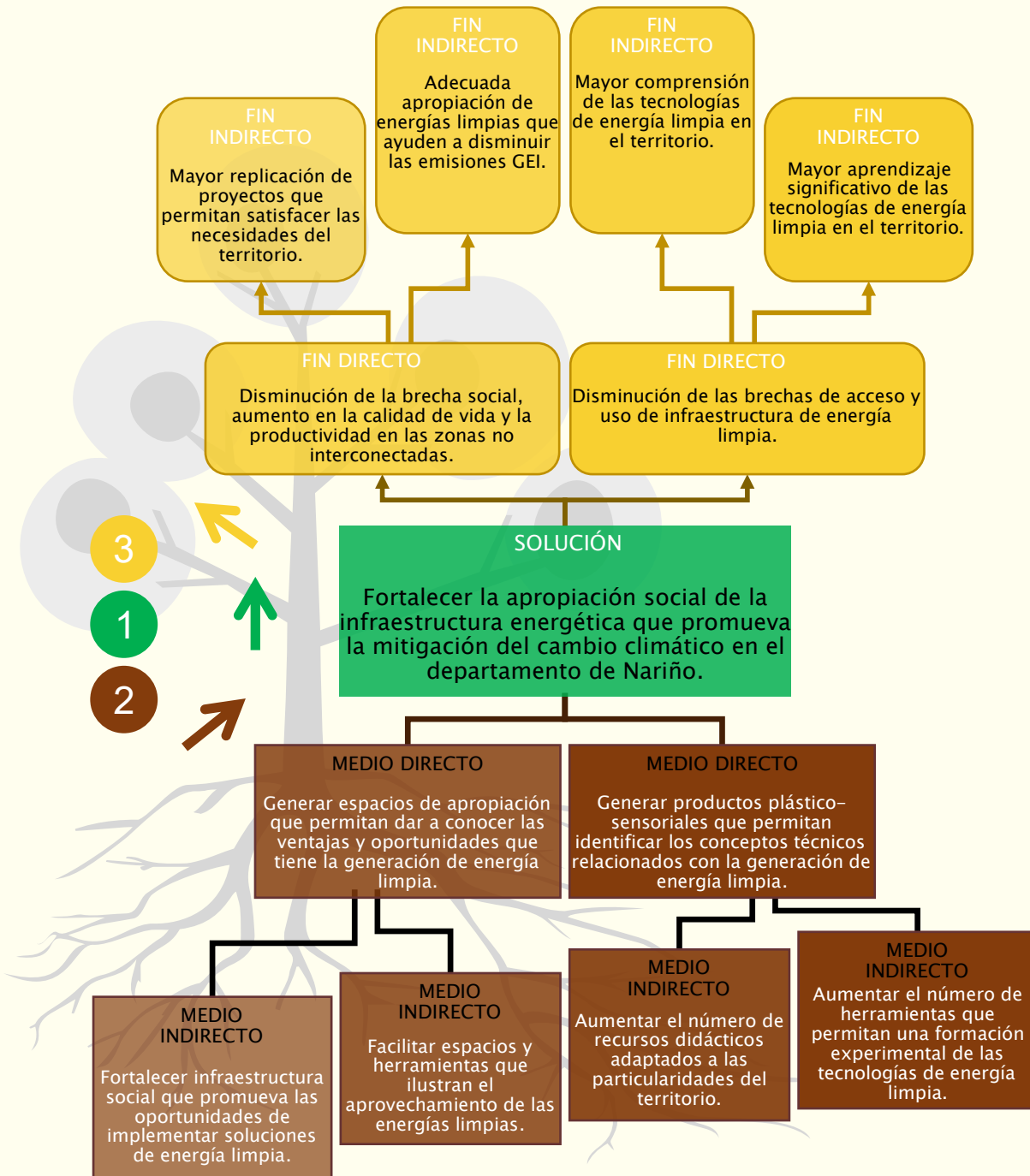
**Árbol de soluciones**

**Objetivos específicos.** Relación de las causas y efectos directos e indirectos con la baja apropiación de las fuentes de energía limpia no convencional.

**Tabla 18. Medios y fines de la solución.**

MEDIOS	
Directos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar espacios de apropiación que permitan dar a conocer las ventajas y oportunidades que tiene la generación de energía limpia.</li> <li>• Generar productos plástico-sensoriales que permitan identificar los conceptos técnicos relacionados con la generación de energía limpia.</li> </ul>
Indirectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecer infraestructura social que promueva las oportunidades de implementar soluciones de energía limpia.</li> <li>• Facilitar espacios y herramientas que ilustran el aprovechamiento de las energías limpias.</li> <li>• Aumentar el número de recursos didácticos adaptados a las particularidades del territorio.</li> <li>• Aumentar el número de herramientas que permitan una formación experimental de las tecnologías de energía limpia.</li> </ul>
FINES	
Directos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la brecha social, aumento en la calidad de vida y la productividad en las zonas no interconectadas.</li> <li>• Disminución de las brechas de acceso y uso de infraestructura de energía limpia.</li> </ul>
Indirectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor replicación de proyectos que permitan satisfacer las necesidades del territorio.</li> <li>• Adecuada apropiación de energías limpias que ayuden a disminuir las emisiones GEI.</li> <li>• Mayor comprensión de las tecnologías de energía limpia en el territorio.</li> <li>• Mayor aprendizaje significativo de las tecnologías de energía limpia en el territorio.</li> </ul>

Ilustración 57. Diagrama de la solución.



### Participantes

Para desarrollar los objetivos del experimento social se convocó a múltiples comunidades para extraer de ellas la mayor cantidad de realidad posible, iniciando con el diagnóstico situacional, pasando con la fabricación de los prototipos y terminando con la validación de los mismos en las comunidades educativas.

**Tabla 19. Comunidades cooperantes.**

COMUNIDADES INFOLUCRADAS	
Actores	Contribución
Comunidad Educativa Rural ALUMNOS DE GRADO 9 IEM AGUSTÍN AGUALONGO, La Laguna	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participar en la ruta de investigación</li> <li>Proponer alternativas de solución</li> <li>Caracterizar alternativas de solución</li> <li>Diseñar alternativas de solución</li> <li>Validación de propuestas</li> </ul>
Comunidad Rural Disperso POBLACIÓN DEL TABLÓN DE GÓMEZ Interesados en Ciencia y tecnología	
Comunidad Educativa Rural ALUMNOS DE GRADO 10 IEM AGUSTÍN AGUALONGO, La Laguna	<ul style="list-style-type: none"> <li>Validación de prototipos</li> </ul>
Comunidades Creativas FABLAB UDENAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fabricación de modelo de bajo costo</li> </ul>
Facilitadores de Ciencia y tecnología CATINAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>Convocar a la población de estudio</li> <li>Sensibilización</li> </ul>
Facilitadores de Innovación Social CISNA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño de los indicadores de apropiación social</li> </ul>
Expertos de base tecnológica OREL ASC INGENIERIA CONEXTEL SOLARTEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Base tecnológica</li> <li>Diagnóstico situacional</li> <li>Desarrollo de la herramienta de dimensionamiento</li> </ul>
Otros Expertos GIIIE Gestores Ondas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Base tecnológica</li> <li>Diagnóstico situacional</li> <li>Estrategia pedagógica</li> <li>Validación de propuestas</li> </ul>

**Marco lógico**

Con el propósito de facilitar la comprensión de la propuesta, se presenta a continuación el enfoque de marco lógico, EML; que describe a detalle los siguientes componentes:

- **Finalidad:** los objetivos de desarrollo, desde los fines directos.
- **Propósito:** el objetivo general, desde la situación final que se desea.
- **Componentes:** los objetivos específicos, desde los medios directos.
- **Actividades:** acciones necesarias para alcanzar los resultados.

**Tabla 20. Finalidad – Marco lógico.**

FINALIDAD			
Meta	Indicador	Verificación	Supuestos
Disminución de la brecha social, aumento en la calidad de vida y la productividad en las zonas no interconectadas	# personas sensibilizadas (Meta: 60) # alternativas de solución (Meta: 5)	Informe del Proyecto Sitio web del proyecto	Participación activa de la comunidad que permita sensibilizar y capacitar en implementación de energías limpias
Disminución de las brechas de acceso y uso de infraestructura de energía limpia	# personas capacitadas (Meta: 30) # visitas a las herramientas de la web (Meta: 30)	Sitio web del proyecto	Disponibilidad de recursos técnicos que permitan desarrollar herramientas didácticas para apropiación e implementación de energías limpias

**Tabla 21. Propósito – Marco lógico.**

PROPÓSITO			
Meta	Indicador	Verificación	Supuestos
Fortalecer la apropiación social de la infraestructura energética que promueva la mitigación del cambio climático en el departamento de Nariño.	# simulaciones o implementaciones realizadas en la herramienta de diseño (Meta: 4)	Sitio web del proyecto	Continuidad y validez de los datos oficiales que permitan la correcta calibración del modelo de simulación

**Tabla 22. Componentes – Marco lógico.**

COMPONENTES				
Núm.	Meta	Indicador	Verificación	Supuestos
A	Generar espacios de apropiación que permitan dar a conocer las ventajas y oportunidades que tiene la generación FNCER	# espacios generados (Meta: 2)	Informe del Proyecto	Participación activa de la comunidad
B	Generar productos plástico-sensoriales que permitan identificar los conceptos técnicos relacionados con la generación FNCER	# productos implementados (Meta: 1) # Recursos implementados (Meta: 3)	Informe de Proyecto	Disponibilidad de recursos técnicos

**Tabla 23. Actividades – Marco lógico.**

ACTIVIDADES				
Núm.	Meta	Indicador	Verificación	Supuestos
A1	Construir indicadores para medir apropiación de FNCER	# reuniones con expertos (Meta: 4) # indicadores construidos (Meta: 10)	Informe del Proyecto	Participación activa de la comunidad
A2	Diseñar estrategia pedagógica para los espacios de intervención	# estrategias diseñadas (Meta: 1)	Informe del Proyecto	contar con un equipo de expertos
A3	Cocrear alternativas de apropiación y descubrir los requisitos mínimos	# experiencias (Meta: 2) # alternativas (Meta: 5)	Informe del Proyecto	Contar con IE y comunidades rurales dispuestas a participar
B1	Implementar prototipo de apropiación.	# productos implementados (Meta: 1)	Sitio web del proyecto	Recursos económicos para la implementación
B2	Implementar herramientas pedagógicas que apoyen el prototipo.	# recursos implementados (Meta: 3)	Sitio web del proyecto	Que las alternativas sean realizables en el tiempo
B3	Desarrollar el sitio web	# sitios web (Meta: 1)	Sitio web del proyecto	Tiempo suficiente para adecuar la información
B4	Validar el prototipo	# personas capacitadas (Meta: 30)	Sitio web del proyecto	Comunidades abiertas a la validación

## El marco teórico

### *Fuentes de energía*

#### Generalidades

**Definición.** Una fuente de energía es un fenómeno físico o químico que es posible aprovechar con fines económicos o biofísicos para realizar un trabajo.

**Importancia.** Históricamente la energía ha desempeñado un papel fundamental en la vida de los seres humanos y satisfacer la creciente demanda energética, limitando su impacto ambiental es un asunto de vital importancia en este siglo.

#### Reseña histórica

Desde el descubrimiento del fuego, unos 770K AC en la prehistoria, hasta el desarrollo de las fuentes de energía solar, la humanidad ha pasado por utilizar diversas fuentes de energía en una gran variedad de sus actividades.

**Prehistoria.** El período que comprende el tiempo desde la aparición de los primeros homínidos bípedos hasta que tenemos constancia de los primeros documentos escritos en el oriente próximo hacia el 3300 AC.

En este período se introduce el uso de fuego para calentarse, alumbrarse, cocinar los alimentos y transformar elementos como el cobre el bronce o el hierro. Adicionalmente se usa la energía humana y animal para la mayoría de las actividades que se realizan.

**Edad antigua.** Inicia al final de la prehistoria y finaliza en el 475 DC, cuando las invasiones de los pueblos germanos terminan con el imperio romano de occidente.

En la edad antigua se origina el concepto de maquina simple y se desarrollan las primeras de ellas; tales como la polea, la palanca y el tornillo.

En este período de tiempo se introdujeron molinos de agua para elevar agua. Adicionalmente se aprovecha la energía generada por la combustión del carbón vegetal.

**Edad media.** Inicia al final de la edad antigua y finaliza en 1453 DC con la caída del Imperio bizantino a manos de los turcos otomanos, fecha que tiene la singularidad de coincidir con la invención de la imprenta y con el fin de la guerra de los Cien Años.

En la edad media se perfeccionan los métodos de refinado del petróleo y se obtienen productos derivados que se utilizarán principalmente para lubricar máquinas simples.

En este período de tiempo se introdujeron los molinos de viento para moler cereales. Así mismo se introduce como fuente de energía el carbón mineral.

**Edad moderna.** Inicia al final de la edad media y el final puede situarse en 1776 DC tras la independencia de los Estados Unidos.

En esta edad se desarrolla la máquina de vapor que permitió una transformación eficiente de la energía calórica en energía mecánica. Así mismo se introduce como fuente de energía el carbón de coque.

Es importante resaltar que, hasta la invención de la máquina de vapor, las energías renovables formaban una parte importante de la energía utilizada por los humanos en sus actividades cotidianas, especialmente la solar, la eólica y la hidráulica.

**Edad contemporánea.** Inicia al final de la edad moderna y comprende el período de tiempo hasta la actualidad.

Se da origen al motor de combustión interna y se da uso al petróleo destilado como combustible de este motor.

A partir de la segunda guerra mundial se modifica la tendencia mundial de utilizar carbón como principal fuente de energía, siendo reemplazada por el petróleo, otro combustible fósil.

Aparece la energía eléctrica, los automóviles y los aviones.

Se logra obtener energía fisionando el átomo y producir los sofisticados combustibles que permiten la propulsión aeroespacial.

### Clasificación

**Clasificación por origen.** Las fuentes de energía pueden ser primarias y secundarias; las primarias son fuentes de energía provienen de un fenómeno natural y no han sido transformadas por el hombre. Las fuentes secundarias son resultado de una transformación intencionada a partir de las fuentes primarias.

**Tabla 24.** Clasificación por origen de las fuentes de energía.

FUENTES PRIMARIAS	FUENTES SECUNDARIAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sol</li> <li>• La biomasa</li> <li>• Las corrientes de agua</li> <li>• Las corrientes del viento</li> <li>• Los minerales energéticos o radiactivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía eléctrica</li> <li>• Energía química</li> <li>• Energía mecánica</li> </ul>

**Clasificación por tiempo de explotación.** Las fuentes de energía pueden ser renovables o no renovable; las renovables son fuentes virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales en la escala de tiempo de su explotación al contrario de las no renovables que disminuyen significativamente en el tiempo que lleva su explotación.

**Tabla 25.** Clasificación por tiempo de explotación de las fuentes de energía.

FUENTES DE ENERGIA RENOVABLES	FUENTES DE ENERGIA NO RENOVABLES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidroeléctrica</li> <li>• Eólica</li> <li>• Solar</li> <li>• Geotérmica</li> <li>• Mareomotriz y Ola motriz</li> <li>• Biomasa y Biocarburantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los combustibles fósiles (carbón y petróleo)</li> <li>• Gas natural</li> <li>• La energía nuclear</li> </ul>

**Clasificación por impacto ambiental.** Aunque ninguna fuente de energía carece de impacto ambiental, las fuentes de energía pueden ser limpias o de bajo impacto ambiental o sucias con un alto impacto ambiental. Es importante agregar que, aunque la mayoría de las fuentes de energía limpia se encuentran clasificadas como renovables esta valoración no tiene el mismo significado.

**Tabla 26.** Clasificación por impacto ambiental de las fuentes de energía.

FUENTES DE ENERGIA LIMPIA	FUENTES DE ENERGIA SUCIA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eólica</li> <li>• Solar</li> <li>• Geotérmica</li> <li>• Mareomotriz y Ola motriz</li> <li>• Biomasa y Biocarburantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los combustibles fósiles (carbón y petróleo)</li> <li>• Gas natural</li> <li>• La energía nuclear</li> </ul>

**Clasificación por frecuencia de uso.** Las fuentes de energía pueden ser convencionales o no convencionales. Las primeras se usan con mayor frecuencia que las

segundas, su cadena de suministro se fundamenta en tecnologías maduras y tienen cadena de mercado bien establecidas, donde es difícil agregar valor. Las segundas en cambio incluyen en su cadena de suministro tecnologías en desarrollo y dependen de mercados en crecimiento aún no establecidos de innovación constante.

**Tabla 27. Clasificación por frecuencia de uso.**

FUENTES DE ENERGÍA CONVENCIONAL	FUENTES DE ENERGÍA NO CONVENCIONAL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La energía nuclear</li> <li>• Los combustibles fósiles (carbón y petróleo)</li> <li>• Gas natural</li> <li>• Hidroeléctrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eólica</li> <li>• Solar</li> <li>• Geotérmica</li> <li>• Mareomotriz y Ola motriz</li> <li>• Biomasa y Biocarburantes</li> </ul>

**Caso de estudio.** La energía *hidráulica* o hidroeléctrica es una forma de energía primaria y renovable que resulta del aprovechamiento de la energía cinética y potencial de las masas de agua. Esta energía renovable puede ser utilizada para la distribución de agua, la navegación y la generación comercial de electricidad.

Esta forma de energía convencional tiene un considerable impacto ambiental cuando para la construcción de grandes hidroeléctricas se inundan importantes superficies de terreno fértil o de valor ecosistémico, se modifican los caudales de los ríos y finalmente se deteriora la calidad del agua. (Bagher et al., 2015)

Algunos usos no convencionales de generación hidráulica a pequeña escala se pueden fabricar utilizando tecnologías sencillas, a muy bajo costo y con un impacto ambiental reducido. Como resultado, se puede fabricar una variedad de turbinas para la producción de energía limpia. (Khomsah et al., 2019)

## *Compromiso ambiental*

### Grupos de trabajo

- En **1931** se crea el Consejo Internacional de Uniones Científicas, posteriormente **ICSU**; ONG abocada a la cooperación internacional para el avance de la ciencia.
- En **1947** se establece la Convención de la Organización Meteorológica Mundial, que sirve como tratado constitutivo de la **OMM**, La Organización Meteorológica Mundial.
- En **1972** se celebró en Estocolmo la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Humano y nace el **PNUMA**, Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente.
- En **1986** el ICSU con el apoyo del PNUMA y la OMM crean el **AGGG**, Grupo Asesor sobre Gases de Efecto Invernadero.
- En **1988** con el apoyo del AGGG y de Naciones Unidas se forma el panel **IPCC** para promover el conocimiento y divulgación del cambio climático antropogénico.
- En **1992** se redacta y firma la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, **CMNUCC**; con la participación de 165 países.
- En **1995** se celebra la primera **COP**, Conferencia de las Partes; de la CMNUCC.
- En **1997** se acuerda incorporar un tratado para lograr los objetivos.
- En **2005** entró en vigencia el protocolo de Kioto, un acuerdo internacional firmado por 84 países que estuvo vigente desde hasta 2012 y tenía por objetivo reducir las emisiones de seis GEI.

- En **2011** Canadá se retira del tratado de Kioto al finalizar la COP17, para evitar posibles sanciones financieras, luego de que sus emisiones superen en 11% la meta esperada.<sup>33</sup>
- En **2012** se acordó la Enmienda de Doha firmada por 147 países y que incluyó otros gases y extendió el protocolo de Kioto. Sin embargo, este proceso no contó con la decisiva participación de Estados Unidos, Rusia, y Canadá que no ratificaron la enmienda.
- En **2013**, China emitió su Estrategia Nacional para Adaptación del Cambio Climático y estableció objetivos de reducir la vulnerabilidad, fortalecer el monitoreo, y sensibilización del público.
- En **2016** se firma y entra en vigor el Acuerdo de París, con la participación de 195 países, de 197 reconocidos; tratado que busca mantener el aumento de la temperatura global promedio por debajo de los 2 °C.<sup>34</sup>
- En **2017** Estados Unidos, aduciendo intereses económicos y seguridad nacional, se retira del Acuerdo de París por primera vez. <sup>35</sup>
- En **2019** anunció el “Pacto Verde Europeo”, una nueva ley climática que tiene como ambicioso objetivo emisiones netas cero de GEI en 2050 para responder a los crecientes desafíos de la crisis climática.
- En **2020** finaliza la Enmienda de Doha e inicia la aplicabilidad del acuerdo de París.

---

<sup>33</sup> Declaración del gobierno de Canadá. Disponible en:  
[https://unfccc.int/files/.../111207\\_cop17\\_hls\\_canada.pdf](https://unfccc.int/files/.../111207_cop17_hls_canada.pdf)

<sup>34</sup> Acuerdo de París. Disponible en:  
[https://es.wikisource.org/wiki/Acuerdo\\_de\\_Paris](https://es.wikisource.org/wiki/Acuerdo_de_Paris)

<sup>35</sup> Noticia. Disponible en:  
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-40124921>

## Consenso científico

Luego de revisar el estado de los conocimientos; el Grupo de trabajo I del IPCC, que se ocupa de las bases físicas del cambio climático, incorpora nueva evidencia al AR5 y formaliza sus contribuciones al sexto informe de evaluación. De la base científica, cifras y hechos mencionados en dicho informe es posible extraer el actual consenso científico sobre cambio climático (Masson-Delmotte et al., 2021).

- Es "inequívoco" e "incontrovertible" que las emisiones de GEI antropogénico han provocado el calentamiento de la tierra, los océanos y la troposfera.
- Los niveles CO<sub>2</sub> atmosférico son los más altos entre 2 y 3.2 millones de años.
- Los niveles de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O atmosférico son los más altos entre 0.8 millones de años y la concentración en los dos últimos siglos tardaría milenios en ser causada por procesos naturales.
- Entre 2010 y 2020 se registra la década más cálida desde que se comenzó a llevar un registro instrumental de temperatura consistente.
- El calentamiento de los últimos 50 años ha ocurrido más rápido que cualquier otro calentamiento en los últimos 2000 años.
- El nivel global del mar ha aumentado entre 20 y 25 cm desde 1900, y la mitad de ese aumento se ha producido desde 1980.
- El cambio climático ha favorecido las precipitaciones repentinas, las inundaciones y agravado otros fenómenos meteorológicos severos.
  - Los peligros de los fenómenos meteorológicos extremos seguirán aumentando a menos que se produzca una rápida reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero necesaria para frenar un mayor calentamiento.

### Resultados de las políticas

Como resultado del trabajo conjunto de los gobiernos y sus grupos de trabajo para la evaluación y mitigación de los efectos climáticos, 38 países desarrollados se comprometieron a limitar sus emisiones de gases de efecto invernadero y algunos de ellos han conseguido reducir las emisiones GEI desde su año base (1990 para la mayoría de los países) pero la mayoría de expertos consideran que no es suficiente. (Roelfsema et al., 2020)

**Tabla 28.** Países con mayores reducciones GEI para Kioto y Doha.

PAÍS	META KIOTO	EMISIONES	META DOHA	EMISIONES
	(2008–2012)		(2013–2020)	
Letonia	-8	-61,2	-20	-56,4
Lituania	-8	-57,9	-20	-55,6
Ucrania	0	-57,1	-24	-56,6
Rumania	-8	-57,0	-20	-55,7
Estonia	-8	-54,2	-20	-55,3
Bulgaria	-8	-53,4	-20	-52,8
Hungría	-6	-43,7	-20	-41,8
Eslovaquia	-8	-37,2	-20	-36,8
Rusia	0	-36,3	(no ratificó)	-32,7
República Checa	-8	-30,6	-20	-30,0
Polonia	-6	-29,7	-20	-28,8
Alemania	-21	-24,3	-20	-23,6
Reino Unido	-13	-23,0	-20	-22,6

Debido a que Estados Unidos no ratificó y Canadá se retiró, los límites de emisiones siguieron vigentes para 36 países y aunque todos cumplieron con el Protocolo, nueve países lo hicieron bajo cuestionados mecanismos de flexibilidad porque sus emisiones nacionales superiores a sus objetivos. (Stoddard et al., 2021)

**Tabla 29. Países con menores reducciones GEI para Kioto y Doha.**

PAÍS	META KIOTO	EMISIONES	META DOHA	EMISIONES
	(2008–2012)		(2013–2020)	
Canadá	-6	+18,5	(se retiró)	+18,5
España	+15	+20.0	-20	+23,7
Grecia	+25	+11.5	-20	+11.9
Irlanda	+13	+11.0	-20	+5.1
Islandia	+10	+10.2	-20	+19,4
Estados Unidos	-7	+9.5	(no ratificó)	+9.5
Portugal	+27	+5.5	-20	+22,4
Noruega	+1	+4.6	-16	+7.5
Liechtenstein	-8	+4.1	-16	+2.4
Australia	+8	+3.2	-0,5	+30.3

Los 36 países comprometidos sólo representaron el 24% de las emisiones globales de GEI y aunque algunos redujeron significativamente sus emisiones durante la vigencia del tratado, otros países aumentaron tanto sus emisiones que las emisiones globales aumentaron un 32%. En este contexto y bajo las circunstancias actuales, varios organismos temen en el futuro, no se puedan cumplir los objetivos acordados (Maxwell, 2010).

### Acuerdo de París

En los primeros años de la llegada de los combustibles fósiles y en una época de escaso consumo energético, no se podía prever el agotamiento de algunas fuentes energéticas y menos los problemas ambientales que algunas de estas fuentes de energía pudieran generar.

Hoy son claras algunas consecuencias del uso de estas fuentes de energía fósil y en el mundo se hacen grandes esfuerzos por mitigar estos efectos adversos con el planeta.

La conferencia COP21 de 2015 se alcanzó su objetivo de lograr por primera vez en la historia un acuerdo mundial sobre los métodos para reducir el cambio climático en el Acuerdo de París. Una de las acciones concretas de este acuerdo para reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático es “Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos”.<sup>36</sup>

**Tabla 30. Características del Acuerdo de París.**

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Estructura	De abajo hacia arriba
Fuerza legal	A diferencia del Protocolo de Kioto, permite metas voluntarias y no tiene fuerza legal
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitar el aumento medio de la temperatura global a 2 grados centígrados respecto a los niveles preindustriales.</li> <li>• Redoblar esfuerzos para no superar la cota de 1,5 grados a final de este siglo.</li> <li>• Alcanzar la neutralidad climática en 2050.</li> </ul>
Que es obligatorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metas voluntarias, pero ambiciosas de los estados miembros (partes)</li> <li>• Presentación de informes</li> <li>• Revisión objetivos</li> </ul>
Que debe incluir	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acción para el empoderamiento climático</li> <li>• Reconocimiento de los derechos humanos</li> <li>• Perspectiva de género</li> </ul>
Como se evalúa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Componente de balance mundial, Global Stock Take, GST.</li> </ul>

Si bien el acuerdo de París y el componente GST son otro paso en la dirección correcta, es necesario hacer mucho más; toda vez que se requieren transformaciones a gran escala para detener la degradación acelerada del medio ambiente; máxime cuando los países

<sup>36</sup> Artículo 2. Acuerdo de París. Naciones Unidas. 2015

mayormente industrializados no están implementando las políticas que se esperaron y la brecha de emisiones GEI sigue creciendo. (Hermwille et al., 2019)

### **Desarrollo sustentable**

A diferencia de las fuentes de energía fósil, que es lo convencional en la actualidad; las fuentes de energía renovable no generan gases de efecto invernadero, no precisan miles de años para su formación y generan un menor impacto ambiental.

En ecología, sostenibilidad o sustentabilidad describe cómo los sistemas biológicos se mantienen productivos con el transcurso del tiempo. Se refiere al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Por extensión se aplica a la explotación de un recurso por debajo del límite de renovación de estos.

Como se detalló en la reseña histórica de las fuentes energéticas con la invención de la máquina de vapor, la mayoría de las fuentes de energía renovable se convirtieron en alternativas no convencionales. Actualmente los avances en los procesos de producción permiten que muchas de estas fuentes de energía renovables sean nuevamente una realidad, no una alternativa.

Así mismo en la actualidad con la generación de energía con fuentes renovables es posible la construcción de redes híbridas, descentralizadas, en territorios sin cobertura de la red principal; cuyos costos de transporte, distribución o comercialización podrían ser inferiores a los de las redes eléctricas tradicionales y que podrían cubrir lugares actualmente sin cobertura o con cobertura intermitente.

## Contexto nacional

**MINERGI**. Estructuras administrativas adscritas al Ministerio de Minas y Energía creadas para apoyar al Ministerio en el logro de sus objetivos y metas y relacionadas con proyectos de energía renovable no convencional.

- **UPME**. La Unidad de Planeación Minero Energética, UPME; es una Unidad Administrativa Especial del orden Nacional; de carácter técnico, regida por la Ley 143 de 1994 y por el Decreto 2121 de 2023.<sup>37</sup>
- **IPSE**. El Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas, IPSE; de orden nacional y autonomía administrativa; regida por los decretos 257 de 2004 y 1371 DE 2014.<sup>38 39</sup>
- **FENOG**. El Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía, FENOG fue creado en el artículo 10 la Ley 1715 de 2014 para financiar parcial o totalmente programas y proyectos relacionados con asistencia técnica, investigación o despliegue de energías no convencionales.<sup>40</sup>

---

<sup>37</sup> Decreto 2121 de 2023. Disponible en:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=226770>

<sup>38</sup> Decreto 257 de 2004. Disponible en:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=66701>

<sup>39</sup> Decreto 1371 DE 2014. Disponible en:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77134>

<sup>40</sup> Ley 1715 de 2014. Disponible en:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>

**Energía renovable no convencional**

**Generalidades**

**Importancia.** Las energías renovables no convencionales, **NCRE**; son fundamentales para la transición hacia un modelo energético de bajo impacto ambiental que disminuya la huella de carbono y las emisiones GEI.

**Tabla 31. Ventajas de las fuentes renovables no convencionales.**

VENTAJA	DETALLE
Autonomía	Permite a países mejorar la independencia energética
Gobernanza local	Permite a comunidades construir redes descentralizadas
Disponibilidad	Facilita el acceso a la energía en regiones remotas o en desarrollo.
Nuevas oportunidades	Genera empresas y empleos en el sector de las energías renovables.
Reducción de emisiones	Disminuye la dependencia de combustibles fósiles, reduciendo la emisión de GEI.
Sostenibilidad	Son fuentes de energía inagotable de contaminación mínima.

**Desafíos.** A pesar de las considerables ventajas de las energías renovables no convencionales, estas dependen en gran medida de un mercado no consolidando, productos en desarrollo y la construcción de una nueva infraestructura de transporte que garantice la estabilidad de la red; esto porque la electricidad no puede almacenarse fácilmente a gran escala y la producción debe coincidir en gran medida con el consumo en tiempo real.

**Tabla 32. Desafíos de las fuentes renovables no convencionales.**

DESAFIO	DETALLE
Intermitencia	Depende de condiciones que no son fácilmente predecibles, como el clima.
Almacenamiento	Requiere sistemas eficientes de almacenamiento de energía.
Costos inversión	La inversión inicial en infraestructura puede ser elevada.
Fallas	Inestabilidad y fallas porque la generación no coincide con la demanda en todo momento.
Impacto ambiental	La fabricación y disposición de paneles solares puede tener un impacto ambiental si no se gestiona adecuadamente.

**Aplicaciones de las Energías renovables.** La energía renovable tiene múltiples aplicaciones en diversos sectores de la economía incluyendo la generación comercial de electricidad con sistemas de aprovechamiento térmico, eólico o fotovoltaico pequeña, mediana y gran escala.

**Tabla 33.** Posibles aplicaciones de la energía renovable.

SECTOR	DETALLE
Agropecuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bombeo de agua para riego</li> <li>• Cercas eléctricas</li> <li>• Secado de cultivos</li> <li>• Calefacción de invernaderos</li> <li>• Aprovechamiento de residuos agroganaderos</li> </ul>
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechamiento de residuos industriales</li> </ul>
Servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de energía a gran escala en parques solares o eólicos</li> <li>• Aprovechamiento temporal y conexión a red de suministro</li> <li>• Producción de agua desalinizada</li> </ul>
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luminarias auto sustentadas</li> </ul>
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estaciones de carga autónomas para vehículos eléctricos</li> </ul>
Hogar y Desarrollo rural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas térmicos para calentar fluidos y agua caliente sanitaria</li> <li>• Tecnologías de calentamiento o enfriamiento solar</li> <li>• Refrigeración</li> <li>• Generación a pequeña y mediana escala</li> <li>• Aprovechamiento de basura biodegradable</li> </ul>

**Contexto nacional.** En Colombia las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable, **FNCER**; están definidas por el artículo 5 de La Ley 1715 de 2014 como “recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleados o son utilizados de manera marginal y no se comercializan ampliamente”. Donde adicionalmente se menciona que a este grupo pertenecen la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, (PCH hasta 50 MW), la eólica, la geotérmica, la solar y los mares.

A pesar de que en la mayoría de países de América y del mundo las pequeñas centrales hidroeléctricas, PCH; están limitadas a un máximo de 10MW de capacidad instalada; en Colombia el Artículo 235 la Ley 2294 de 2023 define que estas pequeñas centrales aprovecharan la energía “obtenida a partir de cuerpos de agua de pequeña escala, instalada a filo de agua y de capacidad menor a los 50 MW”.<sup>41 42</sup>

### Sistemas de energía eólica

**Energía eólica.** Es una forma de energía limpia, renovable y primaria que resulta del aprovechamiento de la energía cinética de las masas de aire. Esta energía no contaminante puede ser utilizada para la ventilación, la navegación e incluso para la generación comercial de electricidad.

**Fundamentos Científicos.** La energía eólica se origina por la compensación en las diferencias de presión atmosférica, resultado de las diferencias de temperatura de la superficie y atmosfera terrestre. Cuando la radiación atmosférica calienta una zona de la superficie terrestre, esta calienta el aire a su alrededor y este se dilata aumentando de volumen; este calentamiento provoca el ascenso del aire hasta que su temperatura se iguala con el aire circundante y se compensan las diferencias de presión; al mismo tiempo el aire frío de la parte superior desciende a ocupar el espacio que ha dejado el aire ascendido.

---

<sup>41</sup> Informe mundial sobre desarrollo de PCH 2019. Disponible en:

<https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-07/ExecutiveSummary-Spanish.pdf>

<sup>42</sup> Artículo 235 de la Ley 2294 de 2023. Disponible en:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510#235>

Aunque la dirección y velocidad del aire en la atmosfera se ve afectado por el relieve terrestre, las fuerzas de flotabilidad, los movimientos de la tierra y el efecto Coriolis; algunas simplificaciones nos permiten caracterizar los componentes de viento y predecir su comportamiento en el tiempo; de manera que es posible dimensionar y aprovechar este movimiento como una fuente de energía en aplicaciones, tales como:

- Aunque la **propulsión eólica** es usada para la navegación desde las primeras civilizaciones, hoy es desplazada por los motores de combustión interna y reducida a unos pocos casos específicos que incluyen la recreación.
- Los **molinos de viento**, muy populares en la edad media, fue desplazados a partir de la revolución industrial por máquinas de combustión interna que son contaminantes.
- Hoy gracias al **generador eléctrico** esta energía es nuevamente utilizada para producir electricidad.

**Tabla 34. Países con mayor potencia eólica instalada vs emisiones CO2.**

RANK	PAÍS	2007	2017	2022		
		Capacidad (MW)	Capacidad (MW)	Capacidad (MW)	Crecimiento 5 años	Porcentaje en el mundo
1	China	5.912	188.232	365.964	194%	41%
2	Estados Unidos	16.819	89.077	140.862	158%	16%
3	Alemania	22.247	56.132	66.315	118%	7%
4	India	7.850	32.848	41.930	128%	5%
5	España	--	23.124	29.308	127%	3%
6	Reino Unido	2.389	18.872	28.537	151%	3%
7	Brasil	247	12.763	24.163	189%	3%
8	Francia	2.477	13.759	21.120	153%	2%
--	Mundo	93.927	539.581	898.824	270%	100%

## Sistemas de energía solar

**Energía Solar.** Es una forma de energía limpia, renovable y primaria ya que se obtiene directamente de la radiación electromagnética emitida por el Sol. Esta energía se manifiesta en forma de luz, calor y rayos ultravioleta, y es captada mediante diversas tecnologías en desarrollo para su conversión en electricidad o calor útil. El aprovechamiento no convencional de la energía solar no genera emisiones contaminantes y no contribuye al cambio climático.

**Fundamentos Científicos.** La energía solar se origina en el núcleo del Sol, donde ocurren reacciones de fusión nuclear que convierten el hidrógeno en helio, liberando enormes cantidades de energía en forma de radiación electromagnética. Esta radiación viaja a través del espacio y llega a la Tierra, donde puede ser aprovechada mediante tecnologías como:

- **Energía Solar Fotovoltaica:** Utiliza células fotovoltaicas para convertir la luz solar directamente en electricidad mediante el efecto fotoeléctrico.
- **Energía Solar Térmica:** Capta el calor del Sol para calentar fluidos, que pueden ser utilizados para generar vapor y mover turbinas que producen electricidad, o para aplicaciones directas como calefacción y agua caliente sanitaria.
- **Energía Solar Termoelectrónica:** Combina espejos o lentes para concentrar la radiación solar en un punto específico, generando altas temperaturas que se utilizan para producir electricidad.

**Tabla 35. Países con mayor potencia fotovoltaica instalada.**

RANK	PAÍS	2007	2017	2022		
		Capacidad (MW)	Capacidad (MW)	Capacidad (MW)	Crecimiento 5 años	Porcentaje en el mundo
1	China	--	130.822	393.032	300%	37%
2	Estados Unidos	830	43.115	113.015	262%	11%
3	Japón	1.9	44.226	78.833	178%	7%
4	Alemania	3.835	42.293	66.554	157%	6%
5	India	--	18.152	63.146	348%	6%
6	Australia	82	7.354	26.792	364%	3%
7	Italia	120	19.688	25.083	127%	2%
8	Brasil	--	1.296	24.079	1858%	2%
--	Mundo	9.443	389.411	1.053.115	270%	100%

El aprovechamiento de energía solar y eólica está concentrado en pocos países; toda vez que los primeros ocho líderes suman el 75% y 80% del total respectivamente; países que sumados aportan el 58% de las emisiones GEI antropogénico calculadas como CO<sub>2eq</sub> según las directrices de IPCC por cada una de las partes del CMNUCC. (European Commission. Joint Research Centre. & IEA., 2024)

**Tabla 36. Emisión de GEI en líderes de capacidad solar y eólica.**

PAÍS	CO <sub>2</sub> EQ PER CÁPITA (T/AÑO)			CO <sub>2</sub> EQ TOTAL (MT/AÑO)					
	2007	2017	2022	2007	%	2017	%	2022	%
Australia	28,3	25,1	21,9	593	1%	613	1%	569	1%
Estados Unidos	23,6	19,0	18,0	7.107	16%	6.152	12%	6.046	12%
China	7,2	9,5	10,6	9.578	22%	13.362	27%	15.160	29%
Alemania	11,8	10,9	9,2	962	2%	894	2%	762	1%
Japón	10,9	10,3	8,8	1.406	3%	1.317	3%	1.108	2%
Italia	9,5	7,1	6,8	562	1%	423	1%	403	1%
España	10,2	7,7	6,6	462	1%	355	1%	305	1%
Brasil	5,5	5,9	6,0	1.048	2%	1.239	2%	1.298	2%
Reino Unido	10,6	7,1	6,0	653	1%	467	1%	407	1%
India	2,0	2,6	2,8	2.368	5%	3.498	7%	3.897	7%
Mundo	6,5	6,6	6,5	43.749	100%	49.879	100%	51.968	100%

*Nota. Tomado de: Emissions Database For Global Atmospheric Research; EDGAR, no se incluye LULUCF.*

### Sistemas de almacenamiento de energía

Como ya se mencionó uno de los grandes desafíos de la energía no convencional es el almacenamiento de energía porque la generación no coincide con la demanda en todo momento y almacenar energía en grandes cantidades no es fácil y resulta ser costoso.

**Tabla 37.** Clasificación de los tipos de almacenamiento por tipo de energía.

TIPO DE ENERGÍA	TIPO DE ALMACENAMIENTO	MANTENIMIENTO	CAPACIDAD	RESPUESTA	COSTO
Hidráulica	Saltos de agua artificiales	Meses	Muy Alta	Media	Alto
Mecánica	Volantes de inercia	Horas	Baja	Alta	Alto
	Aire comprimido	Días	Media	Media	Medio
Térmica	Sales fundentes a altas temperaturas	Horas	Horas	Muy baja	Alto
Química	Supercondensadores	Segundos	Muy Baja	Muy alta	Medio
	Baterías recargables (acumuladores)	Meses	Media	Baja	Alto
	Pila de combustible Hidrogeno	Meses	Alta	Alta	Medio
Magnética	Superconductores SMES	Segundos	Media	Alta	Muy alto

Todas estas tecnologías se encuentran en pleno desarrollo, lo que es propio de las fuentes de energía no convencionales; algunas de ellas aun requieren superar algunos desafíos para aumentar características como la capacidad (a kWh) o los tiempos de mantenimiento de la energía almacenada (a Días) disminuyendo los tiempos de respuesta (a ms) sin causar degradaciones, pero todas ellas son plenamente funcionales.

**Caso de estudio.** Un caso de especial importancia es el de las baterías que gracias a la rápida propagación de la movilidad eléctrica están consiguiendo avances importantes rápidamente.

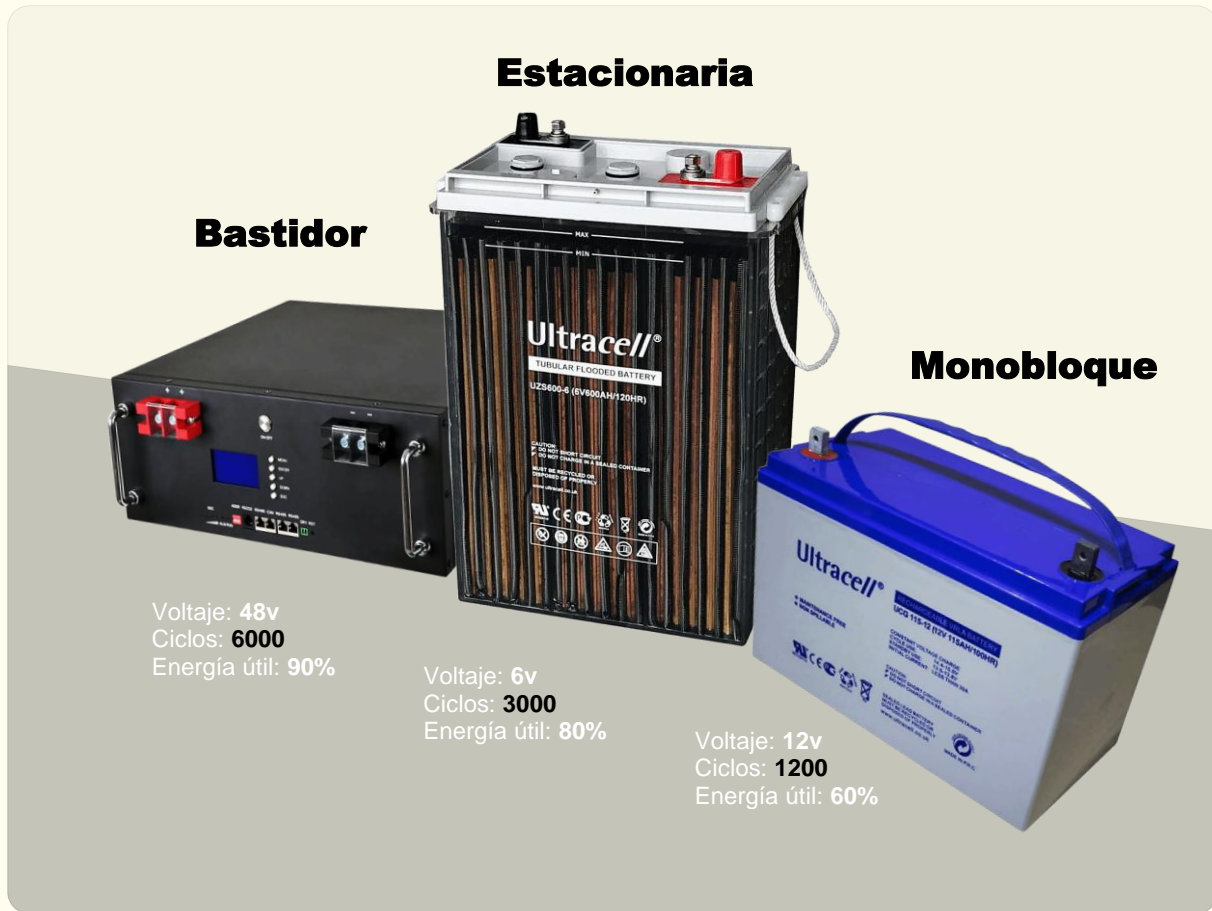
**Tabla 38. Caracterización de baterías por tipo de electrolito.**

TIPO DE BATERIA	DETALLE	MANTENIMIENTO	CAPACIDAD	RESPUESTA	COSTO
		% Auto-descarga/mes	Wh/Kg	Tiempo de carga (h)	
Plomo-ácido <b>PbSO<sub>4</sub></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Altamente contaminantes.</li> <li>Eficiencia del 70-90%.</li> </ul>	5	30-40	8-16	Bajo
Níquel-Hierro <b>Ni-Fe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Larga vida útil (10000).</li> <li>Eficiencia del 65%.</li> </ul>	10	30-55	4-8	Bajo
Níquel-Cadmio <b>Ni-Cd</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efecto memoria muy alto.</li> <li>Eficiencia del 80%.</li> </ul>	30	48-80	10-14	Bajo
Níquel-Hidruro Metálico <b>Ni-MH</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efecto memoria bajo.</li> <li>Tolerancia al frío baja.</li> <li>Eficiencia 66%.</li> </ul>	20	60-120	2-4	Bajo
Ion de Litio <b>LI-ION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efecto memoria muy bajo.</li> <li>Larga vida útil (4000).</li> <li>Eficiencia del 90-95%.</li> </ul>	25	110-260	2-4	Alto
Polímero de Litio <b>LiPo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Larga vida útil (5000)</li> <li>Buena tasa de descarga.</li> <li>Materiales escasos.</li> </ul>	10	100-130	1-2	Muy alto
Ion de Sodio <b>Na-ION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Larga vida útil (5000)</li> <li>Materiales abundantes.</li> <li>Bajos riesgos.</li> <li>Eficiencia 92%.</li> </ul>	10	80-165	<0.5	Bajo

**Tabla 39. Clasificación de baterías por su construcción.**

TIPO DE BATERIA	DETALLE	VOLTAJE	MANTENIMIENTO	CICLOS DE VIDA	PROFUNDIDAD DE DESCARGA	COSTO
Monobloque <b>Cátodo plano 2V (X6)</b>	Abiertas (Plomo-Ácido)	12	Inundadas Requerido	350	60%	Bajo
	VRLA (Plomo-Ácido)	12	Selladas Con válvula	400	60%	Bajo
	AGM (Plomo-Ácido)	12	No	500	60%	Medio
	GEL	12	No	1200	60%	Medio
Estacionarias <b>Cátodo tubular 2V/CELDA</b>	1 celda Inundadas (Plomo-Ácido)	2	Inundadas Requerido	3000	60%	Alto
	1 celda GEL	2	No	3000	60%	Alto
	3 celdas GEL	6	No	3000	60%	Alto
En bastidor <b>LI-ION 3.2V/CELDA</b>	15 celdas LFP	48	Monitor BMS	6000	90%	Alto

*Ilustración 58. Tipos de encapsulamiento de baterías.*



Las baterías de litio-ion tienen mayor vida útil, una mayor densidad de carga, están casi libres de mantenimiento y ofrecen una descarga más estable y profunda; pero no están libres de limitaciones. El electrólito líquido es inestable en presencia de metal de litio, a esto se debe la necesidad de velocidad lenta de recarga con baterías de ion de litio y que no soporten picos grandes de corriente; adicionalmente el litio es un material escaso y costoso por ello están evolucionando a tecnologías de sodio que es abundante y por tanto económico.

### Componentes habituales

Los sistemas de generación eléctrica no convencionales a menudo incluyen alguno o varios de los siguientes componentes.

**Tabla 40.** Grupo de componentes típicos en un FNCER.

GRUPO	COMPONENTES	DETALLE
Convertidores EE/EM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motores DC</li> <li>• Motores AC Monofásicos</li> <li>• Motores AC Bifásicos</li> <li>• Motores AC Trifásicos</li> </ul>	<p><b>Electricidad a Movimiento</b></p> <p>Son dispositivos que aplicando la fuerza de Lorentz convierten el movimiento de los electrones en un campo magnético en una energía mecánica aprovechable.</p> <p>Ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor AC: Licuadora doméstica <b>115 VAC, 60Hz.</b></li> </ul>
Convertidores EM/EE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generadores DC o Dinamos</li> <li>• Generadores AC o Alternadores</li> </ul>	<p><b>Movimiento a Electricidad</b></p> <p>Son dispositivos que aplicando el fenómeno de inducción electromagnética se encargan de convertir energía mecánica en energía eléctrica o viceversa; ya que según su construcción pueden ser reversibles.</p> <p>Ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinamo para bicicletas <b>12VDC, 5W</b></li> </ul>
Convertidores DC/AC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onduladores.</li> <li>• Inversores.</li> </ul>	<p><b>Directa a Alterna</b></p> <p>Son dispositivos que convierten la corriente continua (DC) o que fluye en un solo sentido en corriente alterna (AC) que fluye en dos sentidos; para ello necesita conformar ondas de iguales características a la red a la que serán conectado.</p> <p>Ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversor para auto <b>12VDC / 115 VAC, 60Hz 1.5KW.</b></li> </ul>
Convertidores AC/DC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptadores.</li> <li>• Rectificadores.</li> <li>• Cargadores.</li> </ul>	<p><b>Alterna a Directa</b></p> <p>Son dispositivos que convierten la corriente alterna (AC) que fluye en dos sentidos a corriente directa; para ello necesita rectificar y filtrar los componentes AC de una señal.</p> <p>Ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargador Celular <b>120 VAC, 60Hz / 5VDC, 68Amp</b></li> </ul>

Los dispositivos que generan o convierten electricidad no tienen capacidades infinitas por eso en sus características de salida se incluye un máximo de potencia o corriente que puede entregar.

Diagramas de bloques

Ilustración 59. Diagrama de bloques FNCER – eólico.

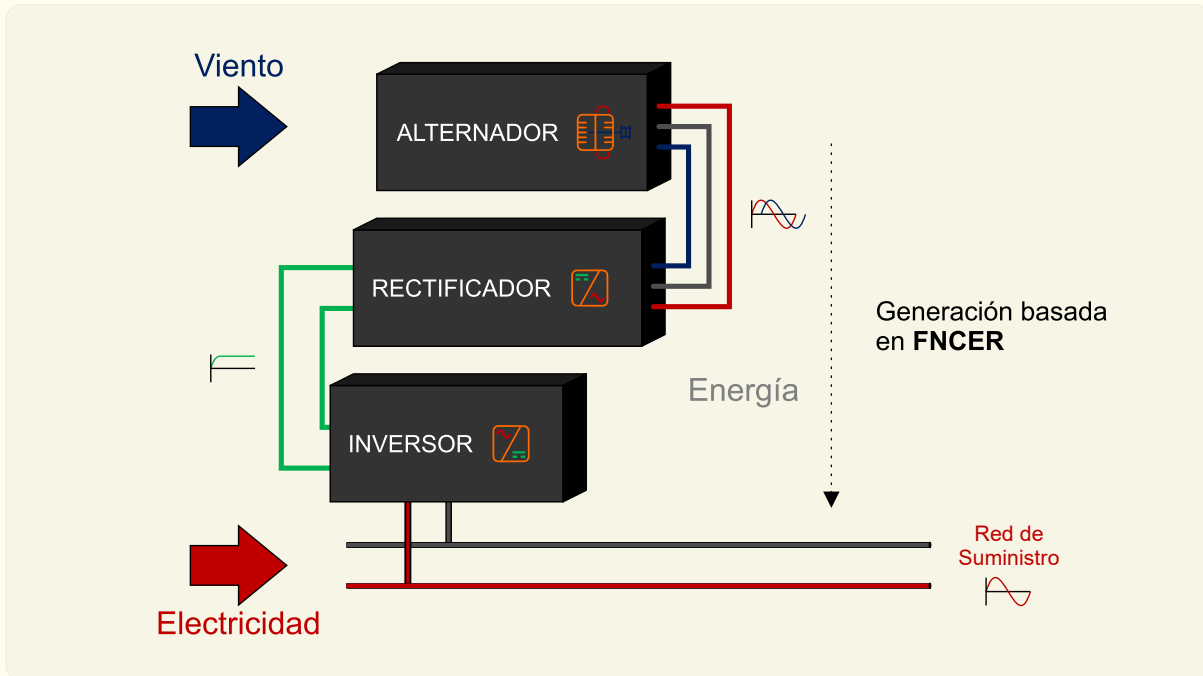
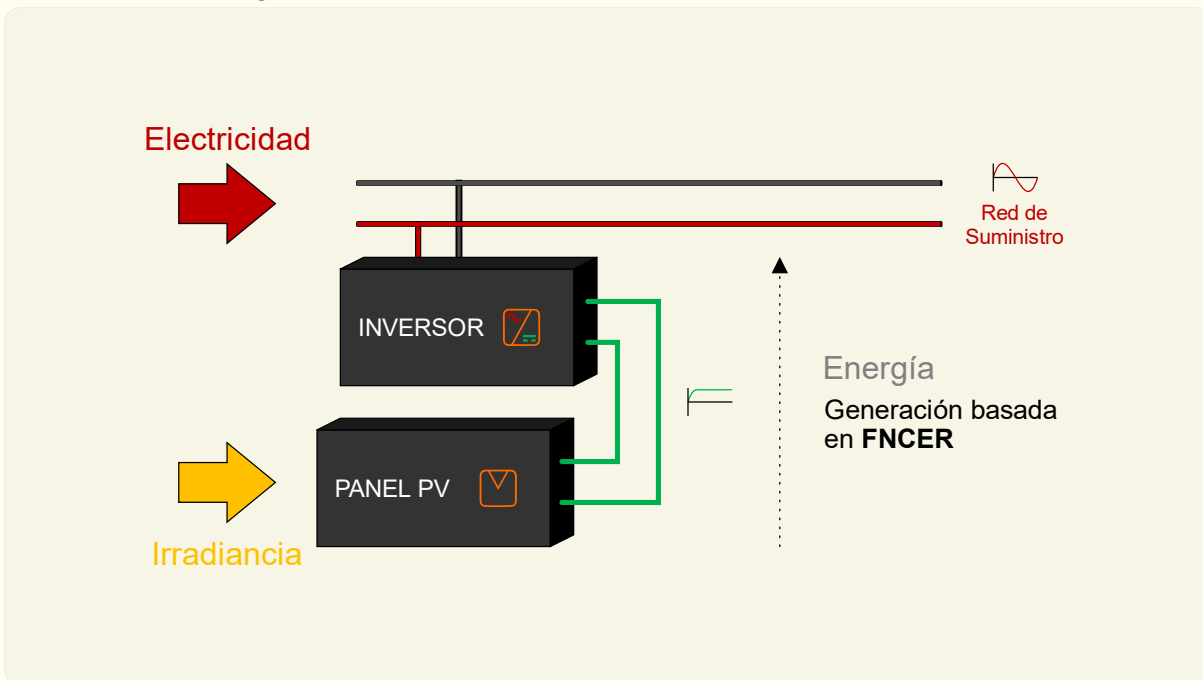


Ilustración 60. Diagrama de bloques FNCER – solar.



## Componentes de un sistema fotovoltaico

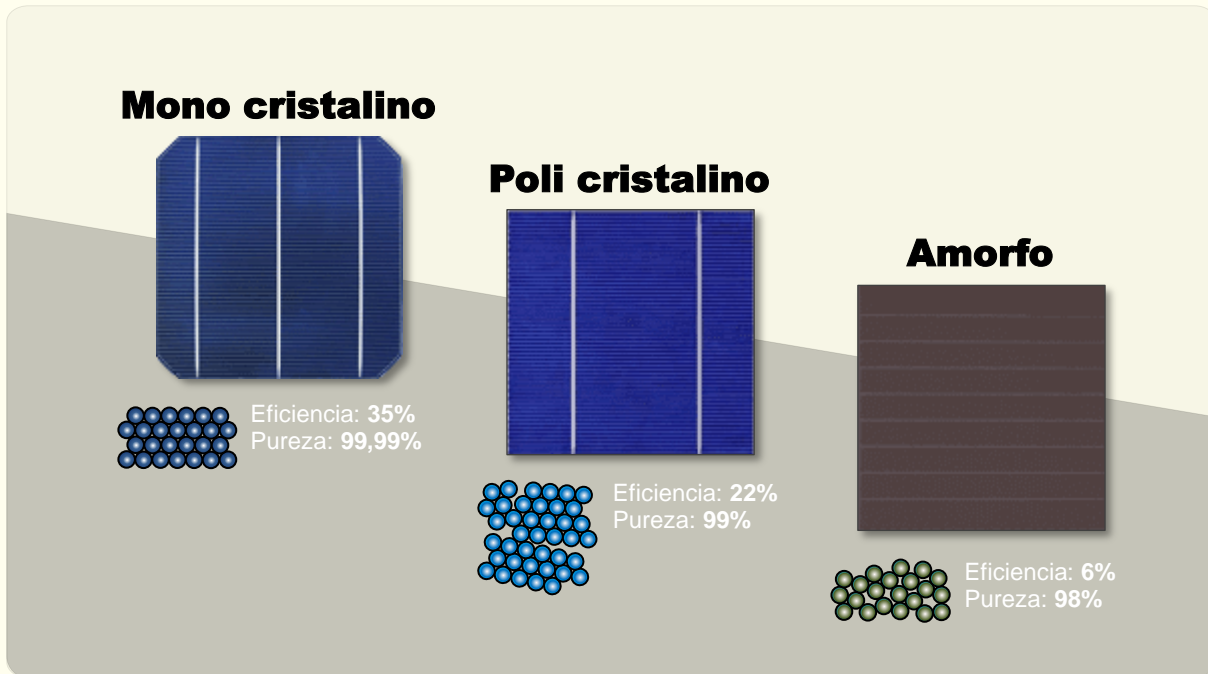
**Paneles solares.** Son dispositivos que agrupan en serie, en un marco protector, varias células fotovoltaicas; células que a su vez mezclan diferentes capas de semiconductores para convertir los fotones presentes en la radiación solar en tensión eléctrica continua mediante el efecto fotovoltaico.

El rango de voltajes DC y potencias generados por un módulo fotovoltaico o panel solar dependerá de la cantidad, tipo y tamaño de las células con las que está construido el módulo. El fabricante del módulo fotovoltaico incluye en su ficha técnica el voltaje y la potencia máxima que puede generar con el módulo para un rango de temperaturas y de irradiancia, que son las características externas que afectan su funcionamiento.

*Ilustración 61. Estructura de un panel solar.*



*Ilustración 62. Tipos de células fotovoltaicas.*



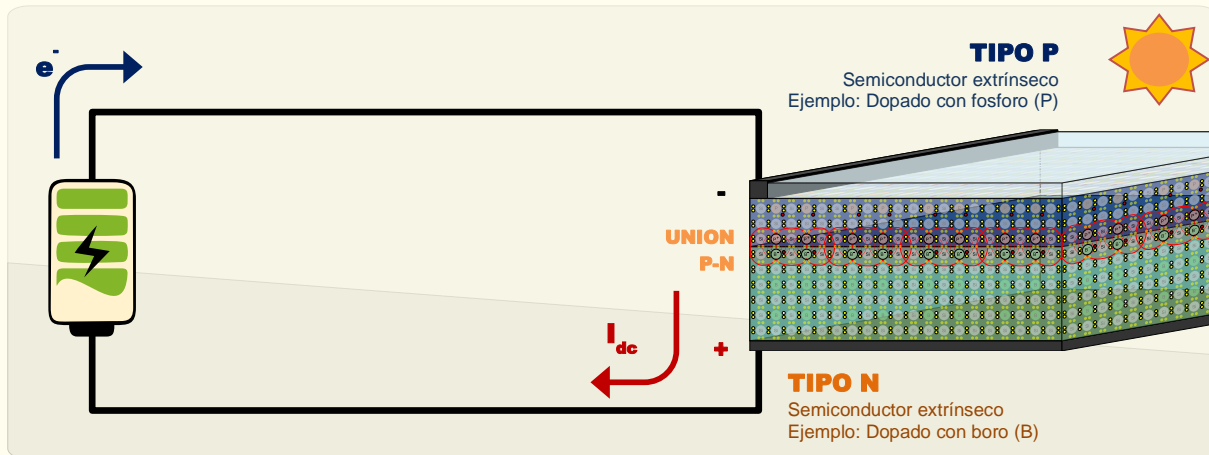
*Tabla 41. Clasificación por el tipo de célula y semiconductor de un panel solar.*

TIPO	CARACTERÍSTICAS	EFICIENCIA VS COSTE
Silicio Amorfo <b>a-Si</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura amorfa.</li> <li>Proceso de fabricación rápido.</li> <li>Color gris oscuro uniforme.</li> <li>Pureza mayor 98.5%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baja eficiencia (6%).</li> <li>Bajo costo.</li> <li>Alta tolerancia al calor.</li> </ul>
Silicio Policristalino <b>Multi-Si</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura cristalina poco uniforme.</li> <li>Células rectangulares.</li> <li>Color azul oscuro uniforme.</li> <li>Proceso de fabricación rápido.</li> <li>Pureza mayor a 99%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mediana eficiencia (15–22%).</li> <li>Mediano costo.</li> <li>Alta tolerancia al calor.</li> </ul>
Silicio Monocristalino <b>Mono-Si</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura cristalina continua.</li> <li>Proceso de fabricación lento.</li> <li>Células octogonales.</li> <li>Color negro oscuro uniforme.</li> <li>Pureza mayor a 99.999%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta eficiencia (35%).</li> <li>Alto costo.</li> <li>Baja tolerancia al calor.</li> </ul>

En la tecnología dominante en la actualidad cada una de estas células es una unión de dos semiconductores extrínsecos; uno tipo **P** y uno tipo **N**, en la misma configuración que se encuentra en un diodo; por tanto, una célula de silicio tendrá características de voltaje y

corriente similares al diodo de silicio; esto que significa que tendremos una caída de potencial (voltaje) de 0,7V por cada célula al interior del panel y que la potencia dependerá de la superficie y eficiencia de la unión P-N.

**Ilustración 63.** Unión PN en un panel solar.



**Caso de estudio:** En una configuración típica de 36(9x4) células de 0.166m de silicio monocristalino y una eficiencia del 21%, podemos hacer cálculos aproximados para la superficie (S) el voltaje (V) y la potencia máxima (P) con una irradiancia de 1000w/m<sup>2</sup>.

$$V = 36 \times 0.7v = 25.2v$$

$$S = 36 \times (0.166m)^2 = 0.99m^2$$

$$P = 0.21 \times (0.99m^2 \times 1000w/m^2) = 208w$$

**Tabla 42.** Aspectos a tener en cuenta con un panel solar.

MOMENTO	DETALLE
Elección	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tipo de célula:</b> dependiendo de la radiación geolocalizada y el uso puede ser necesaria mayor o menos eficiencia.</li> <li>• <b>Temperatura:</b> dependiendo del clima y de las estaciones del lugar puede ser conveniente un tipo de célula específico.</li> </ul>
Instalación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ubicación:</b> calcular la orientación e inclinación óptima del panel según la ubicación geográfica ayuda a maximizar la cantidad de radiación captada.</li> <li>• <b>Temperatura:</b> los paneles son más eficientes a temperaturas más bajas.</li> </ul>
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sombras y suciedad:</b> reducen la cantidad de luz que llega a las celdas y si se mantienen pueden causar puntos calientes y la degradación del panel.</li> <li>• <b>El cableado:</b> la humedad, la mala fijación puede causar sulfatación y pérdidas de potencia.</li> </ul>

**Inversores.** Son dispositivos Conversores DC/AC electrónicos que a partir de una señal continua caracterizan una señal de salida con la forma, amplitud y frecuencia requerida o de iguales características a las de la red a la que serán conectados. En Colombia esto es  $110 \pm 5\%$  VAC a 60 Hz; ya que es a partir de esta señal que los equipos domésticos o industriales obtienen la energía que necesitan.

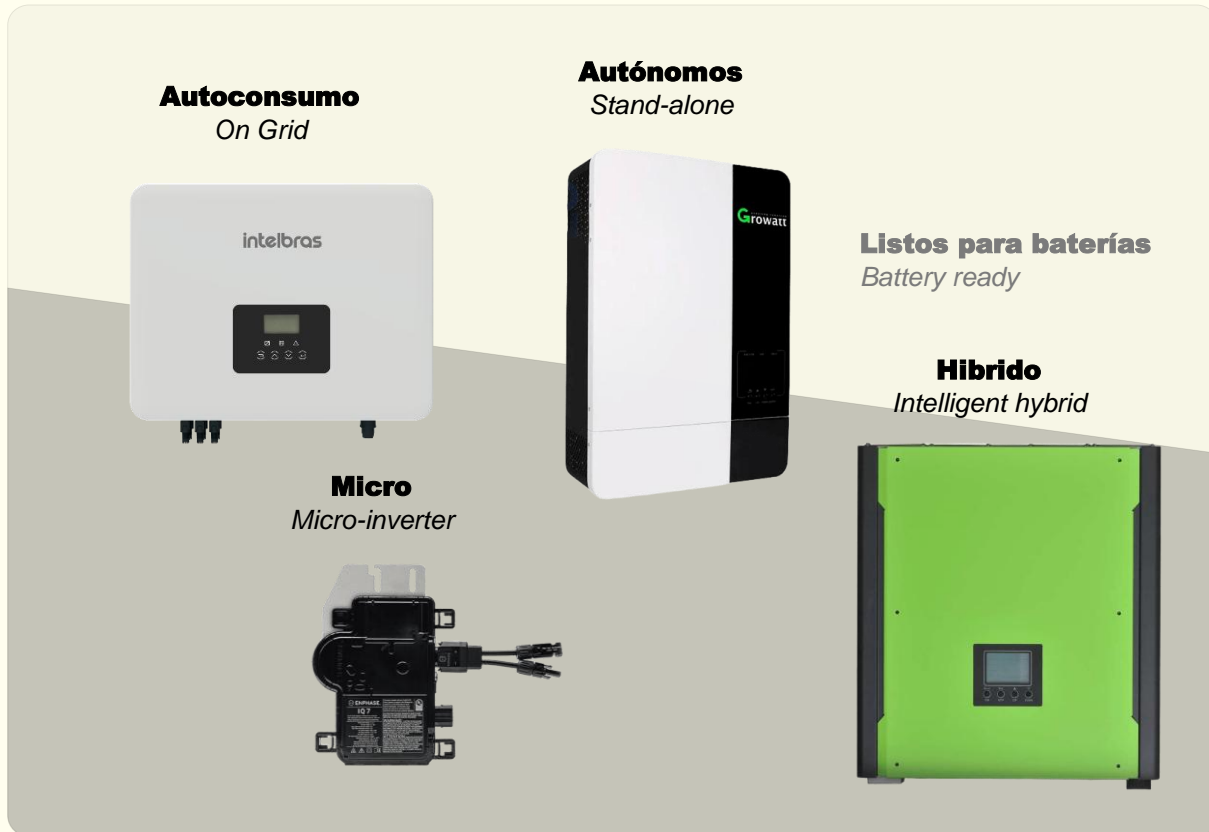
Estos equipos pueden ser monofásicos, bifásicos o trifásicos en función de si obtiene una, dos o tres señales de alterna respectivamente y en configuraciones típicas un inversor monofásico puede convertir 12, 24 o 48 voltios de tensión continua (VDC) en 110 voltios de alterna (VAC) con potencias que van desde los cientos a los miles de vatios.

Es habitual que sumado a su función principal los inversores para fotovoltaica comerciales incluyan, sistemas de protección (sobre voltaje, corto circuito), sistemas de enfriamiento (disipadores, ventiladores) y sistemas de monitoreo y control; para garantizar el funcionamiento óptimo con eficiencias mayores al 90% en diversas condiciones de uso.

**Tabla 43.** Clasificación por funcionalidad de un inversor.

TIPO DE INVERSOR		CARACTERISTICAS	EFICIENCIA	COSTE
Autoconsumo	De cadena <i>String</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No pueden cargar baterías.</li> <li>Incluyen control de vertido a red (<i>On Grid</i>).</li> <li>Aportan energía en las horas de sol.</li> <li>Su función es disminuir costos.</li> </ul>	98%	Bajo
	Micro inversores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Van conectados a cada panel individualmente.</li> <li>Realizan la misma función de los de autoconsumo.</li> </ul>	90%	Bajo
Autónomos	+ Regulador	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necesitan de baterías.</li> <li>No incluyen control de vertido a red y no se pueden inyectar excedentes a la red de servicio pública.</li> <li>Su función es reemplazar el servicio.</li> </ul>	99%	Medio
	+ Controlador			
	+ Arranque			
Híbridos	+ Regulador	<ul style="list-style-type: none"> <li>Admiten baterías y se pueden conectar a red.</li> <li>Permiten inyectar los excedentes a la red de servicio.</li> <li>Su función es disminuir el costo y dar servicio en caso de un corte del servicio.</li> </ul>	99%	Alto
	+ Controlador			
	+ Arranque			

*Ilustración 64. Tipos de inversores por funcionalidad.*



Los inversores de autoconsumo son los más simples y se usan en instalaciones industriales donde el propósito es reducir el costo del servicio eléctrico, como no tienen un banco de baterías carecen de las funciones que puede si puede incluir un inversor híbrido o aislado.

**Tabla 44.** Funciones adicionales que puede incluir un inversor conectado a baterías.

FUNCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Regulador de carga	Carga las baterías conectadas al inversor.
Controlador de carga	Suspende la carga de las baterías cuando están totalmente cargadas.
Señal de arranque	Envía una señal a un generador externo cuando las baterías están a bajo nivel.
Monitor de carga	Aplicación con funcionalidades para monitorizar la carga de las baterías.

Debido a la diversidad de tensiones de entrada que puede provenir de un sistema de energía no convencional, la mayoría de inversores se adaptan dinámicamente a las condiciones de entrada, esto es que incluyen sistemas PWM y/o MPPT para hacer seguimiento al punto de potencia máxima.

Así mismo los inversores conectados a baterías incluyen configuraciones específicas del ciclo de carga según el banco de baterías, de ahí que no todos los inversores estén optimizados para todos los tipos de baterías y en algunos casos sean incompatibles con algún tipo de batería; por eso es necesario que en el dimensionamiento de la carga y tiempo de mantenimiento se incluya las marcas de inversores y baterías disponibles comercialmente en el mercado local.

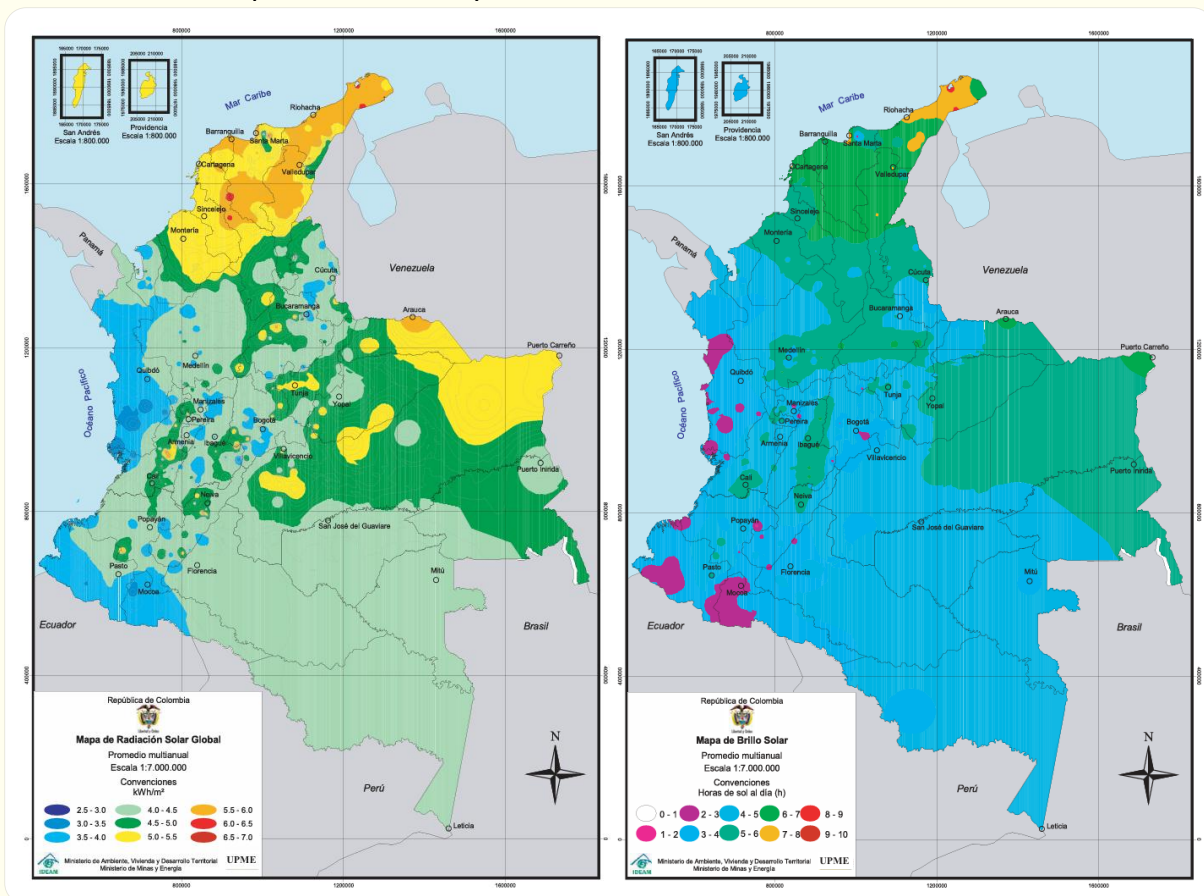
**Tabla 45. Aspectos a tener en cuenta con un inversor.**

MOMENTO	DETALLE
Elección	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tipo de aprovechamientos:</b> según las necesidades y el espacio disponible se puede diseñar una red distribuida con micro inversores o centralizada con inversores de cadena.</li> <li>• <b>Funcionalidades:</b> cuales son indispensables en el aprovechamiento; pensar si se necesita baterías, control, regulación de carga y/o señal de arranque.</li> <li>• <b>Baterías:</b> la elección del inversor puede limitar el tipo de baterías que admite.</li> <li>• <b>Potencia:</b> es importante dimensionar adecuadamente las necesidades de potencia del aprovechamiento.</li> </ul>
Instalación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Eficiencia:</b> calcular el número óptimo de paneles por cada entrada MTTP del inversor y conectar una serie de paneles idénticos recibiendo iguales características de radiación.</li> <li>• <b>Protección de la batería:</b> si está conectado a baterías es indispensable configurar adecuadamente en el inversor las baterías conectadas.</li> </ul>
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Calibración:</b> limpieza y calibración cada 2 años.</li> <li>• <b>El cableado:</b> la humedad, la mala fijación puede causar sulfatación y pérdidas de potencia.</li> <li>• <b>Ventiladores:</b> el funcionamiento correcto de los ventiladores evita deterioro o daño de las etapas de potencia del inversor.</li> </ul>

### Mapas de aprovechamiento energético

**Mapas de radiación solar.** Estos ilustran la cantidad de radiación horizontal en kWh/m<sup>2</sup> que llegan a la superficie terrestre en diferentes áreas geográficas permitiendo evaluar el potencial de generación solar y dimensionar adecuadamente un aprovechamiento energético. Existe un atlas de radiación solar realizado por el IDEAM en cooperación con el UPME. (Ministerio de Minas y Energía de Colombia et al., 2019a)

**Ilustración 65. Mapas de radiación y brillo solar de Colombia.**

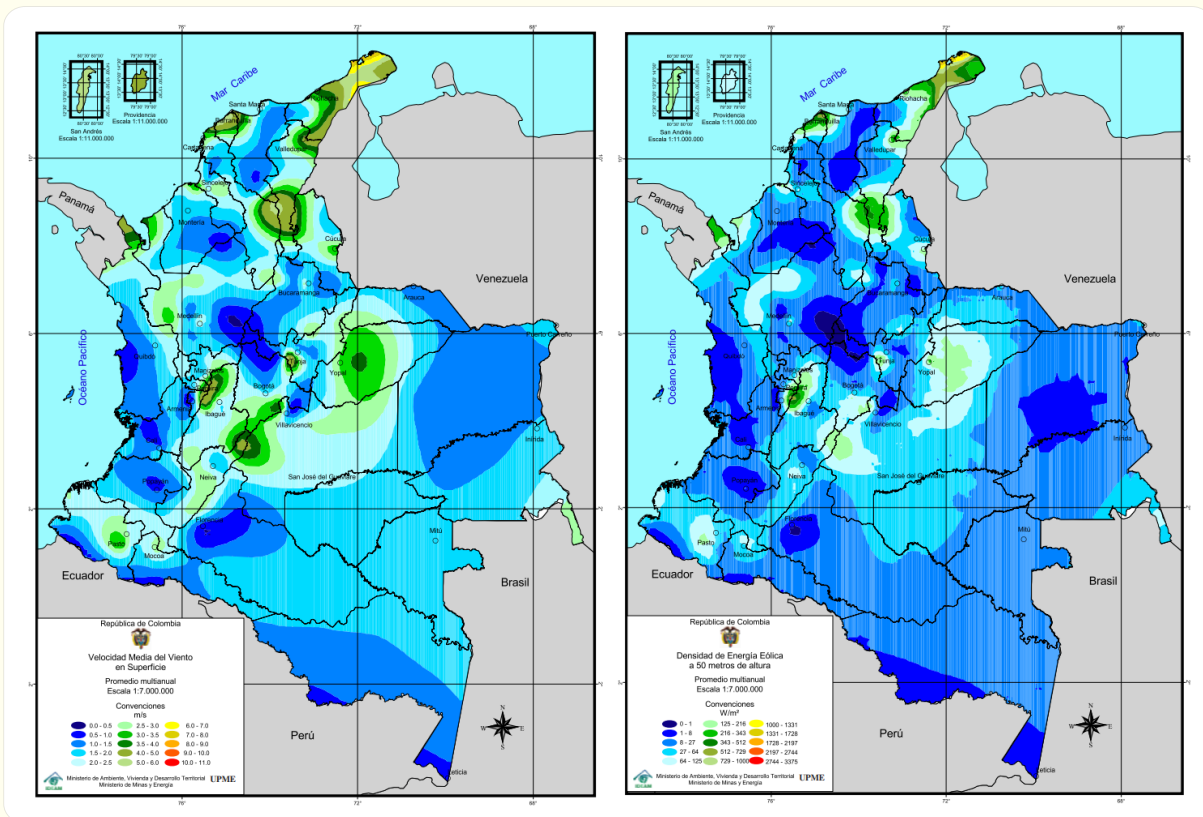


Fuente. Datos del IDEAM tomados del estudio multivariable del UPME. <sup>43</sup>

<sup>43</sup> Atlas de radiación solar Colombia, UPME. Disponible en: <https://repositoriobi.minenergia.gov.co/handle/123456789/2414>

**Mapas de viento.** Estos ilustran la dirección y velocidad del viento en m/s a una altura dada en diferentes áreas geográficas permitiendo evaluar el potencial de generación eólica y dimensionar un adecuadamente un aprovechamiento energético. Existe un atlas de viento y energía eólica realizado por el IDEAM; en cooperación con la UPME. (Ministerio de Minas y Energía de Colombia et al., 2019b)

**Ilustración 66.** Mapas de velocidad de viento y potencial eólico en Colombia.



Fuente. Datos del IDEAM tomados del estudio multivariable del UPME. 44

44 Atlas de viento y energía eólica de Colombia, Disponible en: <https://repositoriobi.minenergia.gov.co/handle/123456789/2249>

## *Apropiación de conocimiento*

### **Modelos pedagógicos**

Los modelos pedagógicos son esquemas teóricos que orientan el proceso de enseñanza–aprendizaje, definiendo los roles del docente, el estudiante, los contenidos y las estrategias metodológicas.

En tanto son representaciones idealizadas del proceso educativo que permiten comprender y evolucionar las prácticas de enseñanza, no son neutros; responden a concepciones filosóficas, psicológicas y sociales sobre el ser humano, el conocimiento y la sociedad. Es por ello que aunque la pedagogía contribuye significativamente en la evolución de las sociedades y sus individuos, también evoluciona junto con sus teorías, aportando las herramientas necesarias para reevaluar los modelos de aprendizaje apropiados para un contexto específico (De Zubiría Samper, 2006) .

Estos modelos han evolucionado a lo largo de la historia, influenciados por corrientes filosóficas, psicológicas y sociológicas, y responden a las necesidades educativas del contexto; de esta forma, un modelo pedagógico es un marco de referencia que integra teorías, principios y prácticas educativas aportándole al proceso de enseñanza–aprendizaje estructuras como:

- **Objetivos educativos:** ¿Qué se espera que los estudiantes aprendan?
- **Roles del docente y del estudiante:** ¿Cómo interactúan en el proceso?
- **Contenidos:** ¿Qué se enseña? – ¿cómo se organiza?
- **Métodos y estrategias:** ¿Cómo se enseña? – ¿Cómo se evalúa?

### ***De los modelos tradicionales a los modelos activos***

Tradicionalmente el método y el contenido se confunden en la imitación del que conduce el aprendizaje, este modelo transmisionista hace énfasis en la información y no permite crear un ambiente estimulante que facilite el progreso a estructuras cognitivas superiores e independientes del contenido (Díaz Barriga Arceo, 2003).

### ***El contexto social y el aprendizaje significativo***

Piaget considera a la enseñanza como una actuación externa al estudiante, que lo puede afectar o no, en cambio al concepto de aprendizaje lo asocia a una realización interna del estudiante que lo afecta directamente, como un proceso que comienza con una decisión propia; de esta manera el pedagogo establece diferencias claras entre los dos conceptos (Labinowicz & Pineda, 1987).

Si bien desde esta perspectiva piagetiana, el aprendizaje es entendido como un proceso de adaptación y equilibración, en el cual el individuo acomoda la nueva información a sus estructuras cognitivas preexistentes; Vygotsky enfatiza el papel fundamental del contexto social y cultural en el aprendizaje, introduciendo la zona de desarrollo próximo y el aprendizaje mediado por herramientas culturales como el lenguaje (Vygotsky & Cole, 1978).

Por otro lado, en el proceso de orientación del aprendizaje, Ausubel señala que es de vital importancia conocer la estructura cognitiva del alumno para lograr que el aprendizaje sea significativo y sea posible relacionar los nuevos conocimientos con saberes preexistentes (Ausubel, 1983).

### ***Modelo constructivista***

Contrariamente al modelo tradicional el constructivismo propone un modelo activo donde el estudiante sea protagonista; propone que el aprendizaje debe ser participativo para conseguir acercar los conceptos antes distanciados, de manera que promueva la construcción de nuevo conocimiento fundado en el diálogo y la cooperación continua de los partícipes del conocimiento (De Zubiría Samper, 2006).

El enfoque constructivista impulsa la creatividad, el trabajo en equipo y el intercambio de conocimientos de manera dinámica, atractiva y natural. Esto permite que los estudiantes se involucren activamente en su proceso de aprendizaje, desarrollándose con mayor confianza y logrando una comprensión más profunda y significativa de los temas abordados (Murrieta et al., 2023).

### ***Espacios colaborativos***

Facilitar la colaboración entre integrantes y permitir la contribución de personas en un amplio rango de experiencia educativa consigue acercar los conceptos antes diferenciados y distanciados, de manera que enseñanza y aprendizaje sean posibles en el mismo individuo y al mismo tiempo.

Proponer espacios horizontales donde el dialogo entre iguales de solución a los retos comunes puede más enriquecedor para todos los participantes.

### ***Ventajas del aprendizaje colaborativo***

Los espacios dialogantes y colaborativos hacen posible la reutilización de recursos en la producción de nuevo contenido, la construcción de modelos estructuras y contenidos mejor adaptados; alcances académicos mayores y finalmente puede ser el detonante de otros beneficios:

- Incrementar en el tiempo los alcances propuestos, de forma que puedan ser diferentes y mayores en periodos sucesivos, reutilizando los recursos logrados por estudiantes que participaron en experiencias previas.
- Incentivar la distribución de estrategias de aprendizaje entre los estudiantes y acabar con el tráfico de recursos, producto de la cooperación abierta, lícita y deseable entre los partícipes del aprendizaje.
- Consolidar el conocimiento académico relacionado mediante la cooperación entre diferentes espacios del conocimiento y potenciar el uso del conocimiento para desarrollar proyectos más complejos.
- Permitir y fortalecer la comunicación entre diversos grupos con intereses comunes, de manera que se fortalezcan las iniciativas académicas y de investigación.
- La rápida evolución y crecimiento de los recursos disponibles.
- Facilitar la búsqueda, elaboración, publicación y distribución de nuevos e innovadores contenidos de manera que en conjunto los aprendices y docentes construyan más y mejor conocimiento.

## Estrategias pedagógicas

Una estrategia pedagógica es el conjunto de acciones planificadas y fundamentadas teóricamente; orientadas a facilitar el proceso de enseñanza–aprendizaje en un contexto específico.

Estas estrategias integran métodos, técnicas y recursos didácticos seleccionados de acuerdo con las necesidades de los estudiantes y los objetivos educativos planteados y su diseño se basa en principios pedagógicos como el aprendizaje significativo, la zona de desarrollo próximo y el enfoque por competencias asegurando una intervención educativa intencionada, coherente y efectiva (Fraile & Tobón, 2009).

Generalmente, dentro del proceso de apropiación del conocimiento, el instructor explica la mayoría de los detalles de la temática y ocasionalmente propone una aplicación de dichos conocimientos. Sin embargo, existen estrategias pedagógicas que pretenden favorecer el aprendizaje significativo en espacios dialogantes participativos y colaborativos donde el estudiante es protagonista de su propio aprendizaje.

En este contexto destacan estrategias como el aprendizaje basado en la solución de problemas, ABP; el aprendizaje apoyado en el desarrollo de proyectos y la investigación como estrategia pedagógica, IEP. Todos ellos tienen características comunes y se soportan en un proceso de indagación que resuelve preguntas, curiosidades, dudas e incertidumbres sobre fenómenos complejos y ocasionalmente cotidianos.

Este proceso de descubrimiento es el corazón de las estrategias que se basan en un modelo participativo y es el medio por el que los estudiantes apropian significativamente el conocimiento, aplicándolo en la solución de problemas reales y que los afectan.

**Ilustración 67.** Tipos de comunidades de aprendizaje.



*Nota.* Adaptado de *Learning Communities* (Riel & Polin, 2004).

### **La investigación como estrategia pedagógica**

Las estrategias inclinadas a este enfoque pedagógico tienen como objetivo fomentar una cultura de la ciencia y la tecnología en niños, niñas y jóvenes a través de la investigación, posicionándola como eje central del proceso de aprendizaje y promoviendo en los estudiantes el desarrollo de habilidades científicas, críticas y creativas.

Este enfoque se sustenta en principios socioculturales del modelo constructivista antes mencionados, donde el conocimiento se construye de manera colaborativa y contextualizada.

La investigación como estrategia pedagógica, **IEP**; implica un proceso de indagación guiada, en el que los estudiantes identifican problemáticas relevantes de su entorno, formulan preguntas de investigación, diseñan metodologías, recopilan y analizan datos, y comunican sus hallazgos; este enfoque pedagógico no solo fortalece competencias científicas, sino que ha tomado de la educación popular algunos de sus elementos básicos fortaleciendo habilidades socioemocionales y ciudadanas en niños, niñas, jóvenes, maestras, maestros y asesores, al fomentar el trabajo en equipo, la comunicación efectiva y el pensamiento crítico desde sus propios saberes y realidades. Adicionalmente, la IEP se alinea con el enfoque de aprendizaje basado en problemas (ABP), ya que los proyectos de investigación surgen de situaciones reales y buscan soluciones aplicables al contexto comunitario (M. R. M. Jiménez & Manjarrés, 2011).

### **Programa ondas**

Programa impulsado por Dirección de Vocaciones y Formación en CTel, del Viceministerio de Talento y Apropiación social en MINCIENCIAS, tiene por objetivo promover en las comunidades educativas el interés por la investigación y el desarrollo de un ecosistema de investigación que sea la base de su estrategia de apropiación y formación de recursos humanos para la ciencia y la tecnología.

Para el logro de este propósito se ha desarrollado una propuesta pedagógica y metodológica que cuenta con más de 15 años de implementación y ha logrado la

participación de más de 4 millones de niños, niñas y jóvenes, organizados en grupos de investigación, a los cuales se han vinculado más de 100 mil maestros.

El programa cuenta con el apoyo descentralizado de instituciones de educación superior, IES; y centros de investigación en todo el territorio nacional, ofreciendo diversos espacios a maestros y estudiantes para desarrollar y compartir su propia comprensión de la ciencia, la tecnología y la innovación.

En este sentido el programa ha perfeccionado unas adaptadas guías metodológicas que las IES concretan para asesorar a estudiantes y maestros en el desarrollo de proyectos de investigación desarrollados por niños, niñas y jóvenes; combinando este proceso con conferencias y ejercicios prácticos que articulan el diálogo de los saberes y las experiencias vividas por todos estos nuevos actores de la investigación.<sup>45</sup>

**Ilustración 68.** Programa Ondas en la base de la investigación de COLCIENCIAS.



*Nota.* adaptado de lineamientos pedagógicos del Programa Ondas.

<sup>45</sup> Repositorio de publicaciones. Disponible en: <https://ondas.minciencias.gov.co/publicaciones-web>

El programa está cimentado en una estrategia de investigación y concibe la IEP como una estrategia transformadora que potencia el desarrollo académico de los estudiantes con una ruta pedagógica que vincula el aprendizaje con la vida cotidiana, promoviendo una el aprendizaje significativo en el contexto de la investigación (Manjarrés et al., 2011).

En esta continua sensibilización de los maestros y estudiantes en los procesos de ciencia y tecnología e innovación, ellos inician por familiarizarse con el enfoque y métodos de la estrategia IEP; apropiando los conceptos, herramientas e instrumentos básicos que involucra la investigación científica.

### ***Ruta Metodológica del programa***

La ruta metodológica de la IEP se estructura en etapas interconectadas que guían el proceso de investigación desde la identificación de una problemática hasta la socialización de las experiencias y resultados.

En la ***fase de planeación*** de la investigación se apropian las herramientas e instrumentos propios de una investigación formal pero adaptados a las realidades de la vida escolar; este diseño metodológico permite planificar las actividades, métodos y recursos necesarios para desarrollar el proceso.

En esta fase se motiva al estudiante a participar activamente en la solución de problemas reales; con este propósito, se define una pregunta de investigación relevante y contextualizada en un plan de trabajo.

En la **fase de ejecución** se guía al estudiante en el diseño de los instrumentos, la recolección de los datos y la sistematización de los mismos para obtener de ellos la información que permita un posterior análisis y reflexión.

En la **fase de comunicación** y socialización de los resultados se apoya al grupo de investigación para que dé a conocer los hallazgos a través de exposiciones en ferias científicas, promoviendo habilidades comunicativas y de trabajo en equipo.

Esta fase permite cerrar el ciclo constructivamente; reflexionando sobre el proceso, identificando logros y áreas de mejora.

Esta ruta metodológica propuesta por el programa no solo promueve el desarrollo de competencias científicas, sino también habilidades socioemocionales, críticas y creativas, alineándose con los objetivos del Programa Ondas y contribuyendo a la formación de ciudadanos activos y comprometidos con su entorno (F. M. Jiménez, 2022).

**Tabla 46.** Ruta metodológica del programa

FASE	ETAPA
PLANEACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conformar el grupo de investigación</li> <li>2. De la pregunta al problema de investigación</li> <li>3. Establecer el camino: la metodología</li> </ol>
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Diseñar los instrumentos</li> <li>5. Recoger la información</li> <li>6. Sistematizar y organizar los datos recogidos</li> <li>7. Interpretar los datos y escribir los resultados</li> </ol>
COMUNICACIÓN DE LOS RESULTADOS	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Compartir la solución</li> <li>9. Comunicar los avances y resultados</li> </ol>

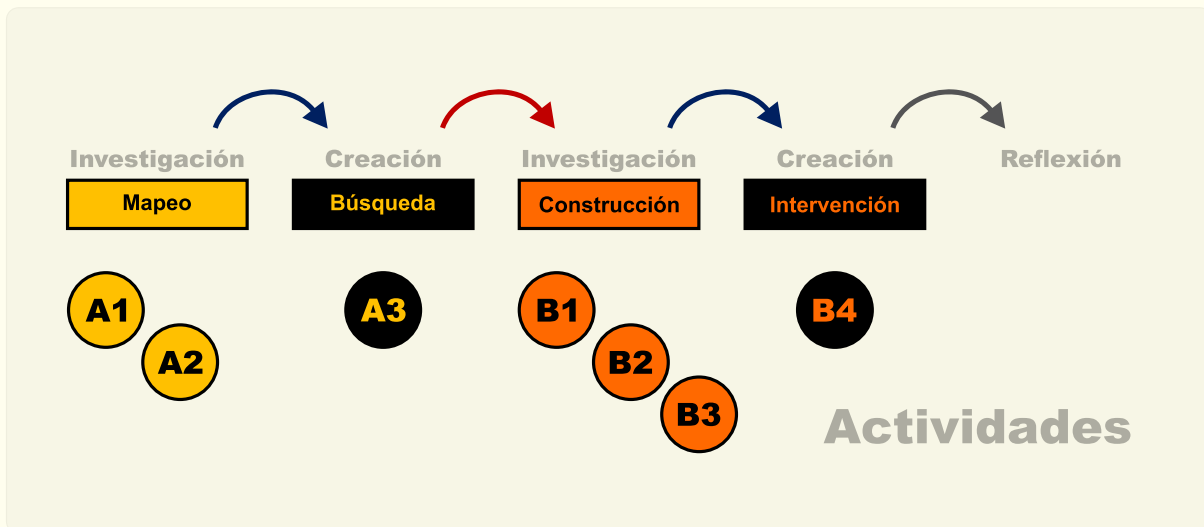
*Nota:* Tomado de: Guía para grupos de investigación.<sup>46</sup>

<sup>46</sup> La investigación en el programa Ondas, Guía para grupos de investigación 2018. Disponible en: [https://ondas.minciencias.gov.co/uploads/book-publications/pdf/pdf\\_1615843537.pdf](https://ondas.minciencias.gov.co/uploads/book-publications/pdf/pdf_1615843537.pdf)

### Capítulo 3. Prototipo

En medio de las diferentes aproximaciones de la Investigación + Creación se presenta un enfoque de investigación creativo para desarrollar productos a través de la metodología IEP Investigación como Estrategia Pedagógica, cuyo uso intencionado permita en el corto plazo mejorar la apropiación de las energías no convencionales de bajo impacto ambiental en el departamento de Nariño.

*Ilustración 69. Actividades por etapa propuesta del proceso creativo.*



*Tabla 47. Fases y comunidades involucradas por etapa del proceso.*

NÚMERO	PROCESO	ETAPAS	FASES	COMUNIDADES INVOLUCRADAS
1	CARTOGRAFÍA	Mapeo Explorar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigación previa</li> <li>Ideas de base tecnológica</li> <li>Elección de las métricas</li> </ul>	Expertos
2		Búsqueda Descubrir	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taller</li> <li>Análisis de alternativas</li> <li>Validación en la comunidad</li> </ul>	Expertos Educativa Rural
3	PROTOTIPADO	Construcción Desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Síntesis de las propuestas</li> <li>Desarrollo de las propuestas</li> </ul>	Creativa
4		Intervención Probar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prueba prototipo</li> <li>Ajuste del prototipo</li> </ul>	General
5	EVALUACIÓN	Reflexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Autoevaluación</li> </ul>	Investigadores

## El prototipo diegético

En tanto que el proceso de cartografía social constituye un enfoque de la investigación social de carácter exploratorio es necesario establecer construcciones teóricas, modelos y prototipos pertinentes a una realidad, muy utilizada en procesos de investigación–acción y en proyectos de investigación–acción–participación (Latorre et al., 2003)

Estas técnicas de la cartografía social permiten validar y justificar la hipótesis, estableciendo un marco de trabajo que posteriormente permita prototipar un conjunto de instrumentos plástico–sensoriales o artefacto que junto con las herramientas tecnológicas empoderen a las comunidades de la región, para que desde el conocimiento los interesados puedan decidir las fuentes de energía no convencional más convenientes en un caso de estudio particular.

Como paso previo antes de iniciar a cartografiar el contexto de nuestro problema nos propusimos elegir un grupo de instrumentos digitales que integren una caja de herramientas para recoger los datos significativos de todas las etapas del proceso, estos que hacen parte de los entregables y del cuerpo de este trabajo y que estarán abiertos y disponibles para descargar desde su sitio web y desde una carpeta compartida para que se puedan copiar a otros repositorios fácilmente.<sup>47</sup>

---

<sup>47</sup> Instrumentos creativos Renova LAB. Disponibles en:  
<https://drive.google.com/drive/folders/Renova>

### ***A1-MAPEO: Construir indicadores para medir apropiación de FNCER***

Para explorar los detalles técnicos, académicos y pedagógicos del experimento se proponen encuentros de trabajo con la comunidad de expertos interesados. En esta fase exploratoria, se tiene en cuenta el exhaustivo análisis del contexto regional que hace parte del proyecto, considerando factores como el potencial energético, las condiciones climáticas, la disponibilidad de recursos naturales y las necesidades específicas de la comunidad.

Los expertos interesados, incluyeron ingenieros, implementadores de tecnologías FNCER, académicos, investigadores que aceptaron participar en la identificación de los conceptos clave para avanzar a la siguiente etapa.

Basando en criterios como la eficiencia, la escalabilidad, el impacto ambiental y la viabilidad económica se logró priorizar las tecnologías de aprovechamiento energético más funcionales y sostenibles para la región. Así mismo se construyó una batería de 21 indicadores en 4 componentes para medir apropiación de conocimiento en el contexto de las energías FNCER.

**Viabilidad de energías FNCER.** En compañía de ingenieros del departamento de electrónica en la universidad de Nariño se determina que, aunque Nariño tiene zonas con alta nubosidad, también posee áreas con alta radiación solar, especialmente en el piedemonte y zonas bajas; condiciones de potenciales medios para la costa pacífica y aceptables en la zona andina favorecidos por la temperatura.

Igualmente se recoge que el potencial eólico en el departamento de Nariño está presente en la región andina y costera del departamento, donde el viento es constante y se podría aprovecharse para generar energía no convencional con micro aerogeneradores con velocidad de disparo de 3.5 m/s o menor.

En este sentido y basándose en criterios como eficiencia, escalabilidad, impacto ambiental y viabilidad económica se decidió que las tecnologías no convencionales de máximo aprovechamiento de energías renovables para la región son la energía solar y la energía eólica. Estos recursos que pueden ser implementados con relativa facilidad y aprovechados con el uso de paneles solares y micro aerogeneradores, que son adecuados para las condiciones específicas de la región.

*Ilustración 70. Aerogenerador universidad de Nariño.*



En compañía de los expertos se ha identificado y categorizó a los sectores y actores clave involucrados en el proceso de innovación social energética, incluyendo sectores productivos y de gobierno que impulsarían la apropiación de la generación energética con FNCER, entre las que se puede mencionar a CEDENAR, ASC, IPSE, UPME y el Centro de Innovación Social de Nariño; CISNA.

**Tabla 48. Resultados del mapeo técnico de la problemática.**

ACTIVIDAD	COMUNIDADES INVOLUCRADAS
A1 MAPEO	Entidades Académicas Grupo de gestores de programa Ondas. Grupos de investigación GIIEE. Grupo de investigadores Alternar. Grupo de implementación PERS. Grupo de gestores Pacifico Pura Energía.
	Resultados 5 bitácoras de entrevista Renova LAB EE-1 con los conceptos clave y la viabilidad de energías FNCER.

**Batería de indicadores.** Incluidos en un proceso de convocatoria pública para validación de conceptos de innovación social que realiza el CISNA, el equipo de Renova adelantó una serie de talleres con el objetivo de estructurar una batería que permita la medición de la innovación social a través de dimensiones, componentes e indicadores.

Este proceso de validación de conceptos en procesos de innovación social incluyó la dimensión de apropiación de conocimiento, cuyas métricas se usaron y se incluyen en los resultados de este trabajo de investigación.

Se verificó que cada dimensión, componente e indicador estuviera alineado con los objetivos generales, asegurando que la estructura final fuera consistente y facilitara una evaluación integral y efectiva.

**Ilustración 71. Construcción de los indicadores.**



**Tabla 49. Resultados del mapeo de la experiencia.**

ACTIVIDAD	COMUNIDADES INVOLUCRADAS	
	RESULTADOS	
<p style="text-align: center;"><b>A1</b> <b>MAPEO</b></p>	<p><b>Entidades Académicas</b>                      MADIS – Universidad de Nariño                      Proyección Social – Universidad Mariana                      Proyección Social – Universidad Autónoma de Nariño                      Corporación Universitaria Minuto De Dios</p> <p><b>Entidades de Gobierno</b>                      Equipo De Innovación Publica – DNP                      Equipo De Innovación Social – Prosperidad Social                      TIC – Gobernación De Nariño                      Ministerio Del Trabajo                      Corpoica</p>	<p><b>Entidades Privadas</b>                      Cámara de comercio de pasto                      Renova</p> <p><b>Colaboradores</b>                      PNUD                      Fundación Emssanar                      Agrosavia</p>
	<p><b>Resultados</b>                      1 hoja de cálculo con las métricas y definiciones.</p>	

**Tabla 50. Indicadores de apropiación social.**

INDICADORES		
Dimensión		Apropiación de conocimiento
No	Componente	Indicador
1	Autonomía comunitaria	Niveles de asociatividad.
		Personas formadas en procesos de innovación social.
		Dominio de nuevas herramientas para la construcción colectiva.
		Procesos de fortalecimiento comunitario.
		Acciones comunitarias realizadas
		Número de proyectos presentados por la comunidad local que busquen un beneficio colectivo.
		Propuestas de experimentación que aborden problemáticas comunes.
		Gestión de soluciones adoptadas por la comunidad.
2	Movilización	Actores involucrados articulados
		Presencia institucional en el territorio.
		Estrategias de articulación.
		Interacción entre la academia y los saberes comunitarios para validar procesos sociales.
		Alianzas estratégicas con instituciones y comunidades.
		Número de talleres que indiquen nuevos procesos de aprendizaje.
3	Réplica de saberes y conocimientos	Réplica de procesos.
		Proyectos de otras comunidades replicados de manera particular con éxito en la comunidad.
		Estrategias para replicar el conocimiento.
		Adaptación de tecnologías.
		Documentos, artículos, investigaciones sobre el proceso
4	Aprendizaje	Aprendizaje
		Éxito en el aprendizaje

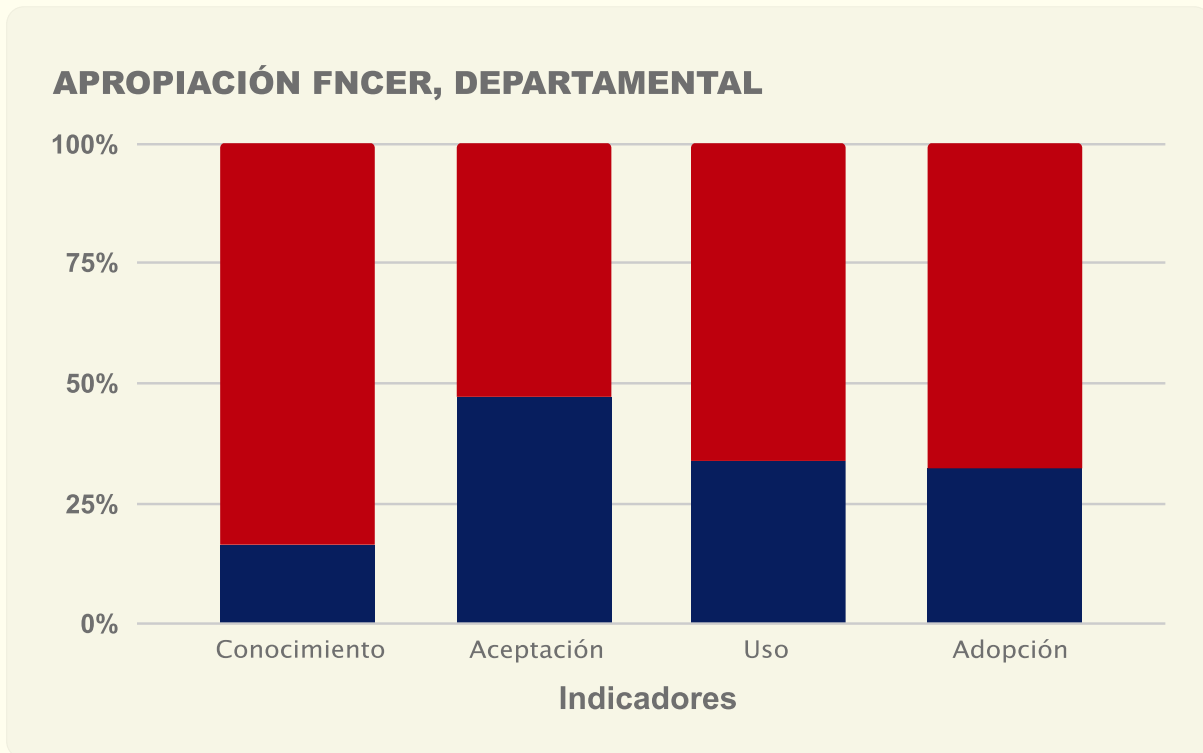
A partir de la exploración de estos componentes con los expertos en tecnologías de generación no convencional se construyeron seis métricas en dos grupos para estimar la apropiación en las comunidades involucradas, estos indicadores se representan claramente en los componentes de aprendizaje, réplica de saberes y conocimientos, Movilización y Autonomía comunitaria mencionados anteriormente.

**Tabla 51. Métricas para el diagnóstico situacional.**

METRICAS			
No	Componente	Indicador	Categoría
1	Autonomía comunitaria	Implementaciones de ciencia ciudadana que demuestran el conocimiento de la tecnología y el empoderamiento de la comunidad.	Adopción
2	Movilización	Uso efectivo de las tecnologías de bajo impacto ambiental	Adopción
		Capacidad instalada producto de	Mercado
		Regulación eficaz producto de la movilización de los interesados en las tecnologías relacionadas con FNCER.	Mercado
3	Réplica de saberes y conocimientos	Aceptación de la tecnología como pieza fundamental para mitigar los efectos del cambio climático.	Adopción
		Costos disminuidos producto de la maduración de la tecnología en el mercado.	Mercado
4	Aprendizaje	Conocimiento de las diferencias entre las distintas fuentes de energías y de las tecnologías relacionadas con FNCER.	Adopción

Para estimar las métricas construidas y el estado de apropiación de estas tecnologías se elaboraron veintiocho preguntas en tres encuestas en diferentes momentos de la investigación, en las que colaboraron un total de 482 personas y cuyos resultados sistematizados se incluyen a continuación.

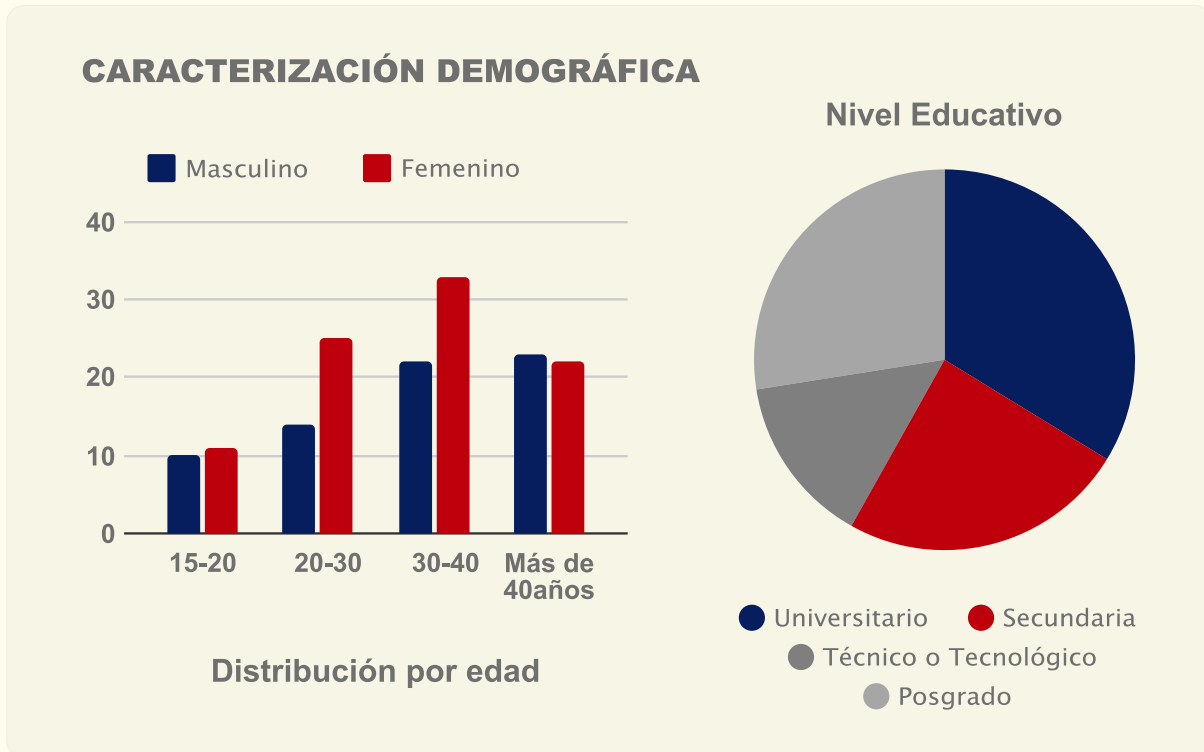
*Ilustración 72. Resultados de adopción muestra departamental.*



A partir de la sistematización de los datos y la valoración de los indicadores, se observa que ninguno de los indicadores de apropiación construidos supera el 50%. Si bien el indicador de aceptación de la tecnología es el más alto entre los cuatro analizados, este aún resulta deficiente.

Asimismo, cabe destacar que, a pesar de que más de la mitad de los participantes en la encuesta cuenta con un nivel educativo universitario o superior y que la muestra está equilibrada en términos de género (hombres y mujeres), el indicador de conocimiento es el más bajo de todos.

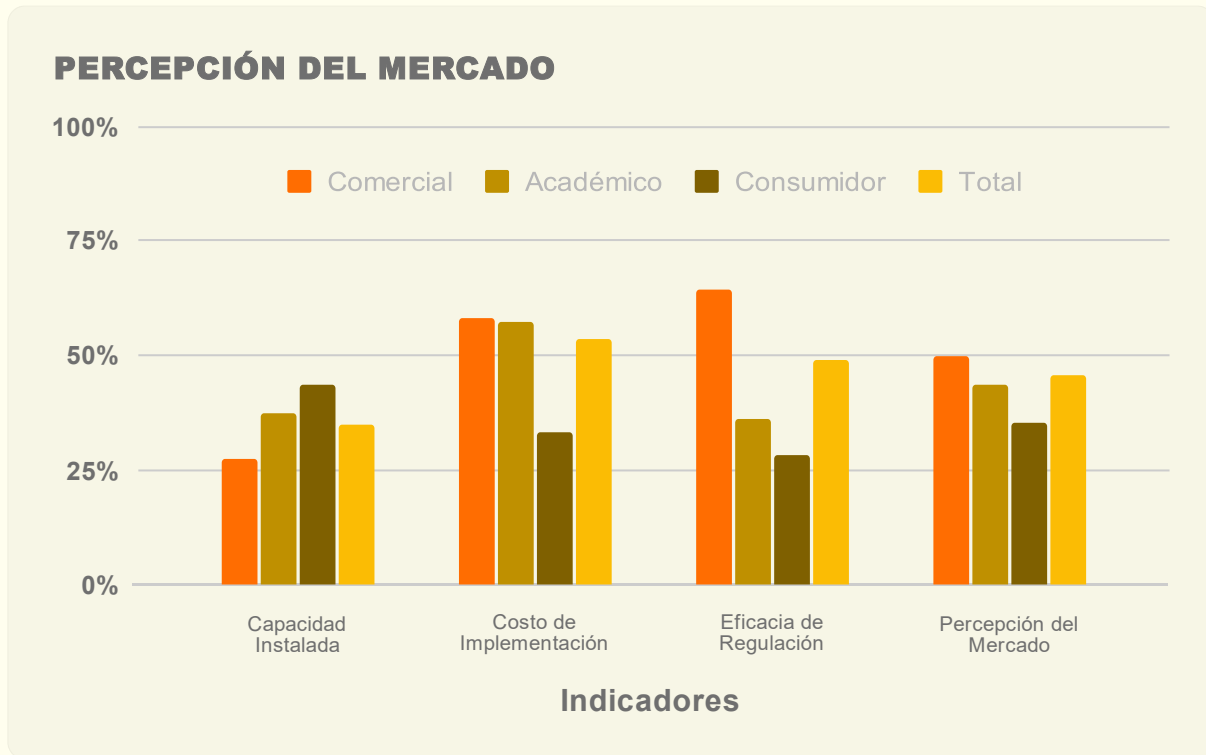
**Ilustración 73. Caracterización muestra departamental.**



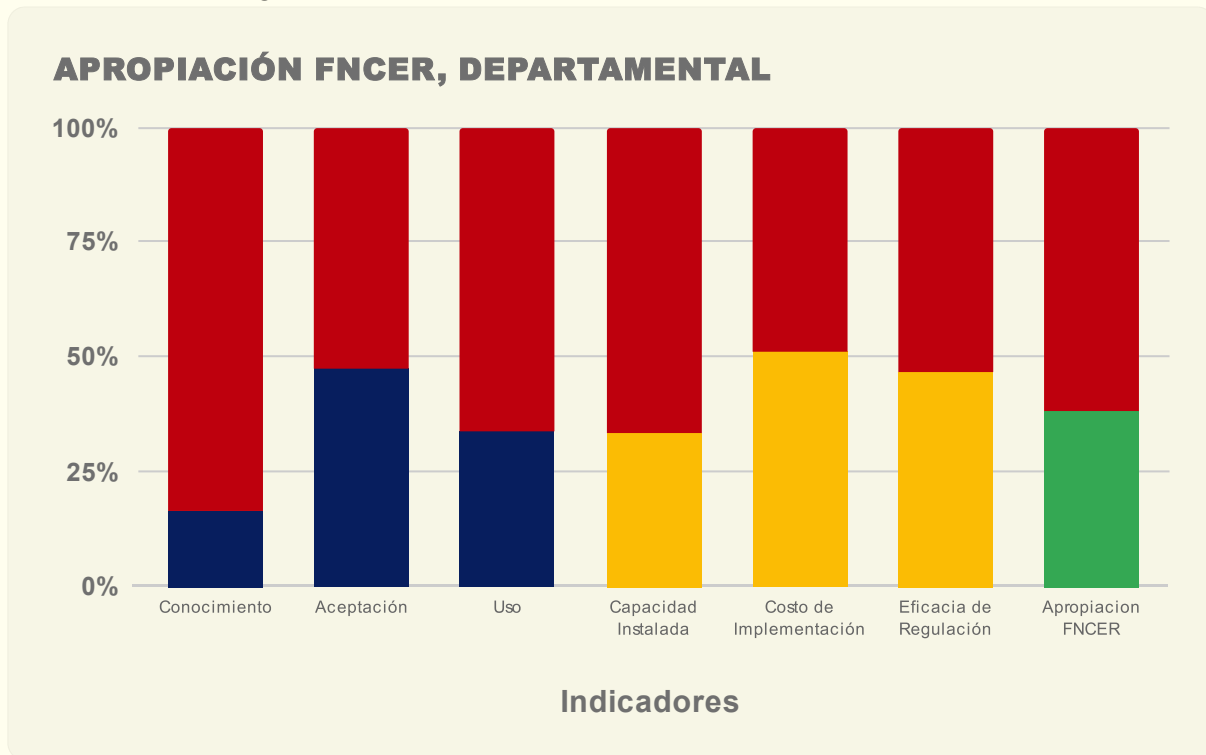
Para evaluar la madurez del mercado se aplicó un instrumento diferente a un grupo de expertos involucrados con las tecnologías FNCER, categorizados en usuarios habituales de tecnologías relacionadas, académicos interesados en el desarrollo de tecnologías relacionadas y comercializadores de los equipos y/o servicios que hacen parte de las tecnologías relacionadas.

Finalmente se ponderó y agrupo las seis métricas en un solo indicador de apropiación de tecnologías no convencionales de energía, que para la muestra departamental se estimó en un nivel bajo de apropiación 38.2%.

*Ilustración 74. Valoración del Mercado.*



*Ilustración 75. Diagnostico departamental de apropiación FNCER.*



**A2-MAPEO: Diseñar estrategia pedagógica para los espacios de intervención**

Para descubrir los componentes pedagógicos en el contexto social del departamento en el que se enmarcan las iniciativas de sensibilización sobre el cambio climático y la apropiación de conocimiento en fuentes alternativas de energía, se contó con el apoyo de gestores y maestros investigadores del Programa Ondas, su colaboración resultó fundamental para integrar la estrategia IEP y la participación comunitaria en la construcción de soluciones no convencionales de energía sostenible.

**Ruta metodológica.** En el trabajo con los gestores y docentes investigadores del programa Ondas se construye una ruta metodológica que adapta la IEP a los procesos de exploración ciudadana que se desarrollan en el marco de este trabajo.

**Tabla 52. Ruta de exploración Renova.**

FASE	ETAPA
1	SENSIBILIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
	1. Fomentar la empatía ambiental reforzando los sentimientos sobre cambio climático
	2. Exponer las ventajas de las FNCER
	3. De la pregunta al problema de investigación
2	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN
	4. Recoger la información en los instrumentos diseñados previamente
	5. Organizar los datos recogidos e ilústralos en una visualización
3	COMUNICACIÓN DE LOS RESULTADOS
	6. Compartir la solución
	7. Discusión de los resultados

**Protocolo de intervención.** En colaboración con los maestros investigadores, se perfeccionan los protocolos con las actividades que se llevaran a cabo el día de las intervenciones creativas aplicando la IEP y enmarcados en dos preguntas clave.<sup>48</sup>

- A. ¿Como generar apropiación social de infraestructura energética descentralizada, basada en energías limpias, no convencionales?
- B. ¿Qué características son indispensables en la alternativa propuesta?

**Tabla 53. Protocolo de intervención.**

ETAPA	ACTIVIDAD
1	EMPATIZAR – EMPATHIZING • Sensibilización sobre como la contaminación de GEI antropogénico contribuye al cambio climático y como las FNCER pueden ayudar a mitigar la huella de carbono.
2	EXPOSICIÓN – DISCOVERING • Exponer las ventajas de las FNCER.
3	EXPLORACIÓN CREATIVA – BRAINSTORMING • A partir de la pregunta A de investigación explorar la problemática y las posibles soluciones. • Categorizar las ideas propuestas y agrupar las ideas en soluciones.
4	BÚSQUEDA COLABORATIVA – LEARNING • Caracterizar las soluciones propuestas consultando los requisitos (detalles técnicos y funcionales) con la colaboración de todos los miembros del equipo aplicando los instrumentos que dan respuesta a la pregunta B elaborados previamente.
5	BOCETO PARTICIPATIVO – SKETCHING • Organizar las características de la solución e ilustrarlas en un boceto como una alternativa.
6	COMPARTIR LA SOLUCIÓN – SHARING • Exposición de la alternativa a los otros grupos de investigación.
7	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS – INSPIRING • Análisis reflexivo de los resultados.

<sup>48</sup> Protocolos de intervención Renova LAB. disponibles en:

<https://drive.google.com/drive/folders/Renova>

**Ilustración 76.** Construcción de los protocolos de intervención.



**Tabla 54.** Resultados del mapeo de la experiencia.

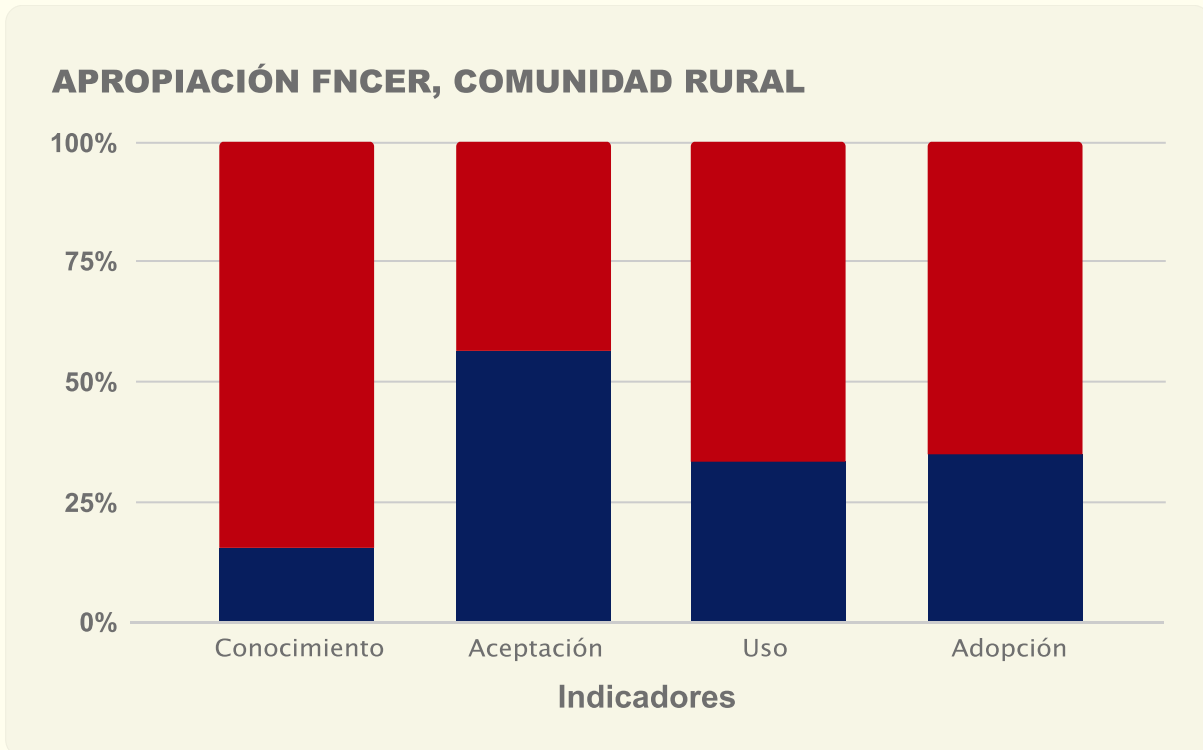
ACTIVIDAD	COMUNIDADES INVOLUCRADAS RESULTADOS
<p style="text-align: center;">A2 MAPEO</p>	<p>Entidades Académicas Gestores y docentes investigadores del proyecto Ondas Grupos de investigación GIIEE</p>
	<p>Resultados 3 bitácoras de entrevista Renova LAB EE-1 1 ruta metodológica de la estrategia pedagógica 1 hoja de cálculo con el protocolo de intervención 1 hoja de cálculo para el levantamiento de la línea base</p>

**A3-PROTOTIPO: Cocrear alternativas de apropiación y descubrir los requisitos mínimos**

Una vez finalizada la afinación de las métricas y los protocolos de intervención se concertó la primera intervención y el desarrollo de sus actividades con un establecimiento educativo público en el corregimiento de la Laguna a 5km de la cabecera municipal; para ello inicialmente se realizó las mismas 28 preguntas de la encuesta realizada a nivel departamental.

Entre los 97 colaboradores de la comunidad rural, que participaron en la ruta metodológica, la valoración inicial no es muy diferente de lo encontrado a nivel departamental, pero es relevante que el nivel de aceptación es mayor en la comunidad rural que en la muestra departamental.

*Ilustración 77. Resultados comunidad rural.*



**Ilustración 78.** Panorámica IE Agustín Agualongo.



**Tabla 55.** Caracterización de la Institución educativa.

NOMBRE	CARACTERISTICA	DETALLE
IEM AGUSTÍN AGUALONGO	Fecha	06-07-2019
	Tipo De Comunidad	Institución Educativa Municipal
	Lugar	Sede principal de la Institución
	Coordenadas	1.205221, -77.213062
	Nivel De Escolaridad	Bachillerato - 10 grado
	Edad Promedio	16 años
	Estrato Socioeconómico	Rural no disperso

*Ilustración 79. Aplicando estrategia IEP en la comunidad educativa.*



*Tabla 56. Alternativas propuestas en la comunidad educativa.*

NÚMERO	CATEGORÍA	ALTERNATIVA	DESCRIPCIÓN
1	IMPRESOS	Cartilla	Manual a modo de historieta que explique los elementos y configuraciones de las diferentes soluciones eólicas y fotovoltaicas.
2	SOFTWARE	Sitio web	Sitio web con equivalencias ambientales y recursos para facilitar la configuración de diferentes soluciones energéticas.
		Aplicación móvil	Herramientas computacionales que faciliten la configuración e implementaciones de soluciones eólicas y fotovoltaicas.
		Aplicación de escritorio	
3	MODELO A ESCALA	Elementos demostrativos	Piezas demostrativas que faciliten el aprendizaje de los conceptos asociados a la generación de energía no convencional.
4	MODELO REAL	Implementaciones reales	Configuración de elementos reales que potencien la apropiación de fuentes de energía no convencional.

**Ilustración 80.** Aplicando estrategia IEP en la comunidad rural.



**Tabla 57.** Caracterización de la comunidad rural.

NOMBRE	CARACTERISTICA	DETALLE
IEM TABLÓN PANAMERICANO	Fecha	12-08-2023
	Tipo De Comunidad	Institución Educativa Municipal
	Lugar	Sede principal de la Institución
	Coordenadas	1.558764, -77.358561
	Nivel De Escolaridad	Múltiples
	Edad Promedio	40 años
	Estrato Socioeconómico	Rural disperso

**Tabla 58. Alternativas propuestas en la comunidad rural.**

NÚMERO	CATEGORÍA	ALTERNATIVA	DESCRIPCIÓN
1	OVA	Herramientas multimedia	Diseño una caja de herramientas multimedia para apoyar el proceso de aprendizaje
2	MODELOS A ESCALA	Elementos demostrativos	Piezas demostrativas que faciliten el aprendizaje de los conceptos asociados a la generación de energía no convencional.
3	SIMULACIÓN	Realidad virtual	Diseño de herramientas digitales que permitan simular situaciones reales en un espacio virtual.
		Implementaciones reales	Diseño de herramientas que permitan diseñar situaciones reales en un espacio digital.

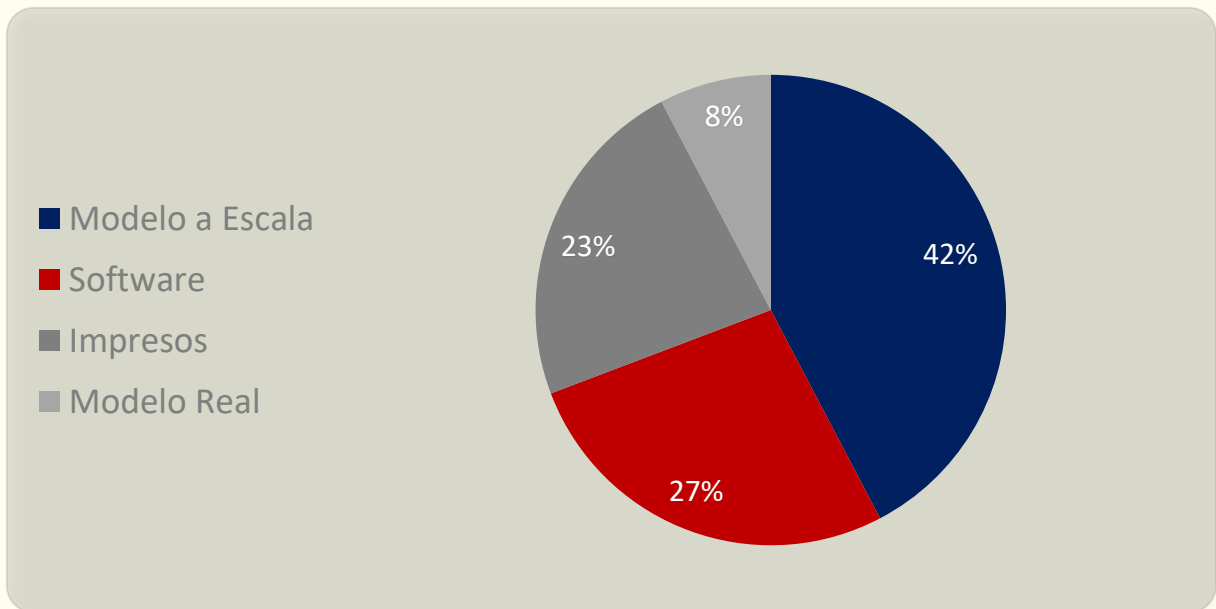
**Tabla 59. Categorización de las ideas que no repitieron.**

RURAL DISPERSO		RURAL NO DISPERSO	
Alternativa	Características de la alternativa	Características de la alternativa	Alternativa
OVA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que incluya videos</li> <li>• Claro enfoque pedagógico</li> <li>• Referencias a material complementario</li> <li>• Diseño atractivo</li> <li>• Innovadora</li> <li>• Ilustrada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que incluya simulaciones</li> <li>• Explicativa</li> <li>• De código abierto</li> <li>• Diseño visual atractivo</li> </ul>	SOFTWARE
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interactividad</li> <li>• Moderna</li> <li>• Liviana</li> </ul>	
SIMULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas digitales</li> <li>• Simular situaciones reales en un espacio virtual</li> <li>• Contextualización en el entorno real</li> <li>• Integración con el entorno</li> <li>• Soporte pedagógico</li> <li>• Interactividad</li> <li>• Adaptabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realidad virtual</li> <li>• Realidad aumentada</li> </ul>	IMPRESOS
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lenguaje claro</li> <li>• Incluir ejemplos prácticos</li> <li>• Incluir actividades</li> <li>• Incluir ejercicios</li> <li>• Ilustrada</li> <li>• Organizada</li> <li>• Estructurada</li> <li>• Actualizada</li> <li>• Accesible</li> </ul>	

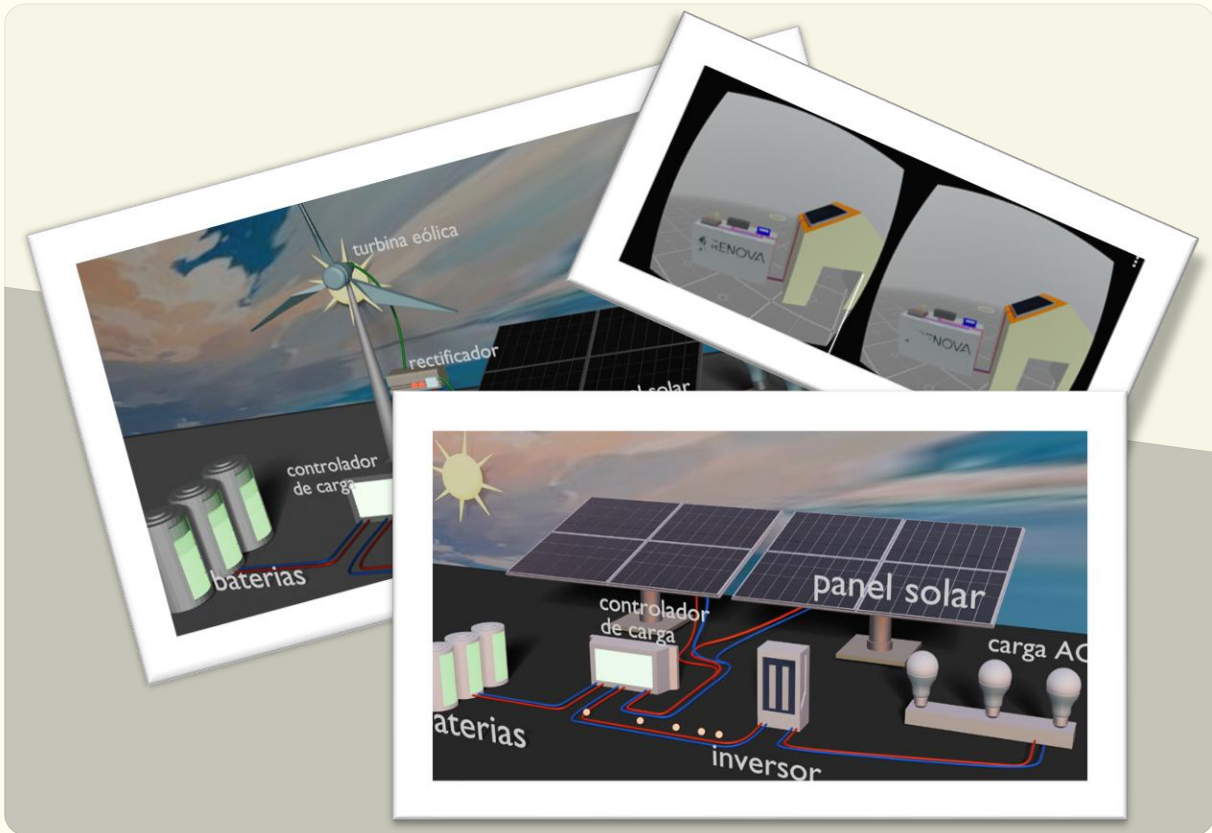
**Ilustración 81.** Alternativas de baja fidelidad comunidad educativa rural.



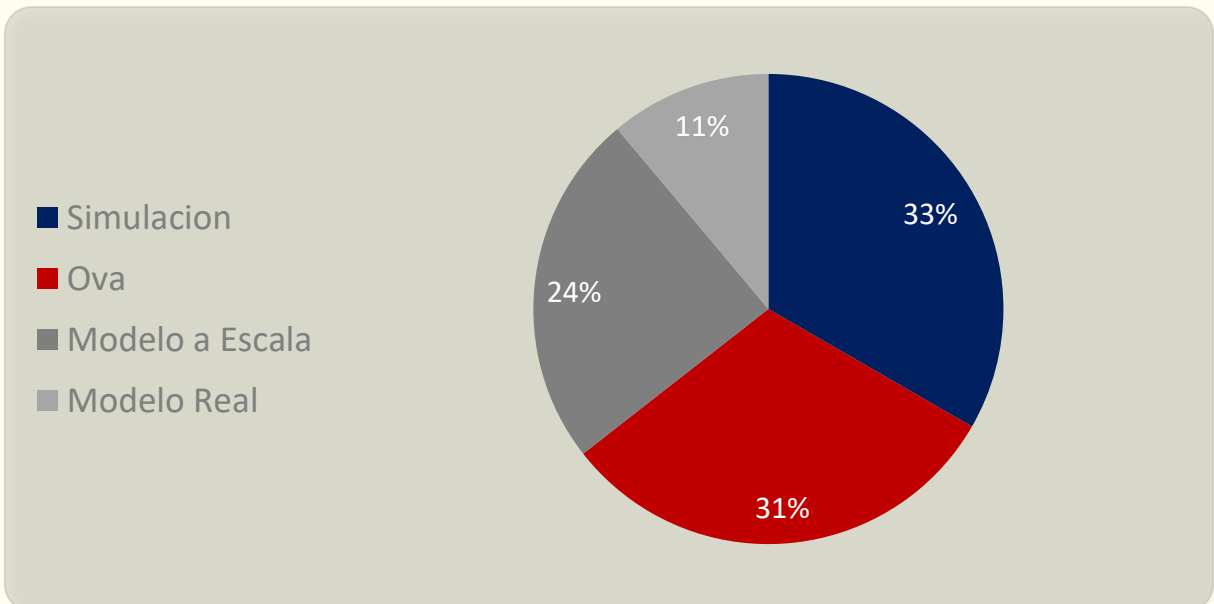
**Ilustración 82.** Resultados categorización de alternativas comunidad educativa.



**Ilustración 83.** Alternativas comunidad rural.



**Ilustración 84.** Resultados categorización de alternativas comunidad rural.



**Tabla 60. Categorización de las ideas que se repitieron.**

RURAL DISPERSO		RURAL NO DISPERSO	
Alternativa	Características de la alternativa	Características de la alternativa	Alternativa
MAQUETA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos a escala</li> <li>• Bajo costo</li> <li>• Modular</li> <li>• Compacto</li> <li>• Práctico De Fácil Transporte</li> <li>• Didáctico</li> <li>• Usabilidad Optimizada</li> <li>• Portable</li> <li>• Tecnología integrada</li> <li>• Seguro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo Costo</li> <li>• Realista</li> <li>• Interactivo</li> <li>• Modelo Educativo</li> <li>• Resistente</li> <li>• Reparable</li> <li>• Tecnológico</li> <li>• Seguro</li> </ul>	MAQUETA
REAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contextualizada</li> <li>• Integrada en el entorno</li> <li>• Diseño seguro</li> <li>• Explicativo (etiquetas)</li> <li>• Incluya soporte técnico</li> <li>• Demostrativa</li> <li>• Didáctico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interactividad</li> <li>• Adaptabilidad</li> <li>• Datos abiertos</li> <li>• Económica</li> <li>• Sencilla</li> <li>• Practica</li> <li>• Reparable</li> </ul>	REAL

En el trabajo con la comunidad rural disperso no fueron mencionados los materiales impresos porque al estar implementado un manual de empatía ambiental (*Empathizing*) fue descartado de las alternativas elegibles.

**Tabla 61. Resultados de la búsqueda.**

ACTIVIDAD	COMUNIDADES INVOLUCRADAS RESULTADOS
A3 PROTOTIPO	Comunidades objetivo Comunidad Educativa Comunidad Rural
	Resultados 2 bitácoras de ideación Renova LAB BS-1 8 bitácoras de caracterización Renova LAB SK-1 con las alternativas de apropiación de conocimiento en FNCER.

## La experiencia

### ***B1- PROTOTIPO: Implementar prototipo de apropiación***

En el trabajo con las comunidades rural y rural disperso las soluciones de apropiación que más entusiasmaron a los participantes y fueron caracterizadas en mayor proporción por los grupos de investigación fueron las implementaciones reales y la maqueta a escala real que demuestre la funcionalidad de las FNCER.

**Kit Interactivo Renova.** En compañía de la comunidad creativa se implementó un prototipo abierto de baja fidelidad y bajo costo que hace parte de los entregables del proyecto y estará disponible para descarga en la carpeta compartida y sitio web; junto a los otros recursos que también se implementaron.

**Tabla 62. Elementos que componen el kit Renova.**

ACTIVIDAD	COMUNIDADES INVOLUCRADAS RESULTADOS
<b>KIT INTERACTIVO RENOVA LAB</b>	<b>Maqueta del aerogenerador</b> 1 módulo con un dinamo con aspas de 12 VDC auto reversible con conectores independientes que puede generar y recibir energía.
	<b>Maqueta del banco de baterías</b> 4 módulos de baterías de 9 VDC con conectores independientes para conectar en serie o paralelo según ejemplos y funcionalidades reales. 2 baterías de 12 voltios de plomo expuesto para ejemplificar el mantenimiento.
	<b>Maqueta del panel solar.</b> 2 módulos de paneles de 9VDC monocristalino con conectores independientes. 2 módulos de paneles de 5 voltios policristalinos con conectores independientes.
	<b>Módulo de iluminación LED.</b> 3 módulos de iluminación LED de 5 VDC con conectores independientes para ejemplificar la carga de un sistema FNCER.
	<b>Módulo de motobomba</b> 1 módulos de micro bomba de caudal y vacío de 12 VDC con conectores independientes para ejemplificar la carga de un sistema FNCER
	<b>Otros</b> 6 pares de cables para conectar los módulos 1 kit interactivo que demuestre la funcionalidad de las FNCER

*Ilustración 85. Kit interactivo Renova LAB.*



*Tabla 63. Resultados de la elaboración del producto plástico sensorial.*

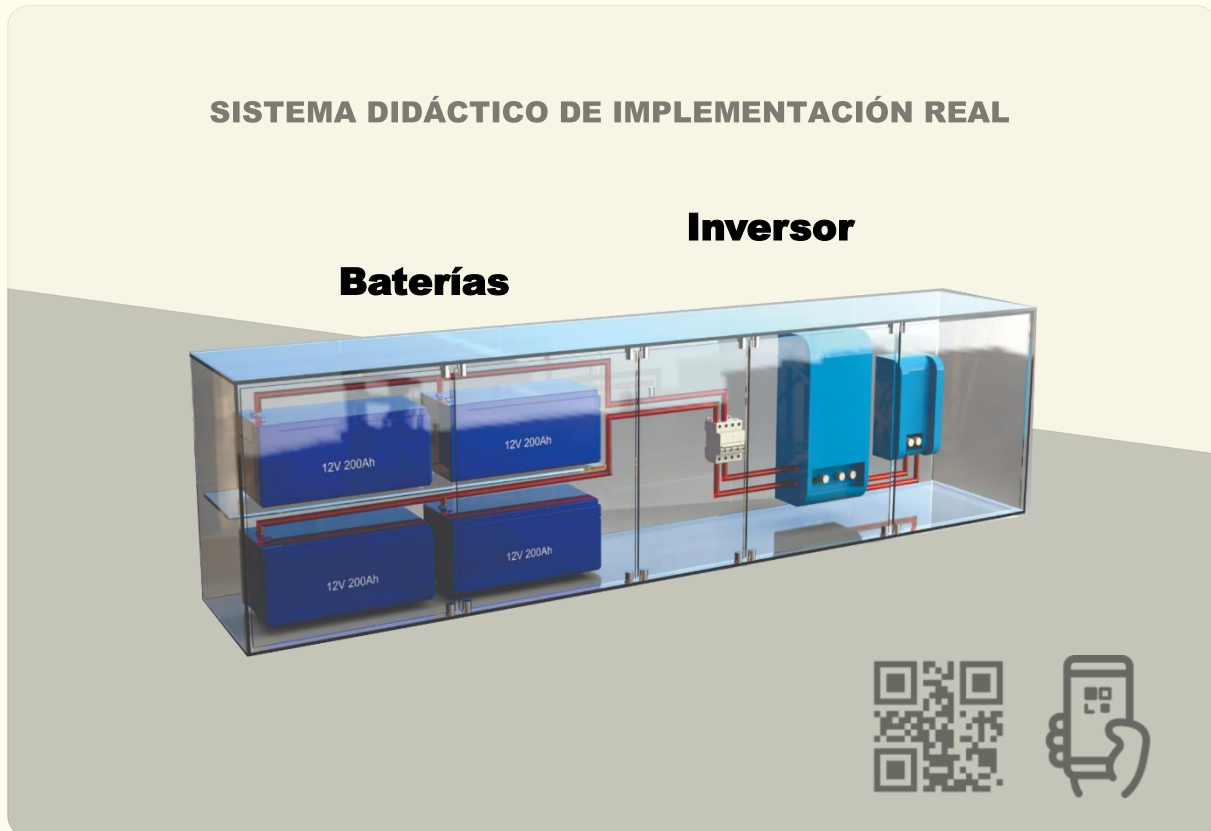
ACTIVIDAD	COMUNIDADES INVOLUCRADAS RESULTADOS
<p style="text-align: center;">B1 PROTOTIPO</p>	<p>Comunidad Creativa FABLAB Zona de Diseño</p>
	<p>Resultados 2 bitácoras de entrevista Renova LAB EE-1 1 kit interactivo que demuestre la funcionalidad de las FNCER</p>

**Modelos de implementación real.** Estos modelos funcionan como "puentes socio-técnicos" que transforman abstracciones energéticas en realidades palpables; su valor trasciende lo técnico al humanizar la tecnología mediante narrativas locales, empoderar agentes de cambio como docentes, líderes comunitarios y comunidad en general que mire y reflexione sobre los modelos abiertos al público.

Se propusieron dos modelos de implementación real:

- **Modelo comunitario de implementación real**
- **Zona comunitaria de apropiación**

*Ilustración 86. Detalle didáctico de los modelos de implementación real.*

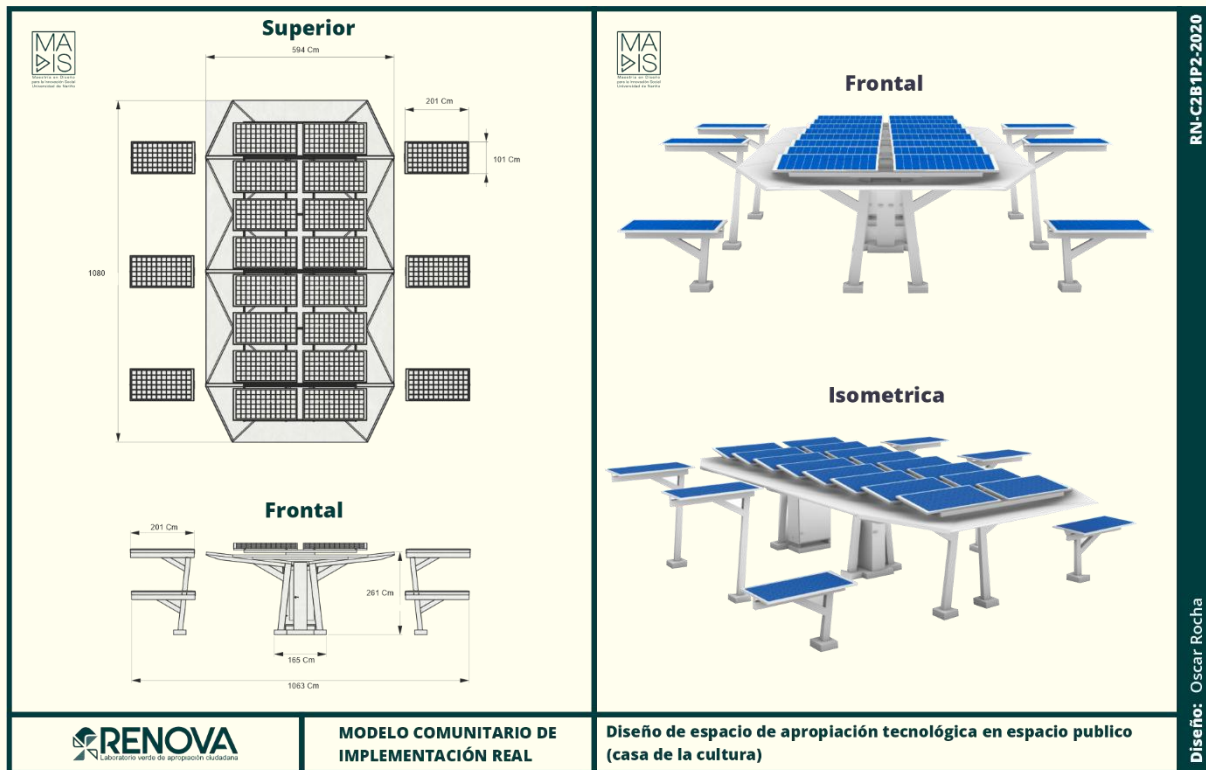


**Modelo comunitario de implementación real.** En compañía de implementadores expertos y creativos se desarrolló un modelo de implementación real que pueda implantarse en espacios comunitarios como casas de la cultura, museos, colegios o universidades.

El propósito de este modelo es que pueda ejemplificar las distintas opciones en que pueden surgir en una implementación real pero que al tiempo incluya la caracterización realizada por la comunidad rural.

- 🔗 Contextualizada
- 🔗 Integrada en el entorno
- 🔗 Diseño seguro
- 🔗 Explicativo (etiquetas)
- 🔗 Demostrativa
- 🔗 Didáctico.
- 🔗 Interactividad

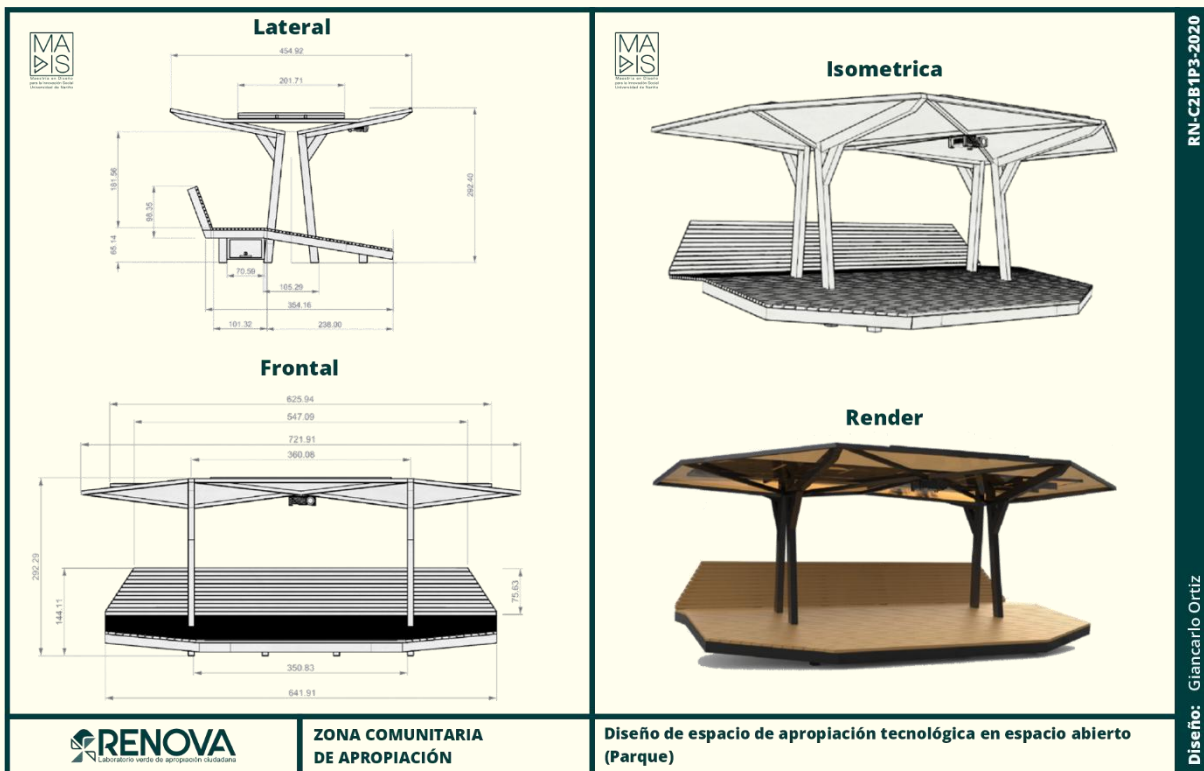
*Ilustración 87. Diseño del modelo real comunitario*



**Zona comunitaria de Apropiación.** En compañía a de implementadores expertos y creativos se desarrolló un modelo de implementación real cielo abierto que incluya el servicio de comunicaciones y la incluya la caracterización realizada por la comunidad rural.

- Contextualizada
- Integrada en el entorno
- Diseño seguro
- Explicativo (etiquetas)
- Demostrativa
- Didáctico.
- Adaptabilidad
- Económica
- Sencilla
- Practica
- Reparable

*Ilustración 88. Diseño del modelo real comunitario*



**B2- PROTOTIPO: Implementar herramientas pedagógicas que apoyen el prototipo**

En colaboración con dos grupos de creativos se recogieron los requisitos para desarrollar los componentes multimedia de un material de aprendizaje virtual y de una herramienta que facilite la implementación de aprovechamientos solares fotovoltaicos.

La herramienta permite dimensionar una solución fotovoltaica a partir de necesidades de energía y radiación solar reales, incluye algunos paneles y baterías que se consiguen en el mercado local con sus precios actuales para que la simulación nos permite obtener el costo del aprovechamiento.

**Ilustración 89. Diseñando herramienta de simulación.**



**Tabla 64. Herramienta de implementación**

Latitud		Longitud		System size	Azimuth	Tilt	Zoom	6Q4P+3Q Pasto, Nariño, Colombia							
grados		grados		kwp	grados	grados	%	grados	grados	grados	grados				
1.205221,		-77.213062		2	180	5	11	1.205221	-77.213062	1.205312	-77.212971				
ID	Nombre			Abr	Valor	Unidades	Name								
01	Potencia fotovoltaica específica			DNI	3,398	Wh/m2/dia	Specific photovoltaic power output								
02	Irradiación														
03	Irradiación														
04	Irradiación														
05	Irradiación														
06	Azimut ópt														
07	Inclinación														
08	Temperatura														
09	Elevación														
ID	Nombre	Tipo	Cantidad	Uso Día	Uso Noche	Potencia equipo	Potencia Total	Energía día	Energía noche	Energía Total					
01	Licudadora 350W	Licudadora	10	1	2	350	3.500	3.500	7.000	10.500					
02	Pc Escritorio 350W	Pc Escritorio	5	2	2	350	1.750	3.500	3.500	7.000					
03	Pc Portatil 90W	Pc Portatil	2	2	3	90	180	360	540	900					
04	Ventilador 75W	Ventilador	1	2	0	75	75	150	0	150					
05	Tv 65" 200W	Tv 65"	0	1	2	200	0	0	0	0					
06	Licudadora 350W	Licudadora	1	1	1	350	350	350	350	700					
07	Nevera 350L 220W	Nevera 350L	1	12	12	220	220	2.640	2.640	5.280					
11	ID	Nombre	Tecnología	Marca	Voltaje	Maxima Potencia	Eficiencia	Corriente corto circuito	Corriente Maxima Potencia	Voltaje Maxima Potencia	Voltaje de Circuito Abierto	Costo	Vida útil	Mantenimiento	Coste
12	01	EcoGreen 12v150w	Polycrystalino	EcoGreen	12	150	15,13	8,75	6,92	16,99	22,51	\$340.750	25	\$15.000	\$29.646
13	02	Bestersolar 12v210w	Monocrystalino	Bestersolar	12	210	21,06	11,07	10,47	20,05	23,95	\$276.870	30	\$11.000	\$23.990
14	03	Tenlite 24v710w	N-type	Tenlite	24	710	22,86	18,45	17,45	40,69	48,94	\$639.000	30	\$24.000	\$55.250
15	04	JA Solar 24v500w	Polycrystalino	JA Solar	24	500	21,10	13,93	13,04	38,35	45,59	\$346.154	25	\$16.000	\$30.180
16	05	ZnShineSolar 12v500w	Monocrystalino	ZnShineSolar	12	500	22,44	14,30	13,56	42,80	51,40	\$459.000	25	\$21.000	\$40.000
17	06	JA Solar 24v380w	Polycrystalino	JA Solar	24	380	19,60	10,05	9,50	48,03	48,71	\$703.125	25	\$31.000	\$61.177

**Tabla 65. Resultados de la elaboración de las herramientas pedagógicas.**

ACTIVIDAD	COMUNIDADES INVOLUCRADAS RESULTADOS
B1 PROTOTIPO	Comunidad Creativa FABLAB ZONA DE DISEÑO ESTUDIO 69 JHON CORTEZ y YESID SANTANDER Comunidad de la cadena de mercado de las FNCER ASC INGENIERÍA OREL SOLARTEC CONEXTEL
	Resultados 8 bitácoras de entrevista Renova LAB EE-1 1 cartilla generadora de empatía ambiental 3 productos multimedia 1 simulación de realidad virtual herramienta de diseño para implementación de proyectos fotovoltaicos

### B3-Desarrollar el sitio web

Del trabajo con las distintas comunidades y en cada una de las etapas de esta propuesta académica de intervención social se obtuvieron importantes resultados que fueron publicados en el sitio web del proyecto.

El sitio web recopila todos los recursos pedagógicos sobre tecnologías FNCER desarrollados durante el proyecto, y seguirá enriqueciéndose con nuevos materiales basados en los hallazgos comunitarios, manteniendo su crecimiento continuo como repositorio para la apropiación de energías limpias no convencionales.<sup>49</sup>

*Ilustración 90. Sitio web del proyecto.*



<sup>49</sup> Sitio web de Renova LAB disponible en: [Renova LAB — Laboratorio verde de apropiación ciudadana](http://Renova LAB — Laboratorio verde de apropiación ciudadana)

Adicionalmente a los resultados propios de la investigación en el sitio web están disponibles la ruta metodológica, los protocolos y todos los instrumentos aplicados durante las intervenciones, de forma que estos puedan ser adaptados y replicados en otros proyectos de intervención social.

Es importante mencionar que derivado del trabajo con las comunidades rurales se obtiene importantes premisas que fueron fundamento en el diseño de productos de apropiación tecnológica en otros proyectos pero que a futuro serán organizados y publicados en el sitio web. Entre estos vale la pena mencionar los que ya se encuentran relacionados en los anexos de este documento.

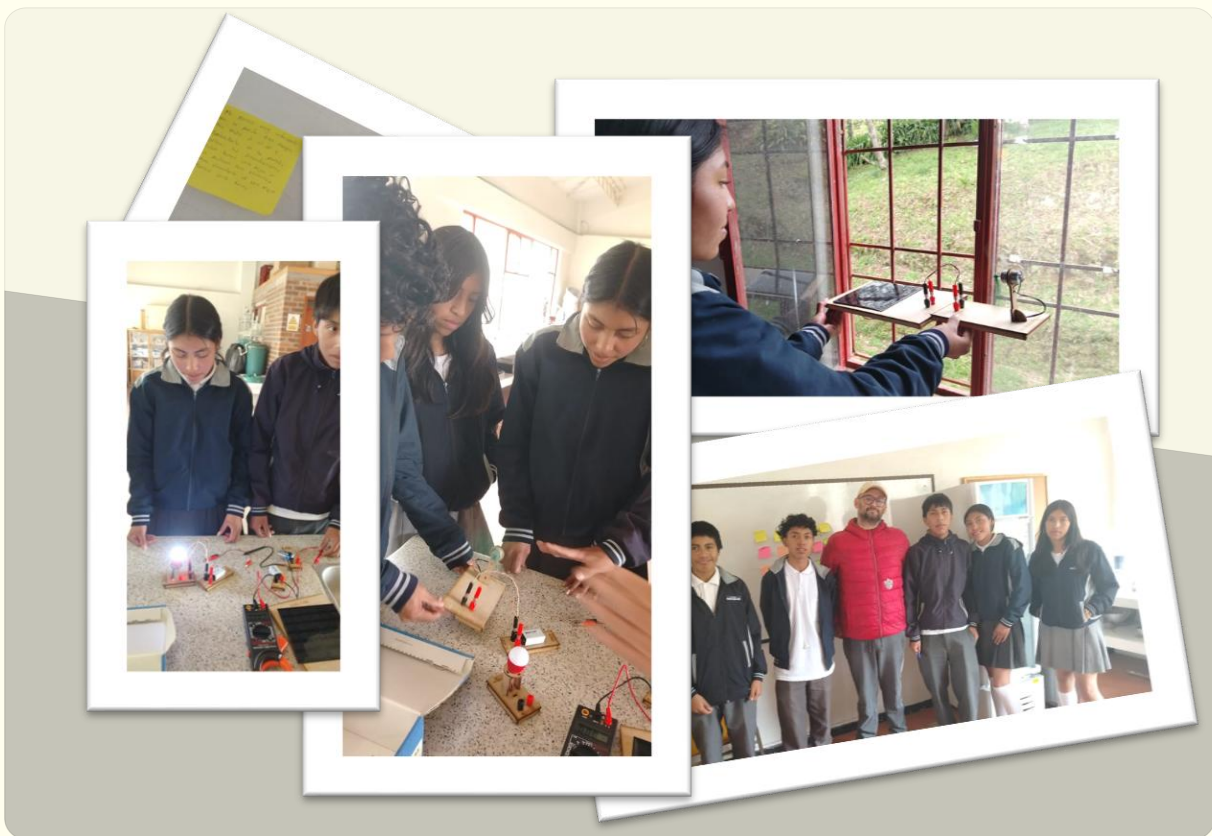
- **Zona Comunitaria de Apropiación:** Un prototipo de implementación real para la apropiación ciudadana de tecnología, recogiendo todas las características conseguidas en el marco de este trabajo.
- **Modelo Comunitario de implementación real:** Un prototipo de implementación real que es en si mismo es un laboratorio verde de apropiación ciudadana de tecnologías FNCER recogiendo todas las características de apropiación conseguidas en el marco de este trabajo.
- **Nodos Fotovoltaicos:** La formulación y los detalles técnicos de los aprovechamientos fotovoltaicos que soportarían una red de conectividad para el departamento; cuyo trabajo fue fundamental en la afinación de la herramienta de dimensionamiento resultado de este trabajo

***B4-Validar el prototipo***

**Kit Interactivo Renova.** En compañía de un grupo de investigación del programa ondas en la IE Agustín Agualongo se validó algunas de las características del prototipo de kit interactivo para la apropiación de FNCER y se recogió importantes observaciones para el trabajo futuro, entre las que se puede mencionar:

- Agregar un código QR a cada elemento que lleve a un sitio donde repose toda la explicación de funcionamiento y ejemplos de uso.
- Incluir una mayor cantidad de elementos para que se puedan hacer más experimentos.
- Mejorar la identidad gráfica el grabado en algunos casos no permite la legibilidad.

***Ilustración 91. Validación del Kit Interactivo Renova LAB.***



**Herramienta de dimensionamiento.** Se valido la herramienta de implementación acompañando la caracterización y dimensionamiento de tres aprovechamientos solares fotovoltaicos en zonas rurales de la región.

**Tabla 66.** Caracterización real Mercaderes.

UBICACIÓN		
DEPARTAMENTO	Cauca	
MUNICIPIO	Mercaderes	
CORREGIMIENTO	La Recta	
COORDENADAS	ALTITUD	900 MSNM
	LATITUD	1.687.428.007.092.170
	LONGITUD	-7.732.472.266.212.270

**Ilustración 92.** Implementación real Mercaderes.

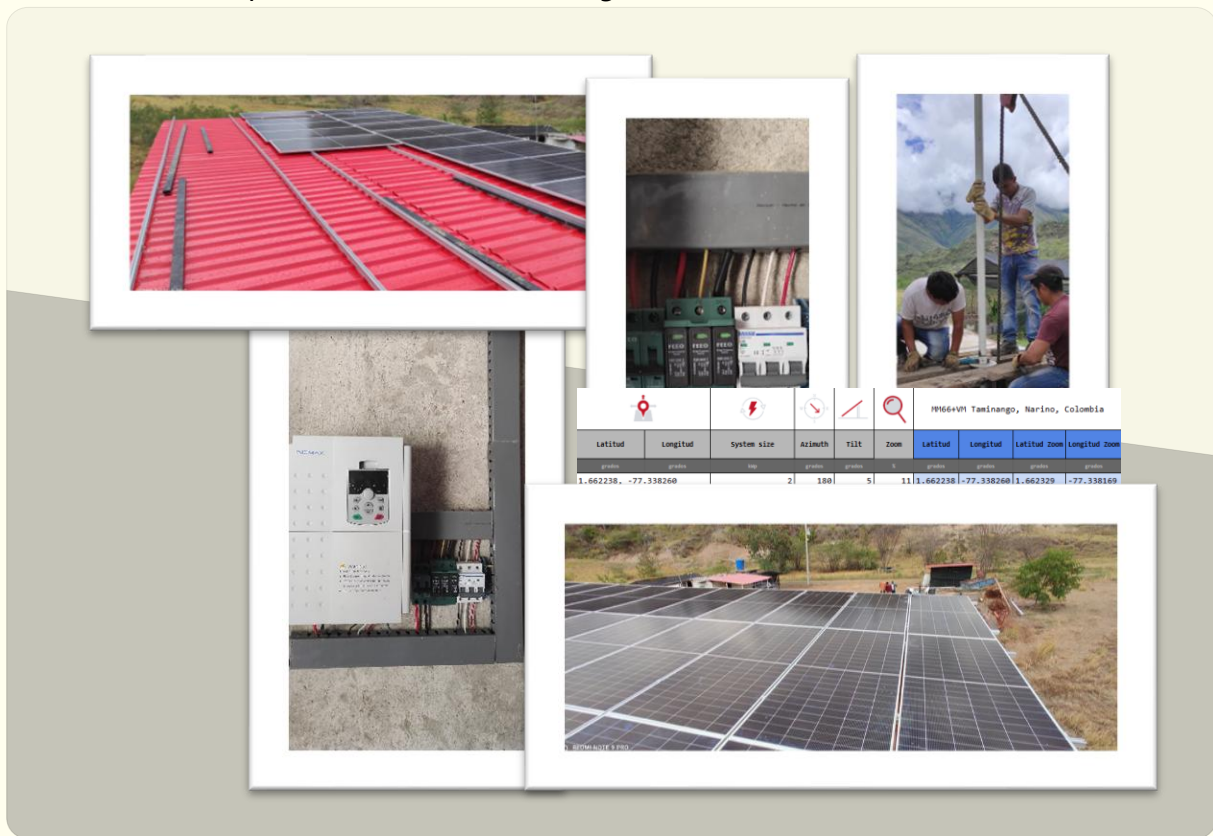


Sistema de aprovechamiento aislado que genera la suficiente potencia para activar una bomba sumergible de 10 HP.

**Tabla 67. Caracterización real Taminango.**

UBICACIÓN		
DEPARTAMENTO	Nariño	
MUNICIPIO	Taminango	
CORREGIMIENTO	Remolino	
COORDENADAS	ALTITUD	800 MSNM
	LATITUD	1.662.238.078.471.090
	LONGITUD	-7.733.825.977.055.330

**Ilustración 93. Implementación real Taminango.**



Sistema de aprovechamiento aislado para cubrir un puesto de salud en Llorente.

**Tabla 68. Caracterización real Llorente.**

UBICACIÓN		
DEPARTAMENTO	Nariño	
MUNICIPIO	Tumaco	
CORREGIMIENTO	Llorente	
COORDENADAS	ALTITUD	450MSNM
	LATITUD	13.874.521.805.966.900
	LONGITUD	-7.851.872.605.356.090

**Ilustración 94. Implementación real Llorente.**



### *Análisis reflexivo de resultados*

El trabajo realizado en cada una de las actividades fue satisfactoriamente colaborativo y participativo, cumpliendo con el propósito trazado y consiguiendo hitos importantes en el propósito de alcanzar el objetivo trazado en el proyecto.

Aunque en cada uno de los escenarios se identificó un gran desconocimiento de la tecnología y un desaprovechamiento de los recursos que el gobierno nacional facilita para la implementación de tecnologías sostenibles a las instituciones privadas y públicas de la región; el trabajo contribuyó a disminuir la brecha social, cambiando percepciones y realidades en las comunidades y siembra una semilla que estamos seguros dará frutos importantes en el futuro.

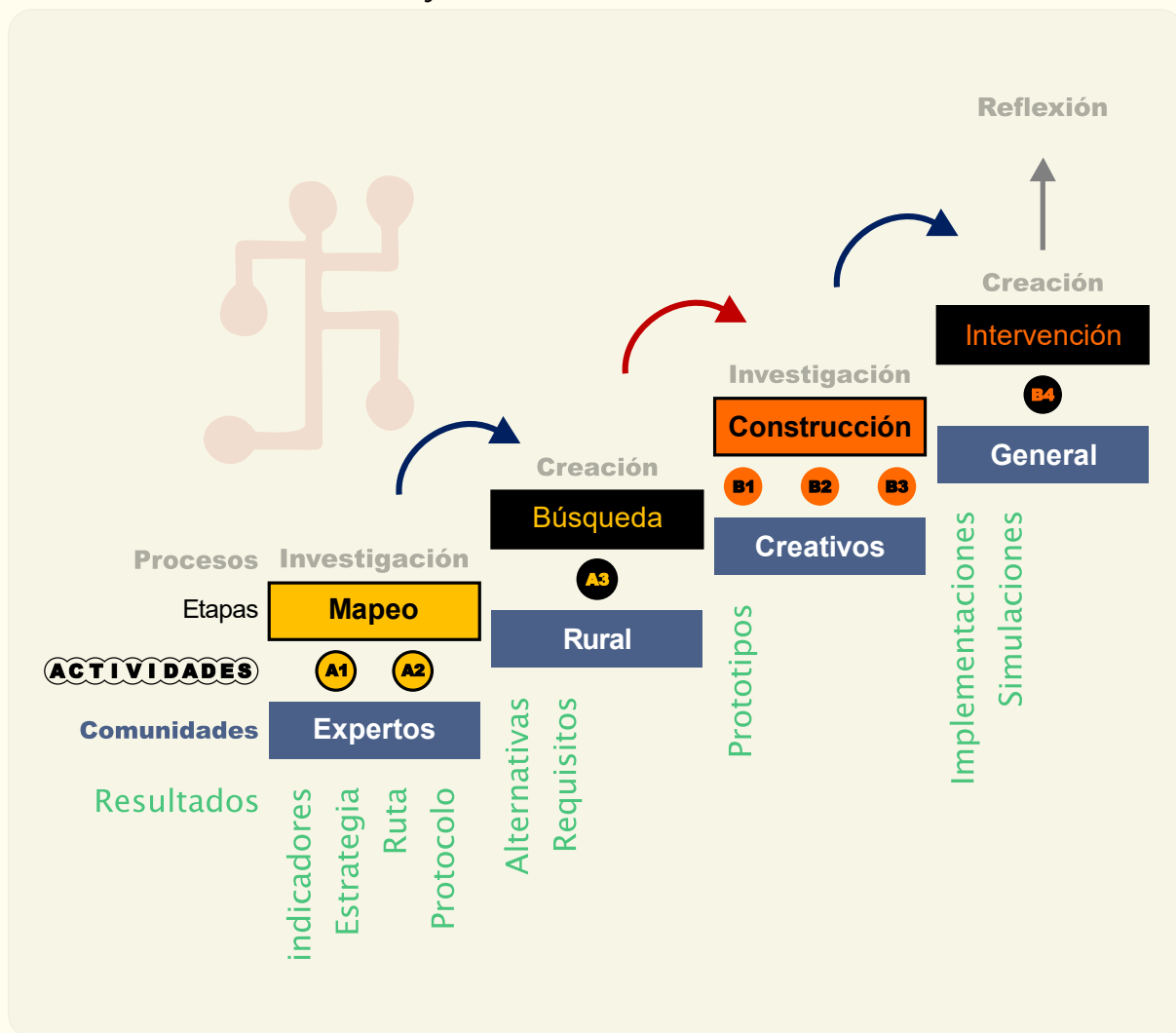
Las iteraciones de la metodología permitieron recoger información valiosa que en el futuro desembocara en productos interesantes, adaptados a las necesidades del territorio y con un gran potencial en innovación social.

Aunque algunos de los elementos desarrollados tienen un enorme potencial en el objetivo de generar apropiación de las tecnologías FNCER y están a unos pasos de ser un producto viable comercialmente, nosotros siempre tuvimos la intención de liberar cada uno de los productos fruto de este trabajo.

Aunque aún hay mucho por hacer para mitigar el cambio climático derivado de la acumulación de GEI antropogénico, generar conciencia es el primer paso para transformar las prácticas sociales y hacerlas crecientemente sostenibles.

Finalmente quedamos convencidos que. la apropiación de conocimiento es un proceso fundamental para transformar la información en capacidades prácticas y sostenibles y que las herramientas desarrolladas en el trabajo permiten no solo la transferencia de conocimiento, sino también su adaptación y aplicación en contextos específicos, lo que contribuye al empoderamiento de las comunidades y de esta manera a mitigar del cambio climático por el futuro uso de éstas tecnologías.

*Ilustración 95. Síntesis del trabajo realizado*



A pesar de enfrentarnos a los grandes desafíos de la emergencia social Covid-19 y de su correspondiente etapa posterior; logramos cumplir la totalidad de las metas propuestas, superando expectativas en varios indicadores clave. Además, dejamos un valioso legado de herramientas que fortalecen la apropiación de tecnologías FNCER y que continúan empoderando a las comunidades hacia soluciones energéticas sostenibles y de bajo impacto ambiental.

En el caso particular del sitio web por ahora es un blog informativo, pero futuro será un espacio interactivo que permita mantener actualizado el diagnóstico situacional y el kit de herramientas de apropiación de tecnologías FNCER.

**Tabla 69. Resumen de logros y metas por actividad.**

ACTIVIDADES			
Núm.	Meta	Indicador	Logro/Meta
A1	Construir indicadores para medir apropiación de FNCER	# Reuniones con expertos # Indicadores construidos	10/4 21/10
A2	Diseñar estrategia pedagógica para los espacios de intervención	# Estrategias diseñadas	1/1
A3	Cocrear alternativas de apropiación y descubrir los requisitos mínimos	# Experiencias # Alternativas	3/2 7/5
B1	Implementar prototipo de apropiación.	# Productos implementados	1/1
B2	Implementar herramientas pedagógicas que apoyen el prototipo.	# Recursos Implementados	5/3
B3	Desarrollar el sitio web	# Sitios web	1/1
B4	Validar el prototipo	# Personas capacitadas	97/30

## Capítulo 4. Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones del trabajo realizado

- El diagnóstico situacional destaca la importancia de intervenciones integrales que aborden barreras técnicas, económicas, educativas y socioculturales para mejorar la aceptación, el conocimiento y el uso comunitario; nuestro enfoque académico valida la I+C para tratar problemas complejos de sensibilización ambiental y transición energética, mientras que, en la práctica, los resultados ofrecen una guía útil para instituciones públicas, privadas y comunitarias.
- La integración adecuada de tecnologías digitales y tradicionales facilitó la participación activa de los usuarios en la creación de los prototipos. Mientras que los contenidos digitales promovieron la sensibilización y la apropiación de la base tecnológica, las tecnologías tradicionales permitieron recopilar hallazgos clave durante el proceso de retroalimentación con las comunidades intervenidas.
- La construcción de las alternativas en un proceso iterativo permitió perfeccionar tanto el conjunto como la fidelidad de las herramientas incluidas en el prototipo diegético. Además, la diversidad en edades, ocupaciones y saberes de las comunidades participantes enriqueció significativamente los hallazgos, especialmente en el caso del Tablón Panamericano, una comunidad conformada por un grupo muy heterogéneo de personas.

- El desarrollo de alternativas para la apropiación demostró un impacto muy positivo en las comunidades participantes, generando en muchos de los intervenidos y en las instituciones involucradas el deseo de implementar tecnologías FNCER en el corto plazo. En particular, la institución educativa de La Laguna, que, gracias al dimensionamiento realizado, espera llevar a cabo la implementación de un Modelo Comunitario que permita una aplicación real.
- Este proceso colaborativo de alternativas enriqueció la perspectiva de los implementadores y expertos al tiempo que también permitió refinar y validar el prototipo final, asegurando que las opiniones de los expertos respondieran a las necesidades reales de los usuarios.
- La participación activa de las comunidades reforzó la importancia de metodologías inclusivas en el diseño de soluciones tecnológicas, destacando cómo la co-creación puede mejorar la adopción y sostenibilidad de los proyectos. Estos hallazgos respaldan la relevancia de enfoques participativos en la investigación aplicada, alineándose con los principios de innovación social y desarrollo comunitario.
- El software de dimensionamiento representa un avance clave en contextos rurales al automatizar procesos costosos y complejos; especialmente en contextos rurales, donde el acceso a cálculos especializados suele ser limitado. Esto optimiza recursos, reduce la dependencia de expertos y democratiza el acceso a soluciones técnicas, promoviendo implementaciones más eficientes y proyectos inclusivos.



- El desarrollo de una estrategia pedagógica basada en la metodología IEP e inspirada en el programa Ondas ha facilitado la apropiación social de las Fuentes No Convencionales de Energías Renovables (FNCER) de las tres comunidades intervenidas; mediante un enfoque colaborativo, se promovieron la transferencia de conocimientos, la creatividad y la acción colectiva en torno a las energías limpias.
- Esta iniciativa destaca el valor de las metodologías participativas para impulsar la transición energética, integrando actores diversos y empoderando a las comunidades para implementar tecnologías sostenibles.

## Recomendaciones para trabajos futuros

- Aún hay mucho trabajo pendiente para superar las brechas de conectividad a las redes de datos y de energía que persisten en el departamento, pero una oportunidad para ello es el empoderamiento de las comunidades para que puedan construir redes descentralizadas, inteligentes y soportadas en tecnologías de bajo impacto ambiental, disminuyendo con ello su dependencia de una única red central y de empresas para las que por la naturaleza del mercado no son una prioridad.
- Las alternativas de apropiación de conocimiento deben estar diseñadas con un enfoque centrado en el usuario, considerando las necesidades, habilidades y contextos propios de la región y de sus participantes. La inclusión de metodologías participativas de como el mapeo e investigación-creación permiten un entendimiento más amplio de la problemática y resulta clave para garantizar la efectividad de los procesos.

## Capítulo 5. Lista de referencias

- Andrade-C, G., Donado, L., Escobar, J., García, M., Muñoz, M. R., Neslin, D., Manzano, O., Ruiz, J. P., Salazar, N., Vargas, C., Yoxtheimer, D., Zamora, J. A., & Rosselli, D. (2019). *Informe sobre efectos ambientales (bióticos, físicos y sociales) y económicos de la exploración de hidrocarburos en áreas con posible despliegue de técnicas de fracturamiento hidráulico de roca generadora mediante perforación horizontal*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29179.13608>
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1(1-10), 1-10.
- Bagher, A. M., Vahid, M., Mohsen, M., & Parvin, D. (2015). Hydroelectric energy advantages and disadvantages. *American Journal of Energy Science*, 2(2), 17-20.
- Boisier, S. (2005). *¿Hay espacio para el desarrollo local en la globalización?* <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/11068>
- BP. (2018). *Bp Statistical Review of World Energy 2018* (67; p. 56). BP plc. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>
- BP. (2019). *Bp Statistical Review of World Energy 2019* (68; p. 64). BP plc. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>
- BP. (2020). *Bp Statistical Review of World Energy 2020* (69; p. 68). BP plc. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf>
- BP. (2021). *Bp Statistical Review of World Energy 2021* (70; p. 72). BP plc. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>
- Buchanan, R. (1992). Wicked Problems in Design Thinking. *Design Issues*, 8(2), 5-21. <https://doi.org/10.2307/1511637>
- Callorda, F., Katz, R., & Unión Internacional de Telecomunicaciones (Eds.). (2018). *The economic contribution of broadband, digitization and ICT regulation*. International Telecommunication Union.
- Castillo, D. (2020, abril 17). Importación De Crudo Y Gas: Crisis Económica U Oportunidad De Cambio. *Crudo Transparente*.

<https://crudotransparente.com/2020/04/17/importacion-de-crudo-y-gas-crisis-economica-u-oportunidad-de-cambio/>

Cobo Romaní, J. C., & Moravec, J. W. (2011). *Aprendizaje invisible: Hacia una nueva ecología de la educación*. Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.

<http://www.razonypalabra.org.mx/varia/AprendizajeInvisible.pdf>

Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático, 33 (1994).

[https://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf)

De Zubiría Samper, J. (2006). *Los modelos pedagógicos: Hacia una pedagogía dialogante*. Coop. Editorial Magisterio.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wyYnHpDT17AC&oi=fnd&pg=PA5&dq=Los+modelos+pedag%C3%B3gicos+en+la+educaci%C3%B3n:+Hacia+una+pedagog%C3%ADa+dialogante&ots=neYw00yJ9a&sig=D3hSN6P7BETynskHtOKm5DyFr6g>

Díaz Barriga Arceo, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista electrónica de investigación educativa*, 5(2), 1-13.

Diez Tetamanti, J. M., Escudero, H. B., Carballeda, A., Barberena, M., Hallak, Z., Rocha, E., Massera, C., Vázquez, A., Barceló, M., Coñuecar, V., Gómez, P., Gómez, D., Feü, C., Martínez, N., & Romero, N. (2017). *Cartografía social: Investigación e intervención desde las ciencias sociales, métodos y experiencias de aplicación*.

<http://beu.extension.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/30>

Dyer, M., Dyer, R., Weng, M.-H., Wu, S., Grey, T., Gleeson, R., & Ferrari, T. G. (2019). Framework for soft and hard city infrastructures. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Urban Design and Planning*, 172(6), 219-227.

<https://doi.org/10.1680/jurdp.19.00021>

Echevarría, J. (2000). Educación y tecnologías telemáticas. *Revista iberoamericana de educación*, ISSN 1022-6508, Nº 24, 2000 (Ejemplar dedicado a: Tic en la educación), págs. 17-36, 24.

European Commission. Joint Research Centre. & IEA. (2024). *GHG emissions of all world countries*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/4002897>

Fraile, J. A. G., & Tobón, S. T. (2009). Estrategias didácticas para la formación por competencias. *Cuadernos unimetanos*, 20, 16-18.

Fulmer, J. (2009). What in the world is infrastructure. *PEI Infrastructure investor*, 1(4), 30-32.

Hermwille, L., Siemons, A., Förster, H., & Jeffery, L. (2019). Catalyzing mitigation ambition under the Paris Agreement: Elements for an effective Global Stocktake. *Climate Policy*, 19(8), 988-1001. <https://doi.org/10.1080/14693062.2019.1624494>

- IPCC. (2001). *Climate Change 2001: Synthesis Report* (Climate Change 2001: Synthesis Report; p. 409). Cambridge University Press.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/TAR\\_syfull\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/TAR_syfull_es.pdf)
- Jiménez, F. M. (2022). El programa Ondas Minciencias como estrategia para fortalecer capacidades y habilidades investigativas en niños, niñas y jóvenes. *Revista Paca*, 12, 4.
- Jiménez, M. R. M., & Manjarrés, M. E. (2011). La investigación como estrategia pedagógica. Una apuesta por construir pedagogías críticas en el siglo XXI. *Praxis & saber*, 2(4), 127-177.
- Jonas, H. (1985). *The Imperative of Responsibility: In Search of an Ethics for the Technological Age*. University of Chicago Press.  
<https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/1/bo5953283.html>
- Katz, R. L. & Fundación Telefónica. (2015). *El ecosistema y la economía digital en América Latina*. Fundación Telefónica.
- Khomsah, A., Sudjito, Wijono, & Laksono, A. S. (2019). Pico-hydro as A Renewable Energy: Local Natural Resources and Equipment Availability in Efforts to Generate Electricity. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 462(1), 012047.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/462/1/012047>
- Labinowicz, Ed., & Pineda, H. L. (1987). *Introducción a Piaget: Pensamiento, aprendizaje, enseñanza*. Fondo Educativo Interamericano. <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IscScript=LIBRO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=006236>
- Latorre, A., Arnal Agustín, J., & Rincón, D. del. (2003). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=107349>
- Latorre-Beltrán, A. (2005). *La investigación-acción: Conocer y cambiar la práctica educativa*. GRAO. <https://www.uv.mx/rmipe/files/2019/07/La-investigacion-accion-conocer-y-cambiar-la-practica-educativa.pdf>
- Lévy, P. (2004). *Inteligencia colectiva. Por una antropología del ciberespacio*. 142.
- Manjarrés, M. E., Mejía Jiménez, M. R., & Ciprian Sastre, J. (2011). *Manual de apoyo a la gestión ya la construcción del Programa Ondas: Línea de Acción Política-Línea de Acción Pedagógica-Línea de Acción de Internacionalización*.  
<https://repositorio.minciencias.gov.co/bitstream/handle/20.500.14143/355/255-2%20MN%20Manual%20de%20apoyo%20a%20la%20gestion.pdf?sequence=1>
- Masson-Delmotte, V., Pörtner, H.-O., Skea, J., Zhai, P., Roberts, D., Shukla, P. R., Pirani, A., Pidcock, R., Chen, Y., Lonnoy, E., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Connors, S., Matthews, J. B. R., Zhou, X., Gomis, M. I., Maycock, T., Tignor, M., & Waterfield, T.

- (2018). *An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. 630.
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J. B. R., Maycock, T. K., Waterfield, T., Yelekçi, Ö., Yu, R., & Zhou, B. (Eds.). (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- Maxwell, S. (2010). World Development Report 2010: Development and Climate Change. *Climate and Development*, 2(3), 299–301. <https://doi.org/10.3763/cdev.2010.0046>
- Ministerio de Minas y Energía de Colombia, UPME, & IDEAM. (2019a). *Atlas de Radiación Solar de Colombia*. <https://repositoriobi.minenergia.gov.co/handle/123456789/2414>
- Ministerio de Minas y Energía de Colombia, UPME, & IDEAM. (2019b). *Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia*. <https://repositoriobi.minenergia.gov.co/handle/123456789/2249>
- Mora-Paz, Héctor, Riascos, Jaime A, & Pantoja, Andrés. (2020). Comparación de funciones kernel para la predicción de la oferta energética fotovoltaica. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, E38, 310–324.
- Mulgan, G. (2006). The Process of Social Innovation. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 1(2), 145–162. <https://doi.org/10.1162/itgg.2006.1.2.145>
- Murrieta, G. V. R., Litardo, E. D. M., Morante, A. M. B., & Plaza, J. L. P. (2023). Modelo constructivista y su aplicación en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. *Journal of science and research*, 8(III CISE), 256–273.
- Oreskes, N. (2004). The Scientific Consensus on Climate Change. *Science*, 306(5702), 1686–1686. <https://doi.org/10.1126/science.1103618>
- Pelfini, A., Fulquet, G., & Beling, A. (2012). *La energía de los emergentes: Innovación y cooperación para la promoción de energías renovables en el Sur Global*. Editorial Teseo.
- PNUD. (2007). *La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido*. Mundi-Prensa.

- Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional., Pub. L. No. 1715, 26 (2014).  
[http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1715\\_2014.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1715_2014.html)
- Rey, A. A. (2022). *Libro de la Inteligencia colectiva, El: ¿Qué ocurre cuando hacemos cosas juntos?*
- Riel, M., & Polin, L. (2004). Learning communities: Common ground and critical differences in designing technical support. *Designing for virtual communities in the service of learning*, 16–52.
- Rodríguez–Villasante Prieto, T., Montañés, M., & Martí, J. (2000). *La investigación social participativa: Construyendo ciudadanía/1* (El Viejo Topo).  
[https://www.redcimas.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/09/lcc1\\_investigacion\\_participativa.pdf](https://www.redcimas.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/09/lcc1_investigacion_participativa.pdf)
- Roelfsema, M., van Soest, H. L., Harmsen, M., van Vuuren, D. P., Bertram, C., den Elzen, M., Höhne, N., Iacobuta, G., Krey, V., Kriegler, E., Luderer, G., Riahi, K., Ueckerdt, F., Després, J., Drouet, L., Emmerling, J., Frank, S., Fricko, O., Gidden, M., ... Vishwanathan, S. S. (2020). Taking stock of national climate policies to evaluate implementation of the Paris Agreement. *Nature Communications*, 11(1), 2096.  
<https://doi.org/10.1038/s41467-020-15414-6>
- Solomon, S., Intergovernmental Panel on Climate Change, & Intergovernmental Panel on Climate Change (Eds.). (2007). *Climate change 2007: The physical science basis: contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Stoddard, I., Anderson, K., Capstick, S., Carton, W., Depledge, J., Facer, K., Gough, C., Hache, F., Hoolohan, C., Hultman, M., Hällström, N., Kartha, S., Klinsky, S., Kuchler, M., Lövbrand, E., Nasiritousi, N., Newell, P., Peters, G. P., Sokona, Y., ... Williams, M. (2021). Three Decades of Climate Mitigation: Why Haven't We Bent the Global Emissions Curve? *Annual Review of Environment and Resources*, 46(Volume 46, 2021), 653–689. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012220-011104>
- Turkenburg, W. C. (2000). *Renewable energy technologies*. UNDP/UNDESA/WEC: Energy and the Challenge of Sustainability. World Energy ....
- United Nations. (2024). *World Population Prospects 2024: Summary of Results*.  
[https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/files/documents/2024/Jul/wpp2024\\_summary\\_of\\_results\\_final\\_web.pdf](https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/files/documents/2024/Jul/wpp2024_summary_of_results_final_web.pdf)
- Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard university press.  
[https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=RxjjUefze\\_oC&oi=fnd&pg=PA1&dq](https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=RxjjUefze_oC&oi=fnd&pg=PA1&dq)



Universidad de Nariño

=The+development+of+higher+mental+processes&ots=okzUR1r2av&sig=a-  
ADDm1Vs9gdTmZgfvOgw2okJtY

Wiatros-Motyka, M., Fulghum, N., & Jones, D. (2024). Global Electricity Review 2024. *Ember*.  
<https://ember-energy.org/es/analisis/global-electricity-review-2024/>

World Commission on Environment and Development (Ed.). (1987). *Our common future*.  
Oxford University Press.

Zimmerman, M. (2000). Empowerment theory: Psychological, organizational and community  
levels of analysis. *Handbook of Community Psychology*, 43-64.  
[http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-4193-6\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-4193-6_2)

## Capítulo 6. Apéndice

### Red de conectividad para el departamento

En el marco del trabajo de este proyecto se trabajó con un equipo de la Secretaría TIC en la Gobernación de Nariño y se logró el diseño y dimensionamiento de soluciones de aprovechamiento fotovoltaico para cada uno de los nodos que compondrían una red de conectividad para el departamento; generación energética basada en FNCER que resulta fundamental en regiones con serios problemas de conectividad a la red eléctrica y de datos del sistema nacional como se ha ejemplificado; en los antecedentes de este trabajo; lo es el Departamento de Nariño.

En este trabajo se enfatizó en desarrollar los productos incluyendo las características de diseño obtenidas en el trabajo con las comunidades rural y rural disperso que hacen parte de esta investigación, y que están descritas en el prototipo, entre las que podemos mencionar:

- Contextualizada
- Integrada en el entorno
- Diseño seguro
- Explicativo (etiquetas)
- Demostrativa
- Interactividad
- Adaptabilidad
- Datos abiertos
- Práctico
- Reparable
- Didáctico

De este trabajo que al cierre de este documento no se ha implementado se incluyen los esquemas técnicos de cada uno de los diseños de soporte fotovoltaico incluyendo en ellos el dimensionamiento del número de baterías, controladores y paneles necesarios para cada uno de los tipos de nodos que componen el sistema; estos detalles y sus formulaciones se usaron para afinar la herramienta de dimensionamiento que se usó en las implementaciones reales del prototipo.

*Ilustración 96. Detalle de los soportes de aprovechamiento fotovoltaico diseñados.*

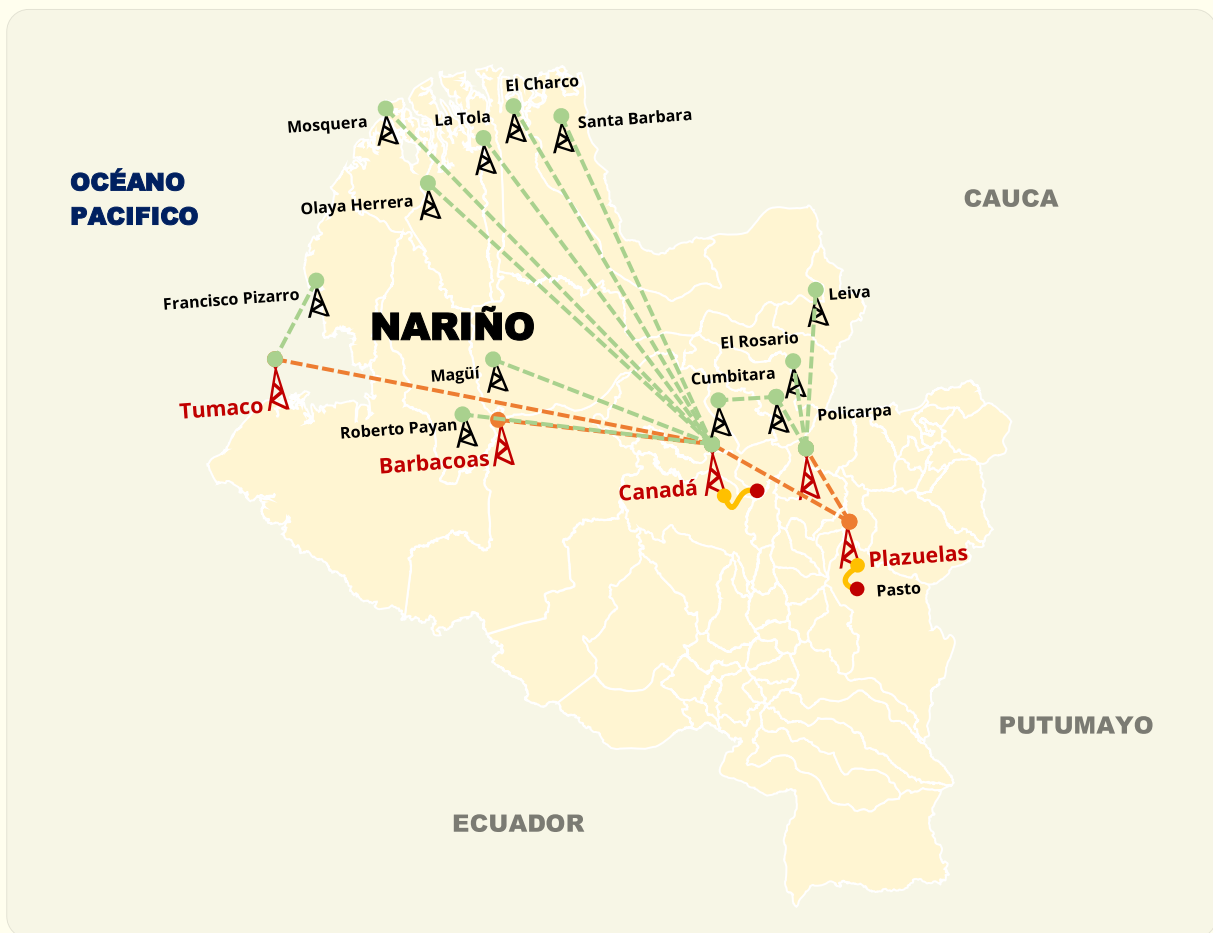
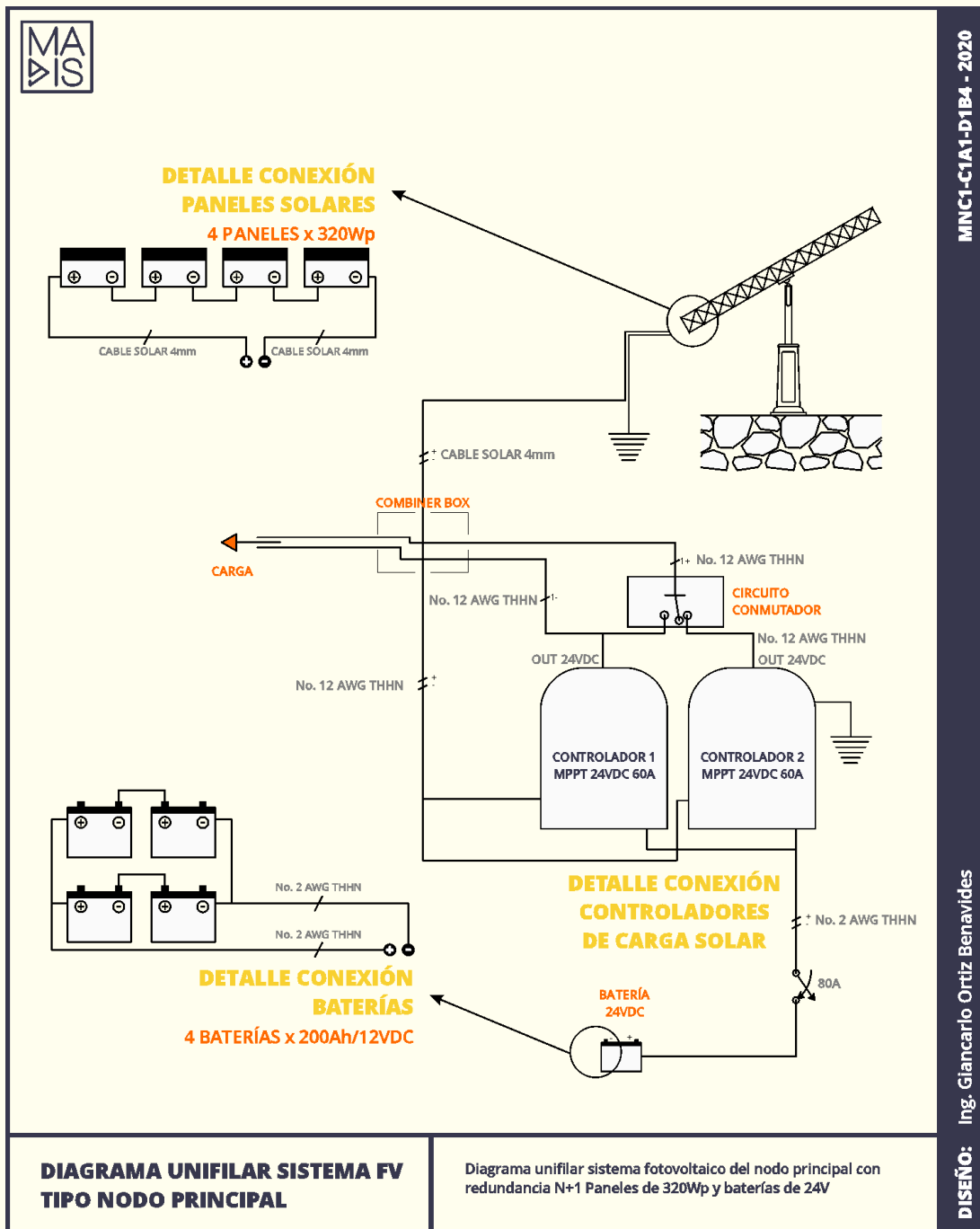


Ilustración 97. Detalles técnicos del sistema fotovoltaico en nodo principal.



**Ilustración 98.** Detalles técnicos del sistema fotovoltaico en nodo secundario.

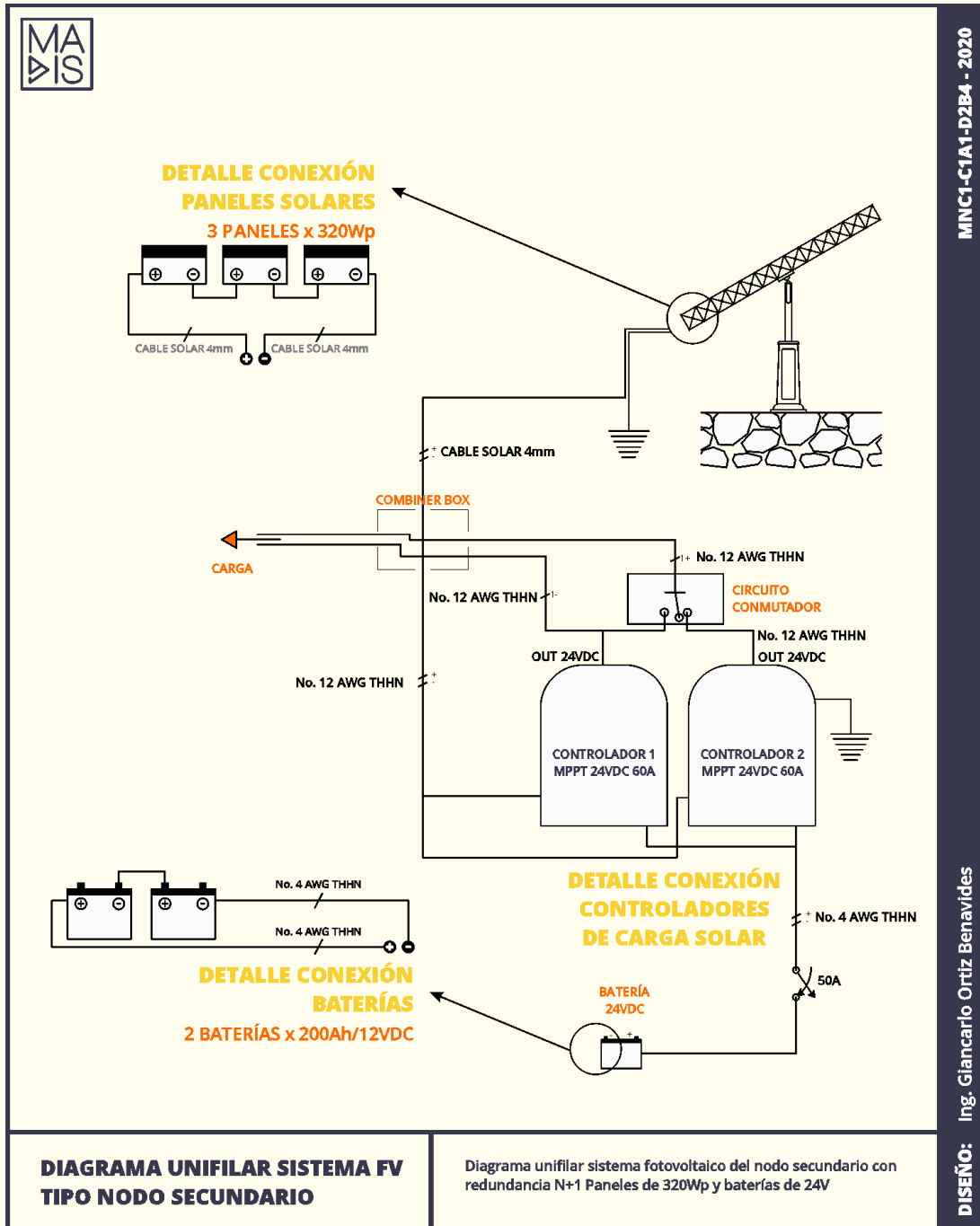
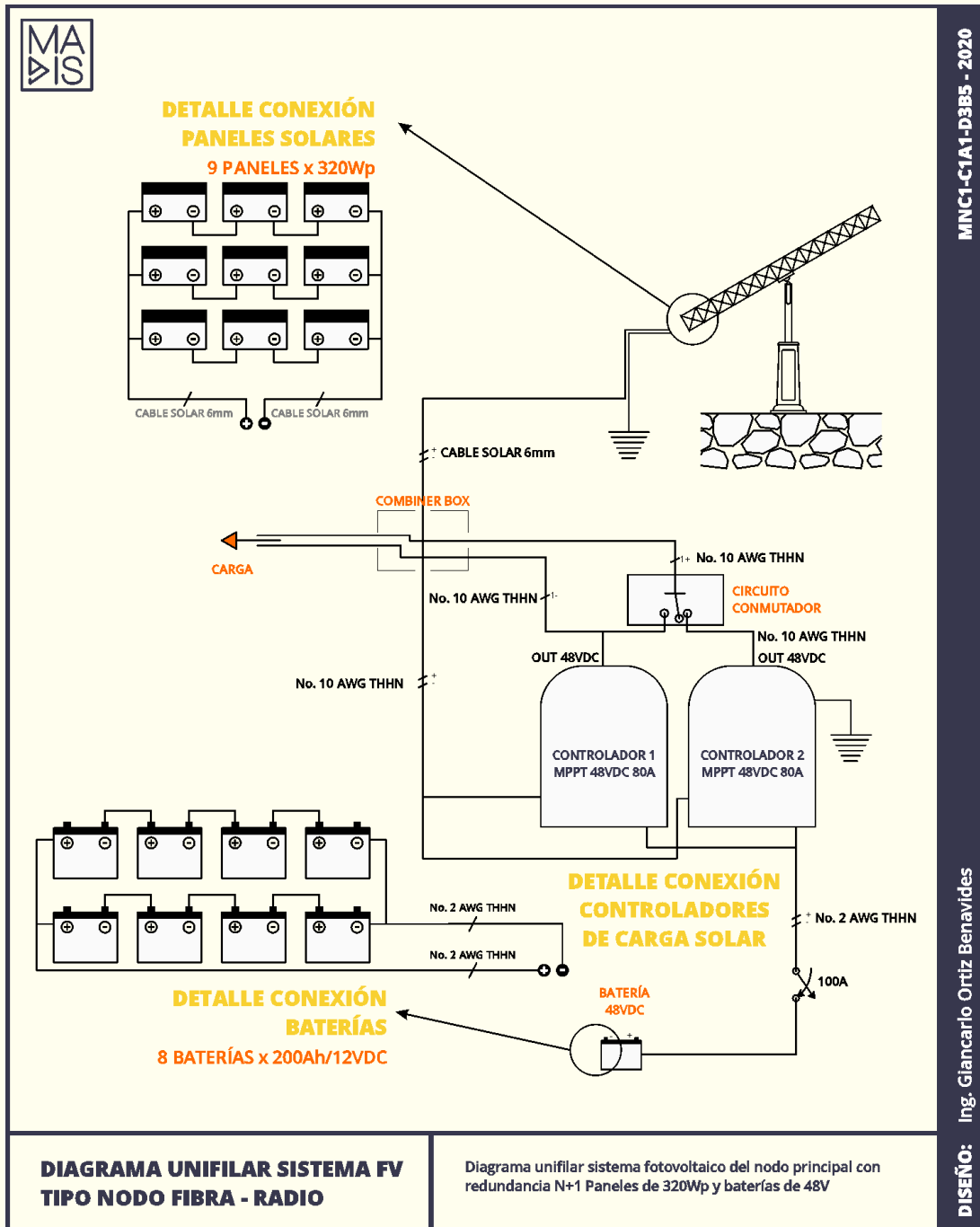


Ilustración 99. Detalles técnicos del sistema fotovoltaico en nodo fibra-radio.



*Ilustración 100. Detalles técnicos del sistema fotovoltaico en nodo radio-fibra.*

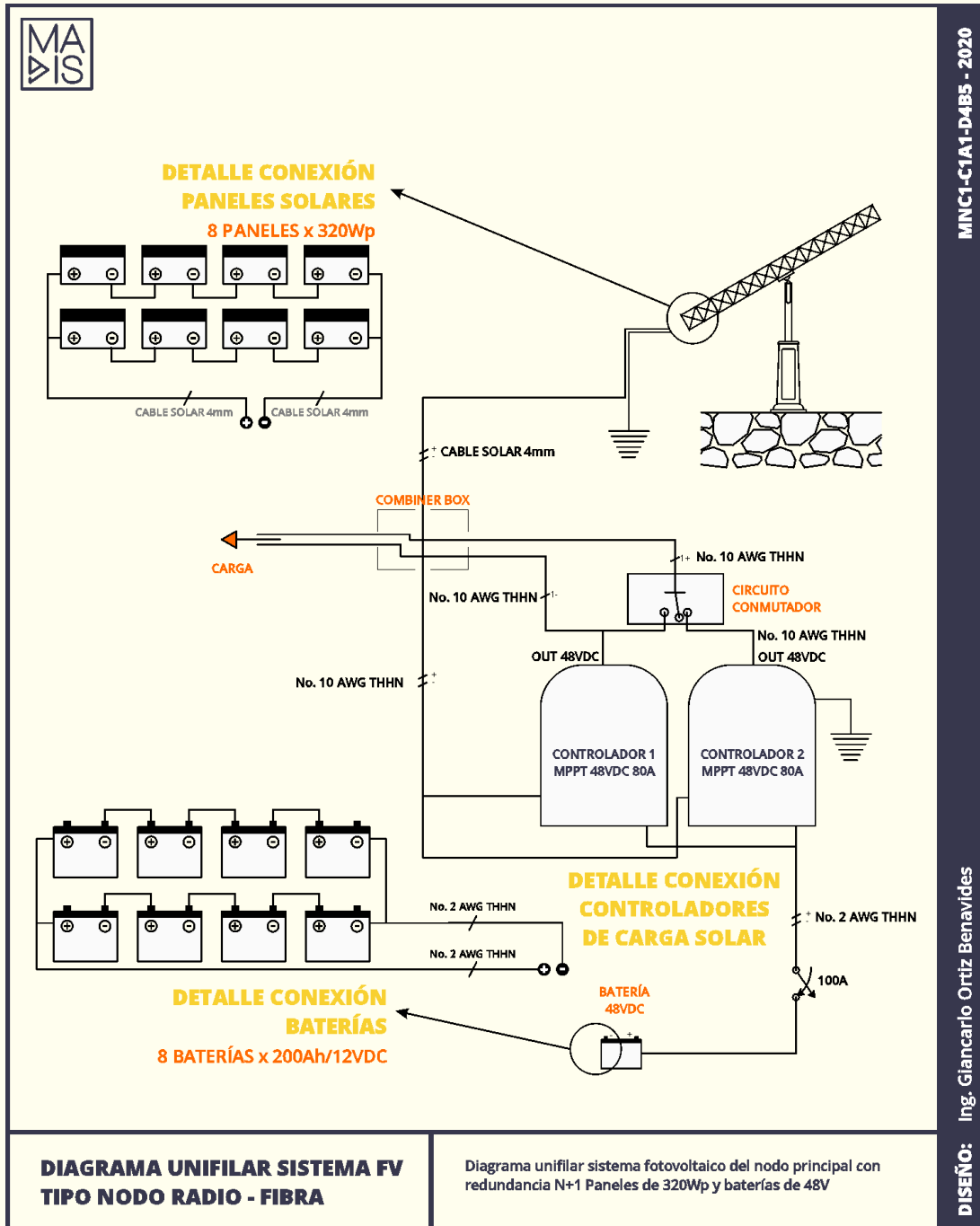
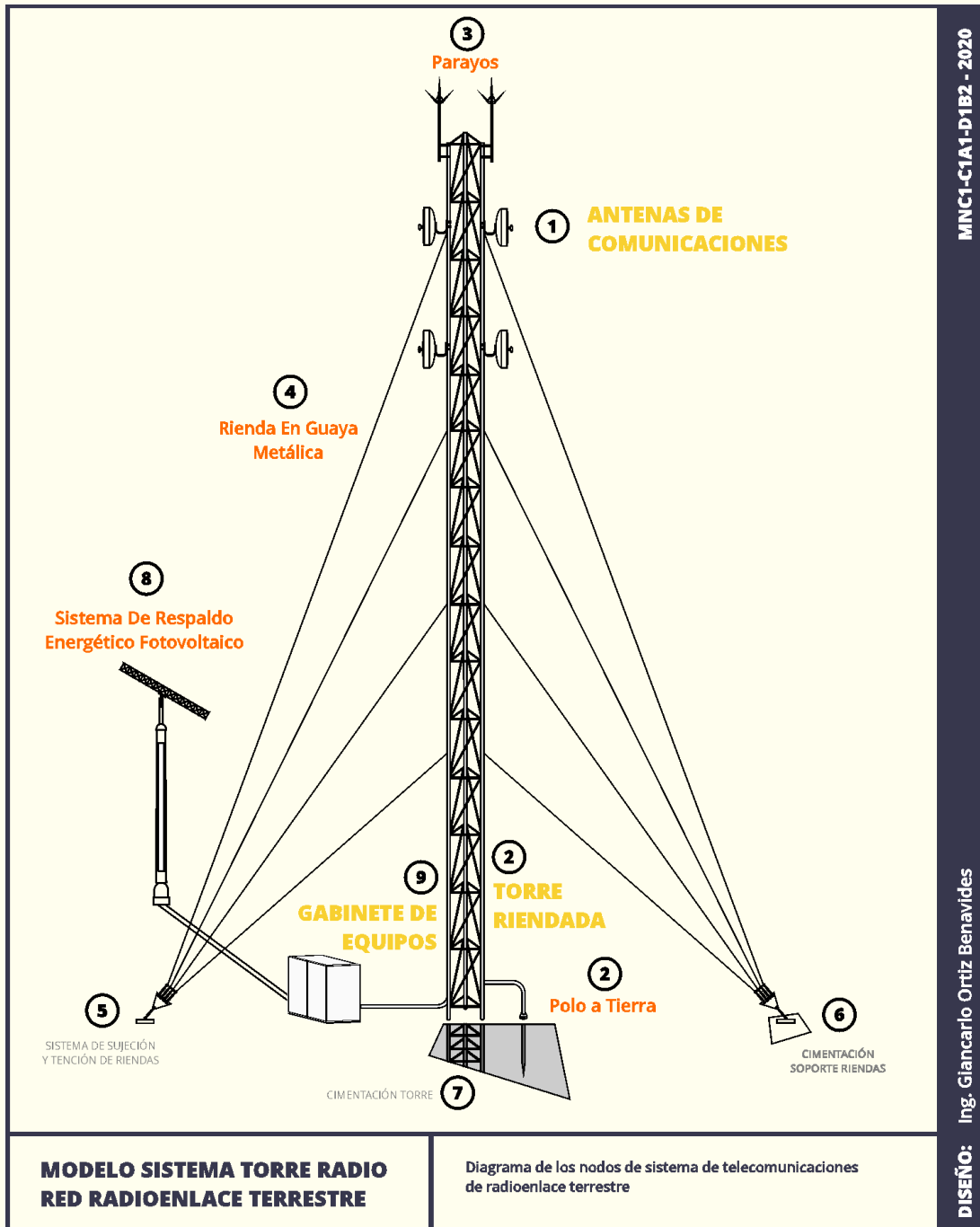
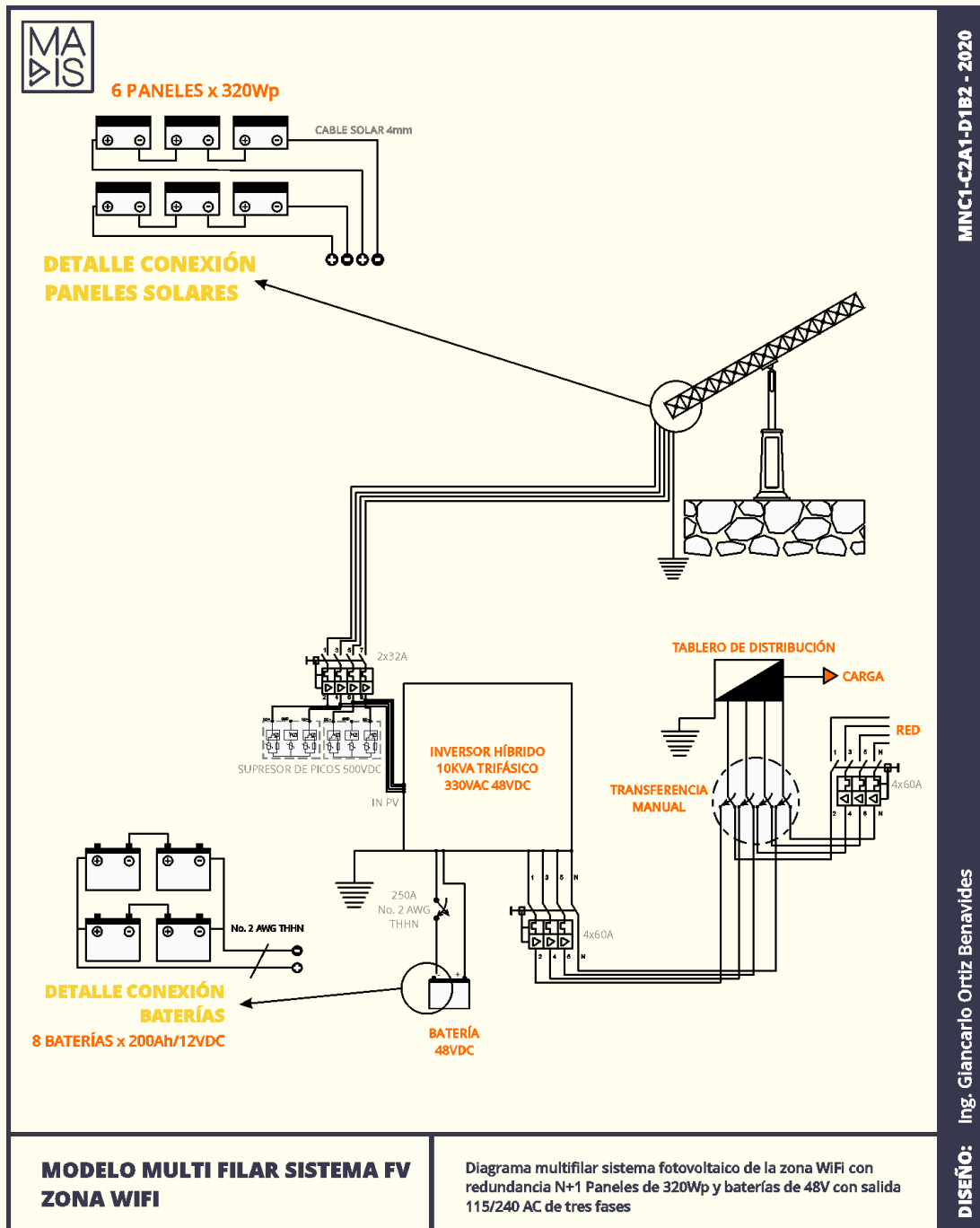


Ilustración 101. Detalles físicos del sistema fotovoltaico en nodos radio.

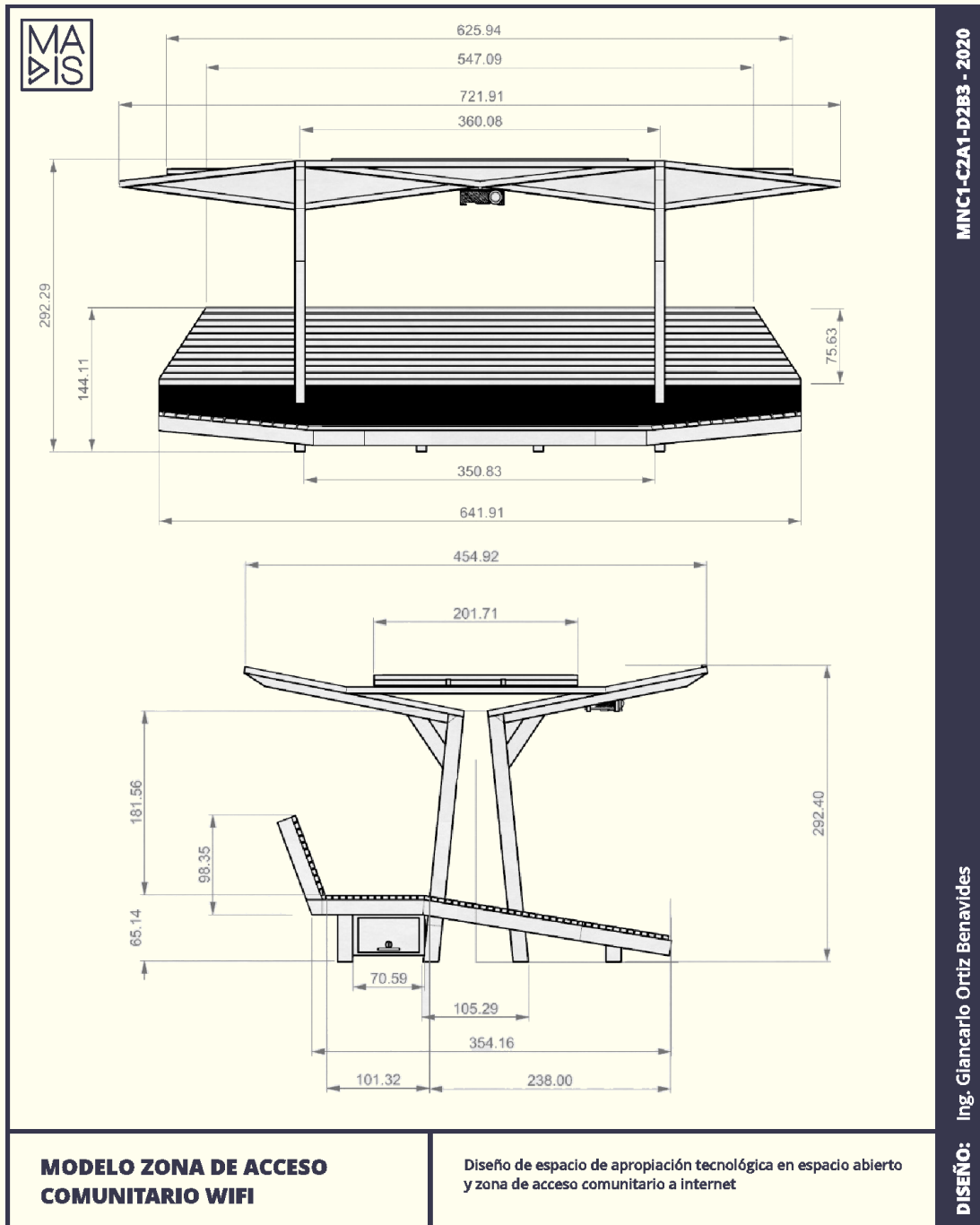


Zona WIFI de acceso comunitario como un espacio de apropiación de tecnologías  
FNCR

Ilustración 102. Detalles técnicos del sistema fotovoltaico en Zona WIFI.



*Ilustración 103. Detalles físicos de la zona WIFI comunitaria.*



*Ilustración 104. Detalles de implementación del sistema WIFI.*

