



# GUÍA AMBIENTAL Y SOCIAL

para proyectos de generación  
fotovoltaicos e híbridos menores  
o iguales a 1 MW



El ambiente  
es de todos

Minambiente

Copyright © 2021 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.





# GUÍA AMBIENTAL Y SOCIAL

para proyectos de generación  
fotovoltaicos e híbridos menores  
o iguales a 1 MW

Alexandra Planas, Juan David Quintero  
y Libardo Montealegre

# CONTENIDO



AGRADECIMIENTOS .....	9
<b>1. PRESENTACIÓN DE LA GUÍA .....</b>	<b>10</b>
1.1 Antecedentes .....	11
1.2 Público objetivo de la guía .....	11
1.3 Organización de la guía .....	12
2.0 LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS (ZNI) EN COLOMBIA .....	12
Sistemas existentes en Zonas No Interconectadas: fotovoltaicos, diésel, híbridos, eólicos .....	12
3.0 LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN EN ZNI .....	12
4.0 EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DE PROYECTOS DE GENERACIÓN EN ZNI .....	12
5.0 MANEJO AMBIENTAL Y SOCIAL PARA PROYECTOS DE GENERACIÓN EN ZNI	13
<b>2. LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS (ZNI) EN COLOMBIA .....</b>	<b>14</b>
2.1 Distribución de las Zonas No Interconectadas .....	15
2.2 Sistemas existentes en Zonas No Interconectadas .....	17
2.3 Programas de energización en ZNI .....	20
2.4 Marco legal .....	23
2.5 Caracterización de las comunidades en ZNI .....	32
2.6 Modelo de implementación de proyectos ZNI .....	35
<b>3. LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN EN ZNI .....</b>	<b>37</b>
3.1 El potencial de energía no renovable en Colombia .....	38
3.2 Configuraciones y conceptos básicos para generación de energía eléctrica en ZNI con Energía Solar Fotovoltaica .....	40

<b>4. EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DE PROYECTOS DE GENERACIÓN EN ZNI .....</b>	<b>49</b>
4.1 Evaluación ambiental y social en el FTSP y el IPSE .....	50
4.2 Impactos ambientales y sociales de proyectos de energía solar a pequeña escala .....	53
4.3 Impactos ambientales de plantas diésel .....	59
<b>5. MANEJO AMBIENTAL Y SOCIAL PARA PROYECTOS DE GENERACIÓN EN ZNI .....</b>	<b>60</b>
5.1 Manejo ambiental y social para proyectos solares fotovoltaicos .....	61
5.2 Proyectos solares en áreas sensibles .....	78
Requerimientos en áreas protegidas .....	78
Procesos de consulta en comunidades étnicas y negritudes .....	80

# ÍNDICE DE TABLAS



TABLA 1. Seguimiento a la planeación - PIEC .....	15
TABLA 2. Viviendas sin servicio (VSS) .....	16
TABLA 3. Capacidad instalada con renovables y plantas diésel .....	19
TABLA 4. Política pública y arreglos institucionales para la gestión de energización en ZNI .....	20
TABLA 5. Categorías y subcategorías de AEE y sus residuos .....	22
TABLA 6. Aparatos y accesorios típicos en instalaciones fotovoltaicas .....	27
TABLA 7. Fondos para el financiamiento de proyectos de energización en ZNI .....	30
TABLA 8. Índice de pobreza multidimensional, urbana, rural y total por departamento .....	34
TABLA 9. Valores de irradiación promedio día para diferentes regiones del país .....	38
TABLA 10. Cargas por vivienda .....	48
TABLA 11. Identificación de restricciones en proyectos de energía en localidad 1 y 2 .....	51
TABLA 12. Impactos ambientales y sociales .....	52
TABLA 13. Instrumentos de gestión ambiental de proyectos de generación de energía en ZNI .....	62
TABLA 14. Lista de chequeo para la localización de una planta fotovoltaica .....	65
TABLA 15. Los elementos básicos del mecanismo de quejas .....	70
TABLA 16. Niveles de mantenimiento requeridos para una planta fotovoltaica .....	72
TABLA 17. Lista de chequeo para evaluación de proyectos en áreas protegidas .....	79
TABLA 18. Lista de chequeo para el cumplimiento de consultas previas con comunidades étnicas .....	80
TABLA 19. Permisos y autorizaciones adicionales para proyectos .....	82
TABLA 20. Demanda, aprovechamiento y uso de recursos naturales .....	86

# ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Infraestructura eléctrica – oferta .....	18
FIGURA 2. Jerarquía de estrategias para la gestión integral de los RAEE .....	24
FIGURA 3. Zonas no interconectadas en Colombia .....	32
FIGURA 4. Mapas de potencial de energía renovable en Colombia .....	39
FIGURA 5. Efecto del ángulo de los paneles sobre la captura de energía solar .....	41
FIGURA 6. ¿Cómo funciona la energía fotovoltaica? .....	41
FIGURA 7. Tecnologías de las células fotovoltaicas .....	42
FIGURA 8. Esquema general de una planta solar fotovoltaica con vinculación a la red de distribución .....	44
FIGURA 9. Diagrama de un sistema híbrido fotovoltaico – diésel tipo .....	46
FIGURA 10. Configuraciones de sistemas de generación para ZNI .....	47

# ANEXOS

ANEXO 1. Estudios de caso .....	87
ANEXO 2. Marco legal .....	97
El Ordenamiento Territorial .....	98
La Seguridad Industrial y Salud Ocupacional .....	98
Participación ciudadana .....	99
Prevención y atención a desastres .....	99
Política de equidad de género .....	100
ANEXO 3. Sistemas de información para caracterización de comunidades .....	103
ANEXO 4. Manejo ambiental y social de las actividades de la construcción .....	106
ANEXO 5. Bibliografía .....	114

# SIGLAS



AEE	Aparatos eléctricos y electrónicos
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BUPA	Baterías Usadas Plomo Ácido
CA	Corriente Alterna
CAR	Corporación Autónoma Regional
CD	Corriente Directa
CDS	Corporación de Desarrollo Sostenible
CNM	Centro Nacional de Monitoreo del IPSE
COP	Peso colombiano
CREG	Comisión Reguladora de Energía y Gas
DAA	Diagnóstico Ambiental de Alternativas
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EIA	Evaluación del Impacto Ambiental y Social
FAER	Fondo de Apoyo Financiero para Energización Rural del SIN
FAZNI	Fondo de Apoyo Financiero para las Zonas No Interconectadas
FENOGÉ	Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía
FTSP	Fondo Todos Somos Pacífico
FNCER	Fuentes No Convencionales de Energía Renovable
ICEE	Índice de Cobertura de Energía Eléctrica
ICANH	Instituto Colombiano de Antropología e Historia
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
INGEOMINAS	Instituto Colombiano de Geología y Minería
IPSE	Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas
kW	kilovatio
kWh	kilovatio hora
kWp	Kilovatio pico
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MGAS	Marco de Gestión Ambiental y Social
MME	Ministerio de Minas y Energía
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
Oxi	Obras por impuestos
PAP	Programa Arqueológico Preventivo
PCH	Pequeñas Centrales Hidroeléctricas
PIEC	Plan Indicativo de Expansión de Cobertura
UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
RESPEL	Residuos Peligrosos
RSU	Residuos sólidos urbanos
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
SFV	Sistemas Fotovoltaicos
SGR	Sistema General de Regalías
SIN	Sistema Interconectado Nacional
STN	Sistema de Transmisión Nacional
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
SINA	Sistema Nacional Ambiental
SINAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SNGRD	Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
SRyG	Sistemas de Recolección y Gestión
UNGRD	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
USD	Dólar estadounidense
ZNI	Zonas No Interconectadas

# AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a la Unidad Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres entidad a cargo de la administración del Fondo Todos Somos Pacífico, a la UPME, al IPSE y al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que a través de sus funcionarios nos acompañaron, colaboraron con documentación y quienes con sus comentarios dieron valor agregado a la Guía.

En la UNGDR, se agradece la colaboración recibida por parte de la Ing. Ruth Alejandra Catacolí, y del Ing. Manuel Salamanca; en la UPME, agradecimiento para la Ing. Sandra Alzate y a la Ing. Olga Estela Ramírez; en el IPSE, al Ing. Fernely Morales y a la Dra. Luz Marina Espinosa; en el MADS en la Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana, agradecimiento a la Dra. María Cecilia Concha, al ing. Carlos Mauricio Silva, y al ing. Ángel Eduardo Camacho.





# 1 PRESENTACIÓN DE LA GUÍA

# 1 PRESENTACIÓN DE LA GUÍA

## 1.1 Antecedentes

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) está apoyando el programa del Gobierno Nacional de electrificación rural sostenible en el cual participan y se articulan el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), el Ministerio de Minas y Energía (MME), el Instituto para la Promoción de Soluciones Energéticas (IPSE) y el Fondo para el Desarrollo del Plan Todos Somos Pazcífico (FTSP), que contempla soluciones de ampliación de cobertura en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) y en Zonas No Interconectadas (ZNI).<sup>1</sup> En las ZNI se proponen proyectos de generación con Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) menores o iguales a 1 MW, los cuales no son objeto de licenciamiento ambiental de conformidad con lo establecido en el decreto 1076 de 2015. Sin embargo, teniendo en cuenta las características ambientales y sociales de los centros poblados a beneficiar, que se localizan en zonas aisladas con altos niveles de pobreza, el reto es lograr que el suministro de energía se convierta en un elemento de desarrollo armónico para la comunidad y que la implementación de estos proyectos que implica retos en la formulación, construcción, operación y mantenimiento de estos proyectos, tengan en cuenta en su ejecución las salvaguardas ambientales y sociales de la banca multilateral, así como los de la banca nacional, respetando siempre la normatividad ambiental y social del país.

Esta Guía ambiental y social para proyectos solares fotovoltaicos e híbridos solares fotovoltaicos - diésel, sigue los lineamientos del Pacto por los Recursos Minero Energéticos para el Crecimiento Sostenible y la Expansión de Oportunidades que se plantean en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022<sup>2</sup>. Este Plan propone la diversificación de la matriz energética introduciendo la meta de consolidar 1,500 MW de energías renovables no convencionales, privilegiando las ZNI, y cumpliendo con lo acordado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2015, compromisos con la OCDE y Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera.

Esta mención explícita al impulso al programa de acceso a la energía en ZNI en el Plan Nacional de Desarrollo, es un mensaje poderoso en relación con el cumplimiento del objetivo de mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores de estas zonas y su inclusión en los procesos de modernidad del país.

En este sentido, las entidades del Gobierno nacional que participaron en la elaboración de la Guía, la ponen a disposición del público como un insumo de consulta para que cualquiera de los actores involucrados pueda conocer las tecnologías más recomendadas, impulsar buenas prácticas en las diferentes fases de los proyectos, y verificar el cumplimiento de la normativa ambiental y social, con el fin de que los proyectos trasciendan más allá de la etapa inicial, prestando el servicio de energía de forma continua y confiable a estas poblaciones vulnerables.

## 1.2 Público objetivo de la Guía

**El objetivo de esta Guía es orientar el cumplimiento de la normativa ambiental colombiana, las directivas de salvaguarda ambiental y social, y el marco de infraestructura sostenible de la Banca Multilateral, con fundamento en la jerarquía de mitigación de impactos ambientales y sociales presente en las buenas prácticas para la promoción de soluciones energéticas en ZNI.**

La Guía está enfocada en el aseguramiento de la aplicación de la jerarquía de mitigación a los impactos ambientales y sociales en las etapas de diagnóstico o prefactibilidad, estructuración, construcción, operación y desmantelamiento para proyectos de generación con fuentes no convencionales de energía renovable menores a 1 MW, enfocada a las soluciones energéticas solar fotovoltaica y los híbridos fotovoltaicos-diésel, apuesta del gobierno nacional para la ampliación de cobertura en estas regiones.

La Guía busca ser una herramienta de fortalecimiento de la gestión ambiental y social de los prestadores del servicio de energía eléctrica en ZNI, de las



comunidades beneficiarias del servicio para un mejor conocimiento de los proyectos y de las instituciones a cargo de la gestión de los proyectos de energía en las ZNI.

Como parte de la elaboración de la Guía se visitaron dos proyectos híbridos: Titumate en el Chocó e Isla Fuerte en Bolívar. Los hallazgos y lecciones aprendidas de estos dos proyectos se presentan en el Anexo 1.

## 1.3 Organización de la guía

La Guía en las secciones de la 2.0 a la 5.0 desarrolla los siguientes temas:

### 2.0 LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS (ZNI) EN COLOMBIA

#### Distribución de las ZNI

Se da información sobre la localización de las Viviendas Sin Servicio en ZNI, indicando donde se encuentran las viviendas que necesitan una solución aislada y se presenta una revisión de los sistemas desarrollados en Zonas No Interconectadas: fotovoltaicos, diésel, híbridos, eólicos.

#### Sistemas existentes en las ZNI: fotovoltaicos, diésel, híbridos, eólicos

Se identifican las modalidades de generación de energía eléctrica en las ZNI y la disponibilidad de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable

#### Los programas de energización en ZNI

Se presenta la política pública y los arreglos institucionales en el país para la gestión de la energización en las ZNI, los actores y los fondos de financiación.

#### Caracterización de las comunidades en ZNI

La caracterización de las comunidades en las ZNI se aborda desde la perspectiva de la pobreza multidimensional y la pobreza monetaria, y privilegia la información relativa a las comunidades indígenas y afrocolombianas y la ubicación de comunidades dentro de áreas protegidas.

#### Modelo de implementación de proyectos ZNI

Se describen los procesos administrativos, técnicos y financieros y los arreglos institucionales para la gestión de un proyecto de generación en ZNI.

## 3.0 LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN EN ZNI

### El potencial de energía no renovable en Colombia

Con información de estudios especializados, se relaciona el potencial de las energías no renovables en Colombia: potencial hidráulico, eólico, solar, biomasa y geotérmicos.

### Configuraciones para generación de energía eléctrica en ZNI

Se presentan de manera didáctica las configuraciones de los sistemas para generación en las ZNI, los componentes de los sistemas, su importancia en la configuración del respectivo sistema y las ventajas de la respectiva solución en áreas remotas.

### 4.0 EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DE PROYECTOS DE GENERACIÓN EN ZNI

#### Evaluación ambiental y social en IPSE y FTSP

Se analiza la forma como las instituciones que gestionan los proyectos en las ZNI abordan los atributos ambientales y sociales de un proyecto, haciendo recomendaciones para que el estructurador evalúe estas dimensiones en el diseño del proyecto.

#### Impactos ambientales y sociales de proyectos de energía solar fotovoltaica pequeña escala

En esta sección que se puede considerar el corazón de la Guía, se identifican puntualmente los aspectos que pueden impactar a una comunidad y su medio ambiente en la ejecución de un proyecto de generación de pequeña escala en zonas aisladas.

#### Impactos ambientales de plantas diésel:

Se resumen los principales riesgos ambientales de la operación de un grupo electrógeno diésel.

## 5.0 MANEJO AMBIENTAL Y SOCIAL PARA PROYECTOS DE GENERACIÓN EN ZNI

### Manejo ambiental y social para proyectos solares

El manejo de los impactos ambientales y sociales de plantas solares se abordan teniendo en cuenta el ciclo del proyecto.

#### Proyectos en áreas sensibles

Se presenta información a los gestores de los proyectos sobre cómo hacer la estructuración de un proyecto de generación de pequeña escala en áreas sensibles, a partir de un mejor conocimiento de las jerarquías de autoridad ambiental en el país.

#### Requerimientos para plantas diésel, eólicas, de biomasa y geotérmicas

Se plantean algunos requerimientos para el cumplimiento de aspectos ambientales y sociales para el caso de utilizar alguna de estas soluciones, con énfasis en proyecto en áreas sensibles.

## ANEXOS

En los Anexos se incluye información adicional sobre varios temas de la Guía

**Anexo 1 - Estudios de caso:** se describen los hallazgos y lecciones aprendidas de dos proyectos híbridos en Colombia: Titumate en Choco e Isla Fuerte en Bolívar.

**Anexo 2 - Marco legal:** se resumen las leyes y normas sobre temas relacionados con el ordenamiento del territorio, el Plan de Desarrollo Municipal, la intervención en costas y playas, salud ocupacional, participación ciudadana, protección a las comunidades étnicas, las consultas a las comunidades, política de equidad de género, régimen para el sector energía y normativa en materia de la gestión integral de los residuos peligrosos y los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Se anexa un cuadro que puede utilizarse como lista de chequeo.

**Anexo 3 - Sistemas de información para caracterización de comunidades:** se resumen las fuentes de información existentes en el país para una caracterización de las comunidades en ZNI.

**Anexo 4 - Manejo ambiental y social de las actividades de la construcción:** se presentan especificaciones ambientales y sociales para los contratistas de obras civiles.

**Anexo 5 - Guías para eólicas, biomasa y geotérmicas:** se presenta guías para el manejo de este tipo de proyectos en áreas sensibles.

**Anexo 6 - Bibliografía:** se presenta la bibliografía consultada para la preparación de esta Guía.





# 2 LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS EN COLOMBIA

# 2 LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS EN COLOMBIA

*“Para todos los efectos relacionados con la prestación del servicio público de energía eléctrica se entiende por ZNI a los municipios, corregimientos, localidades, y caseríos no interconectados al SIN”. Artículo 1º, Ley 855 de 2003.*

## 2.1 Distribución de las Zonas No Interconectadas

A nivel nacional, a 2015 aproximadamente 431,137 viviendas no tenían acceso a la electricidad, y este es el segmento de población que los planes de cobertura pretenden cubrir para lograr la universalización del servicio de energía en las zonas urbanas y rurales del país.

De acuerdo con el Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica (PIEC) 2016-2020<sup>3</sup> el Índice de Cobertura de Energía Eléctrica (ICEE) debe llegar al 96.9%. En la Tabla 1 se presenta la evolución que evidencia el incremento de la cobertura de acuerdo con los resultados de los Planes Indicativos diseñados por el Gobierno nacional desde el 2010 que es considerado el año base para el seguimiento a esta expansión del servicio.

**TABLA 1** Seguimiento a la Planeación - PIEC

	2010-2014	2013-2017	2016-2020
Año base	2009	2012	2015
ICEE total año base	94.9%	96.1%	96.9%
Vivienda sin servicio total	562,074	470,244	425,215
Inversión total para la universalización (millones de pesos colombianos)	3,362,668	4,318,858	5,029,201
Cobertura alcanzable al final del período con los fondos disponibles en los fondos para el período	95.97%	96.78%	
Cobertura alcanzable al final del periodo con recursos disponibles en los fondos y recursos privados	97.21%	97.45%	

Fuente: UPME, PIEC 2016-2020



De las Viviendas Sin Servicio (VSS) a 2015, el PIEC identifica 207,449 viviendas que requieren soluciones aisladas y 223,688 VSS que son viables de interconectar al SIN. En la tabla siguiente se presenta la distribución a nivel país de estas viviendas sin servicio de acuerdo con el PIEC 2016-2020.

**TABLA 2** Viviendas Sin Servicio (VSS)

Departamento	VSS	VSS Interconectables	VSS solución aislada
La Guajira	54,880	10,097	44,783
Cauca	41,593	34,960	6,633
Putumayo	34,103	22,501	11,602
Córdoba	38,745	28,375	10,370
Magdalena	28,734	17,165	11,569
Chocó	22,330	5,777	16,553
Bolívar	25,014	11,949	13,065
Meta	15,519	5,433	10,086
Nariño	15,732	9,518	6,214
Caquetá	12,917	5,808	7,109
Tolima	13,916	8,791	5,125
Casanare	13,413	7,611	5,802
Amazonas	6,535	N/D	6,535
Vichada	6,389	N/D	6,389
Valle del Cauca	11,360	7,705	3,655
Huila	12,332	9,663	2,669
Norte de Santander	8,294	2,034	6,260
Antioquia	7,581	1,902	5,679
Cesar	10,508	5,737	4,771
Sucre	7,291	2,394	4,897
Boyacá	11,304	9,110	2,194
Cundinamarca	10,026	8,486	1,540
Guaviare	4,302	1,500	2,802
Vaupés	2,882	N/D	2,882
Santander	6,093	4,172	1,921
Arauca	3,684	818	2,866
Guainía	1,776	N/D	1,776
Atlántico	3,307	2,034	1,273
Caldas	405	88	317
Quindío	150	60	90
Risaralda	22	N/D	22
Bogotá D.C.	N/D	N/D	N/D
San Andrés y Providencia	N/D	N/D	N/D
<b>Total Nacional</b>	<b>431,137</b>	<b>223,688</b>	<b>207,449</b>

Tabla construida con información UPME, PIEC 2016-2020

Hay departamentos que presentan mayor número de viviendas sin servicio que necesitan soluciones aisladas (ZNI), destacándose los departamentos de Amazonas, Vichada, Vaupés, Guainía, donde la totalidad de las viviendas sin servicio exigen soluciones como ZNI.

La Costa Pacífica también requiere soluciones aisladas en departamentos como Chocó, Nariño, Cauca y sectores del Valle del Cauca. En la Costa Atlántica, se observan necesidades de soluciones en ZNI, la más importante en la Guajira, pero también en Córdoba, Bolívar y Sucre. En el Oriente, estas necesidades se encuentran en el Meta, Arauca y en el sur del Putumayo y Caquetá.

## 2.2 Sistemas existentes en Zonas No Interconectadas

De acuerdo con estudio de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), la energía eléctrica generada en las ZNI proviene de cuatro fuentes<sup>4</sup>:

- Interconexión con países vecinos
- Plantas diésel
- Fuentes de energía renovable:
  - Hidroeléctricas
  - Sistemas fotovoltaicos
  - Aerogeneradores

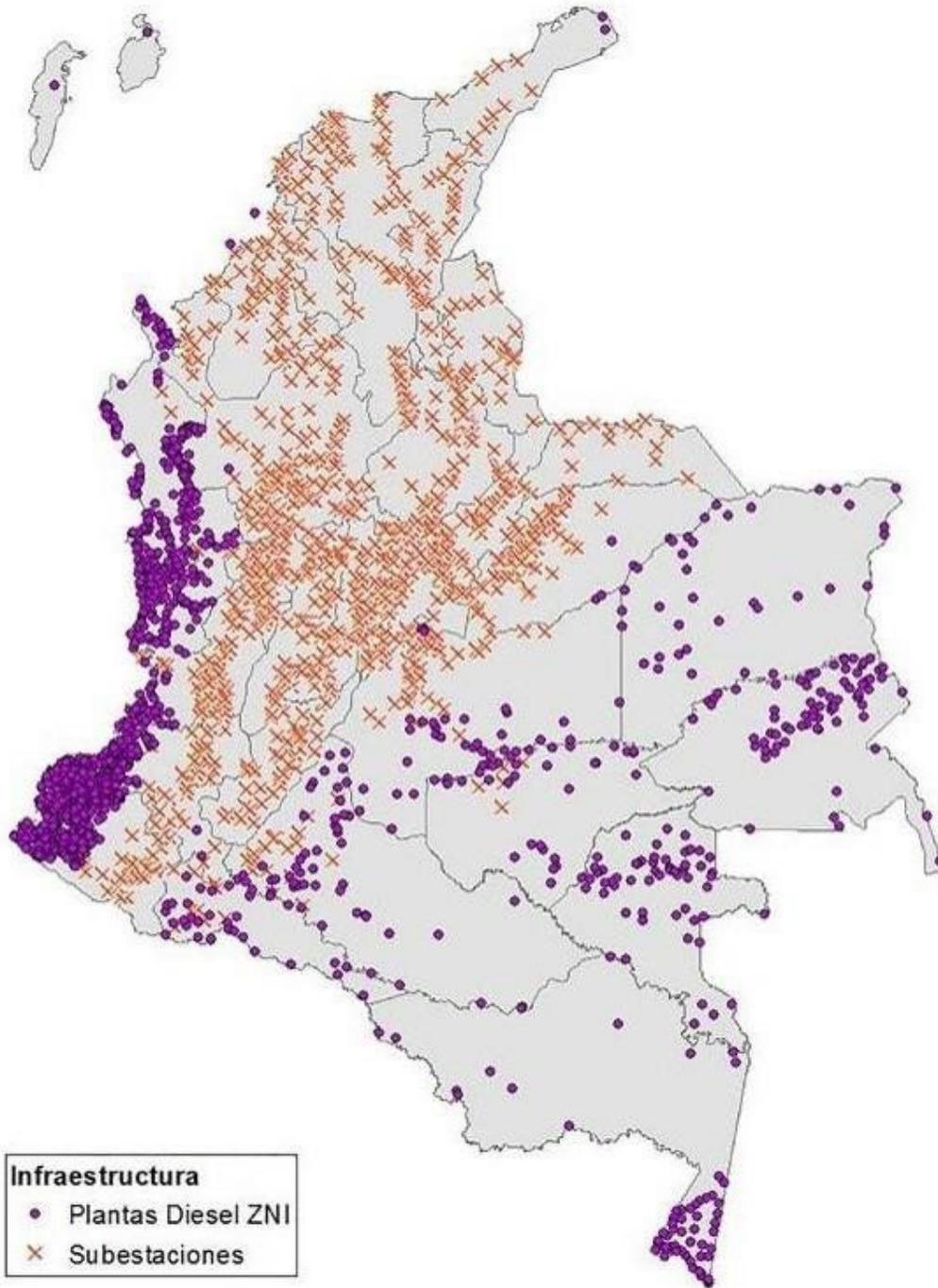
Este estudio establece que según la información de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), la energía entregada durante diciembre de 2014 fue de 81 482 MWh, de los cuales el 51% de la energía provenía de la interconexión con los países vecinos, pero principalmente con Venezuela para el municipio de Puerto Carreño en el Vichada, el 44% de plantas de generación diésel, el 1% de hidroeléctricas y el 4% de otros entre los que están incluidos los sistemas fotovoltaicos.

**Generación con diésel:** En las áreas no interconectadas donde se presta el servicio de energía, la tecnología empleada es mayoritariamente la generación con diésel. Esta solución se plantea considerando el valor de la inversión en una planta dependiendo de la demanda del sitio, el costo y transporte del combustible y la estimación de los costos de administración, operación y mantenimiento. Este valor no puede superar el establecido por la resolución de la Comisión Reguladora de Energía y Gas (CREG) 091 de 2007 “Por la cual se establecen las metodologías generales para remunerar las actividades de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica, y las fórmulas tarifarias generales para establecer el costo unitario de prestación del servicio público de energía eléctrica en Zonas No Interconectadas.”

De acuerdo con el informe de generación de la SSPD a diciembre de 2014, existían en las ZNI 1,505 plantas con una capacidad operativa de 187,439 kW, la mayoría de las marcas Lister, Perkins y Cummins. Es significativo que la mayoría de las plantas (1,275 unidades) se encuentran en el rango de potencia menores de 100 kW.<sup>5</sup>

En la Figura 1 se evidencia como la cobertura con plantas diésel se localiza principalmente en el andén Pacífico de Colombia especialmente el Chocó, Cauca y Nariño.





Fuente: UMPE, Subdirección de Planeación Energética, Grupo Cobertura y Fondos, 2012

A diciembre de 2014, y de acuerdo con información de la SSPD, la energía eléctrica total generada en las ZNI, fue 35,977,916 kWh. Se estima, teniendo en cuenta la generación del mes de diciembre de 2014, que el consumo de combustible fue 2,822,925 galones. Esta estimación se hizo basada en los parámetros de consumo específico de combustible (galón/kWh) por rango de potencia, según lo dispuesto por la CREG en la resolución 091 de 2007 para el reconocimiento del subsidio por consumo de combustibles en las plantas de generación diésel en las ZNI.

**Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER):** en FNCER, la mayor capacidad de renovables que ha instalado el IPSE se tiene en dos pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) con una capacidad total de 2,000 kW, 600 kW en sistemas fotovoltaicos y 200 kW en energía eólica. En Nazareth, Titumate y en Isla Fuerte<sup>7</sup> disponen de bancos de baterías e inversores conectados a la red local. En Nazareth tenían en 2016 dos aerogeneradores de 100 kW cada uno de capacidad, en este momento fuera de servicio<sup>8</sup>.

**TABLA 3** Capacidad instalada con renovables y plantas diésel

Departamento	Renovable				Diésel			Total	Almacena- miento	Observación
	PCH	Fotovoltaico	Eólico	Subtotal	Diésel 1	Diésel 2	Subtotal			
	(kW)	(kWp)	(kW)	(kW)	(kW)	(kW)	(kW)	Banco de Baterías		
Nazareth Guajira		320	200	520	307		307	827	Si	Eólico fuera de servicio
Titumate Chocó		105		105	124		124	229	Si	
Bahía Solano Chocó	1,875			1,875	1,000	800	1,800	3,675	No	
Bahía Cupica Chocó	125			125	125		125	250	No	
Isla Fuerte Bolívar		175		175	150	150	300	475		En remodelación
<b>Subtotales</b>	<b>2,000</b>	<b>600</b>	<b>200</b>	<b>2,800</b>	<b>1,706</b>	<b>950</b>	<b>2,656</b>	<b>5,456</b>		

Fuente: OLADE, Formulación de una Propuesta para una Acción de Mitigación Nacionalmente Apropiada (NAMA) para las Zonas No Interconectadas (ZNI) de Colombia, 2016

Es de anotar que existen numerosos sistemas fotovoltaicos individuales instalados en ZNI, 100% renovables, de los que no se tienen registros institucionales.

## 2.3 Programas de energización en ZNI

La gestión de los proyectos en ZNI desde la perspectiva del planificador que es la UPME, se presenta en la siguiente tabla que evidencia cómo se hace la planificación y los esquemas de gestión y fuentes de financiación para los mismos, a partir de la política pública y la regulación existente.

Paz Estable y Duradera”. La resolución 40809 de agosto 2 de 2018 del MME “Por la cual se adoptan los lineamientos del Plan Nacional de Electrificación Rural 2018-2031 con focalización en las áreas de posconflicto”.



El CONPES 3918 de 2018 que, en el contexto del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, fija como meta el 2030 para la universalización del servicio de energía eléctrica en el país.

**TABLA 4** Política pública y arreglos Institucionales para la gestión de energización en ZNI

POLÍTICA PÚBLICA	REGULACIÓN	PLANEACIÓN Y ESQUEMAS		FONDOS
<b>Ley 1753 PND 2014-2018</b> META: 173.469 viviendas	<b>Res. CREG 024-2016</b> Metodología para la remuneración Dt en el SIN	<b>PIEC</b> Estimación inversión de la universalización	<b>Plan para el Posconflicto</b> Estrategia de expansión de cobertura en áreas de posconflicto	<b>FAER</b> Fondo de Apoyo Financiero para Energización Rural del SIN
<b>Ley 1715</b> Ley de Renovables	<b>Res. CREG 004-2014</b> Fórmula tarifaria ZNI	<b>PERS</b> Estrategia de levantamiento de información rural	<b>Plan Pazífico</b> Estrategia para el desarrollo socioeconómico en la región Pacífico	<b>FAZNI</b> Fondo de Apoyo Financiero para las Zonas no Interconectadas
<b>Decreto 1623</b> Lineamientos para expansión de cobertura en SIN y ZNI	<b>Res. CREG 027-2014</b> Áreas de Servicio Exclusivo	<b>PEN</b> Estrategias para desarrollo futuro energético colombiano	<b>Esquemas Empresariales</b> Implementación de esquemas para la prestación del servicio en ZNI	<b>SGR</b> Sistema General de Regalías

Fuente: UPME, PIEC 2016-2020

Como complemento a esta tabla se relacionan a continuación normas actualmente vigentes:



La política pública y la regulación de la gestión de los programas de energización en las ZNI está definida en el Plan Nacional de Desarrollo (ley 1955 de 2019), la ley de renovables (ley 1715 de 2014), decreto 1623 de 2015, modificado por el decreto 1513 de 2016, que determinan los lineamientos para expansión de coberturas tanto en el Sistema Interconectado SIN como en las ZNI.



El decreto 884 de 2017 “Por el cual se expiden normas tendientes a la implementación del Plan Nacional de Electrificación Rural en el marco del Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una



Los instrumentos de planeación y ejecución de la política son el PIEC<sup>9</sup>, los Planes de Energización Rural Sostenible (PERS), el Plan Energético Nacional (PEN), el Plan Todos Somos Pazcífico, el Plan de Posconflicto y los Esquemas Empresariales que corresponden a lo que se denomina en la normatividad Áreas de Servicio Exclusivo (ASE).

Los ejecutores institucionales de proyectos en ZNI en este momento son el IPSE y el FTSP que es gestionado por la Unidad Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres (UNGRD).



**El Instituto de Planificación Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas:** desde 1999<sup>10</sup>, cuando se transformó el Instituto Colombiano de Energía Eléctrica (ICEL) en el Instituto de Planificación Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas, adscrito al MME, La entidad ha venido identificando, promoviendo y fomentando el desarrollo de soluciones energéticas de las ZNI de acuerdo con las políticas que para el efecto se definen por el Gobierno nacional a través del MME.



**Plan Todos Somos Pazcífico:** el Plan Todos Somos Pazcífico (PTSP) es una estrategia creada en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 que tiene como objetivo cerrar la brecha de pobreza existente entre el andén Pacífico y el interior del país, a partir de un desarrollo socioeconómico que incluye entre sus ejes estratégico el impulso a la universalización del suministro de energía en las ZNI de esta área.

El apalancamiento financiero del PTSP se está haciendo con recursos provenientes de operaciones de crédito externo con la banca multilateral, principalmente el BID, que están destinados a financiar inversiones prioritarias en agua y saneamiento básico, energización y conectividad. Estos recursos, canalizados a través del FTSP, ascienden a USD 400 millones que serán ejecutados en un periodo de seis años (2016-2022). *“Específicamente para el sector de energía se ejecutarán USD 91 millones para proyectos de electrificación rural sostenible, estudios de preinversión y esquemas institucionales, con la meta de beneficiar a aproximadamente 15.500 usuarios en los departamentos de Chocó, Valle del Cauca, Nariño y Cauca.”*<sup>11</sup>

Según el BID, los recursos necesarios para lograr la universalización del servicio en los próximos 5 años ascienden a COP 5 billones<sup>12</sup>. Se estima que el 52% de los usuarios no cubiertos pueden ser conectados al SIN, 39% mediante soluciones aisladas con FNCER y 9% con diésel.

**Principales actores intervinientes en la ejecución de la política:** el principal actor es la comunidad que solicita el servicio de energía y sustenta la necesidad de este para el mejoramiento de sus condiciones de vida. Entre los actores institucionales, se destaca el MME, a través de la UPME como ente planificador y el IPSE como ente ejecutor. La UNGRD como Unidad Ejecutora del Fondo Todos Somos Pacífico. La SSPD, como ente de vigilancia y control de la prestación del servicio de energía. El MADS, como entidad rectora de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargada de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones ambientales del país y el Ministerio del Interior como entidad encargada de la formulación, implementación y evaluación de políticas públicas orientadas al desarrollo y la equidad de los grupos étnicos, minorías y poblaciones vulnerables.

**Fuentes de Financiación para Proyectos de energización en ZNI:** Existen varios fondos para la implementación de los proyectos de energización en las ZNI, que se describen en la Tabla 5, que sirve de guía de cómo hacer el apalancamiento financiero en la estructuración de un proyecto de energía en ZNI.



**TABLA 5****Fondos para el financiamiento de proyectos de energización en ZNI**

FONDOS PARA IMPLEMENTACIÓN	MISIÓN
<b>FAER</b> Fondo de Apoyo Financiero para Energización Rural del SIN	El FAER fue creado creado por el Artículo 105 de la Ley 788 de 2002 y reglamentado inicialmente con el decreto 3652 de 2003 y modificado con el decreto 1122 de 2008 y 1623 de 2015 del Ministerio de Minas y Energía, permite que las entidades territoriales con el apoyo de los Operadores de Red (OR) en la zona de influencia, sean los gestores de planes, programas y proyectos de inversión priorizados para la construcción e instalación de la nueva infraestructura eléctrica dentro del SIN. La ley 1376 de 2010 extendió la vigencia del 31 de diciembre de 2018, por otra parte, la ley 1753 de 2014 aumentó los recursos de este a \$2.10 por kWh transportado.
<b>FAZNI</b> Fondo de Apoyo Financiero para las Zonas No Interconectadas	El Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas fue creado en los artículos 81 al 83 de la ley 633 de 2000, es administrado por el Ministerio de Minas y Energía, el objetivo de este fondo es financiar los planes, programas y proyectos de inversión en infraestructura energética en las Zonas No Interconectadas (ZNI). La ley 1715 de 2014 extendió la vigencia del fondo hasta el 31 de diciembre de 2021, por otra parte, la ley 1753 aumentó los recursos de este a \$1.90 por kWh despachado en la Bolsa de Energía Mayorista, de los cuales cuarenta centavos (\$0,40) serán destinados para financiar el Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE) de que trata el artículo 10 de la ley.
<b>FENOGE</b> Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía, (Ley 1715 de 2014)	Creado para financiar los programas de generación y gestión eficiente a partir de las fuentes no convencionales de energía.
<b>SGR</b> Sistema General de Regalías	Con el decreto ley transitorio 4923-2011 se constituye el sistema y determina destinación de los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables precisando las condiciones de participación de sus beneficiarios.
<b>FTSP</b> Fondo Todos Somos Pacífico	Fondo de apalancamiento financiero al PTSP con un crédito BID de USD\$91 millones con destino a proyectos de electrificación rural sostenible en ZNI.
<b>Obras por Impuestos</b> ley 1819 del 29 de diciembre de 2016, artículo 238	Obras por Impuestos es un mecanismo del Gobierno Nacional, mediante el cual las empresas tienen la posibilidad de pagar hasta el 50% de su impuesto de renta, a través de la ejecución directa de proyectos de inversión en las zonas más afectadas por la violencia y la pobreza. Es una oportunidad que tienen las comunidades, quienes habitan en estos sectores, de recibir los proyectos prioritarios para sus municipios en lo referente a: educación, salud, energía, agua potable, alcantarillado e infraestructura vial.
<b>FINDETER</b> Financiera de Desarrollo Territorial	La Financiera de Desarrollo Territorial dispone de líneas de crédito con tasa compensada para proyectos de desarrollo energético que utilicen FNCER.



## 2.4 Marco Legal

**Marco legal del nivel institucional<sup>13</sup>:** Colombia cuenta con extensa legislación en términos de protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible que emanan de la Constitución Política, en especial la Constitución de 1991 que establece como un derecho de la ciudadanía a gozar de un ambiente sano y determina que el Estado tiene el deber de planificar el desarrollo sostenible del territorio nacional.

La ley 99 de 1993 creó el Sistema Nacional Ambiental (SINA), y establece el marco conceptual para la gestión ambiental que promueva el desarrollo sostenible del país bajo la responsabilidad del Ministerio del Medio Ambiente. La ley 99 también privilegia la participación ciudadana en la toma de decisiones con relación a la ordenación ambiental del territorio. Esta ley también creó las Corporaciones Autónomas Regionales, que tienen la responsabilidad de la administración del medio ambiente y los recursos naturales en el territorio bajo su jurisdicción.

Otro hito normativo es el decreto 2041 de 2014 que reglamenta el título VIII de la ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales para proyectos, obras o actividades con alto impacto. El decreto especifica la necesidad de licencia ambiental según el tipo de obras. En particular, en relación con el sector de energía, se determina que se requiere licencia para centrales con capacidad igual o mayor a 10 MW exceptuando las hidroeléctricas en ZNI; a líneas de transmisión, módulos de conexión y/o subestaciones que operen con tensiones mayores a 50 kV; construcción de centrales hidroeléctricas de capacidad mayor a 10 MW; y proyectos de exploración y uso de fuentes virtualmente contaminantes con capacidad instalada mayor a 10 MW. Considerando el tipo de proyectos previsto para las ZNI, en principio no se requeriría licencia, ya que se trata de pequeños centros de generación y sistemas de distribución de medio y bajo voltaje menores a 1 MW.

Con el decreto ley 2811 de 1974 se establece el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. El decreto 1791 de 1996 establece el régimen de aprovechamiento forestal, donde se prescriben requisitos para que la extracción y cosechas permitan la sostenibilidad del recurso.

En el Anexo 2 de esta Guía se desarrolla información de interés para los gestores de proyectos de energía en ZNI, relacionada con las normas legales que rigen para el ordenamiento territorial, los planes

de desarrollo municipal, la intervención en costas y playas, el manejo ambientalmente adecuado de los aparatos constitutivos de los proyectos al final de su vida útil, la seguridad industrial y salud ocupacional, la participación ciudadana, la prevención y atención de desastres, la protección a comunidades étnicas, la política de equidad de género y normas para el sector energía. En sistemas centralizado con red de baja tensión se recomienda tener en cuenta la ley 1196 de 2008 por medio de la cual se aprueba el “Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes” y la resolución 1741 de 2016 en la compra de equipos con aceites dieléctricos, su gestión y disposición final (garantizar que no tengan PCB).

**Gestión integral de los RAEE y RESPEL en proyectos en ZNI:** Los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) son una de las corrientes de residuos de mayor crecimiento en el mundo y también de mayor complejidad en su gestión, debido a que cubre una gran variedad de productos usados tanto en el ámbito doméstico como profesional o industrial; además, la composición de estos residuos que incluye tanto materiales recuperables, que son recursos potenciales, como sustancias peligrosas que varían ampliamente por cada tipo de aparato eléctrico o electrónico.

En efecto, los RAEE pueden contener sustancias peligrosas, como plomo, cadmio, mercurio, retardantes de llama con compuestos de bromo, bifenilos policlorados (PCB), amianto y los clorofluorocarbonos (CFC), entre otros, que plantean riesgos para la salud humana y el medio ambiente si se eliminan o reciclan de manera inadecuada, y cuyo manejo ambientalmente racional requiere una atención específica.

Es así como, frente a la problemática compleja que representa la generación acelerada de RAEE en Colombia y su gestión ambientalmente inadecuada o insegura, el MADS formuló con participación amplia del sector privado y la sociedad en general, la política nacional para la gestión integral de los RAEE<sup>14</sup>, la cual fue lanzada en junio del 2017 y define la hoja de ruta hasta el año 2032 que deberán seguir, en un accionar sistémico y coordinado, el Estado, en cabeza de las diferentes entidades de los órdenes nacional, regional y local; los diversos sectores productivos y empresariales del país –involucrados en la gestión de este tipo de residuos– y la sociedad colombiana en general, para afrontar la problemática global y local que representan los RAEE.

De esta forma, con la implementación gradual y seguimiento de esta política, se espera que en el mediano plazo la sociedad colombiana cambie el paradigma que implica “comprar, usar y desechar” los

aparatos eléctricos y electrónicos de uso cotidiano y piense en los impactos negativos que esto conlleva para la salud humana y el ambiente, y que reevalúe el concepto de los residuos para que no lo sean más, sino que permanezcan dentro del ciclo productivo y económico, generen valor y permitan la anhelada sostenibilidad ambiental para la generación actual y las futuras.

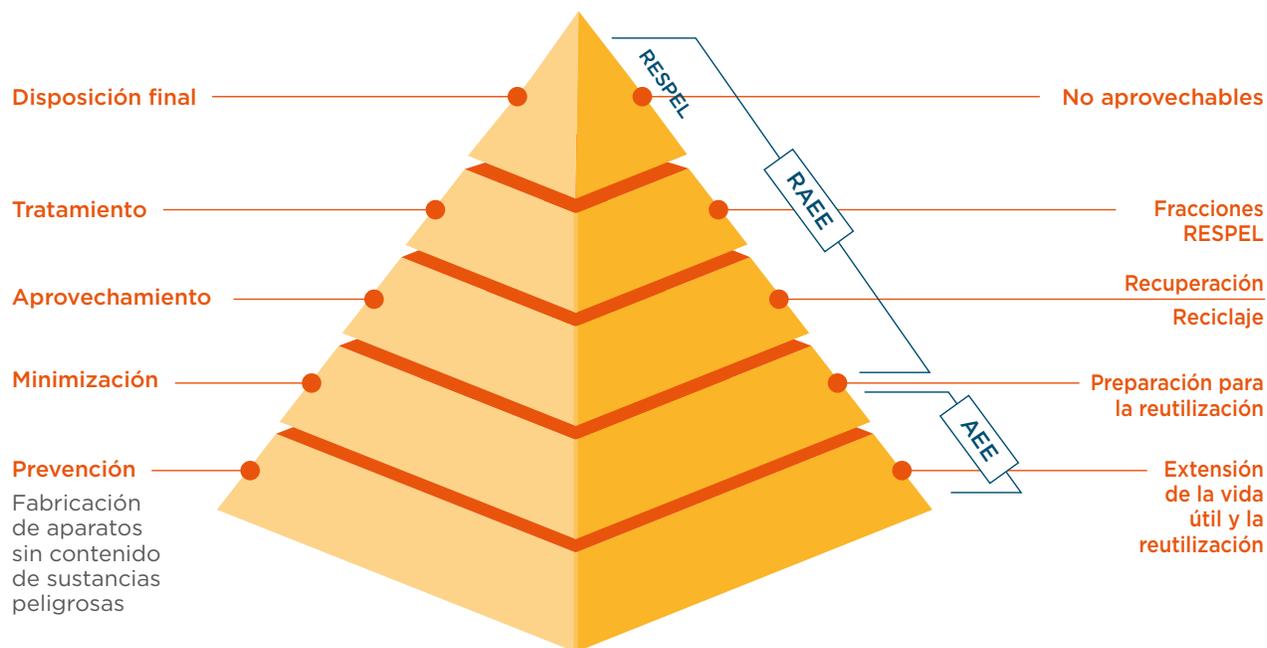
Esta política se desarrolla en la aplicación del principio universalmente aceptado de la responsabilidad extendida del productor (REP), la cual soporta toda las políticas en materia del manejo posconsumo de los productos, y que motiva y obliga a que los productores, bien sean fabricantes, importadores, ensambladores o remanufacturadores, mantengan un grado de responsabilidad por todos los impactos ambientales de sus productos a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, pasando por la fabricación y puesta en el mercado y hasta el manejo final y ambientalmente adecuado del producto, una vez se convierta en un residuo, en la etapa de posconsumo de su ciclo de vida.

En su plan de acción la política busca cumplir con los objetivos de: (i) prevenir y minimizar la generación de los RAEE promoviendo en la sociedad colombiana un

cambio hacia la producción y el consumo responsable de los aparatos eléctricos y electrónicos; (ii) incentivar el aprovechamiento de los RAEE de manera ambientalmente segura, como alternativa para la generación de empleo y como un sector económicamente viable; (iii) promover la gestión integral de los RAEE, con el fin de minimizar los riesgos sobre la salud y el ambiente, y (iv) promover la plena integración y participación de los productores, comercializadores y usuarios o consumidores de aparatos eléctricos y electrónicos, en el desarrollo de estrategias, planes y proyectos para una gestión integral de los RAEE.

De esta forma, la gestión integral de los residuos, y en particular de los RAEE, sigue una jerarquía de estrategias, tal como se puede observar en la figura 2. En primer lugar, se debe propender por la prevención de la generación de los residuos, esto es, medidas que los usuarios toman con los aparatos eléctricos y electrónicos para extender su vida útil, bien sea, antes de que se conviertan en residuos, como por ejemplo el mantenimiento preventivo o correctivo o la reparación de los aparatos; o una vez se tiene la intención de descartarlos, mediante la entrega o donación a otros usuarios para que sigan siendo utilizados -reutilización- para los mismos fines para los cuales fueron diseñados.

**FIGURA 2** Jerarquía de estrategias para la gestión integral de los RAEE



Fuente: Política Nacional de Gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)

En segundo lugar, se debe minimizar la generación de los RAEE, una vez los usuarios tienen intención de descartarlos o ya lo han hecho. Para ello, a través de operaciones de reparación, reacondicionamiento, readaptación o remanufactura, se preparan los aparatos o sus componentes funcionales para que sean reutilizados en mercado de segunda mano o de aparatos remanufacturados, o en la fabricación de aparatos nuevos.

El tercer nivel de la jerarquía es el aprovechamiento o valorización de los RAEE mediante la recuperación de materiales o componentes para procesos de reciclaje y fabricación de nuevos equipos. Asimismo, las fracciones peligrosas presentes en algunos componentes pueden ser recuperadas y tratadas en instalaciones debidamente autorizadas para su posterior aprovechamiento como materias primas o en procesos de recuperación energética, o su eliminación.

En efecto, los aparatos y dispositivos electrónicos son manufacturados a partir de una combinación de partes mecánicas (carcasas, gabinetes, conectores), eléctricas (motores, cables), electromecánicas (compresores, relés) y dispositivos electrónicos (tarjetas de circuito impreso, componentes electrónicos como circuitos integrados, diodos, transistores, etc.), entre otros. Ahora, estas partes o componentes están compuestos de hasta 60 elementos la tabla periódica<sup>15</sup>, entre los cuales se destacan: termoplásticos, metales ferrosos y no ferrosos, metales preciosos, tierras raras, sílice, vidrio y otros compuestos complejos.

Por ejemplo, un computador de escritorio está dominado por el acero de baja aleación (65%) y los plásticos (10%). Los metales preciosos como Au (27ppm), Ag (170ppm) y Pd (12ppm) se encuentran solamente en concentraciones muy bajas, sin embargo, desde el punto de vista de valorización económica, los metales preciosos hacen la mayor contribución al total de ingresos (31% Au y Pd 7%). De otra parte, elementos potencialmente peligrosos como el plomo, el selenio y el arsénico, entre otros, también tienen un valor económico que no puede ser despreciado<sup>16</sup>.

Finalmente, y como última opción una vez se han explorado las alternativas de aprovechamiento de los materiales en el reciclaje o la recuperación energética u de otro tipo, tanto en el país como en el exterior, se dispondrían aquellas fracciones peligrosas o no peligrosas que no sean aprovechables.

Ahora, en materia normativa, la gestión integral de los RAEE está regulada, de forma general, por la ley 1672 del 19 de julio de 2013 “Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política

pública de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones”.

Es así como, se consideran a efectos regulatorios, que son aparatos eléctricos o electrónicos (AEE) todos los aparatos que para funcionar necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, así como los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir dichas corrientes. Asimismo, que estos aparatos son considerados RAEE en el momento en que se desechan o descartan por parte del consumidor o el usuario final, y comprenden, además, todos aquellos componentes, consumibles y subconjuntos que forman parte del producto en el momento en que se desecha, salvo que individualmente sean considerados peligrosos, caso en el cual recibirán el tratamiento previsto para tales residuos.

Asimismo, esta ley estableció entre otras materias: que los RAEE son de manejo diferenciado y que está prohibido su disposición final en rellenos sanitarios; que la REP es el principio rector para la gestión ambientalmente adecuada de los RAEE y que por ende, los productores de los AEE, es decir, los fabricantes, importadores, ensambladores o remanufacturadores, deberán establecer directamente o a través de terceros, en forma individual o colectiva, los sistemas de recolección y de gestión ambientalmente seguro de los residuos de los productos puestos por ellos en el mercado; y que los RAEE recolectados se manejarán priorizando el aprovechamiento y valorización de los mismos y a través de empresas gestoras que cuenten con licencia ambiental para ello. Además, la ley establece obligaciones a los demás actores de la cadena logística de distribución y consumo y a las entidades del Estado involucradas en el flujo de información, la vigilancia y control de la gestión y el fomento de la gestión de los RAEE.

Ahora, la exigibilidad de que los productores de AEE implementen sistemas de recolección y gestión ambientalmente adecuada para los residuos de sus AEE puestos en el mercado colombiano, está reglamentada por el MADS vía resoluciones específicas por corrientes o subcategorías de AEE y sus residuos, de tal forma que en la actualidad están sujetos a esta reglamentación los residuos de computadoras y periféricos, bombillas fluorescentes, pilas y acumuladores y baterías de plomo ácido<sup>17</sup> (refiérase a las resoluciones 1512 de 2010, 1511 de 2010, 1297 de 2010 y 372 de 2009 respectivamente). Bajo esta normatividad los fabricantes e importadores de estos AEE obligados, han implementado sistemas individuales (solo un productor) o colectivos (varios productores asociados) de recolección y gestión de los RAEE, conocidos también como programas posconsumo de

RAEE, con cobertura inicialmente en las principales capitales del país, pero que se deben extender, en forma gradual, a todo el territorio nacional según mandato e incentivos normativos<sup>18</sup>.

De otra parte, las instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento (recuperación/reciclado) y/o disposición final de RAEE y de residuos de pilas y acumuladores requieren de licencia ambiental de acuerdo con lo establecido en el Sección 2, numeral 11, artículo 2.2.2.3.2.3 Capítulo 3 Licencias Ambientales del decreto 1076 de 2015 Único Reglamentario del Sector Ambiente. Asimismo, que, de acuerdo con el mismo artículo del decreto en mención, es competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible, las de los Grandes Centros Urbanos y las autoridades ambientales mediante la ley 2002, otorgar o negar tales licencias. En este sentido, el MADS, expidió la resolución 076 de 2019, con la cual se adoptaron los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para este tipo de proyectos.

Posteriormente, el MADS en desarrollo de la reglamentación de la ley 1672 de 2013, expidió el decreto 284 de 2018 “Por el cual se adiciona el decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la Gestión Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos -RAEE y se dictan otras disposiciones”. Con este decreto se han establecido los lineamientos y condiciones para articular los actores involucrados en la cadena de logística inversa de los AEE; se desarrollaron algunas obligaciones y se establecieron

otras para el Gobierno Nacional, las entidades territoriales y autoridades ambientales, los productores de los AEE, los comercializadores de los AEE, los usuarios o consumidores, y las empresas que realizan la gestión adecuada de los RAEE. Además, se dieron los lineamientos para que el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo implemente el registro de Productores y Comercializadores de AEE.

En la actualidad y en desarrollo del decreto 284 de 2018, el MADS establecerá mediante resolución los lineamientos y requisitos que deberán cumplir los sistemas de recolección y gestión de RAEE a cargo de los productores y los indicadores de gestión por resultados para su evaluación y monitoreo<sup>19</sup>.

Así, esta resolución definirá una lista indicativa de los AEE identificándolos por subpartida arancelaria a 10 dígitos, y clasificándolos por categorías y subcategorías - de acuerdo con un análisis propio del ministerio y basado en la caracterización por cadenas-eslabones productivas del sistema productivo colombiano, por tipo de uso o precedencia (consumo masivo o de uso industrial o profesional) y estableciendo el umbral (cantidad mínima importada o fabricada) por subcategoría para la exigencia de presentación e implementación de sistemas de recolección y de gestión ambientalmente seguro de los RAEE que estarán sujetos a aprobación, seguimiento y evaluación por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). En la tabla 6 se muestra dicha clasificación y categorización.

**TABLA 6****Categorías y subcategorías de AEE y sus residuos**

Categoría	Ítem	Subcategoría
1. Aparatos Electrodomésticos	1.1	Cocinas y hornos
	1.2	Enseres de audio y video
	1.3	Enseres mayores de hogar
	1.4	Enseres menores de calentamiento
	1.5	Enseres menores de cocina
	1.6	Enseres menores de hogar
	1.7	Enseres menores personales
	1.8	Equipos de acondicionamiento de aire
	1.9	Herramientas para el hogar
	1.10	Refrigeración doméstica y comercial
2. Electrónica y Equipos de Telecomunicaciones	2.1	Antenas para telecomunicaciones
	2.2	Circuitos electrónicos
	2.3	Componentes electrónicos
	2.4	Computadores y equipos para tratamiento de datos
	2.5	Electrónica de consumo
	2.6	Equipos de electrónica de potencia
	2.7	Equipos de instrumentación y control
	2.8	Equipos de telecomunicaciones
	2.9	Equipos electromédicos
	2.10	Periféricos, partes y tarjetas para computadores e impresoras
3. Maquinaria y Equipo Eléctrico	3.1	Cables y conductores
	3.2	Equipo industrial
	3.3	Equipos de control y protección
	3.4	Equipos de iluminación
	3.5	Equipos eléctricos e instalaciones para vehículos
	3.6	Grupos electrógenos
	3.7	Máquinas y aparatos de oficina
	3.8	Motores y generadores
	3.9	Otros aparatos y sistemas
	3.10	Piezas eléctricas
	3.11	Pilas y acumuladores
	3.12	Refrigeración y equipos de acondicionamiento de aire industriales
	3.13	Transformadores

Con esta clasificación y listado de los AEE y sus residuos, se identificarán con precisión cuáles estarán sujetos a la regulación de responsabilidad extendida del productor para el manejo adecuado de los RAEE; se facilitan, gradúan y controlan los procesos de gestión de RAEE por características comunes; permite establecer claramente el alcance del licenciamiento ambiental; y se generará Información ambiental estandarizada y detallada sobre la gestión los RAEE al público y a los organismos internacionales que la requieran.

De esta forma, los AEE instalados en los proyectos solares fotovoltaicos estarán sujetos, una vez se promulgue la resolución en mención, a la responsabilidad extendida por parte de los importadores o fabricantes nacionales, de tal forma que estos estarán obligados a hacerse cargo de los aparatos puestos en el mercado por ellos una vez los operadores de las instalaciones fotovoltaicas los descarten o lleguen al final de su vida útil. A manera de guía se presenta en la Tabla 7 los AEE y accesorios utilizados en instalaciones típicas y la clasificación (categoría y subcategoría) según la reglamentación en curso.



En resumen, de acuerdo con la política y normatividad actualmente vigente, los gestores, operadores o usuarios de las instalaciones fotovoltaicas deben respecto a los aparatos eléctricos y electrónicos constitutivos de dichas instalaciones, deberán seguir las siguientes obligaciones y lineamientos:

- i. Prevenir la generación de los RAEE mediante prácticas para la extensión de la vida útil de los AEE. En este sentido, y dadas las condiciones climáticas de las ZNI (alta humedad y temperatura), se requiere, entre otros aspectos, especificar los equipos para su adquisición con grado de tropicalización o adecuar las instalaciones con control de temperatura interna (ventilación forzada para los cuartos de los bancos de baterías). Además, por las mismas condiciones climáticas, se deben tener en cuenta un alto nivel de protección de las instalaciones (protección de pararrayos, protección de sobretensión y cortocircuitos).
- ii. Realizar una correcta separación en la fuente de los RAEE y no disponer estos junto con los demás residuos.
- iii. Seguir las instrucciones del productor o de las autoridades competentes, para una correcta devolución de los RAEE a través de los sistemas de recolección y gestión de RAEE que se establezcan, y de esta forma, entregar sus RAEE, en los sitios (puntos de recolección fijos o centros de acopio), u otros mecanismos (campañas de recolección, rutas de recolección, recolección puerta a puerta o correo postal) que para tal fin dispongan los productores o terceros que actúen en su nombre. Ahora, los usuarios podrán entregar los RAEE a través de un gestor licenciado por la autoridad ambiental competente<sup>20</sup>, siempre que no existan los medios o los mecanismos para la devolución de estos al productor o al comercializador del aparato.
- iv. No desensamblar o retirar los componentes de los RAEE previamente a la entrega de estos a los sistemas de recolección y gestión que se establezcan.
- v. Contribuir en la información y concientización de los demás consumidores mediante la difusión de los mecanismos de devolución y gestión ambientalmente adecuada de los RAEE.

En relación con la gestión de los residuos peligrosos (RESPEL), esta se encuentra reglamentada por el decreto 4741 de 2005 (compilado en el decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible), “Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral”. Este decreto define la clasificación, caracterización, identificación y manejo ambientalmente adecuado de los residuos peligrosos, determina las obligaciones y responsabilidades del generador y del receptor<sup>21</sup>, y establece el marco de acción de las autoridades en la gestión integral de los residuos peligrosos. Es responsabilidad del operador de un proyecto solar fotovoltaico el conocer íntegramente esta norma, en especial, la identificación de los residuos peligrosos que se puedan generar durante el ciclo de vida del proyecto y la responsabilidad que conlleva dicha generación.

En cuanto a la identificación de los residuos o desechos peligrosos que posiblemente se generen, se pueden revisar los residuos incluidos en el Anexo I y Anexo II del decreto 4741 de 2005 y las condiciones para la caracterización y clasificación que allí mismo se establecen.

Ahora, existe una responsabilidad del operador del proyecto solar fotovoltaico respecto a la responsabilidad de garantizar la gestión y manejo integral de los RESPEL que se generen durante la instalación, operación y desmantelamiento del sistema. Entre los residuos peligrosos que se pueden generar durante la construcción y operación de una instalación fotovoltaica, se destacan los siguientes:

-  Absorbentes contaminados, principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
-  Aerosoles vacíos.
-  Envases vacíos de metal o plástico contaminado.
-  Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
-  Baterías de plomo-ácido.

Se debe tener en cuenta que el almacenamiento de residuos o desechos peligrosos en instalaciones del generador no podrá superar un tiempo de doce meses. En casos debidamente sustentados y justificados, el generador podrá solicitar ante la autoridad ambiental, una extensión de dicho período. Durante el tiempo que el generador esté almacenando residuos o desechos peligrosos dentro de sus instalaciones, este debe garantizar que se tomen todas las medidas tendientes a prevenir cualquier afectación a la salud humana y al ambiente, teniendo en cuenta su responsabilidad por todos los efectos ocasionados a la salud y al ambiente.

Durante este período, el generador deberá buscar y determinar la opción de manejo nacional y/o internacional más adecuada para gestionar sus residuos desde el punto de vista ambiental, económico y social. Entonces, las principales obligaciones del generador en el marco de la gestión integral de los RES-PEL y de la normatividad vigente son las siguientes:

- i. Elaborar un plan de gestión integral de los residuos o desechos peligrosos que genere tendencia a prevenir la generación y reducción en la fuente, así como, minimizar la cantidad y peligrosidad de estos. En este plan deberá igualmente documentarse el origen, cantidad, características de peligrosidad y manejo que se dé a los residuos o desechos peligrosos. Este plan no requiere ser presentado a la autoridad ambiental, no obstante, lo anterior, deberá estar disponible para cuando esta realice actividades propias de control y seguimiento ambiental;
- ii. Identificar las características de peligrosidad de cada uno de los residuos o desechos peligrosos que genere, para lo cual podrá tomar como referencia el procedimiento establecido en el decreto 4741 del 2005, sin perjuicio de lo cual la autoridad ambiental podrá exigir en determinados casos la caracterización fisicoquímica de los residuos o desechos si así lo estima conveniente o necesario;
- iii. Garantizar que el envasado o empaquetado, embalado y etiquetado de sus residuos o desechos peligrosos se realice conforme a la normatividad vigente;
- iv. Dar cumplimiento a lo establecido en el decreto 1609 de 2002 o aquella norma que la modifique o sustituya, cuando remita residuos o desechos peligrosos para ser transportados. Igualmente, suministrar al transportista de los

residuos o desechos peligrosos las respectivas hojas de seguridad;

- v. Registrarse ante la autoridad ambiental competente por una sola vez y mantener actualizada la información de su registro anualmente, de acuerdo con lo establecido en el artículo 27 del Decreto 4741 de 2005.
- vi. Capacitar al personal encargado de la gestión y el manejo de los residuos o desechos peligrosos en sus instalaciones, con el fin de divulgar el riesgo que estos residuos representan para la salud y el ambiente, además, brindar el equipo para el manejo de estos y la protección personal necesaria para ello;
- vii. Contar con un plan de contingencia actualizado para atender cualquier accidente o eventualidad que se presente y contar con personal preparado para su implementación.
- viii. En caso de tratarse de un derrame de estos residuos el plan de contingencia debe seguir los lineamientos que se expidan en la reglamentación única para el sector del Interior por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en aguas Marinas, Fluviales y Lacustres o aquel que lo modifique o sustituya y para otros tipos de contingencias el plan deberá estar articulado con el plan local de emergencias del municipio;
- ix. Conservar las certificaciones de almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento o disposición final que emitan los respectivos receptores, hasta por un tiempo de cinco (5) años;
- x. Tomar todas las medidas de carácter preventivo o de control previas al cese, cierre, clausura o desmantelamiento de su actividad con el fin de evitar cualquier episodio de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, relacionado con sus residuos o desechos peligrosos;
- xi. Contratar los servicios de almacenamiento, aprovechamiento, recuperación, tratamiento y/o disposición final, con instalaciones que cuenten con las licencias, permisos, autorizaciones o demás instrumentos de manejo y control ambiental a que haya lugar, de conformidad con la normatividad ambiental vigente.

**TABLA 7****Aparatos y accesorios típicos en instalaciones fotovoltaicas**

Descripción del aparato o accesorio	Imagen (1)	Subpartida (2)	AEE (según listado MADS)
Panel solar fotovoltaico		8541.40.10.00	Electrónica y equipos de telecomunicaciones - Componentes electrónicos - Células fotovoltaicas, aunque estén ensambladas en módulos o paneles.
Cargador/regulador de baterías e inversor integrados		8504.40.90.90	Electrónica y equipos de telecomunicaciones - Equipos de electrónica de potencia - Los demás convertidores eléctricos estáticos.
Controlador o regulador de Carga de las baterías		9032.89.19.00	Maquinaria y equipo eléctrico - Equipos de control y protección - Los demás reguladores de Voltaje.
Sistema de control con display del regulador-inversor		8531.20.00.00	Electrónica y equipos de telecomunicaciones - Circuitos electrónicos - Tableros indicadores con dispositivos de cristal líquido (LCD) o diodos emisores de luz (LED) incorporados.
Sistema de monitoreo de DC		9032.89.11.00	Maquinaria y equipo eléctrico - Equipos de control y protección - Reguladores de Voltaje para tensión inferior o igual a 260 V e intensidad inferior o iguales a 30 A.
Banco de baterías de ciclo profundo		8507.20.00.00	Maquinaria y equipo eléctrico - Pilas y acumuladores - Los demás acumuladores eléctricos de plomo.
Protección contra sobretensiones de los circuitos en AC y DC.		8536.30.90.00	Maquinaria y equipo eléctrico - Equipos de control y protección - Los demás aparatos para la protección de circuitos eléctricos, para una tensión inferior o igual a 1000 Voltios.
Breaker DC 150VDC DIN rail		8536.10.20.00	Maquinaria y equipo eléctrico - Equipos de control y protección - Los demás fusibles y cortacircuitos con fusible para tensiones nominales inferiores o iguales a 260 V e intensidades nominales inferiores o iguales a 30 A.



Descripción del aparato o accesorio	Imagen (1)	Subpartida (2)	AEE (según listado MADS)
Ventilador para banco Baterías		8414.51.00.00	Aparatos electrodomésticos - Enseres menores de hogar - Ventiladores de mesa, pie, pared, cielo raso, techo o ventana, con motor eléctrico incorporado de potencia inferior o igual a 125 W.
Sensor de temperatura para el sistema de carga del banco de baterías		9025.19.19.00	Electrónica y equipos de telecomunicaciones - Equipos de instrumentación y Control - Los demás termómetros y pirómetros, sin combinar con otros instrumentos, eléctricos o electrónicos.
Centro de operaciones de comunicaciones para el controlador/regulador		8517.62.90.00	Electrónica y equipos de telecomunicaciones - Equipos de telecomunicaciones - Los demás aparatos para la recepción, conversión y transmisión o regeneración de Voz, imagen u otros datos, incluidos los de conmutación y encaminamiento («switching and routing apparatus»).
Kit de conectores macho-hembra para panel solar		8544.42.20.00	Maquinaria y equipo eléctrico - Cables y conductores - Los demás conductores eléctricos para una tensión inferior o igual a 1000 V, provistos de piezas de conexión, de cobre.
Prensaestopas - pasacables		8547.90.90.00	No son un AEE
Cable para los paneles, las baterías, el inversor preensamblados		8544.42.20.00	Maquinaria y equipo eléctrico - Cables y conductores - Los demás conductores eléctricos para una tensión inferior o igual a 1000 V, provistos de piezas de conexión, de cobre.
Caja de Conexiones		8537.10.90.00	Son una AEE siempre y cuando sean cuadros, paneles, consolas, armarios y demás soportes equipados con varios aparatos de las partidas 85.35 u 85.36, para control o distribución de electricidad, incluidos los que incorporen instrumentos o aparatos del Capítulo 90, así como los aparatos de control numérico, excepto los aparatos de conmutación de la partida 85.17.
Gabinete para baterías		8537.10.90.00	Son una AEE siempre y cuando sean cuadros, paneles, consolas, armarios y demás soportes equipados con varios aparatos de las partidas 85.35 u 85.36, para control o distribución de electricidad, incluidos los que incorporen instrumentos o aparatos del Capítulo 90, así como los aparatos de control numérico, excepto los aparatos de conmutación de la partida 85.17.
Soporte de montaje para paneles en techo o en tierra		8547.90.90.00	No son un AEE, son un accesorio o parte de la instalación.

Preparado por: Ángel Eduardo Camacho, DAASU - Consultor Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, noviembre 2019.  
Notas: (1) Las imágenes son tomadas de las páginas WEB de los fabricantes: Four Star Solar, Blue Pacific Solar, Outback Solar y MidNite Solar. (2) Las subpartidas pueden variar a interpretación del importador del SA.

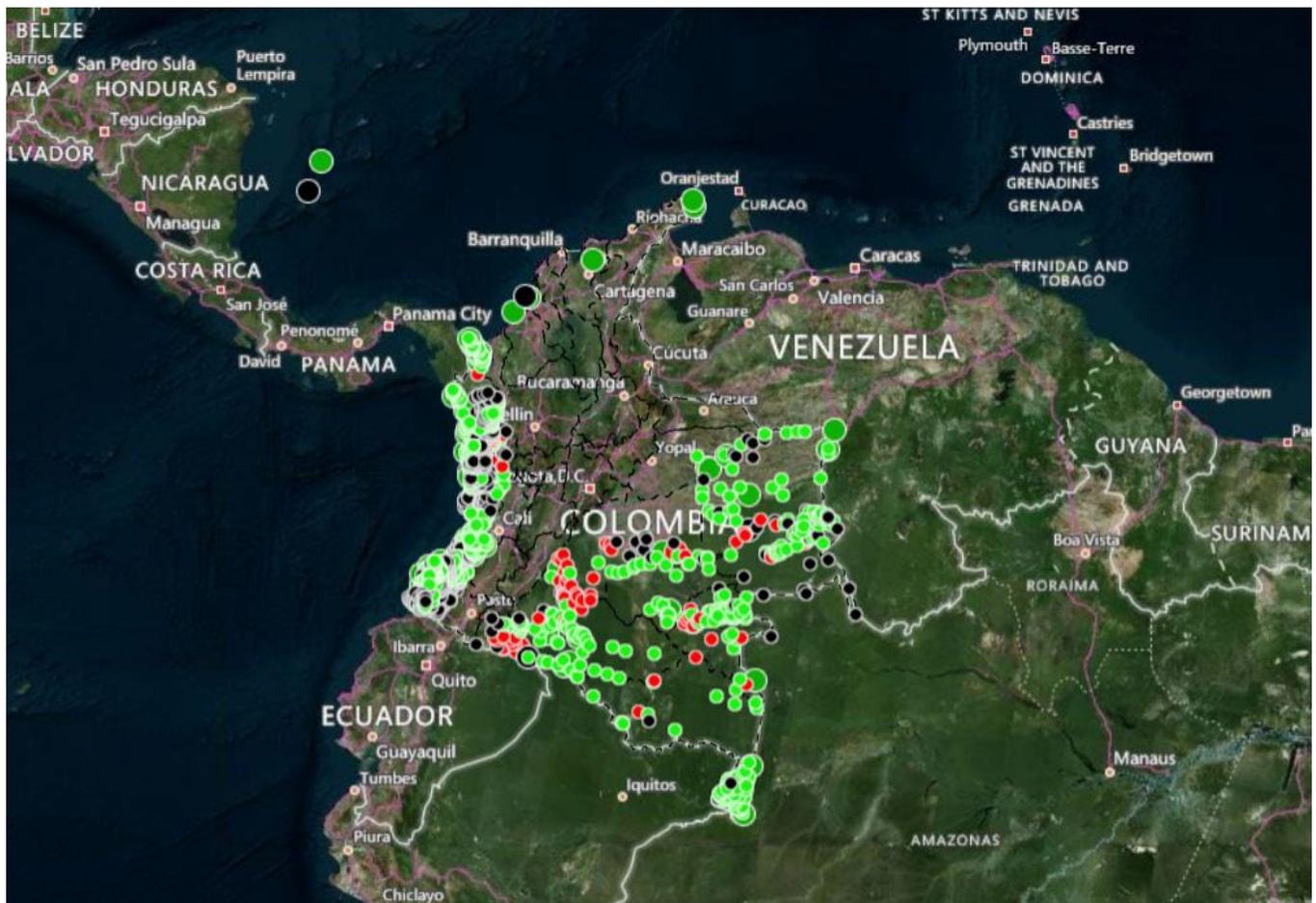
## 2.5 Caracterización de las comunidades en ZNI

Las ZNI se localizan en zonas con presencia de comunidades étnicas, indígenas, afrocolombianas, algunas Rom; también se encuentran en zonas biodiversas, especialmente las VSS que necesitan soluciones aisladas. Estas poblaciones se caracterizan por su baja calidad de vida, con altos niveles de pobreza, baja densidad poblacional, informalidad laboral y presencia de grupos y actividades ilegales.

En las ZNI en el 2018, el IPSE prestaba servicio a 209,204 usuarios, ubicados en 1,798 localidades de 95 municipios en 18 departamentos, atendidos por 94 entes prestadores del servicio, con una capacidad operativa de 227,439 kW, con 6,787 kW instalados de energías renovables.<sup>22</sup> A 2020, la capacidad instalada de generación mediante FNCER había ascendido.

En la Figura 3 se presenta una visión del contexto de perspectiva de las localidades ZNI en Colombia de acuerdo con identificación realizada por el IPSE.

**FIGURA 3** Zonas No Interconectadas en Colombia



● Sin Información ● No tiene servicio ● Con servicio

Fuente: Centro Nacional de Monitoreo.



**Área de influencia del FTSP:** El FTSP tiene como población objeto del programa de electrificación rural sostenible los siguientes municipios de los departamentos de Chocó, Valle, Cauca y Nariño.

**Departamento del Chocó:** Quibdó, Acandí, Alto Baudó, Atrato, Bagadó, Bahía Solano, Bajo Baudó, Bojayá, Cantón de San Pablo, Carmen del Darién, Cértegui, Condoto, El Carmen de Atrato, Litoral del San Juan, Istmina, Juradó, Lloró, Medio Atrato, Medio Baudó, Medio San Juan, Nóvita, Nuquí, Rio Iro, Rio Quito, Riosucio, San José del Palmar, Sipí, Tadó, Unguía y Unión Panamericana.

**Departamento del Valle del Cauca:** Buenaventura.

**Departamento del Cauca:** Argelia, Balboa, Buenos Aires, El Tambo, Guapi, López de Micay, Morales, Suárez y Timbiquí.

**Departamento de Nariño:** Barbacoas, El Charco, La Tola, Magüí Payán, Mosquera, Olaya Herrera, Francisco Pizarro, Roberto Payán, Santa Bárbara Iscuandé y Tumaco.

En las ZNI en general, las características de estas comunidades están marcadas por altos niveles de pobreza, factor que es común en la población rural del país. Este es un aspecto que debe ser tenido muy en cuenta en la estructuración de un proyecto, para la caracterización socioeconómica del área de influencia del respectivo proyecto. Una guía para este análisis es la revisión de los resultados del Índice de Pobreza Multidimensional, calculado por el DANE, y que se presenta en la tabla siguiente:



**Índice de pobreza multidimensional:** El Índice de pobreza multidimensional (IPM), desarrollado por “Oxford Poverty & Human Development Initiative” (OPHI), fue adoptado por el Gobierno Nacional como un indicador que refleja el grado de privación de las personas en un conjunto de dimensiones.<sup>34</sup> La medida permite determinar la naturaleza de la privación (de acuerdo con las dimensiones seleccionadas) y la intensidad y profundidad de esta y sus resultados se presentan en la Tabla 8.



**Índice de pobreza multidimensional, urbana, rural y total por Departamento**

Departamento	Población pobre por IPM	Incidencia IPM Departamento	Población pobre urbana por IPM	Incidencia IPM urbano	Población pobre rural por IPM	Incidencia IPM rural
Antioquia	2,463,577	44%	1,530,368	35%	933,209	75%
Atlántico	997,560	47%	914,695	46%	82,865	80%
Bogotá	1,638,155	24%	1,628,662	24%	9,493	62%
Bolívar	1,150,889	63%	766,400	55%	384,489	90%
Boyacá	654,594	55%	210,545	34%	444,049	78%
Caldas	410,006	46%	228,041	36%	181,965	73%
Caquetá	235,409	71%	139,029	62%	96,381	90%
Cauca	830,184	71%	224,622	47%	605,560	86%
Cesar	583,609	67%	357,980	57%	225,628	90%
Córdoba	1,162,537	80%	493,011	66%	669,526	93%
Cundinamarca	910,612	41%	443,614	31%	466,998	61%
Chocó	321,185	86%	158,461	77%	162,689	96%
Huila	576,687	58%	259,597	44%	317,090	80%
La Guajira	521,722	80%	216,987	64%	304,736	97%
Magdalena	790,611	70%	476,128	61%	314,483	90%
Meta	355,733	51%	254,312	45%	100,576	75%
Nariño	1,023,681	69%	355,083	51%	668,598	84%
N. Santander	697,055	58%	470,759	50%	226,296	87%
Quindío	214,162	42%	173,361	39%	40,801	60%
Risaralda	351,684	41%	219,680	33%	132,004	68%
Santander	850,700	45%	466,145	33%	384,555	77%
Sucre	554,874	73%	303,164	62%	251,710	92%
Tolima	710,065	55%	361,094	41%	348,971	82%
Valle del Cauca	1,562,523	39%	1,247,712	36%	314,811	59%
Arauca	87,463	59%	71,166	55%	16,296	91%
Casanare	156,221	57%	87,435	45%	68,786	83%
Putumayo	179,104	76%	79,335	65%	99,769	88%
San Andrés y Pr.	22,154	38%	15,217	36%	6,937	42%
Amazonas	34,091	74%	14,440	60%	12,852	51%
Guainía	14,790	79%	7,416	68%	4,410	92%
Guaviare	42,124	75%	31,614	71%	10,510	89%
Vaupés	15,340	78%	9,533	69%	4,582	77%
Vichada	37,058	84%	12,285	68%	24,773	96%
<b>Total Nacional</b>	<b>20,156,160</b>	<b>49%</b>	<b>12,227,893</b>	<b>39%</b>	<b>7,916,398</b>	<b>80%</b>

En todos los departamentos los sectores rurales presentan una gran brecha de pobreza en relación con los niveles de pobreza de los sectores urbanos. Brecha que se hace más relevante en los departamentos de la costa pacífica y en los departamentos de la región oriental de Colombia.

La superación de la línea de pobreza que es uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), es uno de los objetivos de los programas de energización en las ZNI. Hay que tener en cuenta que la energización puede significar el detonante para una mejor condición de vida de estas comunidades y la semilla para el inicio de nuevos proyectos productivos que involucren procesos en los cuales la energía eléctrica sea un insumo necesario.



**Pobreza monetaria:** Otro indicador para tener en cuenta en la caracterización socioeconómica de la población en un proyecto de energización en ZNI es el Índice de pobreza monetaria, que, aunque no está calculado a nivel municipal, a nivel departamental da un parámetro de alerta al estructurador de un proyecto en relación con la capacidad de pago de las poblaciones rurales en el respectivo departamento.<sup>24</sup>

## 2.6 Modelo de implementación de proyectos ZNI

**Gestión de un proyecto con recursos del FTSP:** la UPME ha definido las siguientes cuatro etapas en un proyecto, como modelo de implementación de acuerdo con el actual modelo institucional. Estas son:<sup>25</sup>



**Perfil** - Etapa en la cual etapa en la que los interesados en el proyecto recopilan información, soportan las características socioeconómicas de la comunidad a beneficiar, analizan la viabilidad económica del proyecto, el esquema empresarial, y presentan a la UPME una propuesta que de ser aceptada permite el siguiente paso a la prefactibilidad del proyecto. Esta etapa es la que la UPME ha denominado “preselección”.



**Prefactibilidad** - En esta etapa se realizan estudios más especializados que garanticen la sostenibilidad del proyecto y su viabilidad social y económica. En esta etapa el proyecto compete con otros proyectos preseleccionados. Si el proyecto es seleccionado la UPME autoriza para que se desarrolle la factibilidad de este.



**Factibilidad** - Detalla los aspectos técnicos de la solución planteada en el proceso de priorización y se definen los aspectos relacionados con la administración, operación y mantenimiento del proyecto.



**Puesta en marcha del proyecto** - Licitación, construcción e inicio de la operación del proyecto.

Gestión de un proyecto liderado por el IPSE: De conformidad con el decreto 257 de 2004, el IPSE tiene el doble rol de estructurador de proyectos energéticos (Recursos propios o PGN) o de evaluador de proyectos presentados por un tercero para aplicar a los fondos de financiación del Estado.

En cuanto a la función de estructurador de proyectos, el IPSE realiza el siguiente procedimiento en términos generales:

1. Identificación de la necesidad por diferentes medios: Solicitud de la comunidad directamente o a través del ente territorial o de una entidad estatal articuladora en territorio, movimientos sociales, escenarios de participación del gobierno nacional, PQR, visitas de campo realizadas por el IPSE, entre otros mecanismos. Estas necesidades se plasman en una base de datos.
2. Aplicación de criterios técnicos, normativos, ambientales y sociales para la priorización de estas necesidades: Identificación preliminar de localidades o comunidades.
3. Realización de un proceso contractual para la estructuración (diagnóstico, prefactibilidad, factibilidad y diseño) de proyectos energéticos.
4. Realizar un proceso para contratar la interventoría de la estructuración de proyectos energéticos.



5. Presentación del proyecto estructurado al FAZNI, FAER, SGR, FENOGE, PTSP y cooperación internacional, para solicitar y gestionar asignación de recursos, de acuerdo con las características de este.

También el IPSE puede implementar directamente el proyecto con recursos propios, para lo cual deberá:

1. Realizar un proceso contractual para la ejecución del proyecto energético.
2. Realizar un proceso para contratar la intervención de la ejecución de proyectos energéticos.
3. Entregar la infraestructura energética a un operador local, o al ente territorial o a la comunidad organizada, para su administración, operación y mantenimiento.

De otro lado, el IPSE recibe proyectos estructurados por terceros, entre ellos las alcaldías, gobernaciones o prestadores del servicio de las ZNI para su evaluación, viabilización y posterior envío a los fondos de financiamiento citados anteriormente, de acuerdo con la naturaleza de cada proyecto. El procedimiento general es el siguiente:

1. Recepción del proyecto.
2. Asignación del profesional evaluador.
3. Revisión documental y de requisitos según lista de chequeo. En lo que respecta al tema de las guías ambientales, se realiza la verificación de documentos para el aval ambiental y social del proyecto (de acuerdo con la metodología de cada Fondo).
4. Emisión de concepto técnico, ambiental, social y económico de viabilidad del proyecto.
5. Si el concepto no es favorable, se procede a la devolución del proyecto y/o acompañamiento al estructurador para orientar los ajustes que se requieran.
6. Una vez ajustado y determinada la viabilidad integral en forma definitiva del proyecto, se presenta a los diferentes fondos de financiamiento para la respectiva asignación de recursos, de acuerdo con las características de este.



# **3** LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN EN ZNI

# 3 LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN EN ZNI

## 3.1 El potencial de energía no renovable en Colombia

Los análisis y los trabajos técnicos desarrollados en los países relacionados con el uso de las FNCER en las ZNI concluyen que hay cinco nichos de oportunidad para su desarrollo, los cuales han sido identificados como áreas con potencial que Colombia puede desarrollar si así se lo propone:

- Energía hidráulica
- Energía eólica
- Energía solar fotovoltaica
- Energía de la biomasa
- Energía geotérmica

De acuerdo con la evaluación realizada por la Misión para la integración de las energías no renovables en Colombia, los otros recursos disponibles a nivel nacional son una irradiación solar promedio de 194 W/m<sup>2</sup> para el territorio nacional, vientos localizados de velocidades medias en el orden de 9 m/s (a 80 m de altura para el caso particular del departamento de La Guajira), y potenciales energéticos del orden de 450,000 TJ por año en residuos de biomasa, que representan potenciales atractivos para el desarrollo de soluciones alternativas en la canasta energética nacional, aún más, teniendo en cuenta que la planificación se ha realizado pensando en disminuir la dependencia del recurso hídrico en términos de generación eléctrica asociada a los riesgos del cambio climático, y tarifas al usuario final en el rango de 11 a 18 US cent / kWh, y el propósito de la ley 1715 de 2014 por mantener una baja huella de carbono y desarrollar una industria energética ambiental, social y económicamente sostenible.<sup>26</sup>

**Potencial hidráulico.** El estudio de la OLADE<sup>27</sup>, basado en información del estudio de Balance Hídrico de Colombia realizado por la Universidad Nacional de Colombia para la UPME, concluye de manera general que las ZNI tienen potenciales muy bajos de desarrollos de PCH en La Guajira y en el Archipiélago de San Andrés y Providencia, mientras que en la Amazonia,

Orinoquía y Costa Pacífica varía entre bajo y medio bajo. También se observa en la figura siguiente, que este potencial se eleva a medio alto y alto en los piedemontes de la Cordillera Oriental que dan hacia la Orinoquía y Amazonía, al igual en los lugares de la Costa Pacífica donde se presentan cadenas montañosas (Serranía del Baudó).

**Potencial eólico.** Teniendo en cuenta que el nivel de 80 m sobre la superficie es referente para los análisis y toma de decisiones en la producción energética, las mayores densidades ( $\geq 1.000 \text{ W/m}^2$ ) se observan sobre el mar Caribe, litoral de Bolívar, Atlántico y Magdalena, así como en el norte de La Guajira y sectores de montaña entre el Nudo de los Pastos y el Macizo Colombiano, en límites entre Nariño y Cauca. Los valores más bajos, que oscilan entre 27 W/m<sup>2</sup> y 125 W/m<sup>2</sup>, prevalecen en las regiones Pacífica y Amazonía, en el norte de la Andina y el sur de la Caribe. Estas densidades se presentan en la Figura 4.

**Potencial solar.** Es de tener en cuenta que en Colombia y los países ecuatoriales se tiene la ventaja de disponer de un buen recurso solar promedio a lo largo del año al no experimentar el fenómeno de las estaciones. Como guía, de acuerdo con el Atlas de Radiación Solar, de Ozono y Ultravioleta de Colombia del IDEAM, la irradiación promedio día para diferentes regiones del país se presenta en la Tabla 9. En la Figura 4 se puede observar la distribución de la irradiación global media en Colombia.

**TABLA 9** Valores de irradiación promedio día para diferentes regiones del país

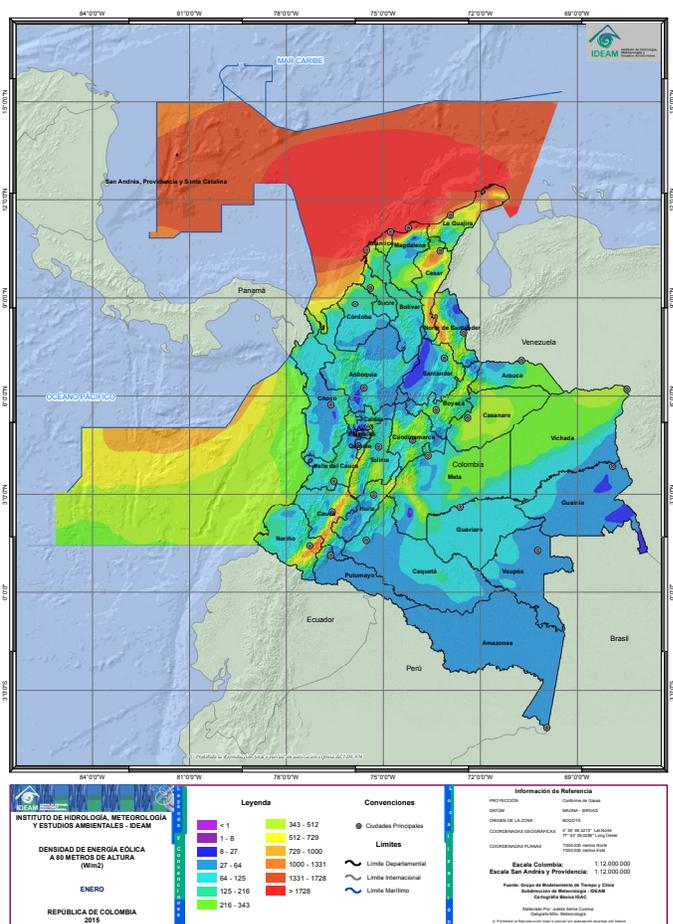
Región	Promedio de irradiación (kWh/m <sup>2</sup> /día)
Guajira	6,0
Costa Atlántica	5,0
Orinoquia	4,5
Amazonia	4,2
Región Andina	4,5
Región Pacífica	3,5

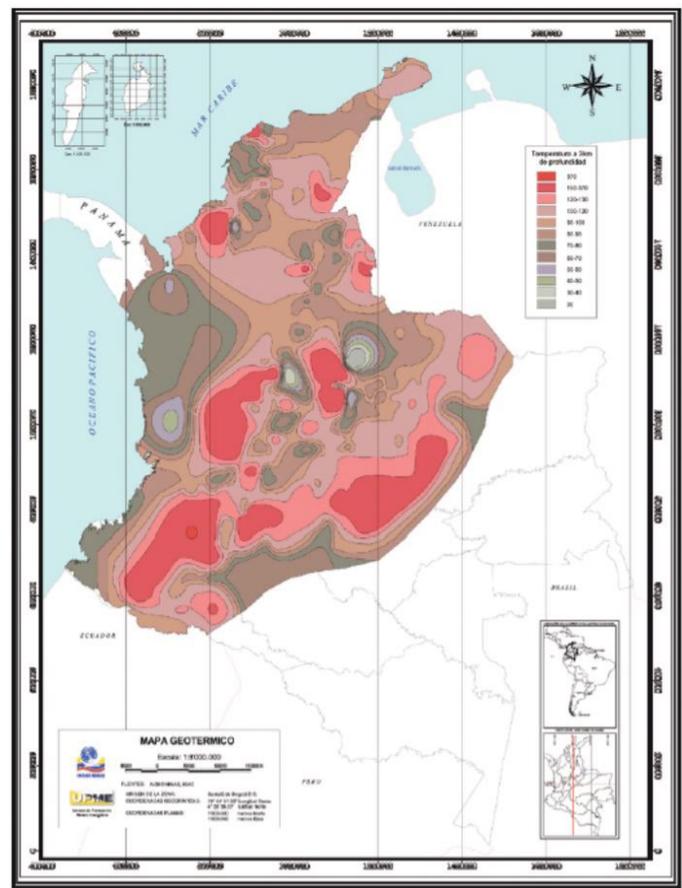
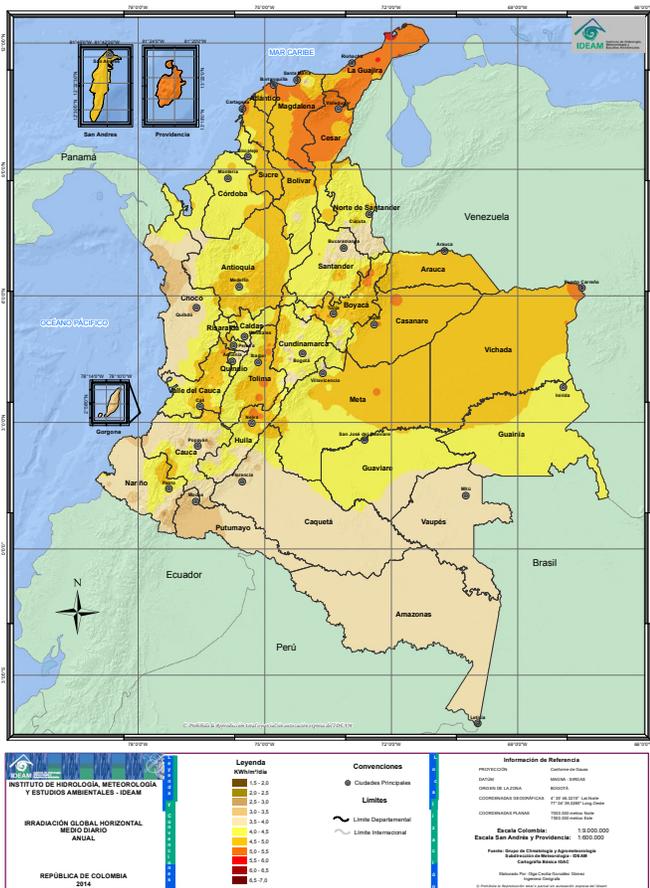
**Potencial geotérmico.** Según el Servicio Geológico Colombiano, las regiones más promisorias para aprovechamiento energético se encuentran en la región andina, particularmente en la zona de volcanes. Con valores de gradientes térmicos de hasta 370 grados centígrados a 3000 metros de profundidad. Además, en estas zonas se pueden encontrar fluidos calientes entre los 500 y 1000 metros de profundidad que

harían viables proyectos geotérmicos a pequeña escala. Las temperaturas en grados centígrados a profundidad de 3000 metros se presentan en la Figura 4.

En la Figura 4 se observan mapas de potencial hídrico, eólico, de irradiación solar y de potencial geotérmico:<sup>28</sup>

**FIGURA 4** Mapas de potencial de energía renovable en Colombia





Fuente: IDEAM, OLADE Y UMPE

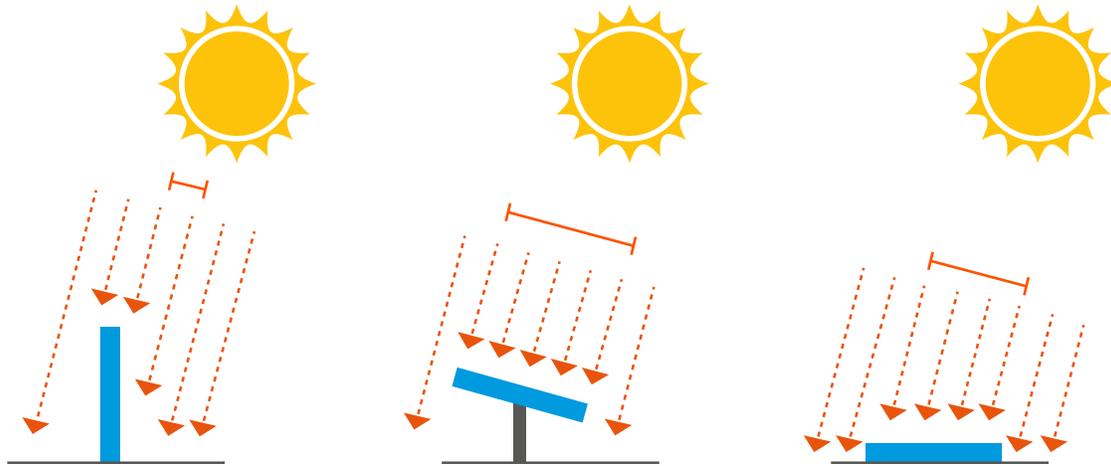
## 3.2 Configuraciones y conceptos básicos para generación de energía eléctrica en ZNI con Energía Solar Fotovoltaica

### FOTVOLTAICOS<sup>29</sup>

Cada proyecto de energía solar fotovoltaica tiene sus particularidades, en esta sección se busca dar una información general sobre la configuración de los sistemas más utilizados en Colombia en las soluciones para las ZNI. Es importante el tener en cuenta en la estructuración de un proyecto los valores de irradiación solar promedio día por ser este el insumo principal para la eficiencia de la operación del sistema proyectado. El funcionamiento de la energía fotovoltaica se resume en la Figura 6 de la siguiente página.

Los componentes de un sistema fotovoltaico son los siguientes:

**Panel Fotovoltaico.** El panel fotovoltaico consiste en celdas de material semiconductor delgado que convierten la radiación solar en electricidad de corriente directa. El panel está cubierto por material transparente para hacerlo a prueba de agua y esta sostenido por un marco metálico para facilidad de su montaje. Los paneles se montan a cierto ángulo (equivalente a la latitud del sitio), pero no menor a 15 grados para facilitar el autolavado de los paneles por las lluvias. El efecto de los ángulos se muestra en la Figura 5.

**FIGURA 5****Efecto del ángulo de los paneles sobre la captura de energía solar****FIGURA 6****¿Cómo funciona la energía fotovoltaica?**

<p>La radiación solar al pasar por la atmósfera sufre un proceso de debilitamiento por la dispersión, la reflexión (por las nubes) y la absorción (por las moléculas de gases y por partículas en suspensión); por lo tanto, la radiación solar que llega a la superficie terrestre es menor a la del tope de la atmósfera. La superficie de la Tierra, suelos, océanos y también la atmósfera absorbe energía solar y la vuelve a irradiar en forma de calor en todas las direcciones.</p>	
<p><b>Radiación</b></p> <p><b>Modulo Fotovoltaico</b></p>	<p>La tecnología fotovoltaica es aquella que permite la conversión directa de energía lumínica en energía eléctrica. Lo anterior, se logra mediante el uso de materiales semiconductores con efecto fotoeléctrico, es decir, tienen la capacidad de absorber fotones y liberar electrones. El material semiconductor al estar unido a conductores eléctricos formando un circuito, permite generar energía de corriente continua.</p>
<p>El efecto fotovoltaico consiste en un fenómeno que se presenta cuando se unen dos materiales semiconductores: un donante (material tipo N) y otro aceptor (material tipo P) de electrones. Los semiconductores más utilizados tienen una base de cristal de silicio dopado, adicionando átomos del grupo V (donante) o el grupo III (aceptor), que dan origen, mediante fotones de luz a un flujo de electrones desde el material N al P, generando una diferencia de potencial (o voltaje) entre los dos materiales.</p>	
	<p>La energía eléctrica producida en los paneles fotovoltaicos se conduce, a través de obras de canalización, hacia los equipos denominados inversores eléctricos, que convierten la corriente continua a alterna. Luego, esta corriente es conducida hacia una subestación eléctrica, donde se eleva su nivel de tensión, a niveles superiores a 60 kV, para ser transportada a la red mediante líneas de transmisión eléctrica. Las subestaciones y líneas o tendidos eléctricos pueden o no formar parte del proyecto.</p>

Fuentes: Atlas, SEA Chile, IFC

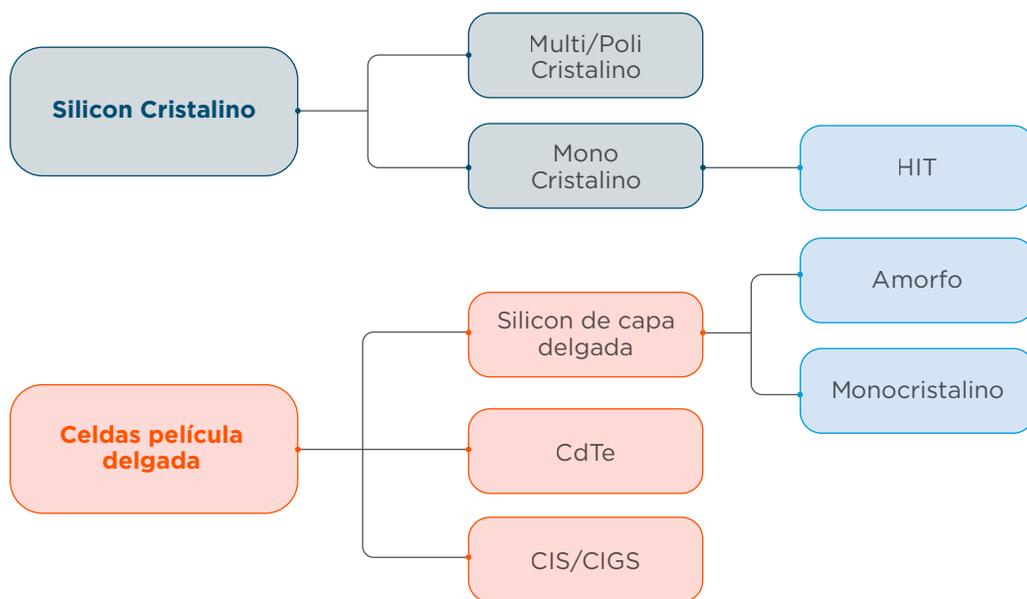


Las tecnologías de células fotovoltaicas se clasifican en general como cristalinas o de película delgada. Las células de silicio cristalino (c-Si) proporcionan módulos con una alta eficiencia. Se subdividen en silicio monocristalino (mono-c-Si) o silicio multicristalino (multi-c-Si). Las Mono- c-Si las celdas son generalmente las más eficientes, pero también son más costosas que las multi- c-Si. Las células de película delgada proporcionan una alternativa más barata, pero son menos eficientes. Existen tres tipos principales de células de película delgada: Teluro de cadmio (CdTe), di-selenuro de cobre e indio (galio) (CIGS / CIS) y silicio amorfo (a-Si). Las celdas monocristalino (mono-c-Si), silicio multicristalino (multi-c-Si) y silicio amorfo (a-Si) ya salen al mercado con garantías hasta de 25 años. Las dos primeras son más eficientes

que el silicio amorfo y por lo tanto necesitan menos área para su instalación. Aunque los costos de los paneles tienden a reducirse cada día más, el costo de los paneles representa en la actualidad entre el 35 al 40% del costo total de una planta fotovoltaica. Las diferentes tecnologías se presentan en la Figura 7.

Los módulos se montan en marcos de ángulo fijo o en marcos con sistemas de seguimiento (suntracking). Los marcos fijos son más simples de instalar, más baratos y requieren menos mantenimiento. Sin embargo, los sistemas de seguimiento pueden aumentar el rendimiento de la planta hasta en un 45%. Los sistemas de seguimiento son útiles particularmente para áreas con una alta relación de irradiación directa/difusa.

## FIGURA 7 Tecnologías de las células fotovoltaicas



Fuente: IFC, Utility -Scale Solar Photovoltaic Power Plants



Módulos fijos en la planta fotovoltaica. Titumate.



Módulo móvil con sistema de seguimiento. Isla Fuerte.

**Baterías.** Las baterías se utilizan para almacenar la energía generada por los paneles. Las baterías son quizás el principal elemento de costo a lo largo de la vida del proyecto y representan el tema de mayor preocupación a nivel ambiental y social. Las baterías de plomo-ácido tienen una vida útil de 5 a 10 años. También se pueden adaptar baterías modificadas de vehículos automotores, pero estas necesitan ser reemplazadas cada 2 a 3 años. Las baterías de litio han evolucionado en el mercado con menor peso y tamaño, con vidas útiles de 8 a 10 años, inclusive un poco más. El costo de reemplazo de baterías es un costo recurrente que se debe tener en cuenta en la planificación de la operación de los sistemas. El manejo ambientalmente adecuado de las baterías al final de su vida útil es un tema de preocupación ambiental que debe manejarse de acuerdo con la normatividad ambiental.



Cuarto de baterías, Isla Fuerte.

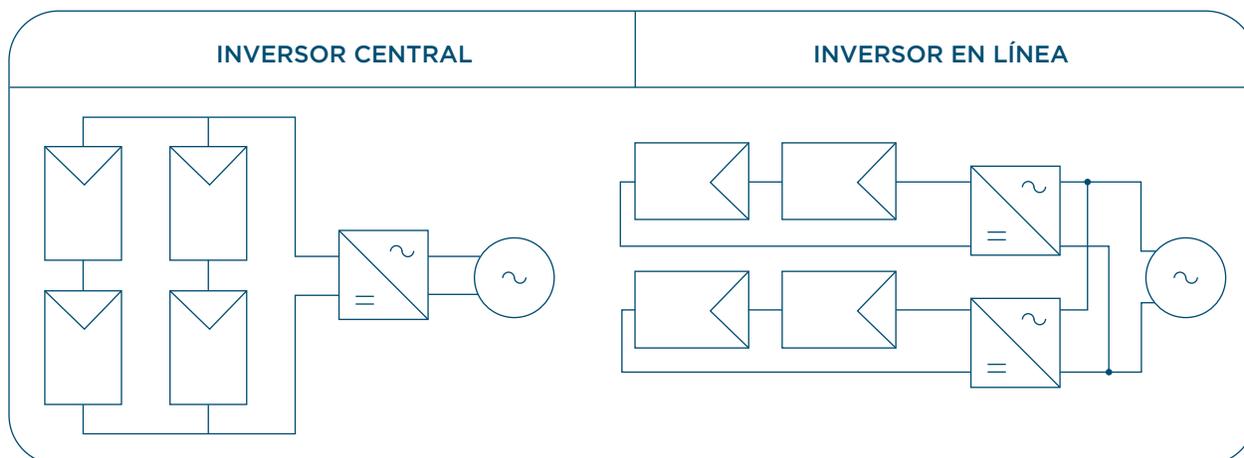
**Controlador de carga.** El controlador regula el flujo de electricidad de los paneles a las baterías y de las baterías hacia las cargas (aparatos conectados al sistema), de tal forma que limita y corta la corriente hacia las baterías cuando están totalmente cargadas, y corta la corriente desde las baterías al sistema cuando están por debajo de cierto nivel de carga.

**Inversor.** Las celdas fotovoltaicas producen corriente directa (DC), la cual se puede almacenar en las baterías, pero que no puede ser utilizada por electrodomésticos caseros, los cuales usan corriente alterna (AC). Es por eso por lo que la corriente de las celdas fotovoltaicas se hace pasar por un inversor que convierte la corriente CD en corriente CA, idealmente adaptados a los requisitos locales de la red de distribución.



Los inversores pueden estar dispuestos en línea o configuración central. Los inversores de configuración central se consideran más adecuados para plantas de varios MW. Los inversores de en línea permiten llegar al punto de máxima potencia (MPPT) y requieren mantenimientos menos especializados. Las configuraciones en línea ofrecen más flexibilidad de diseño.

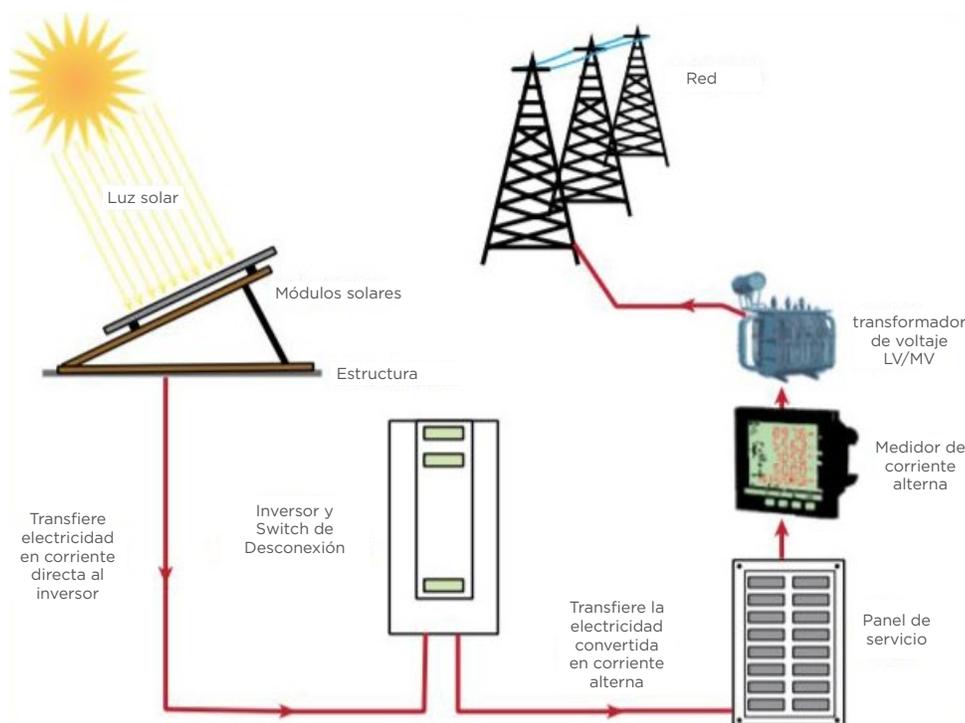
Los módulos fotovoltaicos y los inversores están sujetos a certificación por la Comisión Electrónica Internacional (IEC). Es de tener en cuenta que nuevos estándares están actualmente bajo desarrollo para evaluar componentes de módulos fotovoltaicos y materiales.



**Configuraciones.** La configuración de una planta solar fotovoltaica depende de muchos factores como la demanda de energía y las características del terreno de ubicación de la planta. En zonas remotas de pequeño tamaño los proyectos solo-solares pueden ser la mejor alternativa. Para comunidades que ya utilizan generadores diésel, un sistema híbrido fotovoltaico-diésel bien podría ser la mejor solución. En la siguiente figura se presenta un esquema típico de una instalación solar.

**Las ventajas del proyecto fotovoltaico en áreas remotas:** Para muchas comunidades en áreas remotas, como las comunidades en ZNI, localizadas más allá del alcance de los sistemas conectados, las plantas fotovoltaicas ofrecen la forma más práctica y de menor costo para acceder a la electricidad. Un sistema fotovoltaico utiliza la radiación solar, la cual es un recurso disponible, inagotable, limpio y gratuito, y por tanto, es competitivo con sistemas basados en generación diésel u otras alternativas.

**FIGURA 8** Esquema general de una planta solar fotovoltaica con vinculación a la red de distribución



Fuente: IFC, Utility -Scale Solar Photovoltaic Power Plants

El rendimiento de un módulo fotovoltaico disminuye con el tiempo debido a un proceso conocido como degradación. La tasa de degradación depende de las condiciones ambientales y la tecnología del módulo. La relación de rendimiento (PR) de una energía fotovoltaica de una planta bien diseñada estará entre el 77% y el 86 %. En general, se espera que los módulos fotovoltaicos de buena calidad tengan una vida útil de 25 a 30 años.

Un sistema fotovoltaico es más sencillo de operar que una planta diésel, se puede construir en un tiempo corto, y los costos de mantenimiento son bastante bajos. Los sistemas requieren de mínimo servicio lo que los hace atractivos para áreas remotas de difícil acceso, teniendo, además, impactos ambientales relativamente bajos. La tecnología fotovoltaica ha llegado a su madurez, siendo posible estandarizar módulos y componentes en programas nacionales. La mayoría de los fabricantes de paneles garantizan una vida útil de 20 a 25 años, pero con una buena instalación y mantenimiento, estos paneles pueden producir electricidad por un periodo de tiempo superior.

Por lo tanto, si la interconexión a un área remota no está planificada para un futuro cercano, los fotovoltaicos ofrecen la tecnología de menor costo para proveer el servicio de electricidad en áreas remotas como las ZNI.

Los proyectos de generación fotovoltaica, en general, no son contaminantes. La capacidad instalada de los proyectos ZNI será inferior a 1 MW<sup>30</sup>, lo que allana el camino para su ejecución frente a reglamentaciones ambientales nacionales. En términos de Clasificación de proyectos del BID estos proyectos se clasifican como tipo B.<sup>31</sup>

### Entre los beneficios ambientales y sociales de este tipo de proyecto en áreas remotas se encuentran:<sup>32</sup>

- Alineación con el cumplimiento de los ODS, lanzados por la ONU en 2015 y con los que está comprometido el país. Específicamente con el cumplimiento del Objetivo 7, energía asequible y no contaminante. Adicionalmente este tipo de proyectos cumplen muchos de los 17 ODS, en lo relacionado con la reducción de la pobreza, la salud, la igualdad de género, la reducción de la desigualdad de las zonas urbanas y las zonas rurales, la acción por el clima, la paz y justicia social.
- Disminución en la quema de combustibles fósiles utilizados para la generación de energía, por tanto, reducción de las emisiones de gases efecto invernadero (NOx, SO<sup>2</sup>, CO y CO<sup>2</sup>).
- Beneficios en la salud pública por disminución de la contaminación atmosférica por quema de leña y combustibles fósiles y su incidencia en las infecciones respiratorias agudas.
- Fomento en el uso de los recursos naturales renovables, su utilización racional y eficiente, el ahorro y la eficiencia energética.
- Eliminación de residuos peligrosos de difícil tratamiento, generados por la operación de los motores diésel que contaminan el suelo y cuerpos de agua como aceites, grasas, refrigerantes, lodos, entre otros.
- Bajo impacto en el uso del suelo. Al no producirse, contaminantes, vertimientos, ni movimientos de tierra, la incidencia sobre las características físico-químicas del suelo o su erosionabilidad es nula, por lo que el impacto en el uso del suelo es bajo.

**Generación con diésel:** Una de las tecnologías más comunes es la de generar electricidad en aquellos lugares donde no hay suministro eléctrico, generalmente son zonas apartadas con pocas infraestructuras y muy poco habitadas. Otro caso sería en locales de pública concurrencia, hospitales, fábricas, etc., que, a falta de energía eléctrica de red, necesiten de otra fuente de energía para abastecerse. En la Figura 9 se presenta una descripción general de una planta diésel.

**Configuraciones híbridas:** El sistema híbrido integra en un mismo sistema todas las opciones de energía potencialmente utilizables en un determinado lugar. El objetivo es hacer eficiente el sistema de tal manera que se obtenga el máximo rendimiento y calidad de servicio a la comunidad, al menor costo de inversión y mejor tarifa de energía para el usuario.



**1. Motor Diésel.** El motor Diésel que acciona el Grupo Electrónico ha sido seleccionado por su fiabilidad y por el hecho de que se ha diseñado específicamente para accionar Grupos Electrónicos. La potencia útil que se quiera suministrar nos la proporcionará el motor, así que, para una determinada potencia, habrá un determinado motor que cumpla las condiciones requeridas. Filtro del aire (elemento 1).

**2. Sistema eléctrico del motor.** El sistema eléctrico del motor es de 12 Vcc, excepto aquellos motores los cuales son alimentados a 24 Vcc, negativo a masa. El sistema influye un motor de arranque eléctrico, una/s batería/s libre/s de mantenimiento (acumuladores de plomo) (elemento 9), sin embargo, se puede instalar otros tipos de baterías si así se especifica, y los sensores y dispositivos de alarmas de los que disponga el motor. Normalmente, un motor dispone de un monocontacto de presión de aceite, un termocontacto de temperatura y de un contacto en el alternador de carga (elemento 4) del motor para detectar un fallo de carga en la batería.

**3. Sistema de refrigeración.** El sistema de refrigeración del motor puede ser por medio de agua, aceite o aire. El sistema de refrigeración por aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo. El sistema de refrigeración por agua/aceite consta de un radiador, un ventilador interior para enfriar sus propios componentes.

**4. Alternador.** La energía eléctrica de salida se produce por medio de un alternador apantallado, protegido contra salpicaduras, autoexcitado, autorregulado y sin escobillas (elemento 6) acoplado con precisión al motor, aunque también se pueden acoplar alternadores con escobillas para aquellos grupos cuyo funcionamiento vaya a ser limitado y, en ninguna circunstancia, forzado a regímenes mayores.

**5. Depósito de combustible y bancada.** El motor y el alternador están acoplados y montados sobre una bancada de acero de gran resistencia (elemento 8). La bancada incluye un depósito de combustible (elemento 10) con una capacidad mínima de 8 horas de funcionamiento a plena carga.

**6. Aislamiento de la vibración.** El Grupo Electrónico está dotado de tacos antivibrantes (elemento 7) diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el Grupo Motor-Alternador. Estos aisladores están colocados entre la base del motor, del alternador, del cuadro de mando y la bancada.



**7. Silenciador y sistema de escape.** El Grupo Electrónico está dotado de tacos antivibrantes (elemento 7) diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el Grupo Motor-Alternador. Estos aisladores están colocados entre la base del motor, del alternador, del cuadro de mando y la bancada.

**8. Sistema de control.** Se puede instalar uno de los diferentes tipos de paneles y sistemas de control (elemento 3) para controlar el funcionamiento y salida del grupo y para protegerlo contra posibles fallos en el funcionamiento. El manual del sistema de control proporciona información detallada del sistema que está instalado en el Grupo Electrónico.

**8. Interruptor automático de salida.** Para proteger al alternador, se suministra un interruptor automático de salida adecuado para el modelo y régimen de salida del Grupo Electrónico con control manual. Para Grupos Electrónicos con control automático se protege el alternador mediante contactores adecuados para el modelo adecuado y régimen de salida.

**Otros accesorios instalables en un Grupo Electrónico.** Existen otros dispositivos que ayudan a controlar y mantener, de forma automática, el correcto funcionamiento de este. Para la regulación automática de la velocidad del motor se emplean una **tarjeta electrónica de control** para la señal de entrada "pick-up" y salida del "actuador". **El pick-up** es un dispositivo magnético que se instala justo en el engranaje situado en el motor, y éste, a su vez, este acoplado al engranaje del motor de arranque. El pick-up detecta la velocidad del motor, produce una salida de voltaje debido al movimiento del engranaje que se mueve a través del campo magnético de la punta del pick-up, por lo tanto, debe haber una correcta distancia entre la punta del pick-up y el engranaje del motor.

**El actuador** (Solenoid) sirve para controlar la velocidad del motor en condiciones de carga. Cuando la carga es muy elevada la velocidad del motor aumenta para proporcionar la potencia requerida y, cuando la carga es baja, la velocidad disminuye, es decir, el fundamento del actuador es controlar de forma automática el régimen de velocidad del motor sin aceleraciones bruscas, generando la potencia del motor de forma continua. Normalmente el actuador se acopla al dispositivo de entrada del fuel-oil del motor."<sup>33</sup>



En el diseño de un proyecto híbrido además de las consideraciones tecnológicas, se deben tener en cuenta las eficiencias de los sistemas que se van a integrar, el potencial de demanda de la población a servir, y los costos de administración operación y mantenimiento de los sistemas.

**Generación aislada con otras fuentes:** El PIEC 2016-2020 contempla varias opciones de soluciones con fuentes renovables que se pueden sintetizar así:

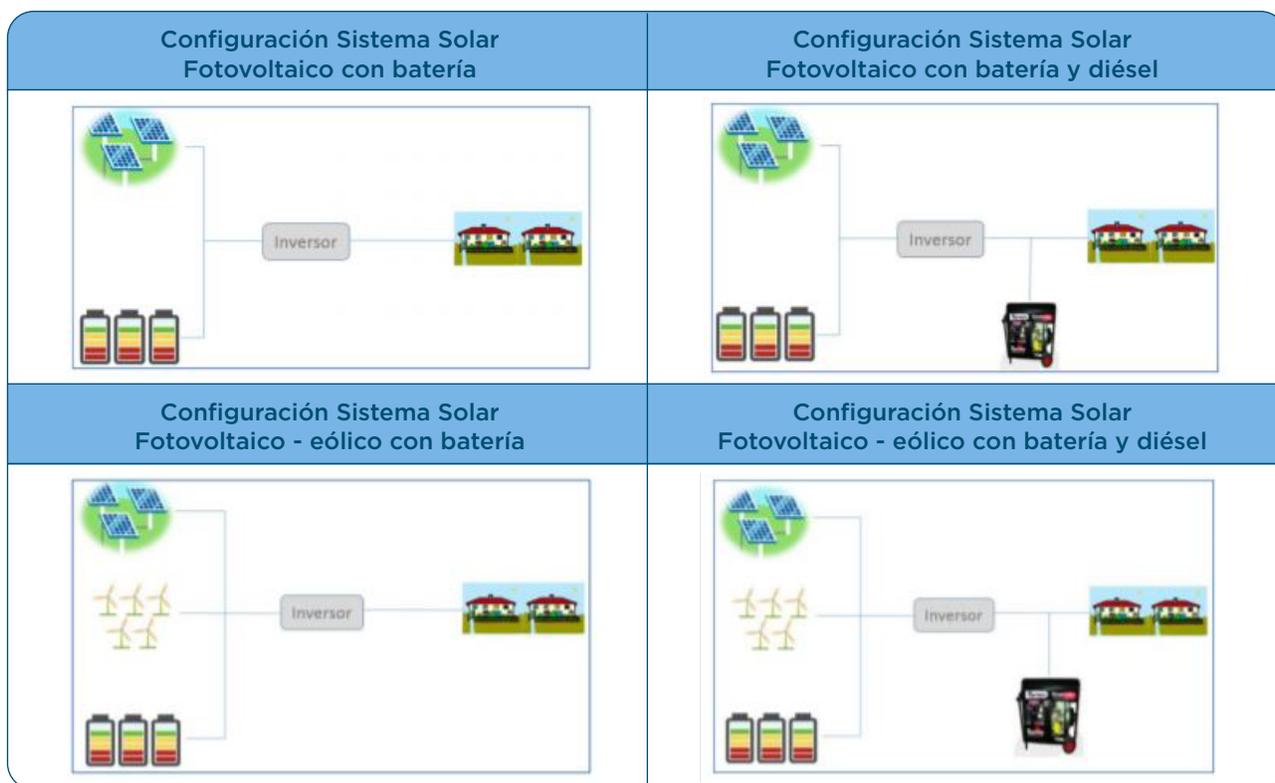
- Configuración sistema solar fotovoltaico con batería.
- Configuración sistema solar fotovoltaico con batería y diésel.
- Configuración sistema solar fotovoltaico - eólico con batería.

Estas configuraciones se ilustran en la Figura 10.

Para hacer comparables las soluciones, con la ingeniería de detalle en la estructuración del proyecto se debe analizar la sostenibilidad del proyecto, que debe tener en cuenta la capacidad de pago de los usuarios e incluir análisis de parámetros como son los costos de:

- i. La solución en corriente alterna para facilitar el acceso al mercado de electrodomésticos,
- ii. La solución planteada debe satisfacer las necesidades básicas de iluminación, comunicación y refrigeración, buscando mejorar la calidad de vida y confort de la población, y de ser posible, generar productividad.

**FIGURA 10** Configuraciones de sistemas de generación para ZNI



Fuente: UPME, PIEC 2016-2020

**Cargas por vivienda:**<sup>34</sup> En relación con las cargas para el sistema (electrodomésticos y otros aparatos a usar), se estima para las ZNI que el consumo promedio de energía mensual para un hogar en altitud igual o inferior a 1,000 msnm es de 95kWh/mes y para altitudes superiores a los 1,000 msnm es de un promedio de 65 kWh.

El sistema fotovoltaico se diseña para un día y medio de autonomía, 36 horas aproximadamente de disponibilidad de energía las 24 horas, de allí la importancia de educar a la comunidad en el correcto uso de la energía, para no conectar electrodomésticos o equipos muy grandes o viejos por ineficientes.

El Departamento Nacional de Planeación (DNP) recomienda de manera indicativa la siguiente tabla de cargas por vivienda para ser tenida en cuenta en el diseño del sistema.

En la generación híbrida se valoran los costos y la participación de cada fuente de energía en la configuración del sistema, teniendo en cuenta el aprovechamiento óptimo del recurso solar y/o eólico, buscando atender la demanda al menor costo.<sup>35</sup>

 **TABLA 10** Cargas por vivienda

Electrodoméstico	Potencia (W)	Cantidad	Horas de uso
Nevera 222L	180	1	NA
Televisor 24" led	120	1	4
Toma para celular	50	1	5
Bombillos Led	11	5	4
Otros usos	200	1	5

Fuente: DNP, Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas, “Instalación de Sistemas Solares fotovoltaicos individuales en Zonas No Interconectadas”. Agosto 2016.



# 4 EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DE PROYECTOS DE GENERACIÓN EN ZNI

# 4 EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DE PROYECTOS DE GENERACIÓN EN ZNI

## 4.1 Evaluación ambiental y social en el FTSP y el IPSE

### Atributos ambientales y sociales para la selección o priorización de proyectos en ZNI

En la evaluación de un proyecto concurren diversos aspectos importantes como son los relacionados con el paquete tecnológico a utilizar, la localización del proyecto, su financiación y su impacto en la estructura ambiental y social en el área de influencia del proyecto.

### Evaluación de proyectos a ser financiados por el Fondo Todos Somos Pacífico

La Guía Metodológica para la viabilidad de proyectos de energía para el FTSP ha definido parámetros que deben ser tenidos en cuenta en un proceso de estructuración de un proyecto que se piense financiar con recursos del FTSP en las ZNI. Para su viabilidad, un proyecto debe cumplir con requisitos básicos como son:

- i. El proyecto debe ser requerido y sustentado por la comunidad. Condición básica para su viabilidad.
- ii. La localización del proyecto debe encontrarse en ZNI, validada en la base datos de la UPME.
- iii. El proyecto debe privilegiar el uso de fuentes de energías no renovables. Permite la ejecución de proyectos híbridos siempre y cuando no se incremente el consumo de combustibles fósiles.<sup>36</sup>

- iv. El plan de negocio debe contemplar solo la financiación del FTSP. No puede haber financiación de otros fondos del sector, la inversión por usuario debe ser inferior a USD \$5.000. Debe demostrar la necesidad del apoyo financiero del FTSP.
- v. Debe haber claridad y compromiso en la estructuración del proyecto en cuanto al cumplimiento de salvaguardas ambientales y sociales, de acuerdo con lo dispuesto en esta guía.

### Evaluación ambiental y social de proyectos en el IPSE

Por su parte, el IPSE, ha desarrollado una matriz de criticidades para el análisis y viabilidad de los proyectos bajo su responsabilidad, que contempla los atributos que tiene en cuenta para el análisis de la dimensión física, biótica y social de los proyectos.<sup>37</sup>

Un ejemplo de evaluación de estas restricciones ambientales y sociales es el que se presenta en la Tabla 11, que corresponde al tipo de análisis que realiza el IPSE en la gestión de proyectos.

**Identificación de restricciones en proyectos de energía en Localidad 1 y 2**

LOCALIDADES/RESTRICCIONES	Localidad 1		Localidad 2	
	URBANO	RURAL	URBANO	RURAL
<b>RESTRICCIONES AMBIENTALES</b>				
<b>DIMENSIÓN FÍSICA</b>	No	No	No	No
<b>DIMENSIÓN BIÓTICA</b>				
Parques Nacionales Naturales	No	Si	No	Si
Reserva Forestal Protectora	Si	Si	Si	Si
Áreas de Parques naturales regionales	No	No	No	No
Áreas Protegidas a nivel departamental y municipal	No	No	No	No
Distritos de Manejo Integrado	No	No	No	No
Conservación de suelos	Si	Si	Si	Si
Áreas de Recreación	Si	No	Si	No
Reservas naturales de la sociedad civil	No	No	No	No
Humedales	Si	Si	No	Si
Zonas de ronda y preservación	No	Si	No	Si
Bosques primarios	No	Si	No	Si
<b>DIMENSIÓN SOCIAL</b>				
Infraestructura en servicios, Infraestructura productiva	Si	No	Si	No
Tenencia de la tierra, territorios colectivos	No	Si	No	Si
Acceso a la zona	Si	No	Si	No
Bienes de Interés cultural	Si	Si	No	Si

\*No: No presenta restricción. Si: Si presenta restricción  
Fuente: Tabla suministrada por el IPSE

Esta tabla que puede ser adoptada como lista de chequeo para valorar rápidamente los atributos ambientales y sociales de los proyectos de generación fotovoltaica y/o híbridos en las ZNI, identifica si existen restricciones en la Dimensión Física, en la Dimensión Biótica y en la Dimensión Social del respectivo proyecto, lo que le da una perspectiva al estructurador de cómo abordar el diseño y evaluación del proyecto.

Por su parte, el BID, en el Marco de Gestión Ambiental y Social (MGAS), para el Programa de Saneamiento Básico y de Electrificación para el Pacífico Colombiano, Subprograma de Electrificación Rural Sostenible (CO- L 1156), propone la siguiente matriz de análisis de Impactos Ambientales y Sociales para sistemas aislados de generación de baja capacidad en ZNI.

**Impactos ambientales y sociales de los sistemas aislados de generación de baja capacidad**

Medio	Impacto	Montaje de sistemas aislados de generación de baja capacidad
Suelo	Cambio morfológico terrestre costero	B
	Contaminación del suelo	B
	Erosión	B
	Cambio de uso del suelo	M
Agua	Calidad de aguas superficiales	
	Calidad de aguas subterráneas	
	Efecto en cantidad de agua	B
Aire	Calidad de aire	
	Ruido	
	Mal olor	+
	Contaminación visual	B-M
Flora	Pérdida de capa vegetal	M
	Deforestación	B-M
	Alteración del medio	B-M
Fauna	Efecto poblaciones	M
	Efecto hábitats	M
Antrópico	Efecto en estructura económica	+
	Cambios sociales	+
	Impacto cultural y de patrimonio	B-M
	Afecciones salud	+
Impactos temporales de obras	Calidad de aire	B-M
	Ruido	B
	Salud ocupacional y seguridad	B-M
	Contaminación visual	M-B-M
	Falta de orden y limpieza por escombros y materiales	B-M
	Eliminación de árboles y capa vegetal terrestre o marina	B-M
	Posible hallazgo arqueológico	B
<b>Impactos negativos: A: Alto M: Medio B: Bajo + impacto positivo</b>		

Fuente: BID, Marco de Gestión Ambiental y Social (MGAS), para el Programa Electrificación para el Pacífico colombiano, Subprograma de Electrificación Rural Sostenible CO-L1156, octubre 2015.

Esta matriz puede utilizarse como una lista de chequeo general de los potenciales impactos ambientales y sociales para un proyecto de energización en ZNI, pues tiene la valoración cualitativa del impacto en un rango de alto, medio y bajo, valoración que debe hacer el estructurador del proyecto, teniendo en cuenta a la comunidad y a la entidad gestora del proyecto, así como, otras entidades involucradas con el proyecto, tales como el IPSE y el FTSP.

En la sección siguiente se proponen conceptos e instrumentos para la evaluación de los aspectos ambientales y sociales desde la estructuración de los proyectos.

## 4.2 Impactos ambientales y sociales de proyectos de energía solar a pequeña escala<sup>38</sup>

**El sol provee un recurso significativo para la generación de energía limpia y sostenible sin contaminación tóxica ni generación de gases de invernadero.**

El potencial de los impactos ambientales y sociales asociados a las instalaciones de energía solar fotovoltaica, tales como, el uso del suelo, la pérdida de hábitats naturales y biodiversidad, el uso del agua, y el manejo o disposición inadecuada de los residuos generados (residuos sólidos urbanos, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y residuos peligrosos) depende de:

- La escala del sistema que se monte, variando desde unidades individuales y plantas menores para centros poblados hasta proyectos de gran escala.
- La tecnología de fabricación de los aparatos eléctricos y electrónicos constituyentes de la instalación respecto al contenido de componentes, sustancias o mezclas peligrosas (celdas fotovoltaicas, baterías, inversores, reguladores, sensores, etc.)
- El manejo adecuado de los RSU, RESPEL y manejo de final de vida de los AEE.

El tema de escala es importante para la determinación de potenciales impactos ambientales y sociales. Para el programa ZNI en Colombia, la capacidad instalada esperada para proyectos fotovoltaicos es del orden de 1 MW. No se espera la construcción de plantas de concentración de calor.

A continuación, se presentan algunos temas de preocupación ambiental de los proyectos solares fotovoltaicos.

**Uso del suelo:** La tecnología solar en zonas abiertas afecta el uso del suelo y, por lo tanto, el evitar o mitigar adecuadamente los impactos como el reasentamiento involuntario es esencial para el éxito de un proyecto. Dependiendo de su localización, los proyectos solares a gran escala pueden afectar los sistemas de uso del suelo y causar pérdida de hábitats naturales. Las necesidades de área dependen de la tecnología, la topografía del terreno y la intensidad del recurso solar. Estimativos globales de área para Colombia están del orden de 1 a 4 hectáreas por MW dependiendo de la intensidad de brillo solar.

Las instalaciones solares a nivel del suelo no permiten un uso mixto o compartido con otros usos como la agricultura (como si lo permiten hasta cierto grado los proyectos eólicos). Sin embargo, los impactos sobre el uso del suelo de los proyectos solares se pueden minimizar a través de una selección cuidadosa del sitio, favoreciendo áreas degradadas o intervenidas, o terrenos de poco valor.

Para proyectos menores de 1 MW los impactos sobre el uso del suelo no son significativos, por lo cual se recomienda ubicar sitios cercanos a las comunidades. Una vez más, una selección cuidadosa del sitio ya sea para grandes o pequeños proyectos, es la mejor medida de mitigación de estos impactos.

**Uso del Agua.** Las celdas fotovoltaicas no utilizan agua para la generación de electricidad. Sin embargo, se debe utilizar agua para la limpieza de los paneles y para los operadores de la planta. Este impacto también se considera bajo para plantas menores de 1 MW.

**Uso de recursos naturales.** Los proyectos solares a gran escala pueden afectar hábitats naturales por la necesidad de tala o remoción de la vegetación. La construcción de estos grandes proyectos solares puede también afectar el drenaje natural y causar erosión. La selección del sitio es quizás la mejor herramienta para minimizar estos impactos. Un buen manejo de la construcción minimiza los impactos de las actividades constructivas.

Los impactos ecológicos de proyectos solares a gran escala sobre la ecología pueden incluir la pérdida o fragmentación de hábitats y el desplazamiento de especies, tales como murciélagos, reptiles y aves. La localización de proyectos solares a gran escala en áreas protegidas debe evitarse, siendo esta la mejor opción.

Para proyectos de menor escala como los ZNI, la selección del sitio sin vegetación natural, el manejo de las actividades de construcción, y la construcción de un buen drenaje de aguas lluvias para el sitio son medidas de bajo costo que minimizan estos impactos. La construcción de proyectos menores a 1 MW en comunidades ZNI dentro de áreas protegidas y en reservas forestales deberán seguir un procedimiento especial que se describe más adelante.





Desmonte de vegetación en una planta solar híbrida, (Solar - Diésel) con una potencia instalada de 168 KW pico, en Bolivia.  
Fuente: INEL, Proyecto El Remanso , Bolivia.

**Impactos visuales.** Los impactos visuales son un tema importante en el desarrollo de proyectos fotovoltaicos de gran escala. Por lo anterior, no se tendrán en cuenta en el alcance de la presente Guía.

**Patrimonio cultural.** Los impactos sobre el patrimonio cultural de proyectos solares a gran escala pueden ser directos (afectación de un sitio) o indirectos (por afectación del paisaje o aspectos visuales). Para proyectos de menor escala como los ZNI estos impactos no son significativos. Sin embargo, hay que tener en cuenta algunos valores locales como cementerios, sitios de recreación usados por la comunidad, entre otros, para evitar la ubicación del proyecto en estas áreas. De todas maneras, el estructurador del proyecto debe revisar Atlas de Patrimonio Arqueológico del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICAHN).

**Transporte y acceso.** El acceso al sitio del proyecto es una consideración importante. El transporte de materiales y equipos a través de comunidades debe ser planificado cuidadosamente. Debe preverse un plan de manejo del tráfico de construcción y transporte de materiales.

**Riesgo de desastres naturales.** La revisión de posibles riesgos por desastres naturales es necesaria para cualquier tipo de proyecto. La definición de áreas inundables, el potencial de vientos fuertes, la necesidad de proteger el drenaje del sitio debe ser evaluada en el proceso de selección del sitio y en el diseño del proyecto. El Decreto 2157 de 2017 “por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012”, establece la obligación a los prestadores de servicios públicos, de contar con un Plan de Gestión de Riesgo de Desastres.

**Impactos sociales.** En proyectos de menor escala, la necesidad de reasentamiento se evita con una buena selección del sitio. La garantía de esto se obtiene de la misma comunidad. No se esperan impactos sobre medios de vida por remoción de árboles, matorrales y cultivos afectados, en servidumbres. Los potenciales impactos por ingreso y flujo de trabajadores a la comunidad deberán mitigarse mediante acciones de capacitación a los equipos de trabajo y el establecimiento de un código de conducta, expreso en los contratos de todos los contratistas. Si se tiene una fuerza laboral suficiente que amerite un pequeño campamento, el campamento debe proveer a los trabajadores, agua potable, saneamiento básico y servicio de salud.

La construcción y operación de plantas solares de gran escala pueden traer impactos significativos sobre las comunidades. Estos impactos están asociados a la presencia de una fuerza laboral considerable pueden traer consecuencias sociales en comunidades vulnerables.

Para proyectos ZNI, no se esperan este tipo de impactos. La construcción de un proyecto típico menor a 1 MW no necesita una fuerza laboral más allá de los técnicos especialistas en la instalación de los paneles. El resto de la fuerza laboral por lo general es mano de obra local, utilizada para la construcción de los diferentes elementos de obra civil de la planta. Por lo general, la fuerza laboral fluctúa entre 12 y 36 personas para proyectos menores a 1 MW.

**Emisión de gases de invernadero en el ciclo de vida de un proyecto de generación fotovoltaica.** Aunque las emisiones de gases de invernadero no están asociadas a la generación de energía solar, existen emisiones asociadas con otras fases del ciclo de vida del proyecto, incluyendo manufactura, transporte, instalación, mantenimiento y desmantelamiento. Las emisiones totales en el ciclo de vida de un proyecto solar fotovoltaico se estiman entre 30 y 80 gramos de CO<sub>2</sub> equivalente por kWh.<sup>39</sup>

La energía requerida para producir un panel solar se recupera en 2 a 4 años. Aun si se considera el ciclo de vida total, las emisiones generadas por proyectos solares son de 3 a 10 veces menores que las generadas por combustibles fósiles.

**Manejo de final de vida de los sistemas solares fotovoltaicos.** Tal como se mencionó anteriormente, los sistemas solares fotovoltaicos están constituidos principalmente por aparatos eléctricos o electrónicos que realizan la conversión de la energía lumínica y calorífica del sol en energía eléctrica (celdas fotovoltaicas), el almacenamiento de la energía eléctrica generada (baterías) y aparatos para la carga de las baterías, la regulación del voltaje y la corriente eléctrica del sistema y la protección del mismo (cargador/regulador, sensores, protecciones), así como de los aparatos eléctricos mismos que se alimentaran con la energía generada (electrodomésticos y otros aparatos).

Por lo anterior, es muy importante el manejo adecuado de final de vida de estos aparatos a efectos de evitar los posibles impactos negativos por cuenta de su manejo o disposición final inadecuados.

Es así como, la literatura internacional reporta la presencia en algunos RAEE de metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes, retardantes de llama y otras sustancias peligrosas constituyen un riesgo para la salud humana y el ambiente si estos residuos no se gestionan adecuadamente.

En consecuencia, con lo anterior, cuando se tira un celular, un electrodoméstico o una pila a la caneca de la basura, todo lo que esté dentro de la bolsa de los residuos domiciliarios es recolectado por el camión del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y llevados a un relleno sanitario o a un basurero municipal. Al llevar y enterrar los RAEE en sitios o relleno no aptos para contener lixiviados, o la quema no controlada (a nivel de emisiones y disposición de cenizas) de los RAEE, no sólo se pierden recursos muy valiosos, sino que también dispersamos por nuestro entorno (suelo, acuíferos y aire), riesgosos contaminantes como los metales pesados como el mercurio, cadmio, bromo entre otras sustancias riesgosas o tóxicas. Y éstos contaminantes se infiltran o percolan en el subsuelo, y llegan al agua donde vecinos sin agua de red ubican sus pozos de agua de consumo. En el caso de las quemaduras, pueden migrar por el aire hasta los cultivos y ganado de los cuales obtenemos nuestros alimentos, y empiezan a acumularse en nuestros tejidos incrementando los riesgos de contraer enfermedades tales como el cáncer, síndromes varios y riesgo de malformaciones.<sup>40</sup>

La mayoría de los países no industrializados y los países con economías en transición carecen de capacidad para gestionar las sustancias peligrosas incorporadas en los RAEE. Por ejemplo, en cuanto a las actividades de recuperación informal en algunos lugares de Asia y África existen pruebas claras de que durante ese reciclado se explota a mujeres y niños trabajadores que calientan tarjetas de circuitos impresos, queman cables y sumergen equipos en ácidos tóxicos para extraer metales preciosos, como oro, lo que provoca daños para la salud de esos trabajadores y sus comunidades, y degrada el medio ambiente. Es más, las técnicas empleadas por el sector informal no solamente son perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente, sino que con frecuencia también logran escasos resultados en la recuperación de recursos valiosos, con lo que se desperdician recursos preciosos como metales críticos para su uso en el futuro. Incluso el manejo de los desechos no peligrosos puede provocar importantes daños para la salud humana y el medio ambiente si no se realiza de manera ambientalmente adecuada.<sup>41</sup>

En Colombia, gracias al desarrollo de política y normatividad en materia de la gestión integral de los RESPEL y de los RAEE que fue expuesta anteriormente, se cuenta con instalaciones de gestión de estos residuos debidamente licenciados. En particular, hay empresas gestoras para el manejo y aprovechamiento de computadores y periféricos, lámparas fluorescentes con contenido de mercurio, pilas primarias y baterías de plomo-ácido de uso vehicular.

Asimismo, está reglamentado que los productores (importadores, manufacturadores nacionales) de AEE se hagan cargo, tanto logísticamente como financieramente, de los residuos puestos por ellos en el mercado. Si bien, la mayoría de los AEE usados en las instalaciones fotovoltaicas (celdas y paneles fotovoltaicos, baterías, controladores, reguladores, cargadores, etc.) no están regulados para que sus productores implementen sistemas de recolección y gestión de RAEE (SRyG de RAEE), esto no los exime de su responsabilidad extendida del productor.

De hecho, estos productores, deben hacerse cargo de sus RAEE en un esquema proveedor a cliente, lo cual puede quedar estipulado en el contrato de compraventa de los equipos, es decir, que se estipule la obligación de hacerse cargo de los residuos, para lo cual se establecerán las condiciones para la recolección, transporte y posterior manejo de estos.

Ahora, el MADS está considerando, en el proyecto de resolución en curso que se mencionó también en la sección 2.4, clasificar los equipos de una instalación

fotovoltaica como AEE de consumo masivo dado el uso intensivo de las soluciones fotovoltaicas en hogares y empresas, lo cual obligaría a los importadores y fabricantes nacionales a implementar obligatoriamente los SRyG de RAEE.

En síntesis, los aparatos eléctricos y electrónicos constituyentes de las instalaciones solares fotovoltaicas que se averíen y no puedan repararse o que han llegado al final de su vida útil, deberán ser entregados a un SRyG de RAEE operado por el importador o fabricante o un tercero en su nombre, para que los reciba, sin costo alguno para el operador de la instalación, en un punto de recolección habilitado para ello y los gestione adecuadamente.

Si aún no existe un punto de recolección fijo donde el operador pueda llevar los RAEE, se debe de todas maneras contactar al fabricante, importador, o comercializador o proveedor de los aparatos, para informarse de otros mecanismos de recolección disponibles por el productor, como campañas de recolección en ciertas fechas y lugares (fines de semana en centros comerciales) o el envío por correo postal.

Si definitivamente el productor no tiene implementado un sistema de recolección y gestión de RAEE o el tipo de equipo aún no está regulado por el MADS para obligar al productor, el operador puede mantenerlo almacenado hasta que se dé la regulación o recurrir a los llamados gestores de RAEE, que son empresas que están debidamente autorizadas<sup>42</sup> y con licencia ambiental otorgada por las autoridades ambientales locales o regionales (se puede consultar con las Corporaciones Autónomas regionales en cada sitio para saber cuáles son ellas) para la gestión de los RAEE. Se debe tener cuidado de no confundir los gestores formales de RAEE con los recuperadores informales, pues estos no están autorizados a recibir y procesar los RAEE, pues incurrir en prácticas indebidas de recuperación de materiales que atentan contra la salud y el medio ambiente.

Ahora, respecto a los RESPEL generados, siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.

**Asimismo, se deben tomar las medidas de minimización del riesgo en el almacenamiento de RESPEL en la instalación fotovoltaica siguiendo los siguientes lineamientos:**<sup>43</sup>

- Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo. Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
- Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
- Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
- Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

Las Baterías Usadas Plomo Ácido (BUPA)<sup>44</sup> son consideradas RESPEL. Un almacenamiento o manejo incorrecto de estas pueden generar vertimientos de sustancias químicas sobre el suelo y eventualmente afectar aguas superficiales durante la operación del proyecto. Hay actualmente en el mercado una gran diversidad de baterías (de plomo, de níquel cadmio, de níquel hierro, de níquel - hidruro metálico, de iones de litio, entre otras) que podrían estar catalogadas como RAEE o RESPEL una vez sea descartadas.

De esta forma, se deben tomar medidas de control en los puntos de generación, recolección y acopio para lograr minimizar los riesgos de accidentes que puedan causar daños a las personas o contaminación ambiental. Esto significa que la entrega de BPAU a los SRyG de RAEE, o programas de devolución posconsumo o al centros de acopio, se debe hacer de un cierto modo y acompañada de una serie de verificaciones para garantizar que las baterías plomo-ácido usadas estén en condiciones seguras para transportarse hacia una planta de reciclado.

Las baterías no deben vaciarse. El vertido indiscriminado del electrolito de la batería presenta amenazas para la salud humana y el ambiente porque:<sup>45</sup>

- Contiene altos niveles de plomo en forma de iones disueltos y partículas suspendidas.
- Es altamente ácido y puede causar quemaduras en la piel si se derrama accidentalmente.
- El alto nivel de acidez del electrolito de las baterías es perjudicial para el crecimiento de la vegetación.

Se deberían inspeccionar todas las BPAU para verificar que no haya: pérdidas, rupturas en la carcasa de las baterías, capuchones de las válvulas que estén faltado, baterías con pérdidas, es decir las baterías que presentan pérdidas de electrolito se deben almacenar en contenedores plásticos resistentes al ácido.

Se recomienda realizar pruebas electrónicas para determinar si las baterías pueden ser recargadas y reutilizadas. Esta práctica es una actividad legítima y válida en todo el mundo. En primer lugar, garantiza la identificación de cualquier batería con carga disminuyendo los riesgos de chispas durante el tránsito. En segundo lugar, si una BPAU necesita recargarse para poder funcionar, simplemente se recarga y devuelve al mercado sin necesidad de reciclarla, mientras que a su vez el recolector de BPAU recibe un pago adicional por la venta de la batería recargada. El apéndice 15 muestra los métodos de análisis de baterías.

Las BPAU se deben almacenar en recintos seguros para minimizar los riesgos de derrames accidentales, permitir que las baterías identificadas como dañadas o con pérdidas se contengan y ubiquen en lugares seguros. El piso en el área de almacenamiento debe ser de concreto ácido resistente o alguna otra superficie impermeable apropiada<sup>46</sup> para prevenir el ingreso de ácido sulfúrico proveniente de una BPAU o derramada durante la manipulación.

Si el depósito es cerrado, se requiere la instalación de un sistema de ventilación para evitar la acumulación de gases peligrosos. El área de almacenaje debe contar con un suministro de agua limpia para la limpieza de los pisos y los sistemas de drenaje que corren por un sistema sellado<sup>47</sup> y un sumidero.

Se deben utilizar procedimientos de seguridad y los empleados deben usar mamelucos adecuados, lentes de protección, guantes y botas de neopreno. Se debe tener máscaras para usarse en caso de ser necesario. Normalmente no se requiere el uso de máscaras para la manipulación de BPAU enteras y sin vaciar, pero cuando las BPAU están rotas existe un riesgo potencial de que el polvo seco de óxido de plomo de la batería salte al rostro del operador.

Todas las BPAU se deben manipular y almacenar teniendo en cuenta los riesgos potenciales de incendio asociados a ellas. Los riesgos de incendio están asociados a la posibilidad de formación de gases explosivos que derivan del almacenamiento de BPAU en contenedores o espacios cerrados ventilación y a las chispas que pueden surgir de un cortocircuito accidental de las baterías que no están completamente descargadas. Se debe tener extinguidores de fuego al alcance para combatir incendios y los

operadores deben estar capacitados para el uso de estos. Es esencial instalar duchas de emergencia que se usan en casos de salpicaduras en la piel o los ojos, así como disponer de maletines de primeros auxilios completos con duchas de ojos y soluciones estériles.

Los supervisores y operarios deben tener a su disposición hojas de seguridad (MSDS por su sigla en inglés) de BPA a fin de buscar información adicional sobre los peligrosos potenciales y las acciones correctivas apropiadas en casos de accidentes.

Las BPAU se deben categorizar como desechos peligrosos en el momento de hacer los arreglos para transportarlas a un reciclador. Los riesgos ambientales mayores y de seguridad están relacionados con el electrolito de la batería que puede derramarse de la BPAU durante el transporte.

Cuando las BPAU se empaquetan según los lineamientos de las Directrices Técnicas, resultan fáciles de mover mecánicamente y a su vez reducen los riesgos de movimientos durante el tránsito evitando daños en las carcasas de las baterías.

Como precaución adicional, las directrices recomiendan transportar las BPAU en contenedores sellados resistentes a los golpes que además no permitan pérdidas de electrolito en caso de derrames imprevistos. Los vehículos utilizados para el transporte de BPAU deben estar correctamente identificados, ya sean barcos, camiones o camionetas y se deben seguir los convenios internacionales y la legislación nacional mediante el uso de los símbolos y colores adecuados para identificar que se está transportando desechos corrosivos y peligrosos.

En todo caso, para el transporte de las BPAU se debe dar cumplimiento a lo establecido en el decreto 1609 de 2002<sup>48</sup> o aquella norma que la modifique o sustituya.

**Campos Electromagnéticos:** Los sistemas fotovoltaicos no emiten ningún material durante su operación; sin embargo, sí generan campos electromagnéticos (EMF – electromagnetic field), algunas veces conocidos como radiación. Los EMF producidos por electricidad son radiación no-ionizante, es decir, la radiación tiene suficiente energía para movilizar los átomos en una molécula (resultando en calor) pero no lo suficiente para remover electrones de un átomo o de una molécula (ionización) o hacer daño al ADN. El hombre moderno está sometido EMF diariamente sin ningún daño al ADN. Una persona afuera del perímetro de una planta solar no está sometido a una radiación significativa producida por la planta. No hay evidencia comprobada de riesgo a la salud.



### **Impactos sobre la salud de proyectos fotovoltaicos.**

No hay evidencia de que las tecnologías fotovoltaicas e inversores representen riesgo para la salud de las comunidades cercanas. Los riesgos más importantes se presentan durante la construcción por mayor tráfico y presencia de una pequeña fuerza laboral. Como en toda instalación de generación, hay un riesgo de choques eléctricos a personas no autorizadas que entren a las instalaciones. Esto se mitiga con señalización adecuada y medidas de seguridad y vigilancia. No existe riesgo de contaminación del suelo por materiales provenientes de los paneles.

### **Impactos negativos durante la construcción de plantas fotovoltaicas.**

La construcción de un sistema fotovoltaico no requiere de procesos complejos o tóxicos. El sitio debe estar libre de vegetación, explanado si es necesario, y cercado. La instalación de las filas de paneles obedece a un prediseño de estas. Se necesitan zanjas para los cables lo mismo que barrenos para los anclajes de las estructuras de soporte de los paneles. Los paneles son atornillados a las estructuras de acero y aluminio y luego se interconectan. Después se instalan los reguladores, cargadores, inversores, controladores, bancos de baterías, tomacorrientes, demás aparatos de protección junto con la respectiva ductería, cableado, cajas y accesorios. Una vez esta todo conectado el Sistema puede empezar a producir electricidad.

**Infraestructura de la planta.** Generalmente se necesita de una edificación al lado de los paneles para albergar los aparatos de control y regulación, bancos de baterías y otros, oficinas y almacén. Los impactos potenciales típicos de la construcción de una planta fotovoltaica de menor escala son similares a la construcción de una pequeña obra civil. De esta manera, los impactos están relacionados con el movimiento de personal y maquinaria, materiales de construcción, talas y podas, y generación y movimiento de escombros. Hay potencial de contaminación del suelo por posibles derrames de combustible, lubricantes y aceites por operación y tráfico de vehículos y equipos, que se utilizarán para transporte liviano donde se movilizarán los paneles solares y sistemas híbridos.

**Emisiones.** La generación de polvo y ruido/vibraciones resulta de los trabajos de preparación del terreno (por remoción de suelos o por tráfico de vehículos/equipos); las emisiones de gases de combustión y de gases de efecto invernadero resultan de la circulación de vehículos pesados y livianos;

**Disposición y manejo de residuos.** La generación de residuos sólidos domésticos, resultan por actividades diarias del personal encargado de la construcción; se generan residuos sólidos procedentes de restos de materiales de construcción e instalación (cemento, concreto, piedra, arena, hierro, cableado, cajas, bolsas y otros empaques, etc.).

**Impactos a la fauna y flora.** Existen potenciales impactos a flora y fauna, en particular si se interviene en áreas protegidas. La instalación de la planta requiere el despeje de árboles, lo que puede generar la necesidad de tramitar permisos de aprovechamiento en algunos casos.

**Riesgos por desastres naturales.** También pueden tenerse potenciales impactos de erosión en el caso de plantas fotovoltaicas de mayor tamaño e impactos relacionados con riesgos de desastres naturales.

**Seguridad industrial.** Es posible un incremento de riesgos de accidentes por riesgos de accidentes laborales por inadecuada práctica de higiene y seguridad industrial, y el riesgo de shocks eléctricos. La seguridad de los trabajadores también es un elemento importante. Se han presentado algunos incidentes fatales en varios proyectos alrededor del mundo. Especificaciones de seguridad y salud ocupacional deben ser incorporadas en todos los contratos de construcción de paneles solares.

Los impactos durante la construcción pueden ser manejados con buenas prácticas de ingeniería que deben ser aplicadas por el contratista. En el Anexo 4 se presenta un ejemplo de especificaciones ambientales para la construcción de pequeñas obras civiles.

**Impactos negativos durante la operación.** Los riesgos ambientales durante la operación de proyectos fotovoltaicos de menor escala no son significativos si se toman las medidas adecuadas de acuerdo con los riesgos identificados en este apartado de la Guía. Como se mencionó anteriormente, el manejo de los AEE al final de su vida útil y de los RESPEL debe ser el adecuado desde el punto de vista ambiental. En especial, los AEE como las baterías de plomo ácido, NI-Cd, y otras que sean consideradas peligrosas. El manejo del remplazo y manejo de las BPAU<sup>49</sup> es quizás el elemento ambiental más importante durante la operación de un proyecto solar.

Por otro lado, la entrada en operación de una nueva infraestructura de servicio ocasionará nuevas obligaciones económicas por pagos de este servicio, lo que afectará los ingresos familiares. Por ello será necesario definir un proceso de capacitación a los usuarios, además de informarlo sobre registro y pago por los

servicios, actividades para controlar el consumo y proyección de las tarifas mensuales. Los proyectos, aunque son desarrollados por demanda, el previo consentimiento de la población es condición necesaria asegurando la participación inclusiva, provisión de información oportuna y adecuada a los beneficiarios y orientación sobre costos del servicio.

## 4.3 Impactos ambientales de plantas diésel

Los impactos de las plantas generadoras con base en diésel están ligados principalmente al mismo combustible. Los impactos ambientales de la combustión del diésel son significativos con consecuencias locales y globales. La combustión del diésel arroja sustancias dañinas al ambiente, incluyendo carbón orgánico, hollín, metales tóxicos, óxidos de nitrógeno que forman ozono y particulados con nitratos, compuestos orgánicos volátiles, monóxido de carbono, dióxido de carbono y otros compuestos como hidrocarburos aromáticos policíclicos. De esta manera, los impactos pueden afectar no solo a las comunidades y sociedad sino también en el aire, suelo y agua. Muchos de estos compuestos pueden llegar al suelo y a las aguas subterráneas por efecto de las lluvias

El diésel, como cualquier otro material peligroso, pone en riesgo a las comunidades y al ambiente cuando se presentan derrames. El riesgo de derrames se exagera cuando el diésel es transportado por largas distancias a zonas remotas por sistemas de transporte diversos (camino destapados, botes en río o mar) con mínimas medidas de seguridad. **Para un proyecto híbrido, los puntos de mayor riesgo de derrames de diésel son:**

- El transporte mismo del diésel.
- El desembarque y acarreo a al sitio de la planta.
- La manipulación del diésel en la planta.
- El manejo de los tanques y contenedores en la planta.

**Cuando se presentan derrames de diésel, tanto en el transporte como en la manipulación en la planta, los riesgos son:**

- Contaminación directa de corrientes de agua y afectación de vida acuática y usos del agua por comunidades.
- Contaminación de aguas subterráneas, y por lo tanto afectación de pozos de agua para consumo humano y otros fines.
- El diésel, como la gasolina, es inflamable, poniendo en riesgo a las comunidades vecinas.

Además del potencial de derrames, las plantas generadoras con base en diésel pueden causar otros impactos tales como el ruido. El ruido puede causar molestias en receptores sensibles como colegios, clínicas o puestos de salud, ancianos y en general, a toda la comunidad. También es un factor determinante en áreas sensibles por la afectación de la fauna por altos niveles de ruido. Un riesgo importante es la posibilidad e incendios o explosiones de tanques de combustible cerca a comunidades.



Derrame de diésel alrededor de la planta en Titumate Nótese la falta de impermeabilización del piso alrededor de la planta y la presencia de derrames directamente al suelo. (Visita de campo)



Derrame de diésel alrededor de la planta en Titumate Nótese la falta de impermeabilización del piso alrededor de la planta y la presencia de derrames directamente al suelo. (Visita de campo)



# 5 MANEJO AMBIENTAL Y SOCIAL PARA PROYECTOS DE GENERACIÓN EN ZNI

# 5 MANEJO AMBIENTAL Y SOCIAL PARA PROYECTOS DE GENERACIÓN EN ZNI

## 5.1 Manejo ambiental y social para proyectos fotovoltaicos<sup>50</sup>

El desarrollo de cualquier planta fotovoltaica ocasionará impactos consecuencias ambientales y sociales. La magnitud e importancia de estos impactos dependerá de la escala de la planta, la cercanía a la población, la sensibilidad del sitio (dentro o cerca de áreas sensibles o áreas protegidas, cerca de sitios con valor cultural), ya sensibilidad social (grupos étnicos).

La discusión anterior sobre los impactos ambientales y sociales en proyectos fotovoltaicos y en procesos de preparación, construcción y operación que se sigue en los programas, permite llegar a las siguientes conclusiones que servirán de base para el manejo ambiental y social del programa ZNI en Colombia:

- Los pequeños proyectos fotovoltaicos, ubicados en áreas remotas, pero fuera de áreas protegidas, no representan riesgos ambientales y sociales de significancia. Se corrobora que no se necesitan estudios de impacto ni licencias ambientales. Pero sí necesitan permisos ambientales menores de parte de las autoridades ambientales regionales.
- Los proyectos pueden ser manejados ambiental y socialmente con instrumentos de gestión sencillos y estandarizados para todos los proyectos.
- Estos instrumentos pueden ser aplicados en diferentes fases del ciclo de proyecto, utilizando los mecanismos ya existentes de estructuración, diseño, construcción y operación utilizados por los entes ejecutores y financiadores.

- Los proyectos fotovoltaicos ubicados en áreas protegidas necesitarán de licencia ambiental y aprobaciones adicionales por parte de las autoridades a cargo de esas áreas. No se debe promover la ejecución de proyectos que tengan un componente diésel en áreas protegidas.
- Los proyectos fotovoltaicos en comunidades étnicas deberán seguir procedimientos especiales de consulta con las comunidades.
- Los proyectos híbridos solar-diésel deberán incluir medidas de manejo para el componente diésel.
- La aplicación de esta guía deberá ser condición obligatoria para todos los proyectos del programa ZNI.

### Incorporación de instrumentos ambientales y sociales en el ciclo del proyecto

Teniendo en cuenta la discusión del proceso, de preparación y ejecución de un proyecto en ZNI, se proponen los siguientes lineamientos estratégicos para garantizar la aplicación de salvaguardas ambientales y sociales en los proyectos:

- Selección del sitio.
- Licitación de las obras.
- Construcción del proyecto.
- Cesión del proyecto al operador.
- Operación.

Para cada una de estas instancias se propone un instrumento tal como se muestra en la siguiente Tabla.



**TABLA 13****Instrumentos de gestión ambiental de proyectos de generación de energía en ZNI**

Fase del proceso	Instrumento
• Selección del sitio	• Lista de chequeo para la ubicación de plantas solares
• Licitación de las obras y equipos	• Clausulas ambientales y sociales claves en los pliegos
• Construcción del proyecto	• Código de Conducta de los Trabajadores • Especificaciones ambientales y sociales • Mecanismo de resolución de quejas y conflictos
• Cesión del proyecto al operador y operación	• Plan de mantenimiento • Plan de manejo de baterías • Mecanismo de resolución de quejas y conflictos • Otras consideraciones sobre sostenibilidad: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inclusión de género,</li> <li>○ Educación para el uso eficiente de la energía, incremento de demanda,</li> <li>○ Formación de capacidades en la comunidad para que se organicen como operadores y responsables de los equipos y su AOM</li> <li>○ Robo y vandalismos</li> </ul>
• Desmantelamiento	• Disposición de paneles y otros componentes como inversor, cargador y baterías

**CONSULTORÍA DE ESTRUCTURACIÓN**

La contratación de una Consultoría para el diseño, construcción y definición del operador es definitiva en la forma como se estructure el respectivo proyecto, por lo que se recomienda tener el máximo cuidado en la licitación para contratación de la consultoría en relación la exigencia del cumplimiento de las salvaguardas ambientales y sociales que se plantean en esta guía, y que están alineadas con las exigencias de la banca multilateral y la banca nacional.

**SELECCIÓN DEL SITIO PARA UNA PLANTA FOTOVOLTAICA****Lista de chequeo para la ubicación de plantas Fotovoltaicas.**

Dentro de esta fase, en cualquiera de las modalidades de ciclo de proyecto, la selección del sitio para la planta fotovoltaica es un factor crucial del desarrollo un proyecto solar fotovoltaico viable. En general, el proceso de la selección del sitio debe considerar las restricciones y el impacto que el sitio tendrá en el costo de la electricidad generada, su impacto ambiental y el impacto social y económico en la población a ser atendida.

La selección del sitio es quizás el elemento más importante para el manejo de los impactos ambientales y sociales. Las limitaciones que deben evaluarse incluyen los siguientes aspectos:

**Recurso solar:** Un alto promedio anual de irradiación solar (GTI) es la consideración más básica para desarrollar un proyecto solar fotovoltaico. Cuanto mayor sea el recurso, mayor es el rendimiento energético por kWp instalado. Al evaluar la irradiación solar en un sitio, se debe tener cuidado para minimizar cualquier sombreado que reduzca la irradiación recibida.

**Área disponible:** El área requerida por kWp de capacidad instalada varía con la tecnología elegida. La distancia entre filas de módulos requeridos para evitar el sombreado entre hileras varía con la latitud del sitio. Los sitios deben ser elegidos con área suficiente para permitir la generación de energía de acuerdo con la capacidad instalada sin que se causen pérdidas de rendimiento por inaceptable disposición de los paneles.

**Topografía:** Idealmente, el sitio debe ser plano. La orientación más adecuada será colocando los módulos hacia el sur geográfico. Por ejemplo, dependiendo de la ubicación del sitio (latitud) y el tipo de



módulo fotovoltaico seleccionado (eficiencia), un buen diseño de una planta de energía fotovoltaica con una capacidad de 1MWp desarrollado en la India se estima que requiere entre uno y dos hectáreas (10,000 a 20,000 m<sup>2</sup>) de tierra. Estimativos globales de área para Colombia están del orden de 1 a 4 Has por MW dependiendo de la intensidad de brillo solar

**Clima local:** Además de un buen recurso solar, el clima deberá ser una variable a tener en cuenta en el diseño del proyecto. El sitio de localización no debe sufrir de condiciones climáticas extremas que aumentarán el riesgo de daños o tiempo de inactividad.

**Temperatura:** La eficiencia de una planta fotovoltaica se reduce con el aumento de la temperatura. Si se está considerando el sitio con altas temperaturas, el diseño debe incluir medidas de mitigación y tomar en cuenta este parámetro en la selección de la tecnología a utilizar.

#### **Vulnerabilidad a eventos extremos:**

- **Inundaciones:** pueden causar daños a los equipos eléctricos montados o cerca del nivel del suelo. El drenaje de aguas lluvias puede causar erosión y afectar cables enterrados y soportes de las estructuras de los paneles
- **Alta velocidad del viento:** el riesgo de un evento de viento fuerte. Se debe evaluar si exceden las especificaciones de la planta. Lugares con alto riesgo por velocidad del viento deben evitarse (en plantas fotovoltaicas). Los sistemas fijos no se apagan a las altas velocidades del viento, pero los sistemas de seguimiento (trackers) deben apagarse cuando se experimentan altas velocidades del viento.

**Accesibilidad:** El sitio debe permitir el acceso para entregar el ingreso de los equipos de la planta y materiales de construcción. También debe tener acceso fácil para los operadores de la planta en su gestión de operación y mantenimiento.

**Regulaciones locales sobre uso del suelo:** Se deben consultar y tener en cuenta las disposiciones sobre usos del suelo en los Esquemas Básicos de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio donde se vaya a desarrollar el proyecto.

Las plantas de energía solar fotovoltaica deben construirse idealmente en terrenos de bajo valor económico. Si la tierra no es propiedad del desarrollador, entonces el costo de compra o arrendamiento debe ser considerado en los costos del proyecto.

El desarrollador debe comprar la tierra o los derechos de uso por la duración del proyecto. Además, debe evaluarse el acceso al sitio provisión de agua, suministros de electricidad. También deben ser considerados los impuestos territoriales relevantes.

**Disponibilidad de agua:** El sitio debe contar con disponibilidad de agua, sea por red de acueducto o posibilidad de extracción o captación propia, observando los permisos requeridos en caso de afectar cuerpos hídricos superficiales o subterráneos. Se debe priorizar la captación de aguas lluvias.

**Consideraciones ambientales:** En la selección del sitio para localizar la planta se deben revisar las restricciones ambientales de acuerdo con disposiciones del EBOT, y las disposiciones de la Autoridad Ambiental (AA) respectiva y las restricciones relacionadas con las resoluciones y directrices de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y de Parques Nacionales. Obtener los permisos respectivos. En general, proyectos solares de gran escala requieren de algún tipo de aprobación ambiental a través de un Estudio de Impacto Ambiental. Los proyectos solares menores a 1 MW no requieren licencia ambiental. Sin embargo, una buena práctica consiste en considerar aspectos ambientales y sociales en todos los proyectos sin importar su escala.

**Biodiversidad:** Se deben evitar las áreas sensibles para la fauna y flora. Por lo general, proyectos menores a 1 MW en comunidades remotas, están ubicados en áreas ya intervenidas con ausencia de algún valor de fauna o flora. La construcción de las plantas solares y su infraestructura auxiliar (líneas, vías) en zonas dentro y cerca de áreas sensibles puede afectar hábitats naturales y afectar a la fauna y la flora. El sitio escogido debe estar fuera de la zona de protección ambiental de humedales u otros cuerpos hídricos. Algunas comunidades ZNI están ubicadas dentro de parques nacionales u otros tipos de áreas protegidas regionales. En estos casos se necesita la aprobación y cumplir con los requerimientos de la entidad que maneja el área protegida.

**Adquisición de tierras:** El sitio escogido para una planta solar debe estar libre de invasiones o problemas de tenencia. Idealmente, debe estar en terrenos municipales o de la nación. Se debe evitar la necesidad de llevar a cabo planes de reasentamiento involuntarios de la población. Sitios que necesiten de estos planes deben ser evitados en todos los casos.

**Patrimonio cultural:** Se deben evitar sitios de importancia cultural a nivel nacional, regional y local. Para proyectos de menor escala. Se debe evitar estar



cerca de sitios tales como cementerios o áreas de interés recreacional o cultural para la comunidad. Los impactos sociales durante la construcción pueden ser manejados con una buena ingeniería y control del contratista. Muchas de las comunidades ZNI son comunidades indígenas o comunidades negras. En estos casos, se deberán tener en cuenta los aspectos señalados en la Sección xx de esta Guía y la normatividad respectiva.

**Contaminantes del aire:** la ubicación del sitio en relación con las fuentes locales de contaminación del aire debe ser considerado. La contaminación atmosférica local, si se presenta, puede reducir la irradiación recibida o contiene niveles significativos de azufre en el aire u otro material potencialmente corrosivo. Del mismo modo, la distancia al mar (costa) debe considerarse ya que esto puede conducir a un aumento niveles de sales en la atmósfera. Todas estas condiciones podrían incidir para la corrosión acelerada de los módulos fotovoltaicos.

Para efectos prácticos, teniendo en cuenta los aspectos analizados anteriormente como relevantes a ser tenidos en cuenta en la selección del sitio de localización de la planta, se recomienda al estructurador del proyecto utilizar la lista de chequeo mostrada en la Tabla 12 para evaluar esta decisión.

**Consideraciones sociales:** Consulta y divulgación del proyecto.

La participación de la comunidad es una parte muy importante del proyecto. Es obligatorio consultar los instrumentos de planificación del desarrollo de los grupos étnicos en el área de influencia, con el fin de verificar que los proyectos ZNI hagan parte de sus Planes de Vida o Planes de Etnodesarrollo, y así armonizarlo a las necesidades y prioridades de desarrollo comunitario.

Posteriormente, se debe formular el plan de consulta significativa a las partes interesadas clave. La consulta con la comunidad debe iniciarse desde una etapa temprana del proyecto buscando una interacción fluida con las autoridades locales y los liderazgos de la comunidad en el área de influencia del proyecto como las Juntas Directivas de los Consejos Comunitarios de Comunidades Negras, Juntas Directivas de Organizaciones Afro de segundo nivel, Cabildos indígenas, Juntas de Acción Comunal, grupos de mujeres, Asociaciones de comerciantes, en fin, todas las partes interesadas en un proyecto de energización local. Esta consulta temprana es un insumo valioso en la evaluación de la viabilidad del proyecto, y puede guiar y aumentar la eficiencia del desarrollo proceso. La consulta temprana también puede informar sobre el diseño en un proceso para minimizar los posibles impactos ambientales y sociales del proyecto.

El propósito del compromiso comunitario es construir y mantener con el tiempo una relación constructiva con las comunidades ubicadas en el área de influencia del proyecto e identificar y mitigar los impactos significativos con las comunidades en caso de ser afectadas por el proyecto. Mantener la divulgación de información del proyecto a la comunidad ayuda a la sostenibilidad general del proyecto y debe ser un proceso continuo.

**La caracterización social del proyecto debe incluir la consulta de este con las autoridades locales civiles y militares.** Esto es consultar las autoridades municipales, departamentales y la del orden nacional relacionadas con los temas ambientales, de ordenamiento territorial, de infraestructura y de apoyo fiscal.

**TABLA 14****Lista de chequeo para la localización de una planta fotovoltaica**

Aspecto	Evaluación, principales datos, fuentes de información	Recomendaciones para el diseño, construcción u operación del proyecto
Recurso solar	¿El recurso solar ha sido evaluado?	
Área disponible	¿El área disponible es suficiente para albergar todos los componentes del proyecto incluyendo paneles, edificios, planta diésel, talleres, área de almacenamiento de materiales peligrosos, etc.?	
Topografía	¿La topografía del terreno permite un buen desarrollo de los paneles? ¿Existen problemas de drenaje o erosión en el terreno?	
Clima Local	¿Se han considerado todos los aspectos del clima? ¿Las temperaturas extremas?	
Vulnerabilidad a desastres naturales	¿El terreno está fuera de la planicie de inundación de algún río cercano o fuera de la influencia de la marea? ¿Se presentan vientos fuertes o huracanados en la localidad?	
Accesibilidad	¿El terreno escogido tiene buen acceso para materiales, equipos y personal?	
Regulaciones locales sobre el uso del suelo	¿Se han consultado los planes locales? ¿El terreno está cerca de alguna instalación de la comunidad como colegio, centro de salud?	
Disponibilidad de agua	¿Existen fuentes de agua? ¿Acueducto? ¿Potencial de aguas subterráneas?	
Consideraciones ambientales		
Biodiversidad	¿El proyecto está dentro de un área protegida? ¿Existen sitios sensibles cerca del proyecto (humedales, corredores biológicos, etc.)?	
Adquisición de tierras	¿La tenencia del terreno está clarificada? ¿Hay necesidad de reasentamiento de población?	
Patrimonio cultural	¿Existen sitios importantes y patrimonio cultural cerca del proyecto? ¿Existen sitios importantes culturalmente para la comunidad cerca del proyecto (cementeros, templos, sitios de recreación)?	
Contaminación del aire	¿Existen fuentes de contaminación cerca del sitio de la planta? ¿Ladrillera, vía destapada?	



**Lista de Chequeo sugerida para caracterización socioeconómica:** La siguiente lista de verificación, tiene como referentes guías desarrolladas en su gestión por el Fondo Todos Somos Pacífico, el IPSE y la Guía de Consulta Significativa de Partes Interesadas del BID . Esta lista detalla de manera general las variables que contemplan los requisitos y procedimientos básicos para ayudar a los desarrolladores del proyecto con la caracterización social de la población en su área de influencia:

- ✓ Consulta de planes de vida o planes de etno-desarrollo
- ✓ Plan de consulta significativa de partes interesadas clave
- ✓ Consulta y divulgación del proyecto a la comunidad
- ✓ Determinación de la propiedad donde se localizará la planta de generación
- ✓ Planificación / consentimiento / permiso de las autoridades reguladoras locales y cualquier evaluación ambiental requerida.
- ✓ Examen ambiental inicial terminado.
- ✓ Evaluaciones ambientales y sociales realizadas (potencial de desarrollo con proyecto)
- ✓ Documentos de respaldo relevantes para solicitudes de consentimiento / licencia completadas (incluidos informes de evaluación ambiental, detalles de acceso, planos).
- ✓ Consulta comunitaria realizada.
- ✓ Consentimientos, licencias y solicitudes de permisos completadas.
- ✓ Aplicación de conexión a la red completada.
- ✓ Licencia de generación de electricidad obtenida.

Durante el proceso de interacción con la comunidad pueden acordarse medidas de mitigación por potenciales impactos, por ejemplo, supresión de polvo durante la construcción, programas de inducción en seguridad, capacitación y monitoreo para trabajadores, medidas de gestión del tráfico si hay afectación de las rutas de movilidad de la comunidades locales, implementación de procedimientos de gestión de residuos, introducción actividades de participación comunitaria, implementación de medidas para proteger el patrimonio cultural, medidas de control a la erosión, protección de cualquier especie animal o de flora amenazadas, y así sucesivamente. Bajo esta óptica, la evaluación social debería indicar qué parte será responsable de (a) la financiación, y (b) la implementación de cada acción, cómo será monitoreado y cómo será informado la comunidad sobre estos aspectos del proyecto. Inclusive se pueden explorar potenciales pagos por servicios ambientales (PSE) a la comunidad y apoyos a emprendimientos de beneficio común como desarrollos agro-ecoturísticos. En todo caso el compromiso debe ser acorde con la naturaleza y el tipo de impactos identificado.<sup>51 52</sup>

En el anexo 3 se presentan sistemas de información para caracterización de comunidades que existen en el país.

## DISEÑO DE LA PLANTA

El diseño de la planta debe hacerse buscando el equilibrio óptimo entre rendimiento y costo, de ahí la importancia de tomar decisiones informadas para la definición de equipos tomando en cuenta elementos como la localización, la demanda potencial del sistema, las expectativas de la comunidad y el presupuesto. Los siguientes instrumentos, proveen al estructurador del proyecto una lista de verificación para que el diseñador de la planta tenga en cuenta los aspectos que en ellas se plantean.

### Lista de verificación de selección del módulo fotovoltaico:<sup>53</sup>

- ✓ Identificación del proveedor y registro de seguimiento verificado.
- ✓ Certificación mínima obtenida.
- ✓ Términos y condiciones de garantía de productos y energía en línea con los estándares del mercado.
- ✓ Si proporciona un seguro de garantía de calidad de los equipos.

- ✓ Tecnología adecuada para las condiciones ambientales (p. Ej., altas temperaturas, irradiación difusa, humedad).
- ✓ Tecnología adecuada para condiciones de sombreado (número de diodos de derivación).
- ✓ Tolerancia de potencia en línea con los estándares del mercado.

#### Lista de verificación de selección de inversores:

- ✓ Capacidad adecuada para el tamaño del proyecto.
- ✓ Compatibilidad con el código de la red nacional.
- ✓ Identificación del proveedor y registro de seguimiento verificado.
- ✓ Términos y condiciones de suministro de productos en línea con el mercado.
- ✓ Tecnología y modelo adecuados para el medio ambiente local (altas temperaturas).
- ✓ Compatible con módulos de película delgada.
- ✓ Eficiencia en línea.

#### Lista de verificación del diseño en general:

- ✓ Ángulo de inclinación y orientación de la matriz fotovoltaica adecuada para localización geográfica.
- ✓ Distancia entre hileras adecuada para el sitio.
- ✓ Sombreado de objetos cercanos.
- ✓ Tamaño de cadena fotovoltaica adecuado para el inversor debajo del sitio.
- ✓ Tamaño del inversor adecuado para el tamaño de la matriz fotovoltaica (relación de potencia y gama MPP del inversor).
- ✓ Transformador del tamaño correcto.
- ✓ Cajas combinadas (clasificación IP) adecuadas para el medio ambiente.
- ✓ Cables de CC y CA dimensionados correctamente.

- ✓ Equipos de protección de baja y alta tensión (fusibles, interruptores y disyuntores) correctamente dimensionados.
- ✓ Protección adecuada de polo a tierra.
- ✓ Obras civiles (cimientos, drenaje) aptas para riesgos ambientales.
- ✓ Sistema de monitoreo en línea con los estándares del mercado.
- ✓ Sistema de seguridad acorde con los estándares del mercado y aceptado por un proveedor de seguros.

### LICITACIÓN DE OBRAS Y ADQUISICIÓN DE EQUIPOS

**Repuestos:** En las soluciones fotovoltaicas, para poder responder rápidamente a una falla en cualquier equipo, es indispensable contar con un inventario de repuestos. Los repuestos cuestan dinero y su compra anticipada debe justificarse por el beneficio que trae la continuidad del servicio.

Un kit óptimo de repuestos dependerá del tamaño de la planta, la disponibilidad local o nacional de los repuestos. En general, se recomienda tener en inventario los siguientes repuestos:

- Piezas de la estructura de montaje.
- Cajas de unión.
- Fusibles.
- Componentes del cableado DC y AC.
- Equipo de comunicaciones.
- Módulos.
- Inversores.
- Motores, solenoides y sensores.



Es importante mantener los niveles de inventarios de repuestos a lo largo de la operación. Entre más remota sea la comunidad y difícil sea la compra local o nacional de un repuesto, el inventario se hace más indispensable para mantener el sistema funcionando. Durante la licitación del suministro de equipos se debe solicitar información sobre la vida útil esperada de los componentes y las tasas esperadas de fallas.

En la adquisición de equipos se deben dejar explícitos, aspectos relacionados con la vida útil garantizada de los paneles, los equipos eléctricos y electrónicos y las baterías.<sup>54</sup>

- Control del tráfico, transporte.
- Seguridad de la población.
- Manejo Zonas de préstamo, canteras y sitios de almacenamiento de materiales.
- Movimientos de tierra, cortes y rellenos.
- Demolición de la infraestructura existente.
- Disposición maquinaria y desechos de la construcción.
- Procedimientos para hallazgos arqueológicos.
- Relacionamiento con la comunidad.
- Supervisión ambiental.

Estas especificaciones deberán ser la base para preparar un conjunto de normas para incluir en los pliegos de licitación y en los contratos de construcción de las obras. Estas especificaciones deberán complementarse con aspectos ambientales y sociales específicos que se hayan identificado en la selección del sitio, el diseño de la planta o en las consultas comunitarias.

### **Mecanismo de resolución de conflictos laborales y quejas de la comunidad**

El Contratista debe diseñar e implementar sistemas de atención de quejas para sus trabajadores y los trabajadores de los subcontratistas, y la comunidad. Una parte fundamental del mecanismo será la atención de quejas y denuncias de la comunidad durante la duración de la construcción de las obras. Este plan debe darse a conocer a todos los empleados y a la comunidad en general enfatizando la existencia de un mecanismo para la atención de comentarios, quejas o denuncias.



**Código de conducta:** Una preocupación durante la construcción de proyectos solares en áreas remotas y en comunidades vulnerables es el posible impacto negativo que podría surgir de la interacción de los trabajadores con las comunidades locales. Por esta razón, es importante aplicar un Código de Conducta que exija un comportamiento adecuado, así como el cumplimiento de las leyes y regulaciones pertinentes. Cada empleado deberá ser informado sobre el Código de Conducta, y éste a su vez estará obligado a cumplirlo mientras se encuentre empleado por el proyecto. El Código de Conducta deberá estar a disposición de las comunidades locales en los centros de información del proyecto o algún otro lugar de fácil acceso a las comunidades. El Código de Conducta deberá tratar al menos los siguientes temas:

- Todos los trabajadores deberán cumplir con las leyes y regulaciones de Colombia
- Todas las sustancias ilegales, el abuso de las drogas y el alcohol, y el porte de armas de fuego estarán totalmente prohibidas, así como también los materiales pornográficos y las apuestas.
- Estarán prohibidas las peleas físicas y verbales, la creación de molestias o trastornos a las comunidades locales, y la falta de respeto a la costumbres y tradiciones locales
- Fumar sólo se permitirá en las áreas asignadas para ello.
- Los trabajadores deberán mantener los estándares apropiados de vestido e higiene personal
- Los trabajadores que visiten las comunidades locales deberán comportarse de una manera consistente con el Código de Conducta

**Prohibiciones:** Las siguientes acciones deberán estar prohibidas en las áreas del proyecto o cercanas:

- Tala de árboles por cualquier razón fuera de las áreas aprobadas para ello;
  - Caza, pesca, o captura de fauna especialmente en vía de extinción y recolección de flora;
  - Compra de animales salvajes (fauna silvestre) para comida o cautiverio;
  - Uso de materiales tóxicos no aprobados, como pinturas a base de plomo, asbestos, agroquímicos, etc.
  - Daño a cualquier propiedad con valor arquitectónico o histórico;
  - Quemar basura o provocar incendios;
  - Uso de armas de fuego (excepto el personal autorizado);
  - Uso de bebidas alcohólicas durante horas de trabajo;
  - Lavado de maquinaria, vehículos o ropa en ríos, arroyos o lagos;
  - Mantenimiento de maquinaria y vehículos fuera de las zonas autorizadas para ello;
  - Disposición de basura o desechos de la construcción en sitios no autorizados;
  - Enjaular animales silvestres (especialmente aves), salvo personal autorizado;
  - Conducir vehículos o maquinaria de manera inapropiada o bajo la influencia de drogas o alcohol en las vías locales en el área del proyecto;
  - Trabajar sin el equipo apropiado (incluyendo cascos y botas);
  - Derramar contaminantes potenciales como los productos del petróleo;
  - Orinar o defecar fuera de las instalaciones sanitarias designadas para ello. El Encargado de Obra deberá suministrar letrinas portátiles en todos los frentes de trabajo;
  - Caza fortuita de cualquier tipo;
  - Pesca con químicos o explosivos;
  - Quema de desechos o vegetación;
- El incumplimiento del Código de Conducta, de estas prohibiciones o de las reglas, regulaciones y procedimientos establecidos en los campamentos (si los hay) y sitios de trabajo resultará en acciones disciplinarias, que variarán desde una simple llamada de atención, hasta la terminación del empleo, o en casos extremos, se tomarán acciones legales contra el empleado.

**Seguridad:** Las siguientes medidas de seguridad deberán implementarse para garantizar la seguridad de los trabajadores y la comunidad:

- Iluminación adecuada durante el día y la noche.
- Acceso controlado a los campamentos y sitios de obra. El acceso a los campamentos deberá estar limitado a los residentes de éstos, empleados del proyecto y aquellos que visitan al personal de la obra con propósitos comerciales.
- Los visitantes y familiares de los trabajadores deberán obtener un permiso escrito de entrada al campamento. Dicho permiso deberá ser aprobado por la Administración del proyecto.
- Deberá construirse una cerca perimetral que garantice la protección y restrinja el paso hacia la obra
- Todos los edificios e instalaciones deberán contar con equipo contra incendio y extintores.



**TABLA 15****Los elementos básicos del mecanismo de quejas**

<b>Mecanismo de quejas para trabajadores</b>	<b>Mecanismo de quejas para la comunidad</b>
La identificación del proceso de atención de quejas y sugerencias de los trabajadores con el quien dará nombre a cada uno de los mecanismos de recepción de información, de tal forma que sea sencillo su posicionamiento y recordación. Se usarán medios como carteleras, charlas, panfletos, para su divulgación.	Para la comunidad se deberá hacer una distribución exhaustiva del mecanismo, colocándolo en áreas visibles para la comunidad, colegios, puestos de policía, o iglesia o templos.
En las charlas de inducción se incluirán aspectos como alcance del mecanismo, derechos y protección de los trabajadores, beneficios de utilizar el mecanismo.	Se deben hacer charlas a varios actores de la comunidad sobre el mecanismo.
Procedimiento para atención a quejas de los trabajadores en especial: quién puede elevar reclamos, dónde, cuándo y cómo los trabajadores pueden presentar sus inquietudes, persona o dependencia responsable por la recepción y respuesta a los reclamos y tiempos de respuesta.	Procedimiento para atención a quejas de los miembros de la comunidad, en especial: quién puede elevar reclamos, dónde, cuándo y cómo los miembros de la comunidad pueden presentar sus inquietudes, persona o dependencia responsable por la recepción y respuesta a los reclamos., y tiempos de respuesta.
Se deberá garantizar que los medios por los cuales se recabarán los comentarios, sugerencias, quejas o denuncias por parte de los trabajadores sean accesibles, gratuitos, transparentes, y confidenciales. Se podrá colocar quejas verbales, por escrito, por internet, y en un buzón en el sitio de las obras. La información que se suministre puede ser anónima.	De la misma manera, se deberá dar a conocer los métodos de presentación de las quejas. Un buzón en el puesto de policía o en el sitio de la planta, internet, por escrito. También pueden ser anónimas.
Se deberá garantizar que no habrá ninguna represalia cualquiera de los trabajadores que presenten una inquietud a través de este mecanismo.	De la misma manera, se deberá garantizar que no se tomaran represalias por quejas presentadas por la comunidad.
El registro que se llevara de cada queja ya sea verbal, escrita, por internet, o anónima.	Un registro de las quejas de la comunidad deberá estar disponible para el Ingeniero a cargo de la obra.
El responsable de darle seguimiento a cada una de las quejas y quienes tienen la responsabilidad de suministrar la información correspondiente, en el plazo establecido. Fecha, y medio por el cual se recibió la información. - Mecanismo de calificación de la información. - Registro documental del seguimiento al caso. Incluye las respuestas, informes, análisis y cualquier otra documentación relacionada; Registro de cierre, con la fecha y tiempo que tomó la resolución, la firma del equipo responsable y la firma de conformidad o insatisfacción de la resolución por parte del remitente.	El responsable será el Ingeniero a cargo de las obras.
El monitoreo y evaluación será llevado a cabo por el Ingeniero a cargo del proyecto. Este monitoreo evaluará periódicamente el desempeño del mecanismo, así como del cumplimiento de los plazos de respuesta y la satisfacción de las resoluciones. A partir de los datos recabados, se implementarán acciones para corregir ineficiencias y debilidades en el sistema.	El monitoreo y evaluación será llevado a cabo por el Ingeniero a cargo del proyecto.



## OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

**Preparación de planes de mantenimiento.** Los programas de suministro de electricidad a comunidades pobres y remotas utilizando fotovoltaicos requiere de una operación y mantenimiento adecuados. Pero el mantenimiento sostenible de estas operaciones puede ser problemático. Sin la provisión de un sistema de mantenimiento adecuado, muchos sistemas dejan de ser operativos después de 3 a 5 años. La operación confiable y a largo plazo de un Sistema fotovoltaico requiere que los sistemas estén bien diseñados e instalados, con equipos y materiales de buena calidad, y con un plan de mantenimiento adecuado. De la misma manera, se debe garantizar el arreglo institucional y contractual para garantizar los fondos recurrentes para mantenimiento, reparaciones, reemplazo de componentes y repuestos. Cuando cualquiera de estos elementos no existe o falla, o se hace con estándares de calidad bajos, el resultado será las fallas parciales o totales del sistema. Se estima que con un uso eficiente del sistema y la aplicación de sistemas de mantenimiento adecuados, las baterías pueden tener una duración de 7 años dependiendo del fabricante, los reguladores pueden tener una vida útil de 10 años y los inversores 12 años.<sup>55</sup>

El mantenimiento de un sistema fotovoltaico es sencillo pero necesario. La aplicación de planes de mantenimiento preventivo bien estructurados dará beneficios significativos al sistema, maximizando la entrega de energía y la vida útil del sistema. Por otro lado, la ausencia de un mantenimiento preventivo resultará en una falla eventual del sistema y altos costos de las reparaciones. Una operación óptima del sistema debe balancear entre la maximización de la producción de energía y la minimización de costos. Los costos operacionales de un sistema fotovoltaico incluyen principalmente:

- Inspecciones preventivas y chequeo del sistema anualmente o cada dos años, incluyendo mantenimiento de las baterías.
- Reemplazo y cambio de componentes averiados como bombillos, inversores, y controladores de carga.
- Reemplazo de baterías cada 8-10 años dependiendo de la vida útil pronosticada de las baterías que se adquieran.
- Administración del mantenimiento.

Los planes de mantenimiento deben indicar las actividades, el cronograma, la frecuencia y las responsabilidades. Se debe garantizar a través de un compromiso formal con los operadores del sistema antes de iniciar la instalación del sistema. La garantía de fondos para este mantenimiento es quizás el factor más importante para la sostenibilidad de los sistemas. Los planes de mantenimiento deben ser discutidos con los instaladores de los equipos.

Es indispensable que los parámetros de operación y mantenimiento queden explícitos en los contratos de concesión de la operación. Los planes de mantenimiento deben indicar las actividades, el cronograma, la frecuencia y las responsabilidades. Se debe garantizar a través de un compromiso formal con los operadores del sistema antes de iniciar la instalación del sistema.

### Los planes deben definir los siguientes aspectos:

- Mantenimiento rutinario (diario, semanal, quincenal, mensual).
- Mantenimiento preventivo (anual o bianual) que puede incluir inspecciones de baterías y reemplazo de bombillos y otros elementos.
- Reemplazo no programado de componentes fallidos como inversores y controladores de carga.
- Inspecciones por expertos: se debe tener acceso a expertos para preguntas por fallas en el sistema.
- Repuestos: se debe tener acceso a repuestos de componentes mayores o menores, incluyendo un inventario de componentes más propensos a fallar.
- Reemplazo programado de componentes claves como baterías, controladores e inversores al final de su vida útil, con base en la ficha técnica del fabricante y el criterio de diseño.
- Cambio de bombillos, tomas.
- Disposición de baterías, incluyendo opciones de reciclaje.
- Entrenamiento del personal en operación y mantenimiento del sistema.

**Niveles de mantenimiento.** Para sistemas fotovoltaicos en el programa ZNI se recomienda un sistema de mantenimiento de tres niveles, con capacidad y responsabilidades bien definidas en cada nivel. En la siguiente tabla se presenta el sistema de 3 niveles.

**Mantenimiento rutinario: Limpieza de paneles y control de la vegetación.** En general, las plantas fotovoltaicas requieren muy poco mantenimiento. Una regla general es mantener la superficie de los paneles libres de cualquier elemento que bloquee la luz solar. Los granos de la superficie de vidrio frontal del panel favorecen la autolimpieza durante las lluvias. Aún más, es conocido que el desempeño de los paneles se incrementa en los días después de lluvias. Los ángulos de los paneles en zonas tropicales como las ZNI favorece el autolavado por la lluvia.

En la mayoría de las comunidades ZNI, el clima presenta suficiente lluvia fuerte para mantener limpios los paneles solares. Estos sistemas de lluvias eliminan la necesidad de lavar los paneles de una manera frecuente. Pero en general, se considera una buena práctica lavar los paneles por lo menos una vez al año o cuando las condiciones de los paneles lo requieran. Por ejemplo, la acumulación de polvo podría justificar la lavada de los paneles varias veces durante la vida de los paneles. Sin embargo, solo se necesita agua y jabón para esta limpieza. En caso de estimar que el lavado de los paneles va a ser frecuente, es importante dejar la instalación y tomas para la conexión de mangueras en la planta. Algunas recomendaciones para el lavado de paneles se presentan en el Cuadro 2.<sup>56</sup>

 **TABLA 16**

**Niveles de mantenimiento requeridos para una planta fotovoltaica**

Nivel de mantenimiento	Frecuencia	Responsabilidad	Actividades
Nivel 1: mantenimiento rutinario básico	Diariamente/ Semanalmente	Operador Asistente de Operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registrar los indicadores de los termómetros de los controladores de carga</li> <li>• Chequear los niveles de baterías (sin abrirlas)</li> <li>• Reemplazo de bombillos</li> <li>• Limpieza de paneles</li> <li>• Control de vegetación</li> <li>• Señalización en la planta</li> </ul>
Nivel 2: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento Preventivo</li> <li>• Mantenimiento Predictivo</li> </ul>	Por lo menos una vez al año	Técnicos en mantenimiento de plantas solares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosticar el sistema</li> <li>• Volver a llenar las baterías y chequeo del desempeño de las baterías</li> <li>• Instalar componentes menores</li> <li>• Solicitar mantenimientos no programados</li> <li>• Reportar problemas complejos a especialistas</li> <li>• Mantener registros de mantenimiento</li> </ul>
Nivel 3: Mantenimiento correctivo Diagnostico especializado o reemplazo o reconstrucción de componentes mayores	Una o dos veces en la vida útil del sistema	Técnicos especializados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolver problemas identificados por el Nivel 2</li> <li>• Diagnostico completo del sistema</li> <li>• Reparar/reemplazar equipos</li> <li>• Identificar problemas de garantías</li> <li>• Planificar disposición y reemplazo de baterías</li> </ul>





Existen algunos fabricantes de paneles que pueden retirar la garantía de sus productos en el caso de que el sistema de limpieza comprometa las propiedades ópticas y fisicoquímicas del mismo. Durante la limpieza de los módulos se deben considerar los siguientes aspectos.

- Determinar si hay una fuente de agua cercana (grifo) o si es necesario traerla de una fuente externa usando una manguera o cisterna.
- No usar agua destilada.
- Usar agua pobre en cal (no alcalina).
- Verificar que el agua utilizada no tiene sales en demasía o componentes que dejen rastros sobre el vidrio de los módulos.
- De manera general, se recomienda usar cantidades abundantes de agua (sin detergentes o disolventes) y un utensilio de limpieza de cerdas suave, por ejemplo, una esponja, una tela o algodón.
- Se debe procurar no cepillar o limpiar con instrumentos rígidos o metálicos, como una espátula, para evitar rayar la superficie. Esto es especialmente importante cuando el módulo tiene capa antirreflejo sobre la superficie del vidrio.
- No usar agua a presión. Se recomienda una presión de 50 a 70 libras por pulgada cuadrada (psi).

El desempeño de los paneles depende del acceso a la radiación solar directa. Es una buena práctica evitar cualquier interferencia o sombreado de los módulos ya sea por edificios cercanos, árboles o por los mismos paneles vecinos. También se debe tener en cuenta el crecimiento de los árboles alrededor de los paneles a lo largo del tiempo. El sombreado parcial de solo una pequeña parte de una superficie fotovoltaica puede tener un efecto destructivo en la producción de energía, especialmente si los paneles están colocados en serie. Es decir, en un sistema en serie, la corriente que se produce es tan alta como la que se produce en el panel más “débil”. Un panel con sombra limita la producción de todos los paneles, aun de los que no están con sombra. Patrones no sostenibles de desarrollos de fotovoltaicos.

Existen otras fuentes de materiales que pueden acumularse en los paneles. Hojas de árboles, polvo de construcciones cercanas o tráfico en vías de tierra adyacente, heces de pájaros, humos de exostos de plantas diésel (en sistemas híbridos, por ejemplo) pueden causar una reducción en la eficiencia de los paneles o causar daños en la capa de protección de los paneles. Inspecciones periódicas de los paneles dictarán las necesidades de limpieza y su periodicidad.



Planta solar en Paratebueno.<sup>57</sup> Nótese carretera destapada pasando al lado de la planta. Existe la necesidad de monitorear el polvo que se acumule sobre los paneles (Proyecto propiedad de ENEL Codensa Colombia)

El mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas ancladas en el suelo requiere que la vegetación se mantenga baja, tanto por estética como para evitar sombra sobre los paneles. También se requiere para mantener animales fuera del área de la planta. Muchas técnicas pueden ser utilizadas: corte o poda del césped a mano o con podadoras mecánicas, siembra de vegetación de baja altura, o animales como chivos u ovejas. Un mantenimiento adecuado de la vegetación en el sitio de la planta también reduce los riesgos de acumulación de polvo o de polen en los paneles. Aunque algunas instalaciones usan herbicidas, esta práctica no es recomendada.



**Mantenimiento preventivo.** El mantenimiento preventivo es quizás el nivel de mayor importancia para maximizar la operación del sistema. La frecuencia de este mantenimiento está afectada por diversos factores, tales como la tecnología seleccionada, las variaciones de las condiciones ambientales en el sitio, y las garantías ofrecidas por los fabricantes de los equipos. La programación debe seguir las recomendaciones de los fabricantes y muchas veces es un requisito para continuar con la garantía. El mantenimiento preventivo que necesita paradas de la operación de la planta debe programarse con anticipación y después de un programa de información a la comunidad.

Todas las actividades de mantenimiento deben ser registradas en un Registro de Mantenimiento. Estos registros son esenciales para anticipar problemas, identificar problemas recurrentes, identificar problemas con las garantías.

**Mantenimiento predictivo.** El mantenimiento predictivo (o basado en la condición) es la práctica de usar información en tiempo real para llevar a cabo medidas preventivas como limpieza, monitoreo de la temperatura del inversor, o mantenimientos correctivos, anticipándose así a fallas o encontrándolas tempranamente. Las medidas de mantenimiento que se activan por la condición son en gran medida las mismas que las de mantenimiento preventivo o correctivo. Su objetivo es disminuir la frecuencia de las medidas correctivas, reduciendo el impacto en los costos del mantenimiento correctivo. Por ejemplo, si una falla es detectada en el sistema de monitoreo, hay que tomar una decisión respecto a si la falla es tan grave como para realizar un mantenimiento. En general, no evita el mantenimiento preventivo, pero puede extender el periodo hasta la próxima visita y así reducir el tiempo fuera de operación y aumentar el rendimiento.

**Mantenimiento correctivo.** El mantenimiento correctivo incluye todas las operaciones de reparación y/o reemplazo de partes necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil. Aunque el objetivo del mantenimiento preventivo y predictivo es reducir la necesidad de reparaciones inesperadas, es importante conocer los procedimientos del mantenimiento correctivo para poder hacer frente a situaciones que requieran de acciones inmediatas. Esto ayuda en la reducción de los costos asociados al tiempo de inactividad no planificado del sistema o la reducción en la generación.

## Manejo de final de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos

Una vez se han surtido todas las estrategias de mantenimiento mencionada anteriormente, y cuando los aparatos llegan al final de su vida útil o estén averiados o realmente o no puedan ser reutilizados, se debe buscar un sistema de recolección y gestión de RAEE o programa posconsumo operado por el importador o fabricante para que los reciba en un punto de recolección habilitado para ello y los gestione adecuadamente.

Si aún no existe un punto de recolección fijo donde el usuario pueda llevar los RAEE, se debe de todas maneras contactar al fabricante, importador, o comercializador, para informarse de otros mecanismos de recolección disponibles por el productor, como campañas de recolección en ciertas fechas y lugares (fines de semana en centros comerciales) o el envío por correo postal.

Si definitivamente el productor no tiene implementado un sistema de recolección y gestión de RAEE o el tipo de equipo aún no está regulado por el MADS para obligar al productor, el usuario puede mantenerlo hasta que se dé la regulación (el MADS estará regulando gradualmente más tipos de RAEE como grandes y pequeños electrodomésticos) o recurrir a los llamados gestores de RAEE, que son empresas que están debidamente autorizadas y con licencia ambiental otorgada por las autoridades ambientales locales o regionales (se puede consultar con las CAR en cada sitio para saber cuáles son ellas) para la gestión de los RAEE. Se debe tener cuidado de no confundir los gestores formales de RAEE con los recuperadores informales o llamados “chatarreros”, pues estos no están autorizados a recibir y procesar los RAEE, pues incurren en prácticas indebidas de recuperación de materiales que atentan contra la salud y el medio ambiente.

Adicional a lo ya mencionado, se recomienda tener en cuenta parámetros de manejo definidos por el IPSE para este tipo de residuos. Con este criterio se propone la siguiente lista de chequeo para el manejo de baterías:<sup>58</sup>



Se deberán realizar las obras civiles necesarias que el fabricante recomiende para el almacenamiento de las baterías, las cuales deben estar indicadas en las fichas técnicas de estos elementos.

-  Dicho espacio deberá contar con ventilación permanente para evitar acumulación de vapores y un sistema de lavado de ojos y piel, en caso de un eventual contacto con liquido de baterías.
-  El sitio de almacenamiento del banco de baterías debe estar alejado de corrientes de agua
-  No se deben almacenar en el mismo ningún tipo de sustancias o residuos.
-  Se deben efectuar las revisiones y mantenimiento de las baterías de acuerdo con los protocolos establecidos por el fabricante
-  El almacenamiento de las baterías al final de su vida útil no debe ser mayor a 12 meses, en casos debidamente sustentados y justificados, el operador podrá solicitar ante la autoridad ambiental, una extensión de dicho periodo.
-  El transporte y manejo de los residuos de las baterías debe ser contratado con personal especializado.
-  El área debe contar con señalización adecuada de acuerdo con la reglamentación RESPEL.
-  En proyectos nuevos, se recomienda negociar con el proveedor de las baterías su disposición final al término de la vida útil de este equipo.

**Disposición final de baterías:** las baterías se consideran desechos peligrosos y por lo tanto, su disposición al final de su vida útil debe cumplir con la legislación vigente (RESPEL):

-  El manejo al final de la vida útil de las baterías debe realizarse a través de un operador calificado con licencia ambiental para este tipo de servicios.
-  Es responsabilidad del operador de la planta (entidad territorial, ente privado o asociación comunitaria) garantizar que las baterías sean gestionadas adecuadamente y de acuerdo con las normas vigentes.

La recomendación a los estructuradores de proyectos con FNCER en ZNI es la de negociar un convenio con las empresas que reciclan baterías usadas para su respectivo tratamiento y disposición final.<sup>59</sup> Este mismo mecanismo se podría replicar para la disposición final de los elementos electrónicos como inversor, cargador, cuando se dañen o sean reemplazados. Una Para conocer las empresas gestoras de RAEE actualmente autorizadas se pueden consultar los siguientes enlaces:

<https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Gestores-RESPEL-y-RAEE/n8sm-cw2b>  
<http://kuna.ideam.gov.co/respelpr2009/mapa.php>

**Otros temas de sostenibilidad: inclusión de género, educación para el uso eficiente de la energía, incremento de demanda, robo y vandalismos**

**Inclusión de género:** Desde 1981 en Colombia se ha venido trabajando alrededor del tema de equidad de género y para el efecto se han definido políticas y normas que buscan apoyar los derechos de la mujer en el contexto social y económico del país.

En el año 2012, el gobierno nacional a través de la Alta Consejería Presidencial para la Equidad de la Mujer, publicó el documento “Lineamientos de la Política Pública Nacional de Equidad de Género para las Mujeres”, donde se recopila las normas que rigen en el sobre el tema de equidad de género y se fijan los lineamientos para hacer efectiva la aplicación de estas normas. Es destacable la definición que hace de la política pública de equidad de género:

*“El objetivo de esta Política es asegurar el pleno goce de los derechos de las mujeres en Colombia, garantizando el principio de igualdad y no discriminación. En el largo plazo, se espera que las mujeres en*



Sistema de lavado de ojos y pies en Isla Fuerte

*Colombia ejerzan sus derechos en igualdad con los hombres, fortalezcan su ciudadanía desde la diferencia y la diversidad, desarrollen sus capacidades en libertad y autonomía, actúen como sujetos sociales frente a su proyecto de vida y continúen aportando al desarrollo del país con reconocimiento social.”<sup>60</sup>*

En lecciones aprendidas en las visitas de campo realizadas a proyectos en Isla Fuerte (Bolívar) y Titumate (Chocó) se evidenció la importancia de la intervención de la mujer en la organización de los arreglos institucionales para lograr la prestación del servicio de la energía en estos poblados. En el caso de Isla Fuerte fueron las mujeres de la población las que impulsaron la creación de una cooperativa multiactiva, que hoy presta el servicio de energía con un sistema híbrido que ha sido el detonante para el desarrollo turístico de la isla, lo que ha redundado en mejoramiento económico de sus pobladores por la demanda de bienes y servicios de la población flotante.<sup>61</sup>

A nivel internacional se tiene el caso de las llamadas “Mujeres solares” en Totogalpa, Nicaragua, quienes, a través de la Cooperativa Mujeres Solares de Totogalpa, han desarrollado emprendimientos en torno a la energía solar, con gran éxito y beneficio social y económico para sus familias.<sup>62</sup> Esto hay que completarlo, se había dicho que esta iniciativa es costo efectiva porque la mujer es la que permanece cerca del sitio del proyecto.

El cumplimiento de la normatividad sobre la equidad de género va más allá del conocimiento de la norma, va muy relacionado con la participación de la mujer desde el diseño en prefactibilidad del proyecto aportando información de consumo de energía en sus hogares y/o comercio, expectativas de demanda de energía, disposición a pagar por el servicio y organización de la comunidad. Ahí es donde se da la verdadera inclusión y equidad de género.

### Lista de chequeo para evaluar la política de equidad de género:

-  Establecer la situación actual de las mujeres y su condición social y económica.
-  Identificar las oportunidades económicas, sociales y de desarrollo en relación con las mujeres, hombres, niñas y niños.
-  Proponer actividades y estrategias a fin de maximizar los beneficios del proyecto en relación con la equidad de género.

 Verificar como el proyecto tendrá un impacto económico y social sobre la vida de las mujeres y sus familias.

 Definir como el proyecto contribuirá a reducir las brechas de género en las áreas de intervención del proyecto.

### Mecanismo de resolución de conflictos durante la operación

De la misma manera que el Contratista durante la construcción de la obra, el Operador debe diseñar e implementar un sistema de atención de quejas de la comunidad durante la operación del sistema. Los elementos básicos de este mecanismo son prácticamente idénticos a los indicados en la Tabla 15. Este mecanismo debe darse a conocer a toda la comunidad, enfatizando la existencia de un mecanismo para la atención de comentarios, quejas o denuncias durante la operación. Este mecanismo puede estar ligado a mecanismos de resolución de peticiones, quejas y reclamos que tenga el Operador.

### Educación para el uso eficiente de la energía

El uso racional de la energía y el mantenimiento de los equipos tanto del sistema de generación y distribución, como de los equipos del menaje doméstico, también son elementos importantes para la sostenibilidad del proyecto.

El suministro de energía, como instrumento de desarrollo y bienestar de las de las comunidades es un detonante para la demanda de bienes y servicios que no se haría sin la certeza de un servicio estable de energía. Es por esto que se recomienda capacitar a los líderes comunitarios y a la sociedad en general del área de influencia del proyecto en aspectos como:

- el concepto de energía
- como es el proceso de generación fotovoltaica
- beneficios de contar con el servicio de energía
- consejos para el ahorro de energía en el hogar
- información sobre el mal uso de los equipos domésticos
- aspectos administrativos relacionados con las tarifas y el cobro del servicio
- gestión de quejas y reclamos al operador.<sup>63</sup>

**Aseguramiento de instalaciones internas bajo código RETIE.**<sup>64</sup> Garantizar que las instalaciones internas cumplan con el estándar RETIE beneficiará el sistema de generación y distribución, reduciendo las ineficiencias por energía reactiva, evitando daños en los electrodomésticos y mitigando el riesgo de incendio. La mejora de las instalaciones internas es responsabilidad de los usuarios, es fundamental crear programas de financiación por parte del operador o programas de asistencia técnica para el cambio de las redes.

**Incremento de la demanda.** El incremento de la demanda puede sobrecargar a las baterías conllevando apagones, bajos niveles de desempeño y en el último caso, a una falla total del sistema. El incremento de la demanda es casi inevitable sobre todo al inicio del funcionamiento de la operación. Los usuarios quieren tener implementos adicionales, mejores televisores, equipos de sonido, una nevera más grande. También se pueden montar negocios como tiendas con refrigeradores más grandes que aumentan la demanda. La educación y concientización en el uso eficiente del servicio, el control de la demanda son las herramientas más efectivas para evitar crecimientos desproporcionados en la demanda. A futuro, una alternativa para la gestión adecuada del consumo es la introducción de sistemas de medición prepago los cuales han demostrado ser una herramienta eficiente para racionalizar los nuevos consumos de energía.

Desafortunadamente, el robo y el vandalismo suelen ser fuentes de fallas en los sistemas. Un buen cerramiento, señalización y vigilancia son las herramientas más eficaces para evitar robos y vandalismo. Sin embargo, la concientización de la comunidad y su apropiación del sistema es fundamental para alinear los beneficiarios con la necesidad de mantener el sistema en operación.

**Seguridad de la planta.** Las plantas fotovoltaicas representan una inversión considerable en las áreas remotas. Los paneles no solo son de gran valor, pero también son portátiles. Existen muchos casos de robos de paneles y de cables de cobre en muchas partes del mundo. Se debe garantizar la seguridad de las instalaciones con un buen cercado o valla perimetral, puerta con candado, señalización y vigilancia. En ZNI un cercado sencillo con alambre de púa y vegetación son suficientes. En algunas instalaciones podrían necesitarse un cercado más sofisticado como las que se utilizan en plantas de mayor capacidad. Programas de concientización en la comunidad deben buscar la apropiación de las instalaciones por parte de los usuarios.

**Incendios.** Solo una pequeña porción de los materiales en paneles solares es inflamable, y esos componentes en sí mismos no pueden sostener un incendio. Aunque en algunos sectores de la población persiste el temor de incendios en plantas solares, estos incendios son improbables. Los componentes inflamables de los paneles incluyen solo las capas protectoras superior o inferior, cajas de uniones y el alambrado de aislamiento. El resto del panel está compuesto por compuestos no inflamables incluyendo las capas de vidrio protector que son aproximadamente el 75% del peso de un panel.

El calor de una pequeña llama no es suficiente para prenderle fuego a un panel, pero el calor de un fuego más intenso sí lo puede hacer. Por esto es importante controlar la vegetación debajo y alrededor de los paneles. Entre los peligros de ignición se encuentran, entre otros aspectos, el arco eléctrico, la presencia de madera u otros materiales combustibles (hojas secas), cortocircuitos en las cajas de combinación, recalentamiento de terminales y conectores, fallo de componentes electrónicos en el inversor o daños en



Cerramiento de plantas solares (Titumate, Isla Fuerte en Colombia y Pirapora, Brasil)

el aislamiento de los cables. Sin embargo, los incendios causados por fallas eléctricas son extremadamente raros en plantas solares. El conocimiento de las especificaciones de los paneles, un buen mantenimiento del sistema eléctrico, equipos de extinción de incendios eléctricos y un buen control de la vegetación son suficientes para minimizar el riesgo de incendios en plantas solares.

## DESMANTELAMIENTO

No existen procedimientos formales para el reciclaje de paneles fotovoltaicos en Colombia y en muchas partes del mundo. Sin embargo, ya hay un Mercado incipiente de paneles usados en algunas regiones y el reciclaje pronto será un proceso estándar en la mayoría de los países. Los módulos fotovoltaicos generalmente tienen una garantía de 20 a 25 años, pero pueden durar mucho más que esto. Entonces, si un sistema está siendo desmantelado se deben identificar opciones y oportunidades para la reventa o reuso de los paneles. Si los módulos ya no funcionan, los marcos y el vidrio podría ser posiblemente reciclados y esto debe también evaluarse. También se debe investigar el interés de los fabricantes de reciclar los metales de los paneles, pero esto requeriría instalaciones especiales que todavía no existe en Colombia.

## 5.2 Proyectos solares en áreas sensibles

### Requerimientos en áreas protegidas

En áreas protegidas, al estructurar el proyecto deberá tener en cuenta qué tipo restricción tiene el sitio seleccionado para su localización y a que autoridad ambiental o regional debe dirigirse para obtener el respectivo permiso. Es de tener en cuenta que en todos los casos, actualmente, un proyecto localizado dentro del sistema de Parques Nacionales Naturales exige Licencia Ambiental.

Como orientación el estructurador podrá utilizar la siguiente lista de chequeo.

## Lista de chequeo para evaluación de proyectos en áreas protegidas

Tipos de Áreas restringidas para tener en cuenta	Obtención del permiso respectivo
Parques Nacionales (decreto ley 2811 de 1974, artículo 327).	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
Áreas de Reservas Forestales Protectoras: Para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre. Creadas por la ley 2 de 1959.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Social. Dirección de Bosques.
Áreas de Parques Naturales Regionales: “Corresponde a las áreas protegidas constituidas por las Corporaciones Autónomas Regionales, que por su valor o interés ambiental son alindadas y reglamentadas por entes nacionales o regionales, con el objeto de garantizar su conservación y desarrollo sustentable. Si la reglamentación de estas áreas impide la implantación de proyectos de infraestructura, estos ecosistemas se convierten en factores de restricción”. (ley 99 de 1933, artículo 31, numeral 16).	Corporación Autónoma Regional respectiva.
Áreas protegidas a nivel departamental y municipal: “Se refiere a aquellas áreas que, por su importancia ambiental, son declaradas bajo reserva o protección por los entes departamentales y municipales” (ley 99 de 1993, artículos 64 y 65). Si la reglamentación de estas áreas no permite la implantación de ningún proyecto de infraestructura, estas áreas o ecosistemas se convierten en un factor restrictivos.	Corporación Autónoma Regional respectiva y Planes de Ordenamiento Territorial del respectivo municipio.
Distritos de Manejo Integrado: “Espacio de la biosfera que, por razón de factores ambientales o socioeconómicos, se delimita para que dentro de los criterios del desarrollo sostenible se ordene planifique y regule el uso y manejo de los recursos naturales renovables y las actividades económicas que allí se desarrollen” (decreto 1974 de 89).	Corporación Autónoma Regional respectiva.
Distritos de Conservación de Suelos: “Área que se delimite para someterla a manejo especial orientado a la recuperación de suelos alterados o degradados o la prevención de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla” (decreto ley 2811 de 1974).	Corporación Autónoma Regional respectiva.
Áreas de Recreación: “Podrán crearse áreas de recreación urbanas y rurales principalmente destinadas a la recreación y a las actividades deportivas”. (decreto ley 2811 de 1974).	Corporación Autónoma Regional respectiva y Planes de Ordenamiento Territorial del respectivo municipio.
Humedales: El humedal es un ecosistema intermedio entre el medio acuático y el terrestre, con porciones húmedas, semihúmedas y secas, caracterizado por la presencia de flora y fauna muy singular. Se define a los humedales como “extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea baja no exceda los 6 metros”. A nivel internacional los humedales están reglamentados por la Convención RAMSAR Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.	Corporación Autónoma Regional respectiva. Y Planes de Ordenamiento Territorial del respectivo municipio.
Zonas de ronda y preservación: Los humedales no sólo están conformados por el cuerpo de agua o zona de inundación, sino por las áreas de transición: La Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental.	Plan de Ordenamiento Territorial del respectivo municipio.
Bosques primarios: Ecosistema frágil no contemplado en la ley. Se definen como las coberturas vegetales asociadas a los estadios finales de la sucesión vegetal, en los cuales la composición florística alcanza uno de sus más altos grados de diversidad.	Plan de Ordenamiento Territorial del respectivo municipio.

Es claro que en áreas protegidas no se permiten desarrollos diésel, a menos que sean parte de soluciones híbridas establecidas en la modelación de la UPME para localidades en ZNI.

### Procesos de consulta en comunidades étnicas y negritudes

Para estos proyectos hay que tener en cuenta que la mayoría se localizan en sitios con la presencia de comunidades étnico-territoriales. La mayor parte del territorio en el Pacífico colombiano pertenece a Comunidades Negras, o a Comunidades Indígenas, igual ocurre en vastas regiones del oriente y la Amazonia colombiana.

La Constitución Política de Colombia establece el derecho de los ciudadanos a ser informados y participar en las decisiones sobre actividades que pueden afectar a sus comunidades. Este mandato está respaldado por el Decreto 2041 de 2014 (ahora integrado en el Decreto unitario 1076). Esto hace que el proceso de consulta previa sea un factor crítico de riesgo a considerar, ya que sin el concurso expreso de las comunidades no se pueden llevar a cabo las instalaciones de redes de distribución o centros de generación o subestaciones eléctricas. La naturaleza de la propiedad de la tierra en los territorios de comunidades étnicas es colectiva, lo que hace necesario que

los procesos de consulta y concertación se realicen con base en el ordenamiento jurídico colombiano, y dentro de los procesos de autogobierno y autonomía de estas zonas. En particular, es recomendable que los avales comunitarios estén formalizados por el Representante Legal de los Consejos Comunitarios de poblaciones negras, o con el Gobernador o representante legal de los respectivos Cabildos Indígenas.

En este sentido, es preferible que se cuente con actas de las asambleas generales o cabildos, para asegurar el respaldo de la mayoría. El riesgo social para el proyecto radica en los tiempos y en las condiciones de negociación con las comunidades locales, pues no solo puede acarrear demoras considerables en el proceso, y costos adicionales asociados a los procesos de compensación solicitados. La compensación, si bien originalmente se basa en la afectación del medio natural y la mitigación de impactos, también refleja los valores intangibles asignados por la comunidad a la entrada de los nuevos sistemas en sus territorios.

La lista de chequeo de la Tabla 18 es una guía para que el estructurador del proyecto tengan en cuenta los pasos a seguir en un proceso de consulta con las comunidades étnicas presente en área de influencia del proyecto.

## TABLA 18

### Lista de chequeo para el cumplimiento de consultas previas con comunidades étnicas

Procesos	Verificación
1. Certificación de la presencia de comunidades étnicas.	Los proponentes de un proyecto deben asegurarse si existen grupos étnicos minoritarios en los lugares donde se llevarán a cabo las actividades propuestas. Para tomar esta determinación, deben comunicarse con la Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior, que proporcionará un certificado que indique si los grupos étnicos minoritarios están o no presentes en el área de influencia de las actividades propuestas.
2. Coordinación y preparación.	El proponente del proyecto y la Dirección de Consulta Previa deben invitar a la participación de todas las partes interesadas a través de un proceso de notificación pública que incluya no solo a las comunidades étnicas potencialmente afectadas, sino también a las autoridades ambientales y de uso de la tierra, los organismos de control y otros interesados directos.
3. Consulta preliminar.	El propósito de esta fase es identificar los organismos gubernamentales locales y los representantes de la comunidad, así como crear conciencia pública sobre el proyecto y organizar una metodología para la consulta.
4. Consulta y notarización del contrato.	Se convoca a una reunión deliberativa principal sobre la consulta previa. Una vez que las partes lleguen a un consenso sobre las obligaciones acordadas durante esta fase, se debe preparar y finalizar un acuerdo de consulta previa (ACP). El acuerdo debe ser por escrito, firmado y notarizado por la autoridad ambiental competente (ANLA o CAR, para proyectos que requieren una licencia ambiental), bajo la supervisión de la Dirección de Consulta Previa y los cuerpos de ejecución competentes.

Es de tener en cuenta que no hay una disposición en particular que facilite el proceso de la consulta a las comunidades étnicas para el desarrollo de los proyectos de energización, por lo que es necesario tener en cuenta este hecho como un riesgo en la estructuración de los proyectos.

Sin embargo, cabe anotar, que el FTSP ha logrado que el Ministerio del Interior valide como consulta la manifestación expresa de la comunidad étnica respectiva sobre la necesidad y aceptación de la solución suministro de energía que proponga la respectiva institución ejecutara del proyecto.

### **Obtención de permisos, concesiones y autorizaciones ambientales necesarias para los proyectos en ZNI**

Los proyectos, obras y actividades que están sujetos al requisito de licencia ambiental acorde con los artículos 2.2.2.3.2.2 y 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015, ya que pueden producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje. La licencia ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios por el tiempo de vida útil del proyecto, obra o actividad.

Los proyectos solares fotovoltaicos con capacidad instalada menor o igual a 1MWp no están sujetos al requisito de licencia ambiental, sin perjuicio de los permisos, autorización que resulten exigibles por el uso y/o aprovechamiento o afectación de los recursos naturales, incluyendo sustracciones y/o levantamiento de vedas.

Definida la existencia de áreas protegidas o áreas de interés ambiental y ecosistemas estratégicos, deberá consultarse el régimen jurídico aplicable, para efectos de determinar la compatibilidad del proyecto y la eventual necesidad de sustracción.

La sustracción, en caso que se requiera, deberá haberse tramitado para poder acceder a las autorizaciones ambientales que en cada caso correspondan para el desarrollo del proyecto. Para el caso de las reservas de la sociedad civil, deberá considerarse el consentimiento previo de su titular.

Debe preverse lo relacionado con el suministro de fuentes de material que se requieran para el desarrollo del proyecto y verificar que las mismas cuenten con las respectivas autorizaciones de orden minero y ambiental. También deberá establecerse la disponibilidad de áreas para depósito de material sobrante y su cumplimiento de las normas que les resultan aplicables.

Deberán dimensionarse los impactos del proyecto que se pretende desarrollar sobre la flora y la fauna, adoptando las medidas que correspondan para prevenir y atender cualquier posible afectación sobre los animales silvestres, tomando en consideración lo dispuesto por la Ley 1774 de 2016.

Estos permisos ambientales, son autorizaciones que entregan autoridades regionales o municipales con jurisdicción sobre el área del proyecto como aval para la ejecución de determinada actividad.

Los tipos comunes de permisos y autorizaciones se presentan en la Tabla 19.



**TABLA 19****Permisos, concesiones y/o autorizaciones ambientales por el uso y aprovechamiento de recursos naturales para los proyectos**

Permiso, concepción y autorización	Descripción	Normatividad Aplicable	Autoridad competente
<b>Aprovechamiento de aguas superficiales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar y cuantificar los requerimientos de agua del proyecto durante su construcción y operación.</li> <li>• Nombre de la fuente de donde se pretende hacer la derivación o de donde se desea usar el agua, relacionando otros aprovechamientos del recurso que se puedan ver afectados.</li> <li>• Información sobre la destinación que se dará al agua.</li> <li>• Cantidad de agua que se desea utilizar expresada en litros por segundo para cada actividad.</li> <li>• Información sobre los sistemas que se adoptarán para la captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes, distribución y drenaje.</li> <li>• Información sobre si se requiere la adquisición de predios o la constitución de servidumbres para el aprovechamiento del agua o para la construcción de las obras proyectadas.</li> <li>• Identificación de impactos ambientales y obras de prevención, mitigación y compensación.</li> </ul>	<p>Decreto 1541 de 1978 Decreto 2811 de 1974</p> <p>Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015</p> <p>Cuando se requiera el permiso de concesión de aguas superficiales se debe presentar el Formulario Único Nacional de solicitud de concesión de aguas superficiales adoptado por la Resolución 2202 de 2005 o por aquella norma que la modifique o sustituya, así como lo estipulado en los artículos 2.2.3.2.9.1. Solicitud de concesión y 2.2.3.2.9.2. Anexos a la solicitud, del Decreto 1076 de 2015</p> <p>Si la concesión de agua incluye el uso para consumo humano y doméstico, se debe dar cumplimiento al Decreto 1575 de 2007 y a la Resolución 2115 de 2007, o a aquellas normas que los modifiquen o sustituyan.</p>	<b>CAR, CDS, AAU</b>
<b>Permisos de vertimientos de aguas residuales</b>	<p>Los requerimientos para la obtención de este permiso son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Localización de la(s) corriente(s) o depósito(s) de agua que habrá de recibir el vertimiento Clase, calidad y cantidad de desagües.</li> <li>• Descripción general de sistema de tratamiento que se adoptará y estado final previsto (calidad) para el vertimiento.</li> <li>• Forma y caudal de la descarga, expresada en litros por segundo, indicando si se hará en flujo continuo o intermitente.</li> <li>• Identificación de impactos ambientales, obras de prevención, mitigación y compensación.</li> </ul>	<p>Ley 99 de 1993, Decreto 1541 DE 1978, Decreto 1594 de 1984</p> <p>Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015</p> <p>Cuando se requiera realizar vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas, se debe presentar el Formato Único Nacional de permiso de vertimientos establecido mediante la Resolución 2202 de 2006 o lo que disponga aquella norma que la modifique o sustituya y la información que dicta la sección 5 del capítulo 3 del decreto 1076 de 2015 o aquella norma que lo modifique o sustituya.</p>	<b>CAR, CDS, AAU</b>





Permiso, concepción y autorización	Descripción	Normatividad Aplicable	Autoridad competente
<p><b>Permisos de aprovechamiento forestal - Único, Domestico o Persistente</b></p>	<p>Autorización para la extracción de materiales de un bosque, incluida la madera que debe cortarse para hacer espacio para actividades que no forman parte del sector forestal.</p> <p>La obtención de un Permiso de Aprovechamiento Forestal para proyectos que no requieren de Licencia Ambiental, podría regirse por el Decreto 1791 de 1996 o por acuerdos y resoluciones de cada Corporación Autónoma Regional, o Departamentos Administrativos del Medio Ambiente con jurisdicción en el área de influencia del proyecto.</p> <p>Para el caso de Aprovechamientos Forestales (y otros tales como la declaración expost de los árboles talados, acompañados del Programa de Compensación correspondiente), se invita a las Empresas Distribuidoras de Energía y a las Corporaciones Autónomas Regionales a establecer, fomentar y mantener acuerdos mutuos que permitan optimizar los procesos y que estén basados en los principios de buena fe y en el compromiso de prevención, minimización y compensación de impactos.</p>	<p>Decreto 2811 de 1974. Decreto 1791 de 1996.</p> <p>Zonas con restricción para aprovechamientos forestales son: áreas de Reserva Forestal y Parques Nacionales Naturales. Si se considera intervenir estas áreas, es necesario elevar solicitud ante el MADS</p> <p>Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.</p>	<p><b>MADS MADS/ Dirección de Bosques y Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos.</b></p> <p><b>Los permisos de aprovechamiento y tala forestal los expiden las CAR, CDS, AAU</b></p>
<p><b>Permiso de emisiones atmosféricas</b></p>	<p>El permiso de emisión atmosférica para fuente fija, es el que concede la Autoridad ambiental competente, mediante acto administrativo, para que una persona natural o jurídica, pública o privada, dentro de los límites permisibles establecidos en las normas ambientales respectivas, pueda realizar emisiones al aire. El permiso sólo se otorgará al propietario de la obra, empresa, actividad, industria o establecimiento que origina las emisiones...</p>	<p>Ley 99 de 1993, Decreto 1076 de 2015, Resolución 619 del 7 de julio de 1997, Resolución 909 de 2008, Resoluciones 2153 y 2154 de 2010.</p>	<p><b>ANLA, CAR, CDS, AAU</b></p>





Permiso, concepción y autorización	Descripción	Normatividad Aplicable	Autoridad competente
	<p>...Los permisos de emisión por estar relacionados con el ejercicio de actividades registradas por razones de orden público, no crean derechos adquiridos en cabeza de su respectivo titular, de modo que su modificación o suspensión, podrá ser ordenada por las Autoridades ambientales competentes cuando surjan circunstancias que altere sustancialmente aquellas que fueron tenidas en cuenta para otorgarlo, o que ameriten la declaración de los niveles de prevención, alerta o emergencia.</p> <p>Actividades relacionadas con emisiones atmosféricas están prohibidas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las quemas de bosque natural y de vegetación protectora y demás quemas abiertas prohibidas.</li> <li>• La quema de combustibles fósiles utilizados por el parque automotor.</li> <li>• La quema industrial o comercial de combustibles fósiles.</li> <li>• Las quemas abiertas controladas en zonas rurales.</li> <li>• La incineración o quema de sustancias, residuos y desechos tóxicos peligrosos.</li> <li>• Las actividades industriales que generen, usen o emitan sustancias sujetas a los controles del Protocolo de Montreal, aprobado por Ley 29 de 1992.</li> <li>• Las canteras y plantas trituradoras de materiales de construcción.</li> </ul>		





Permiso, concepción y autorización	Descripción	Normatividad Aplicable	Autoridad competente
<b>Permiso de uso de recursos naturales en Reserva natural de la Sociedad Civil</b>	<p>De conformidad con la normatividad de referencia y con las consideraciones expuestas por el Consejo de Estado, la autoridad ambiental ejercerá revisión y control del proceso y decidirá otorgar los permisos solicitados, teniendo en cuenta la protección del lugar, pero también las acciones encaminadas al desarrollo y beneficio general.</p> <p>El estado podrá adquirir los predios y mediante instrumentos de planificación determinar el mejor uso de los predios buscando la conservación de especies.</p>	<p>Ley 99 de 1993 Decreto Ley 3572 de 2011 Decreto Único 1076 de 2015 Decreto 2372 de 2010 Decreto 1996 de 1999.</p>	<b>Parques Nacionales Naturales de Colombia</b>

Los proyectos en ZNI con capacidad menor o igual a 1 MW no necesitan licencia ambiental. La mayoría de los proyectos no necesitarían obtener estos permisos. Sin embargo, en algunas ocasiones, especialmente si el proyecto está ubicado en un área sensible, el proyecto necesitaría adelantar algunos de estos permisos, tal como se presenta en la Guía para definición del requerimiento de permisos y/o autorizaciones ambientales.

En cada caso, se deberá consultar con la autoridad ambiental competente para definir los permisos que serán necesarios conseguir.

Es importante tener en cuenta los siguientes elementos cuando sean necesarios:

**Compensación por pérdida de biodiversidad,** Se implementa para intervenciones que se realicen en ecosistemas naturales terrestres continentales y vegetación secundaria. Esta última correspondiente a coberturas con menos de 15 años. Está dirigida a evitar pérdida neta de biodiversidad, garantizando conservación de áreas ecológicamente equivalentes. Es decir, áreas que mantienen especies, poblaciones y funciones ecológicas. En este sentido, un árbol aislado no haría parte de la definición de ecosistema natural, a menos que haga parte de una cobertura vegetal medible en área.

La compensación se realiza en áreas ecológicamente equivalentes (AEE), en lo posible en el área de influencia del respectivo proyecto.

La normatividad aplicable es la Resolución 1517 de 2012, numeral 12 del artículo 2.2.2.3.5.1 del Decreto 1076 de 2015, Resolución 1503 de 2012 y Resolución 256 de 2018.

**Patrimonio cultural y arqueológico,** Un Plan de Manejo Arqueológico para proyectos en áreas con artefactos.

El Programa de Arqueología Preventiva es la investigación científica dirigida a Identificar y caracterizar los bienes y contextos arqueológicos existentes en el área de aquellos proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental, registros o autorizaciones equivalentes ante la autoridad ambiental o que, ocupando áreas mayores a una hectárea, requieren licencia de urbanización, parcelación o construcción. El propósito de este Programa es evaluar los niveles de afectación esperados sobre el patrimonio arqueológico por la construcción y operación de las obras, proyectos y actividades anteriormente mencionados, así como formular y aplicar las medidas de manejo a que haya lugar para el Plan de Manejo Arqueológico correspondiente.

La normatividad aplicable es el Decreto 1080 de 2015 y el Decreto 1530 de 2016, teniendo como autoridad competente el ICANH.



Permisos	Proyecto ZNI fuera de zona sensible	Proyecto dentro de un área sensible
Concesiones para las fuentes de agua subterránea.	El uso del agua es mínimo, aun durante la construcción. Durante la operación se necesita agua para lavado de paneles y los operadores. Si esta requiere captación del agua de un cuerpo natural debe tramitar el permiso con la autoridad ambiental del territorio.	En ciertas áreas protegidas, la sensibilidad de una fuente de agua, o la calidad de aguas subterráneas, son tales que requeriría un permiso de Parques Nacionales.
Concesiones para aguas superficiales.		
Concesiones mineras y de hidrocarburos.	La explotación se limita a arena para concreto, y quizás alguna reparación de vía de acceso. <b>No se necesita permiso.</b> Si esta requiere captación del agua de un cuerpo natural debe tramitar el permiso con la autoridad ambiental del territorio.	Explotación de área o grava necesitaría un permiso de Parques Nacionales
Permisos para las emisiones atmosféricas.	No hay emisiones en plantas <b>solares No se necesita permiso.</b> Para híbridas, el componente diésel podría necesitar de un permiso.	No se aceptan componentes diésel en áreas protegidas. <b>No se necesita permiso.</b>
Permisos de aprovechamiento Forestal.	Una buena selección del sitio de la planta evitaría la necesidad de obtener este permiso. Si se necesitan realizar talas es necesario tramitar el permiso con las autoridades ambientales del territorio	Dentro de un área protegida, cualquier tala de árboles nativos necesitaría de un permiso.
Permisos para la descarga de aguas residuales.	No hay descargas de aguas residuales, excepto las provenientes del sistema de aguas negras de la planta. Un tratamiento sencillo obviaría este permiso. <b>No se necesita permiso.</b>	No hay descargas. Asegurando un buen sistema de tratamiento de las aguas servidas de la planta obviaría este permiso. <b>No se necesita permiso.</b>
Patrimonio cultural y arqueológico.	Una buena selección del sitio de la planta evitaría este permiso. De todas maneras, es buena práctica incluir procedimientos para hallazgos fortuitos en las especificaciones de los contratos de construcción. <b>No se necesita Plan de Manejo Arqueológico.</b>	En áreas protegida, y en comunidades étnicas dentro de áreas protegidas, hay la necesidad de identificar zonas de valor cultural para las comunidades y tener las en cuenta en la ubicación de la planta.
Compensación por Pérdida de biodiversidad.	En general no se prevé la necesidad de hacer este tipo de compensaciones.	Para proyectos en áreas protegidas, la selección del sitio debe evitar la afectación de áreas de alto valor para la biodiversidad. Sin embargo, cualquier compensación dependerá del concepto de Parques Nacionales.

**ANEXO 1**

**ESTUDIOS  
DE CASO**

The page features a solid orange background. In the lower half, there are several overlapping, wavy, horizontal lines in various shades of orange and white, creating a sense of movement and depth. The text is centered in the upper half.

## ESTUDIO DE CASO: TITUMATE

Corregimiento del Municipio de Unguía localizado en el Urabá Chocoano. Tiene una extensión de 8.495.5 ha. Está localizado en la zona norte del Municipio de Unguía en límites con el municipio de Acandí.

Unguía es un municipio pluriétnico como lo revela el censo del DANE 2005, el 84.8% de la población (12.785 personas) se reconocen como negro, mulato. Afrodescendiente y el 9.5% como indígena (1.432 personas). Se comunica por vía marítima con el Municipio de Turbo.

De acuerdo con el operador del sistema de energía en Titumate, la población del casco urbano del Corregimiento es aproximadamente de 600 habitantes actualmente.



## Dimensión Socioeconómica

El Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) para el Municipio de Unguía que se puede extrapolar al Corregimiento de Titumate, de acuerdo con reporte del DANE 2017, es de 96.25%, por sectores: el IPM para el sector urbano, 92.3%, IPM para el sector rural, 98.08%. Indicador que da una idea los altos niveles de incidencia de pobreza en el área y bajo nivel de calidad de vida. La actividad económica de Titumate se reduce a la pesca artesanal y una reducida producción agrícola y pecuaria. (Información dada por pobladores de Titumate. No hay cifras disponibles sobre estas actividades). Es evidente que el pueblo se mueven otras actividades económicas que no son registradas.

En la dimensión social, en Titumate se evidencian problemas de deficiencias en la infraestructura física; en salud, la dotación del puesto de salud es precaria y no hay personal paramédico, en saneamiento básico, se presenta sedimentación y contaminación de la bocatoma del acueducto, no hay alcantarillado, no hay servicio de recolección de residuos sólidos, todos los residuos van a quebradas y al mar. En vivienda, las casas se encuentran en regular estado y un alto porcentaje están ubicadas en zona de riesgo. (EOT del Municipio de Unguía).

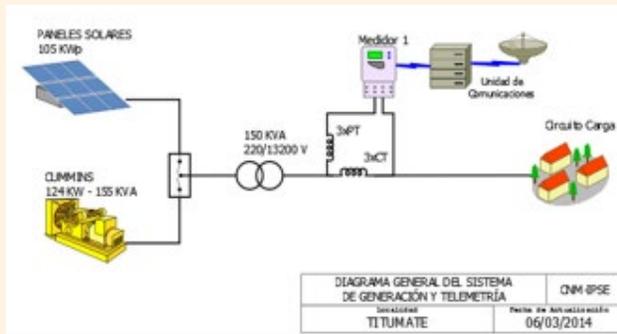
En relación con riesgos, todo el andén Pacífico Colombiano se encuentra inmerso en esta Amenaza de sismo, lo cual se complementa con la existencia de algunas fallas geológicas, como la falla del Atrato, que se localiza en la parte Occidental del municipio o dos fallas más sin nombre en el sector Norte que se ubica entre las poblaciones de Balboa y Titumate. También se ha detectado el riesgo de Licuefacción del suelo en las playas de Titumate. (De acuerdo con información del EOT de Unguía).

### Descripción del proyecto:

Esta localidad cuenta con un total de 105 usuarios.<sup>65</sup> Energía Activa mes de junio de 2019 8.422 kWh. Horas de Operación 6:15 Horas Día.<sup>66</sup>

GENERACIÓN			
ÍTEM	MARCA	CAPACIDAD	ESTADO
1	CUMMINS	124 kW	EN OPERACIÓN
2	Sistema fotovoltaico	105 kW pico	EN MANTENIMIENTO
TRANSFORMADORES			
ÍTEM	CAPACIDAD		ESTADO
1	150 kVA		EN OPERACIÓN





### Evaluación general del sistema:

**Valor del Proyecto:** \$2,300 millones  
 Entró en funcionamiento el 25 de julio de 2013  
 NBI: 65%.

105 usuarios.

**Fase I - Campo que existía:** 15 kWp. Horas de prestación de servicios inicial: 4 horas.

**Fase II Capacidad ampliada:** Capacidad de generación FNCE: 105kWp y Diésel: 135Kw. Ampliación a 24 horas de la cobertura del servicio de energía eléctrica.<sup>67</sup>

**Producción energética:** - 70% FNCE - 30% Combustible Fósil  
**Intervalos de operación:** 18 horas Promedio con FNCE - 6 Horas promedio recurso térmico.

**Capacidad de almacenamiento:** - Baterías solares.



El sistema fotovoltaico se encuentra fuera de servicio hace más de un año debido a sobre cargas en los inversores los cuales se encuentran afectados. En la actualidad la prestación del servicio se encuentra soportada solo en el sistema de generación Diésel. Adicionalmente estos equipos han sido “canibalizados”, dado el tratamiento a los bancos de baterías en la actualidad, posiblemente estas requieran su recambio.

De otro lado según lo establecido en el con el numeral 24,5 de la resolución CREG 091 de 2007 “Gastos de Administración, Operación y Mantenimiento para otras tecnologías de conversión. Los costos unitarios de Administración, Operación y Mantenimiento para tecnologías de generación no definidos en la presente resolución podrán solicitarse a la Comisión, quien los definirá en resolución particular.” el prestador del servicio debe realizar el trámite en busca de la resolución particular para definir estos costos. Tramite que nunca fue adelantado, lo que impide lograr contar con un flujo de caja adecuado que garantice el cierre financiero que garantice la sostenibilidad del sistema.

No se evidencia un mantenimiento adecuado de la planta lo cual afecta de manera directa la prestación del servicio.

**Problemas encontrados:  
Puesta en servicio y operación:**

- ❖ No se evidencia una capacitación adecuada en la operación de la planta.
- ❖ El personal a cargo de la Operación y mantenimiento de la planta no cuenta con la adecuada formación técnica que permita una intervención adecuada.
- ❖ No se cuenta con manuales de operación y mantenimiento que permita realizar una buena gerencia de mantenimiento.
- ❖ No hay disponibilidad de información técnica en campo para la operación adecuada del sistema.
- ❖ No existe un stock de materiales y equipos de repuestos para el sistema.
- ❖ No se cuenta con respaldo técnico oportuno para efectuar mantenimiento y control de fallas.
- ❖ No hay un plan definido para el manejo de final de vida de las baterías.

**Sistema de Facturación:**

Mientras no se defina la tarifa adecuada para cubrir los costos de prestación del servicio, es imposible garantizar un esquema financiero que permita el cierre financiero del negocio.

**Modelo Institucional:**

La Planta de generación de Titumate es operada por la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Unguía S.A. E.S.P. de acuerdo con contrato especial suscrito con el IPSE en 2018/2/07 con fecha de terminación en 2023/12/06.

Se evidencia una falla significativa en la falta de acompañamiento por parte de la empresa Operadora, tanto en la implementación, puesta en marcha y operación del proyecto, así como las desviaciones significativas en la aplicación de las normas vigentes, especialmente a nivel regulatorio lo que impide aplicar un esquema de subsidios adecuado.



## Lecciones aprendidas:

- Los aspectos ambientales, la planta de generación de Titumate, no ha implicado una afectación ambiental en su entorno, pues esta se localiza en un terreno que en su momento fue cedido por el municipio, contiguo a una institución educativa, lo que sí es un riesgo desde la perspectiva de las restricciones normativas de uso del Diésel en cercanías de áreas escolares.
- No hay afectación biótica en la localización de la planta de generación, por lo que los impactos en la fauna y avifauna han sido mínimos tanto en su construcción como emplazamiento.
- Es necesario definir desde la puesta en operación el mejor esquema de la prestación del servicio a lo largo de la vida útil del proyecto.
- Si se identifican falencias técnicas, administrativas, comerciales u operativas del operador, es necesario invertir en un esquema de fortalecimiento institucional.
- Es necesario capacitar a los técnicos en la operación de este tipo de sistemas.
- Previo a la puesta en servicio se debe realizar acompañamiento a la EPSE para realizar los respectivos trámites a fin de conseguir la resolución particular para el reconocimiento de los cargos por uso (tarifa) y lograr una facturación adecuada.
- Estos sistemas deben contar con una adecuada documentación técnica y operativa (Fichas técnicas, Especificaciones, manuales operativos, diagramas unifilares, planos, atención de fallas, manual de mantenimiento, fichas de seguimiento al mantenimiento, rutinas de mantenimiento, etc.).
- Estos sistemas deben ser diseñados con sistemas redundantes de protección a fin de evitar fallas catastróficas como las que se evidenciaron.



Área central de Titumate. Zona de comercial.



Detalle de la disposición de los paneles solares



Detalle de la disposición de una de las áreas del sistema de almacenamiento, controladores e inversores

Reporte IPSE prestación del servicio  
<http://ipse.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=d9b69bac1c9c4d-1ba6289e710ec885a6>

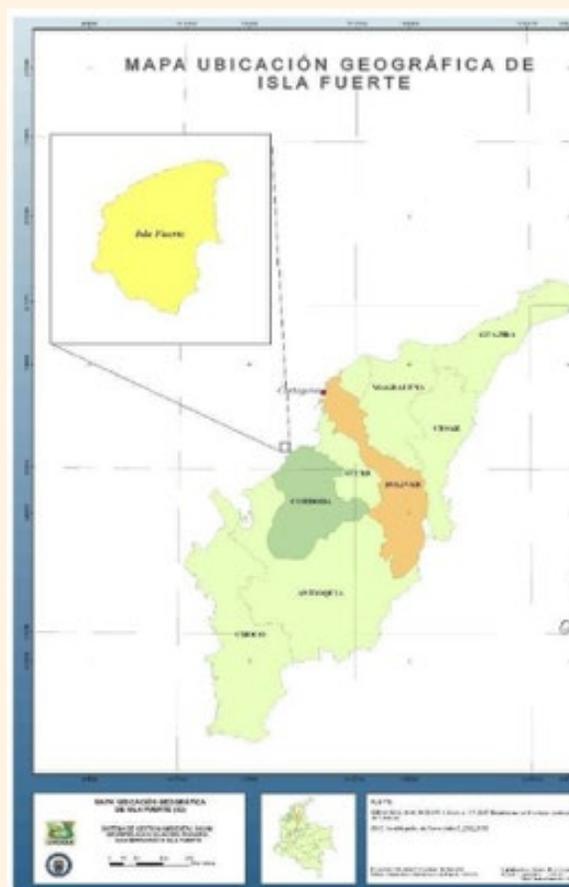
## Fuentes de Información

- EOT de Unguía.
- PNUD, Perfil productivo Municipio de Unguía.
- Alcaldía Municipal de Unguía.
- Información del Operario del sistema de energía de Titumate.

## ESTUDIO DE CASO: ISLA FUERTE

El corregimiento de Isla Fuerte pertenece al municipio de Cartagena. Isla Fuerte se encuentra ubicada en el costado sur de la plataforma continental del Caribe Colombiano, a 11 km del Departamento de Córdoba (punto más cercano), pero la isla está bajo la jurisdicción del departamento de Bolívar (a 150 km. de Cartagena); comprende un área de 3,25 kilómetros cuadrados.

Isla Fuerte hace parte de la cadena de islas coralinas continentales colombianas, conformada por las islas del Rosario, San Bernardo y Tortuguilla; y del aérea marítima protegida del Parque Nacional Natural Islas Del Rosarios y San Bernardo.



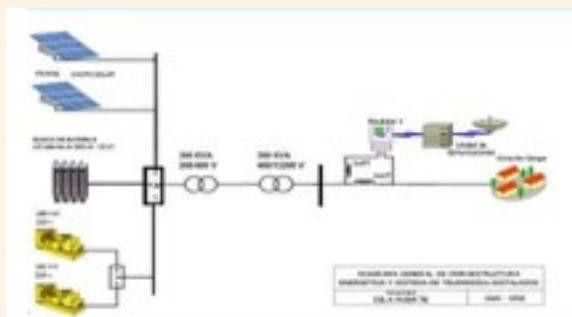
### Descripción del proyecto:

**Tipo:** Híbrido, diésel/fotovoltaico.

**Operador:** Cooperativa Comunitaria de Servicios Públicos de Isla Fuerte.

**Usuarios:** 406 usuarios residenciales.<sup>68</sup>

**Energía Activa mes de junio de 2019:** 13.404 kWh. Horas de Operación 4:30 Horas Día.<sup>69</sup>



### Infraestructura:

ÍTEM	EQUIPO	CAPACIDAD	ESTADO
1	PLANTA DIESEL (STANFORD)	160 kW	EN MANTENIMIENTO
2	PLANTA DIESEL (STANFORD)	161 kW	EN MANTENIMIENTO
3	SISTEMA SOLAR 175 kWp		EN OPERACIÓN

#### TRANSFORMADORES

ÍTEM	CAPACIDAD	ESTADO
1	300 KVA (208/400 V)	EN OPERACIÓN
2	300 KVA (400/13.200 V)	EN OPERACIÓN



### Dimensión Socioeconómica:

El Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) del Municipio de Cartagena es 42.5% de acuerdo con el DANE. Por sectores este indicador es: IPM sector urbano: 40.8%; IPM sector rural: 73.2%. Como se puede observar, la incidencia de pobreza es alta en el sector rural de Cartagena. No se tiene información sobre este índice para la población insular, pero se evidenciaron en la visita de campo unas condiciones de vida con altos niveles de pobreza coexistiendo, con niveles de más altos especialmente en las áreas de desarrollo turístico.

Es claro que el desarrollo del proyecto de energización de la isla ha sido el detonante para el desarrollo de una fuerte actividad turística que dinamiza la demanda de bienes y servicios de su población. La población cultiva el coco, plátano y ñame. Tuvieron un centro de acopio para conservar la pesca artesanal que fracasó por mala gestión de los administradores.

En la Isla hay liderazgos que han permitido el atraer inversión pública, como lo es el sistema de suministro de energía para sus pobladores. Sin embargo, es significativo que a pesar de una fuerte organización comunitaria no hay la capacidad de gestión de esos liderazgos para mejorar resultados en su gestión. El mejor ejemplo encontrado es el de un embargo por valor de \$135.6 millones, que le ha impedido a la Cooperativa el poner en funcionamiento la planta diésel, en detrimento del flujo de fondos de la misma cooperativa y de la calidad de vida de la población y los turistas de Isla Fuerte. Igual ocurre con el desconocimiento de la normatividad para acceder a subsidios que las normas permiten para los sistemas con FNCE. Es imperativo un acompañamiento por parte de la institucionalidad, léase IPSE o Min Energía para apalancar la gestión de este tipo de sistema que puede llegar a ser una solución de gestión administrativa, de operación y mantenimiento



exitosos para replicar en otros espacios en ZNI en Colombia.

### Amenazas y riesgos:

En el Plan de Ordenamiento Territorial Departamental de Bolívar, en el Diagnóstico Ambiental se identifican amenazas y riesgos por erosión en la línea costera de Isla Fuerte, en un porcentaje del 50% (4.931 km). La línea costera de la Isla tiene una longitud de 9814 km.

### Evaluación general del sistema:

- **Primer proyecto:** puesta en operación del sistema híbrido (solar – diésel) para la energización de la escuela y puesto de salud.
- **Segundo proyecto:** inversión de \$ 4.000 millones de pesos.
  1. Instalación de sistema de trasiego.
  2. Instalación de las actuales plantas diésel.
  3. Duplicación de la cadena de frío para el centro de acopio del pescado.
  4. Implementación de planta potabilizadora.

Según la información obtenida durante la visita de campo, el sistema DIÉSEL se encuentra fuera de servicio hace más de un año, en la actualidad la prestación del servicio se encuentra soportada solo en el sistema de generación fotovoltaico, debido a daños presentados en los generadores.

El sistema actualmente es operado por 3 personas: el Representante Legal de la Cooperativa y dos operarios, todos con formación SENA en sistemas de generación y distribución eléctrica.

Ante la imposibilidad de asumir la carga pico con la planta Diésel la prestación del servicio, se limita a solo el suministro en horario diurno previo a la condición de carga óptima de las baterías.

Es de tener en cuenta que según lo establecido en el con el numeral 24,5 de la resolución CREG 091 de 2007 *“Gastos de Administración, Operación y Mantenimiento para otras tecnologías de conversión. Los costos unitarios de Administración, Operación y Mantenimiento para tecnologías de generación no definidos en la presente resolución podrán solicitarse a la Comisión, quien los definirá en resolución particular.”* el prestador del servicio debe realizar el trámite en busca de la resolución particular para definir estos costos. Trámite que nunca fue adelantado, lo que impide lograr contar con un flujo de caja adecuado que garantice la sostenibilidad financiera para la prestación del servicio.



#### Desarrollo de la puesta en servicio y operación:

- Se realizó un muy buen programa de formación de competencias por parte del SENA a miembros de la comunidad, adicionalmente se realizó una capacitación adecuada en la operación de la planta.
- No se evidencia la existencia de manuales de operación y mantenimiento que permita realizar una buena gerencia de mantenimiento.
- No hay disponibilidad de información técnica en campo para la operación adecuada el sistema.
- No existe un stock de materiales y equipos de repuesto.
- No se cuenta con respaldo técnico oportuno para efectuar mantenimiento y control de fallas.

#### Sistema de Facturación:

Mientras no se defina la tarifa adecuada para cubrir los costos de prestación del servicio, es imposible garantizar un esquema financiero que permita la sostenibilidad del sistema.

#### Modelo Institucional:

La prestación del servicio lo hace la empresa Cooperativa Comunitaria De Servicios Públicos De Isla Fuerte, que tiene como domicilio principal de su actividad la dirección, Sector El Puerto Limón de Isla Fuerte. El teléfono de Cooperativa Comunitaria De Servicios Públicos De Isla Fuerte es el 3107060151. Esta empresa fue constituida como ORGANIZACION DE ECONOMÍA SOLIDARIA y tiene un patrimonio neto de \$24.355.786 COP.

Para la gestión administrativa se evidencia una falla significativa en la falta de acompañamiento tanto en la implementación, puesta en marcha y operación del proyecto, así como desviaciones significativas en la aplicación de las normas vigentes, especialmente a nivel regulatorio lo que impide aplicar un esquema de subsidios adecuado.



Instalaciones Administrativas y vista general del sistema Fotovoltaico

### Lecciones aprendidas:

- ❖ El área donde se localiza la planta de generación del sistema eléctrico de Isla Fuerte es agreste e integrada al centro poblado de Puerto Limón, y no se observó ninguna afectación de tipo ambiental en esta localización. De acuerdo con información del representante de la Cooperativa, en la construcción intervinieron aproximadamente 15 personas, la mayoría habitantes de la isla, no habiendo generado presión migratoria ni afectación social en su proceso.
- ❖ Se tienen un modelo de organización comunitario muy consolidado que es producto de capacitaciones en Cooperativismo anteriores a la instalación del sistema eléctrico y que hoy tiene como resultado la Cooperativa Comunitaria De Servicios Públicos De Isla Fuerte. Hay una fuerte presencia de la mujer en los órganos comunitarios de la Isla.
- ❖ Se identificaron falencias técnicas, administrativas, comerciales y operativas del operador, es necesario invertir en un esquema de fortalecimiento institucional.
- ❖ Previo a la puesta en servicio se debe realizar acompañamiento a la EPSE para realizar los respectivos trámites a fin de conseguir la resolución particular para el reconocimiento de los cargos por uso (tarifa) y lograr una facturación adecuada.
- ❖ Estos sistemas deben contar con una adecuada documentación técnica y operativa (Fichas técnicas, Especificaciones, manuales operativos, diagramas unifilares, planos, atención de fallas, manual de mantenimiento, fichas de seguimiento al mantenimiento, rutinas de mantenimiento).
- ❖ Estos sistemas híbridos deben ser diseñados con sistemas diésel adecuados al trabajo a realizar.
- ❖ No se evidenció la existencia de un plan de manejo de final de la vida útil de las baterías, ni del resto de los componentes instalados.



Caseta para el sistema diésel actualmente fuera de servicio



Banco de baterías

### Fuentes de Información:

- ❖ POT Cartagena.
- ❖ DNP Ficha Municipal de Cartagena.
- ❖ Información del Representante Legal de la Cooperativa Operadora del sistema.
- ❖ Reporte IPSE prestación del servicio.
- ❖ <http://ipse.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=d9b69bac1c9c4d1ba6-289e710ec885a6>
- ❖ <http://observatorio.epacartagena.gov.co/gestion-ambiental/generalidades-de-cartagena/aspectos-ambientales/cambio-climatico/>
- ❖ Plan de Ordenamiento Territorial del Departamento de Bolívar.

**ANEXO 2**

**MARCO  
LEGAL**

## Marco legal del nivel institucional<sup>70</sup>

Colombia cuenta con extensa legislación en términos de protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible que emanan de la Constitución Política, en especial la Constitución del 91 que establece como un derecho de la ciudadanía a gozar de un ambiente sano y determina que el Estado tiene el deber de planificar el desarrollo sostenible del territorio nacional.

La ley 99 de 1993 creó el SINA, y establece el marco conceptual para la gestión ambiental que promueve el desarrollo sostenible del país bajo la responsabilidad del Ministerio del Medio Ambiente. La ley 99 también privilegia la participación ciudadana en la toma de decisiones con relación a la ordenación ambiental del territorio. Esta ley también creó las Corporaciones Autónomas Regionales, que tienen la responsabilidad de la administración del medio ambiente y los recursos naturales en el territorio bajo su jurisdicción.

Otro hito normativo es el decreto 2041 de 2014 que reglamenta el título VIII de la ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales para proyectos, obras o actividades con alto impacto. El decreto especifica la necesidad de licencia ambiental según el tipo de obras. En particular, con relación al sector de energía, se determina que se requiere licencia para centrales con capacidad igual o mayor a 10 MW exceptuando las hidroeléctricas; a líneas de transmisión, módulos de conexión y/o subestaciones que operen con tensiones mayores a 50 kV; construcción de centrales hidroeléctricas de capacidad mayor a 10 MW; y proyectos de exploración y uso de fuentes virtualmente contaminantes con capacidad instalada mayor a 10 MW. Considerando el tipo de proyectos previsto para esta operación, en principio no se requeriría licencia, ya que se trata de pequeños centros de generación y sistemas de distribución de medio y bajo voltaje (menor o igual a 34.5 kV).

Con el decreto - ley 2811 de 1974 se establece el código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente. El decreto 1791 de 1996 establece el Régimen de Aprovechamiento forestal, donde se prescriben requisitos para que la extracción y cosechas permitan la sostenibilidad del recurso.

### El Ordenamiento Territorial

La ley 388 de 1997 establece la responsabilidad de los municipios del país de formular y desarrollar los planes de ordenamiento territorial, donde se definen los mecanismos y lineamiento básicos para que el municipio promueva el ordenamiento de su territorio,

la preservación de estructura ecológica principal, se su patrimonio histórico y la prevención de desastres. Estos Planes de Ordenamiento (que en la mayoría de los casos para ZNI son Esquemas de Ordenamiento Territorial deberán ser tenidos en cuenta en la formulación del respectivo proyecto de energización en especial en lo concerniente a la zonificación de las de protección ambiental). La ley precisa aspectos relacionados con jurisdicciones y responsabilidades en el ordenamiento territorial.

### El Plan de Desarrollo Municipal

La Constitución Política de Colombia y la ley 152 de 1994, se establecen la obligación de formular Planes de Desarrollo para cada municipio, que en el caso de las ZNI deberán ser consultados y tenidos en cuenta en el momento de formulación del respectivo proyecto. Recurso hídrico

El decreto 1541 de 1978, y el decreto 2858 de 1981 reglamentan el aprovechamiento y uso del agua no marítima, incluyendo las disposiciones para concesiones, trámites y permisos.

El decreto 3930 de 2010 fija disposiciones sobre el uso del agua y residuos líquidos, relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados. Asimismo, este decreto promueve prevenir y atenuar la afectación de los drenajes receptores de vertimientos, caños o arroyos y sistemas de alcantarillado por causas atribuibles al desarrollo de obras públicas y/o privadas. Lo exigido por este decreto, así como por el decreto 1594 de 1984, se debe tener en cuenta para las descargas de aguas residuales que se generen durante las obras.

El decreto 1575 de 2007 establece el Sistema para la Protección y Control de Calidad del Agua para Consumo Humano con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos de la salud humana causados por su consumo. Las disposiciones en el decreto se deben asegurar, especialmente, al momento de intervenir redes de alcantarillado y acueducto.

### Intervención en costas y playas

En el caso de intervenciones en zonas costeras y playas, se deben contemplar las siguientes disposiciones jurídicas:

El decreto 1875 de 1979 dicta normas sobre prevención de la contaminación del medio marino y otras disposiciones. De igual forma, la ley 12 de 1981 adopta la convención internacional para la prevención de la contaminación por buque.

El decreto 2324 de 1984 le otorga a la Dirección General Marítima y Portuaria – DIMAR la función de regular, autorizar y controla las concesiones y permisos en las aguas, terrenos de bajamar, playas y demás bienes de uso público de las áreas de su jurisdicción.

### **Disposición y gestión de residuos**

La ley 99 de 1993 establece las normas base para Gestión Integral de Residuos Sólidos y la ley 142 de 1994, fija los parámetros para la regulación de la prestación del servicio público de aseo. A partir de estas normas estructurales se han generado posteriormente decretos y resoluciones que regulan diversos aspectos particulares relacionados con la gestión de los residuos en general.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió la resolución 0222 del 2011, mediante la cual se establecen requisitos para la gestión ambiental de equipos y desechos que contengan o estén contaminados por Bifenilos Policlorados (PCB). Es importante que esta normatividad se aplique en el manejo de residuos provenientes de transformadores eléctricos, u otros equipos que tengan fluidos aislantes, como los transformadores eléctricos, condensadores eléctricos, interruptores, reguladores, reconectares u otros dispositivos, así como con los desechos que hayan estado en contacto con los fluidos aislantes de dichos equipos. Los PCB son contaminantes orgánicos persistentes.

### **La Seguridad Industrial y Salud Ocupacional**

La resolución 2400 de 1979 establece disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. Adicionalmente, la resolución 2413 de 1979 dicta el Reglamento de Higiene y Seguridad para la Industria de la Construcción; Todas estas reglamentaciones deberán ser tenidas en cuenta por los contratistas encargados de la construcción de las obras asociadas a la presente operación.

También existe normativa específica aplicable a instalaciones eléctricas, iluminación y alumbrado público (ver sección sobre energía al final de esta sección).

### **Participación ciudadana**

La ley 134 de 1994 regula los procesos de participación ciudadana en instrumentos legislativos, incluyendo referendos.

La ley 743 de 2002 (Organización Comunal) tiene por objeto promover, facilitar, estructurar y fortalecer

la organización democrática, moderna, participativa y representativa en los organismos de acción comunal en sus respectivos grados asociativos y a la vez, pretende establecer un marco jurídico claro para sus relaciones con el Estado y con los particulares, así como para el cabal ejercicio de derechos y deberes. El decreto 1320 de 1998 reglamenta la consulta previa con comunidades indígenas y negras con relación a proyectos a ser implementados por terceras partes en sus territorios.

### **Prevención y atención a desastres**

La ley 46 de 1988 que creó y se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD). Se debe acudir a esta red institucional cuando se identifican poblaciones amenazadas por desastres naturales durante evaluación de los proyectos o se presente algún evento de desastre natural durante las diferentes fases de intervención del proyecto. En el 2012 con la ley 1523 de 2012 se adopta la política nacional de gestión de riesgo de desastres, donde se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones para el manejo de desastres, implementados durante la intervención proyecto deben estar alineados a las disposiciones de esta ley.

### **Protección a Comunidades étnicas**

El Artículo 7° de la Constitución de 1991 “Principio de la diversidad étnica y cultural”, reconoce y protege la diversidad cultural de la nación colombiana, cambia formalmente nuestra nación. En consonancia con el artículo 310 de la Carta, los raizales son un grupo étnico titular de derechos especiales

El reconocimiento, la garantía y el restablecimiento de derechos individuales y colectivos a los grupos étnicos fundamentado en los artículos 7 y 13 de la C. P. y en la ley 21 de 1991 (Convenio 169 de la OIT) establece el Pluralismo Jurídico en beneficio de los Grupos Étnicos,

El objeto de la ley 70 de 1993 es el reconocimiento de las comunidades negras, estableciendo mecanismos para la protección de la identidad cultural y de los derechos de estas comunidades de Colombia como grupo étnico, y el fomento de su desarrollo económico y social, con el fin de garantizar que estas comunidades obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades frente al resto de la sociedad colombiana. El artículo 45 de dicha ley establece la necesidad de crear una Comisión Consultiva, constituida por comunidades negras y con la presencia de raizales, para dar seguimiento al cumplimiento de la ley 70.



## Política de equidad de género

La legislación colombiana ratifica las normas, medidas y acuerdos establecidos en mecanismos de las Naciones Unidas como los son: el Convenio Sobre la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación Contra la Mujer (CEDAW por sus siglas en inglés), el Fondo de Desarrollo de las Naciones Unidas para la Mujer (UNIFEM) y el Instituto Internacional de Investigación y Capacitación para la Promoción de la Mujer (INSTRAW). Los artículos 9: “No discriminación en materia de empleo”, 10: “Igualdad de Remuneración entre los trabajadores” y 143: “A trabajo Igual Salario Igual” del Código Sustantivo de Trabajo muestran los avances en igualdad de género en materia de empleo.

La ley 82 de 1993, apoya a la mujer cabeza de familia para brindarle mejores condiciones de acceso al crédito, educación, empleo, vivienda y microempresa, entre otros.

La ley 509 de 1999, promueve beneficios en materia de seguridad social y subsidios a las madres comunitarias, mientras la ley 590 de 2000 establece normas sobre el trato especial a las mujeres.

Por medio de la ley 1009 de 2006 se crea el Observatorio de Asuntos entre Género (OAG) como mecanismo de seguimiento al cumplimiento de normas nacionales e internacionales vigentes y las políticas públicas, planes y programas, relacionados con la equidad de las mujeres, a fin de conocer el impacto diferenciado que tiene entre hombres y mujeres, con el objeto de hacer recomendaciones que contribuyan a eliminar las discriminaciones y a superar las inequidades de género que se presentan en el país.

## Régimen para el sector Energía

La ley 143 de 1994 establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional.

La resolución No. 90708 de agosto del 2013 establece el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas -RETIE, de aplicación obligatoria a todos los sistemas de distribución y acometidas contempladas por el proyecto. En este reglamento se recogen normas sobre materiales, procesos de instalación, distancias y requisitos de seguridad.

La resolución No. 91872 de 2012, y la resolución No. 90980 de 2013 del Ministerio de Minas y Energía de Colombia, han establecido las normas o Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP.

## Normatividad para la gestión de RESPEL Y RAEE

LEY 99 DEL 22 DE DICIEMBRE DE 1993. Por la cual se crea el Ministerio de Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental-SINA y se dictan otras disposiciones.

DECRETO 1277 DEL 21 DE JUNIO 1994. Por el cual se organiza y establece el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM.

LEY 253 DEL 9 DE ENERO DE 1996. Por medio de la cual Colombia ratifica el convenio de Basilea sobre el control de movimientos transfronterizos, de los desechos peligrosos y su eliminación.

LEY 430 DEL 16 DE ENERO DE 1998. Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

DECRETO 1079 DEL 26 DE MAYO 2019 - SECCIÓN 8. Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.

DECRETO 291 DEL 29 DE ENERO DE 2004. Por el cual se modifica la estructura del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, y se dictan otras disposiciones.

DECRETO 1443 DE 2004. Por el cual se reglamenta parcialmente el decreto-ley 2811 de 1974, la ley 253 de 1996, y la ley 430 de 1998 en relación con la prevención y control de la contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas y desechos o residuos peligrosos provenientes de los mismos, y se toman otras determinaciones, título 7 prevención y control contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas, compilado en el decreto único reglamentario 1076 de 26 de mayo de 2015.

LEY 994 DEL 2 DE NOVIEMBRE DE 2005. Por medio de la cual se aprueba el “Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.

RESOLUCIÓN 1402 17 DE JULIO DE 2006. Por la cual se desarrolla parcialmente el decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos, compilado en el decreto único reglamentario 1076 de 26 de mayo de 2015, en el TÍTULO 6.

RESOLUCIÓN 043 DEL 14 DE MARZO DE 2007. Por la cual se establecen los estándares generales para el acopio de datos, procesamiento, transmisión y difusión de información para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos.

RESOLUCIÓN 1362 DEL 2 DE AGOSTO DE 2007. Por la cual se establece los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27º y 28º del decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, Referenciado en el decreto único reglamentario 1076 de 26 de mayo de 2015, en el TÍTULO 6. Sección 6, Artículo 2.2.6.1.6.1. Artículo 27: Del Registro de Generadores. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expedirá dentro de los seis (6) meses siguientes a la entrada en vigor del presente decreto, el acto administrativo sobre el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, de acuerdo con los estándares para el acopio de datos, procesamiento, transmisión, y difusión de la información que establezca el IDEAM; unificado en la actualidad en el decreto Único Reglamentario para el Sector Ambiental en su artículo 2.2.6.1.6.1. Artículo 28º: De la Inscripción en el Registro de Generadores. Los generadores de residuos o desechos peligrosos están obligados a inscribirse en el Registro de Generadores de la autoridad ambiental competente de su jurisdicción, teniendo en cuenta categorías y plazos; unificado en la actualidad en el decreto Único Reglamentario para el Sector Ambiental en su artículo 2.2.6.1.6.2.

LEY 1252 DE 27 DE NOVIEMBRE DE 2008. Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

LEY 1333 DEL 21 DE JULIO DE 2009. Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y la Titularidad de la potestad sancionatoria en materia Ambiental para imponer y ejecutar las medidas preventivas y sancionatorias que necesita el país.

RESOLUCION 1511 del 2010 DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de bombillas y se adoptan otras disposiciones.

DECRETO 1076 DEL 26 DE MAYO DE 2015. Por medio del cual se expide el decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Artículo 2.2.6.1.6.1. Del Registro Generadores. El registro de generadores de residuos o desechos peligrosos se regirá por lo establecido en resolución 1362 de 2007 expedido por el Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible o la norma que la modifique o sustituya. Artículo 2.2.6.1.6.2. De la Inscripción en el Registro de Generadores. Los generadores residuos o desechos peligrosos están obligados a inscribirse en el Registro de la autoridad ambiental.

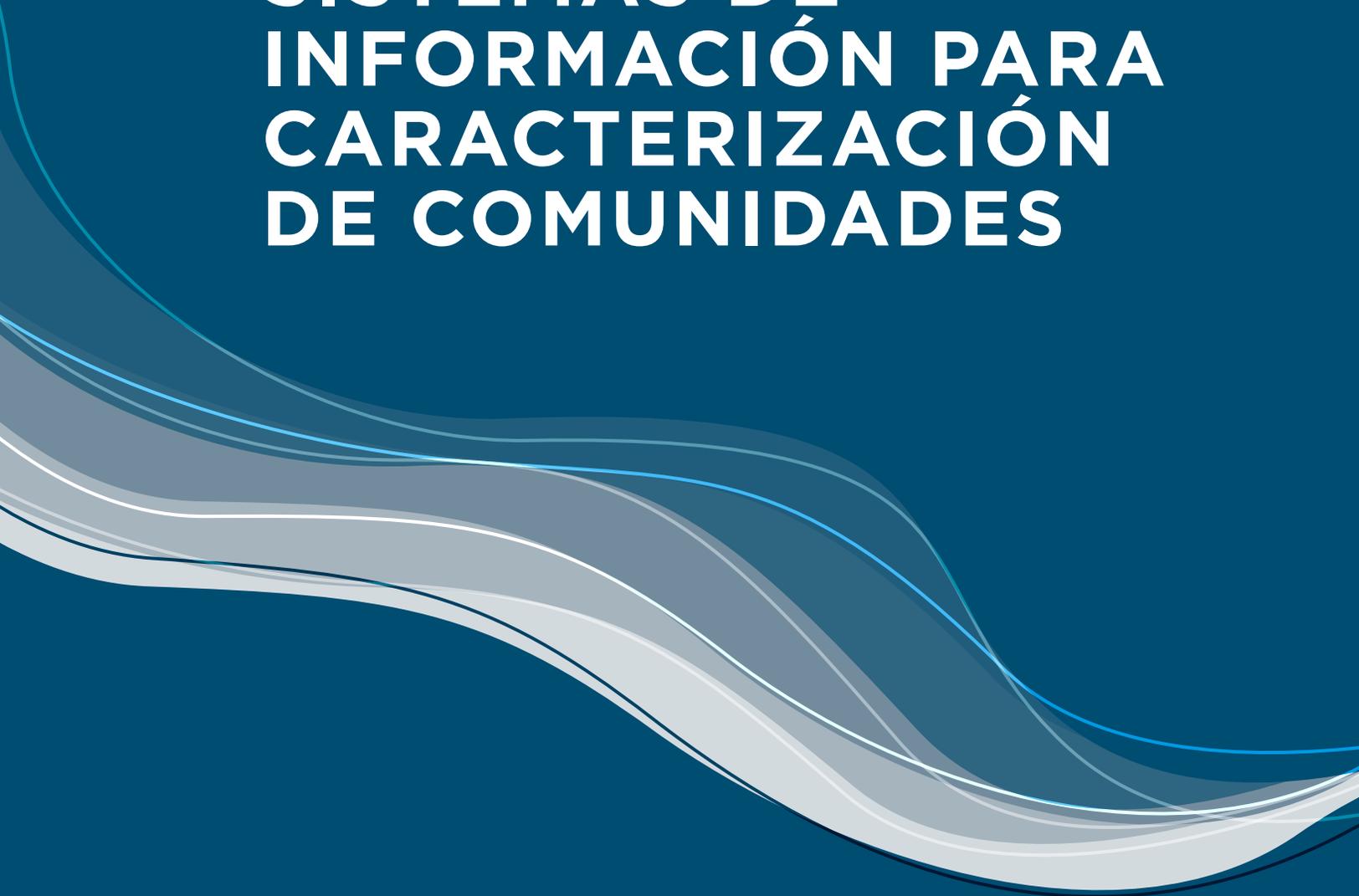
DECRETO 284 DE 15 FEB DE 2018. Por el cual se adiciona al decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible, decreto 1076 de 2015, el Titulo 7A, en lo relacionado con la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos - RAEE y se dictan otras disposiciones.

## Lista de chequeo normas y permisos ambientales y sociales

TEMAS AMBIENTALES	NORMA/PERMISO	AUTORIDAD COMPETENTE	APLICACIÓN EN ZNI, PROYS ≤ 1 MW
Licencia Ambiental (L.A.) EIA DAA			No aplica
Concesión de agua superficial		Corporación autónoma regional	
Concesión de agua subterránea		Corporación autónoma regional	
Permiso de vertimiento		Corporación autónoma regional	
Ocupación de cauces		Corporación autónoma regional	
Aprovechamiento forestal (Incluye levantamiento de veda)		Corporación autónoma regional	
Permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad	decreto 2106 del 22/nov/2019	Corporación autónoma regional	
Permiso de emisión atmosférica (aire y ruido)		Corporación autónoma regional	Aplica para plantas diésel
Aprovechamiento de materiales de construcción	resolución 472 / 2017 MADS	Corporación autónoma regional	
Plan de Manejo Ambiental	Art. 2.2.1.9.3 decreto 1076 de 2015 (decreto 1791 de 1996 Art.56)		Debe incluir entre otros: • Plan de mantenimiento periódico. • Rutinas de Operación. • Plan de almacenamiento, manejo y disposición de RAAE y RESPEL.
Plan de compensaciones del medio biótico en el marco del proceso de licenciamiento ambiental	Art. 2.2.2.3.5.1 decreto 1076 /2015		No aplica (es en el marco de la L.A.)
Plan de inversión del 1%			No aplica (es en el marco de la L.A.)
Permiso de tala de emergencia			
Protección de fauna			
Protección de flora silvestre			
Sustracción de áreas de reserva forestal nacional o regional	resolución 1526 de 2012 MADS		
Hallazgos arqueológicos	ley 1185 de 2008		Informar al ICANH
TEMAS SOCIALES	NORMA/PERMISO	AUTORIDAD COMPETENTE	APLICACIÓN EN ZNI, PROYS ≤ 1 MW
Certificación de presencia de comunidades étnicas (indígenas, negras, ROM, etc.)		Min Interior	
Certificación presencia comunidades negras		Min Interior	
Consulta previa con comunidades étnicas		Min Interior	

# • ANEXO 3

## SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES



## Recopilación de información y visitas de campo

Una acertada recolección de información primaria y secundaria del área de influencia del proyecto en una población ZNI es definitiva para el éxito de este, de allí la importancia de contar con datos biofísicos y socioeconómicos que permitan el diseño de un proyecto eficiente y de alta calidad en el suministro de energía para la respectiva comunidad.



### Fuentes de Información Secundaria

El país cuenta con una buena batería de información sobre temas ambientales, sociales y económicos tanto en el sector urbano como en el sector rural.

Utilizando una tabla construida por el IPSE para guiar la investigación social de los proyectos en ZNI, se recomienda a los estructuradores de proyectos de generación fotovoltaica y/o híbridos consultar las siguientes fuentes de información:<sup>71</sup>



### Fuentes de información primaria

La información primaria sobre aspectos ambientales y sociales se puede recolectar en la visita de campo para evaluar localización del proyecto utilizando técnicas como las encuestas, las entrevistas de profundidad con los liderazgos locales, la observación no intrusiva y el trabajo con grupos focales.

En todos los casos se obtendrá una información valiosa para la estructuración y diseño del respectivo proyecto y para el efecto el estructurador tendrá en cuenta los requerimientos de información de las entidades financiadoras del proyecto y las instituciones de control.

Sector	Entidades	Sistema de información	Enlace
Sector Agricultura y Desarrollo Rural.	Ministerio de Agricultura.	Agronet: productividad y seguridad alimentaria, calidad de vida y saberes regionales.	<a href="http://www.agronet.gov.co/Paginas/default.aspx">http://www.agronet.gov.co/Paginas/default.aspx</a>
		SIOC: el Sistema de Información y Gestión y Desempeño de Organizaciones de Cadenas, se enfoca en realizar estudios de evaluación para mejorar aspectos de competitividad en el sector cadenas.	<a href="https://sioc.minagricultura.gov.co/Pages/Nosotros.aspx">https://sioc.minagricultura.gov.co/Pages/Nosotros.aspx</a>
	Agencia Nacional de Tierras.	Datos abiertos Gobierno Digital - Colombia.	<a href="https://www.datos.gov.co/browse?Informaci%C3%B3n-de-la-Entidad_Nombre-de-la-Entidad=Agencia+Nacional+de+Tierras&amp;category=Agricultura+y+Desarrollo+Rural&amp;sortBy=newes/">https://www.datos.gov.co/browse?Informaci%C3%B3n-de-la-Entidad_Nombre-de-la-Entidad=Agencia+Nacional+de+Tierras&amp;category=Agricultura+y+Desarrollo+Rural&amp;sortBy=newes/</a>
		Portal de datos abiertos de la ANT.	<a href="http://data-agenciadetierras.opendata.arcgis.com/">http://data-agenciadetierras.opendata.arcgis.com/</a>
	Agencia de Renovación del Territorio.	Activación económica. Proyectos de infraestructura rural. Proyectos productivos.	<a href="https://www.renovacionterritorio.gov.co/Publicaciones/Direcciones/direccin_de_estructuracin_de_proyectos">https://www.renovacionterritorio.gov.co/Publicaciones/Direcciones/direccin_de_estructuracin_de_proyectos</a>
Sector de Salud y Protección Social.	Protección social.	SISPRO: Sistema Integral de Información de la Protección Social.	<a href="http://web.sispro.gov.co/">http://web.sispro.gov.co/</a>
Sector Trabajo.	Organizaciones solidarias.	Centro Documental de la Unidad Administrativa (sector solidario).	<a href="https://www.orgsolidarias.gov.co/">https://www.orgsolidarias.gov.co/</a>
	SENA.	Instrumentos de gestión de información pública del SENA.	<a href="http://www.sena.edu.co/es-co/transparencia/Paginas/gestionInformacionPublica.aspx/">http://www.sena.edu.co/es-co/transparencia/Paginas/gestionInformacionPublica.aspx/</a>



Sector	Entidades	Sistema de información	Enlace
Sector de Minas y Energía.	Servicio Geológico colombiano.	Sistema bibliográfico.	<a href="https://miig.sgc.gov.co/Paginas/resultados.aspx?k=sistemadeinformacion/">https://miig.sgc.gov.co/Paginas/resultados.aspx?k=sistemadeinformacion/</a>
	Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME).	Centro de Documentación - UPME.	<a href="https://biblioteca.upme.gov.co/">https://biblioteca.upme.gov.co/</a>
	Comisión de Regulación de Energía, Gas y Combustibles (CREG).	Sistema único de información de servicios públicos domiciliarios.	<a href="http://www.sui.gov.co">http://www.sui.gov.co</a>
	Instituto de Planificación Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (ZNI) - IPSE.	Información sobre programas y proyectos en ZNI.	<a href="http://www.ipse.gov.co/">http://www.ipse.gov.co/</a>
Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Ministerio de Ambiente.	Centro de documentación Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	<a href="https://bibliovirtual.minambiente.gov.co/">https://bibliovirtual.minambiente.gov.co/</a>
		Sistema de Información de Proyectos Ozono (Sipo).	<a href="https://www.minambiente.gov.co/">https://www.minambiente.gov.co/</a>
		IDEAM, Datos abiertos Idean.	<a href="http://www.ideam.gov.co/geoportal">http://www.ideam.gov.co/geoportal</a>
	(CAR) Corporaciones Autónomas Regionales.	Observatorio de agendas interinstitucionales y conflictos ambientales.	<a href="http://oaica.car.gov.co/">http://oaica.car.gov.co/</a>
Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.	Instrumentos de Gestión de la Información Pública de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.	<a href="http://cra.gov.co/seccion/esquema-de-publicacion-de-informacion.html/">http://cra.gov.co/seccion/esquema-de-publicacion-de-informacion.html/</a>
Sector de Cultura.	Ministerio de Cultura.	Sistema Nacional de Información Cultural (Sinic).	<a href="http://www.sinic.gov.co/SINIC/">http://www.sinic.gov.co/SINIC/</a>
Sector de Planeación.	Departamento Nacional de Planeación (DNP).	Observatorio Sistema de Ciudades.	<a href="https://osc.dnp.gov.co/">https://osc.dnp.gov.co/</a>
		Sistema de Estadísticas Territoriales (Terridata).	<a href="https://terridata.dnp.gov.co/#/">https://terridata.dnp.gov.co/#/</a>
Sector Inclusión Social y Reconciliación.	Centro Nacional de Memoria Histórica.	Observatorio de memoria y conflicto.	<a href="http://centrodememoriahistorica.gov.co/observatorio/">http://centrodememoriahistorica.gov.co/observatorio/</a>
Sector de las TIC.	TIC.	Portal de estadísticas del sector.	<a href="https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-channel.html">https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-channel.html</a>
IGAC.	IGAC.	Geoportal con información georreferenciada.	<a href="https://geoportal.igac.gov.co/">https://geoportal.igac.gov.co/</a>
CI Colombia.	Conservación Internacional Colombia.	Tremarctos + Es un sistema de alertas tempranas, público y gratuito. Con base en información oficial de país, realiza análisis de información geográfica en línea y muestra la posible afectación de proyectos de infraestructura.	<a href="http://www.conservation.org.co/herramientas/">http://www.conservation.org.co/herramientas/</a>

**• ANEXO 4**

**MANEJO  
AMBIENTAL Y SOCIAL  
DE LAS ACTIVIDADES  
DE LA CONSTRUCCIÓN**

The bottom half of the page features several overlapping, wavy lines in various shades of blue and white, creating a sense of movement and depth. These lines flow from the left side towards the right, with some lines being more prominent than others.

## General

1. El Contratista y sus empleados deberán cumplir con las medidas de mitigación establecidas en estas especificaciones para evitar daños y molestias en las comunidades locales, y para minimizar los impactos causados durante la construcción sobre el medio ambiente.
2. Las acciones correctivas que no pueden llevarse a cabo de manera efectiva durante la construcción deben llevarse a cabo al finalizar las obras (y antes de emitir la aceptación de la finalización de las obras):
  - Todas las áreas afectadas deben ser restauradas y revegetalizadas y cualquier trabajo de reparación necesario debe llevarse a cabo sin demora, incluyendo empedrado y reforestación.
  - Los escombros deben removerse del sitio de las obras, los cursos de agua, los desagües y alcantarillas deben revisarse para garantizar que los flujos de agua están despejados.
  - Todos los sitios deben limpiarse de escombros y todos los materiales en exceso deben eliminarse adecuadamente.
  - Las zonas de préstamo deben restaurarse apropiadamente.

## Actividades de la construcción y normas ambientales para los Contratistas

La siguiente información está destinada únicamente como una guía general para ser utilizada en conjunto con las regulaciones locales y nacionales. Antes de iniciar las actividades de construcción, el Contratista deberá presentar al ingeniero a cargo del proyecto un Plan de construcción que explícitamente indique cómo planea cumplir con estas especificaciones. Después de la aprobación de dicho Plan por parte del ingeniero a cargo del proyecto, las actividades de la construcción pueden iniciarse.

## Transporte

- El Contratista deberá utilizar las rutas previamente seleccionadas para llegar al sitio del proyecto, según lo acordado con el ingeniero a cargo del proyecto, y vehículos del tamaño apropiado para la clase de caminos en el área, y restringirá las cargas para evitar daños a las

vías y puentes locales utilizados para fines de transporte. El Contratista será responsable de cualquier daño causado a los caminos y puentes locales debido al transporte de cargas excesivas, y deberá reparar dichos daños de acuerdo con lo aprobado por el ingeniero a cargo del proyecto.

- El Contratista no podrá utilizar ningún vehículo, ya sea dentro o fuera de las vías y calles de la comunidad, que cause excesivo ruido o altas emisiones al aire. En cualquier área construida, se deben instalar silenciadores de ruido y mantenerse en buenas condiciones en todos los equipos motorizados bajo el control del Contratista.
- El Contratista deberá mantener medidas de control de tráfico adecuadas durante toda la duración de la construcción del proyecto y dichas medidas estarán sujetas a la aprobación previa del ingeniero a cargo del proyecto.

## Fuerza laboral y sitios de trabajo

- El Contratista debe, siempre que sea posible, reclutar localmente a la mayoría de la fuerza laboral y debe proporcionar la capacitación adecuada según sea necesario.
- Por lo general, los trabajadores externos que vienen a trabajar a este tipo de proyectos pueden alojarse en hostales o en pensiones. Sin embargo, si esto no es posible, el Contratista deberá proporcionarles a los trabajadores dormitorios seguros, limpios y confortables. El Contratista deberá presentar los planos de los dormitorios al ingeniero a cargo del proyecto para su aprobación. Los permisos y aprobaciones deben obtenerse en concordancia con las leyes y reglamentos relevantes para así cumplir con las obligaciones legales para realizar la construcción de los dormitorios.
- Los dormitorios deberán localizarse de tal manera que se remueva la menor cantidad de vegetación posible y se evite el corte de árboles de gran tamaño.
- El Contratista deberá proporcionar instalaciones sanitarias adecuadas (baños y áreas de lavado) para la cantidad de personas que se espera que trabajen en el sitio de las obras. Las instalaciones sanitarias también deben contar con suministros adecuados de agua corriente, jabón y dispositivos de secado de manos.

- El Contratista deberá instalar y mantener un sistema de tanque séptico temporal para los sitios de trabajo (y dormitorios si se necesitan) sin causar contaminación de los cursos de agua cercanos.
- El Contratista deberá establecer un método y un sistema para almacenar y eliminar todos los desechos sólidos generados por los dormitorios y sitios de trabajo.
- El Contratista no deberá permitir el uso de leña para cocinar o calentar en ningún sitio de trabajo o dormitorio y deberá proporcionar instalaciones alternativas que utilicen otros combustibles.
- El Contratista deberá garantizar que los sitios de trabajo, los depósitos, las plantas de concreto y los talleres estén ubicados en áreas apropiadas según lo aprobado por el ingeniero a cargo del proyecto.
- El Contratista deberá garantizar que las oficinas, los sitios de trabajo, los depósitos y, en particular, las áreas de almacenamiento de combustible diésel se operen de manera que no entren contaminantes en los cursos de agua, ya sea por tierra o por filtración de agua subterránea, especialmente durante períodos de lluvia. Esto se puede lograr reciclando los lubricantes y construyendo una zanja o canal alrededor del área con un separador de aceites o una laguna de sedimentación a la salida de la zanja.
- El Contratista no podrá utilizar leña como medio de calentamiento durante el procesamiento o la preparación de cualquier material que forme parte de las obras.
- Identificar y demarcar las áreas de eliminación indicando claramente los materiales específicos que se pueden depositar en cada uno.
- Controlar la colocación de todos los desechos de la construcción (incluidos los cortes de tierra) en los sitios de eliminación aprobados, los cuales deberán ubicarse a por lo menos 300 metros de ríos, arroyos, lagos o humedales.
- Desechar en áreas autorizadas todos los residuos, metales y el exceso de material generado durante la construcción, incorporando sistemas de reciclaje y separación de materiales. Los aceites usados deben almacenarse o reciclarse. La disposición final de los aceites usados deberá ser aprobada por el ingeniero a cargo del proyecto.

## Control de la erosión

El Contratista deberá:

- Perturbar la menor superficie posible, estabilizar esa área lo más rápido posible, controlar el drenaje a través del área y atrapar sedimentos en el sitio. Se deberán erigir barreras de control de erosión alrededor del perímetro de cortes, botaderos y caminos hechos por el contratista.
- Proteger todas las aéreas susceptibles a la erosión instalando todos los drenajes permanentes y temporales tan pronto como sea posible.
- Conservar la capa superficial del suelo con su materia orgánica, y aplicar este material a las áreas perturbadas locales para promover el crecimiento de la vegetación nativa local.
- Aplicar semillas de césped local y vegetación nativa en áreas de suelo estéril fácilmente erosionable o en superficies de construcción cerradas.
- Aplicar medidas de control de la erosión antes de que comience la temporada de lluvias, preferiblemente cuando cada frente de trabajo se haya terminado. Se deberán instalar medidas para el control de la erosión a medida que se completa cada sitio de construcción.

## Manejo de los residuos

Los desechos sólidos, sanitarios y peligrosos deben controlarse adecuadamente mediante la implementación de las siguientes medidas:

- Minimizar la producción de residuos que deben ser tratados o eliminados.
- Identificar y clasificar el tipo de residuos generados. Si se generan desechos peligrosos, se deben tomar los procedimientos adecuados con respecto a su almacenamiento, recolección, transporte y eliminación.

- En todos los sitios de construcción, deben instalarse estructuras de control de sedimentos donde sea necesario para frenar o redirigir la escorrentía y atrapar el sedimento hasta que se establezca la vegetación. Ejemplos de estructuras de control de sedimentos incluyen: barreras en roca, trampas de sedimentos, sacos de arena, pacas de paja, cercas vivas, cortinas para sedimentos, geotextiles, rollos de fique, etc.
- Controlar el flujo de agua a través de los sitios de construcción o áreas perturbadas con zanjas, bermas, diques, barreras de césped o rocas.
- Mantener y reaplicar medidas de control de la erosión hasta que la vegetación se establezca con éxito.
- Rociar agua sobre caminos de tierra, los cortes, el material de relleno y la tierra almacenada para reducir la erosión inducida por el viento, según sea necesario.

## Mantenimiento

- Identificar y demarcar áreas dentro del terreno de la planta solar para el mantenimiento de equipos. El almacenamiento de combustible debe ubicarse en áreas apropiadas y aprobado por el ingeniero del proyecto. Estos sitios deberán estar debidamente señalizados y acordonados.
- Garantizar que todas las actividades de mantenimiento del equipo y la maquinaria, incluidos los cambios de aceite, se realicen dentro de las áreas de mantenimiento delimitadas para tal fin. Estas áreas deben contar con zonas impermeables que protejan el suelo y un sistema de recolección de aceites, lubricantes, detergentes y solventes.
- Nunca deben desecharse los aceites usados en el suelo, en cursos de agua, canales de drenaje o en sistemas de alcantarillado.
- Estará estrictamente prohibido el lavado de vehículos y maquinaria o cambio de aceites y lubricantes en los cuerpos de agua.
- Todos los derrames y productos derivados del petróleo deben eliminarse de acuerdo con los procedimientos/directrices ambientales estándar. Las áreas de almacenamiento y recarga de combustible se ubicarán al menos a 300 m de todas las estructuras de drenaje transversal y cuerpos de agua importantes o según lo indique el ingeniero a cargo del proyecto.

## Movimientos de tierra, cortes y rellenos

- Todos los movimientos de tierra deberán controlarse adecuadamente, especialmente durante la temporada de lluvias.
- El Contratista deberá mantener los cortes y rellenos estables en todo momento y causar la menor molestia posible a las áreas fuera de los límites prescritos de las obras.
- El Contratista deberá completar las operaciones de corte y relleno en las secciones transversales finales en cualquier ubicación lo antes posible y preferiblemente en una operación continua para evitar movimientos de tierra parcialmente terminados, especialmente durante la temporada de lluvias.
- Para proteger cualquier corte o relleno de la erosión, de acuerdo con los planos, se deben proporcionar drenajes interceptores y cunetas en el pie del talud en la parte superior e inferior de los taludes, los cuales se deben plantar con césped u otra cubierta vegetal. Los drenajes interceptores se deben ubicar por encima de los cortes altos para minimizar la escorrentía del agua y la erosión en los taludes.
- Cualquier corte excavado o material inadecuado se deberá disponer en las áreas designadas para tal fin, aprobadas por el ingeniero a cargo del proyecto.
- Los sitios de disposición de desechos o botaderos no deben ubicarse donde puedan causar futuros deslizamientos, interferir con las tierras agrícolas o con cualquier otra propiedad, o hacer que la tierra del botadero llegue a cualquier curso de agua.

## Zonas de préstamo, canteras y sitios de almacenamiento de materiales

- La operación de una nueva área de préstamo, en tierra, en un río o en un área existente, estará sujeta a la aprobación previa del ingeniero a cargo del proyecto, y la operación cesará si así lo indica el ingeniero a cargo del proyecto. Las zonas de préstamo y las canteras deben prohibirse donde puedan interferir con los patrones de drenaje naturales o diseñados. Su ubicación en ríos estará prohibida si pueden socavar o dañar las orillas del río, o transportar demasiado material fino aguas abajo.
- El Contratista debe garantizar que todas las zonas de préstamo utilizadas se mantengan en buenas condiciones y con pendientes laterales estables, y se drenen para garantizar que no se creen cuerpos de agua estancados que puedan criar mosquitos.
- Las rocas o gravas tomadas de un río se deben remover lo suficientemente lejos de las orillas como para limitar la profundidad del material removido a una décima parte del ancho del río en cualquier lugar, y no interrumpir el flujo del río, ni dañar o socavar las orillas del río.

En cualquier zona de préstamo o sitio de disposición de material, el Contratista deberá:

- Identificar y demarcar las ubicaciones para las zonas de préstamo y los sitios de almacenamiento de materiales, asegurándose de que estén a 30 metros de distancia de áreas críticas como pendientes pronunciadas, suelos propensos a la erosión y áreas que drenan directamente en cuerpos de agua sensibles.
- Limitar la extracción de material a las zonas de préstamo aprobadas y demarcadas.
- Almacenar la capa superior del suelo cuando se abra por primera vez la zona de préstamo o cantera. Después de que se hayan utilizado todas las canteras, la capa superior del suelo previamente almacenada se debe extender nuevamente sobre la cantera o zona de préstamo y gradarse en una superficie lisa y uniforme, inclinada para drenar. En laderas o taludes empinados, puede que sea necesario construir bancos o terrazas para ayudar a controlar la erosión.

- El material excedente se debe estabilizar y revegetar. Cuando sea apropiado, los desechos orgánicos y el material excedente deben extenderse sobre el sitio perturbado para promover la revegetación. Es preferible la revegetación natural en la medida de lo posible.
- Los canales de drenaje existentes en las áreas afectadas por la construcción del proyecto deben mantenerse libres de materiales excedentes.
- Una vez que se hayan terminado las obras, todos los escombros generados por la construcción deben retirarse del sitio y dispuestos en un área aprobada por el ingeniero a cargo del proyecto.

## Disposición de vehículos, maquinaria y desechos de la construcción

- El Contratista deberá establecer y hacer cumplir los procedimientos diarios de limpieza del sitio, incluido el mantenimiento de instalaciones de eliminación adecuadas para escombros de la construcción.
- Los desechos generados debido al desmantelamiento de las estructuras existentes deberán reutilizarse adecuadamente, en la medida de lo posible, en la construcción propuesta (por ejemplo, como materiales de relleno para terraplenes). La eliminación de los desechos restantes se llevará a cabo solo en los sitios identificados y aprobados por el ingeniero a cargo del proyecto. El Contratista debe asegurarse de que estos sitios (a) no estén ubicados dentro de áreas forestales; (b) no impactan los cursos de drenaje natural; y (c) no afectan la flora rara o en peligro de extinción. En ninguna circunstancia el Contratista desechará ningún material en áreas ambientalmente sensibles.
- En caso de que se depositen escombros o sedimentos de las obras en terrenos adyacentes, el Contratista deberá remover inmediatamente dichos escombros o sedimentos y restaurar el área afectada a su estado original a satisfacción del ingeniero a cargo del proyecto.

- Todos los arreglos para el transporte durante la construcción, incluida la provisión de materiales, paneles, estructuras de acero, el mantenimiento, el desmantelamiento y la limpieza de escombros, se considerarán incidentales al trabajo y el Contratista debe planificarlos e implementarlos según lo aprobado y dirigido por el ingeniero a cargo del proyecto.

## Seguridad durante la construcción

Las responsabilidades del Contratista incluyen la protección de cada persona y propiedad cercana contra accidentes causados por la construcción. El Contratista será responsable de cumplir con todos los requisitos de seguridad nacional y local y cualquier otra medida necesaria para evitar accidentes, incluidos los siguientes:

- Marcar con cuidado y claridad las rutas de acceso seguras para peatones;
- Si hay niños en una escuela cerca, incluir personal de seguridad vial para dirigir el tráfico durante el horario escolar;
- Mantener señales de tráfico (como pintura, caballete, material de señalización, etc.), señalización de vías y barandas de protección para mantener la seguridad de los peatones durante la construcción;
- Realizar entrenamientos en seguridad para los trabajadores de la construcción antes de que comiencen las obras;
- Proporcionar equipo y ropa de protección personal (gafas, guantes, respiradores, máscaras contra el polvo, cascos, botas con punta de acero y botas con cordones, etc.) para los trabajadores de la construcción y hacer cumplir su uso;
- Publicar las Fichas de datos de seguridad de materiales para cada producto químico presente en el lugar de trabajo;
- Requerir que todos los trabajadores lean, o les lean, todas las Fichas de datos de seguridad de materiales. Explicar claramente los riesgos para ellos y sus parejas, especialmente cuando están embarazadas o planean formar una familia. Alentar a los trabajadores a compartir la información con sus médicos, cuando sea relevante;

- Hay que asegurar que la eliminación de materiales que contengan asbesto u otras sustancias tóxicas sea realizada y eliminada por trabajadores especialmente capacitados para ello;
- Durante fuertes lluvias o emergencias de cualquier tipo, suspender todo el trabajo.

## Molestias y control del polvo

Para controlar las molestias y el polvo, el Contratista debe:

- Mantener todo el tráfico relacionado con la construcción a una velocidad de 25 km/hora en calles localizadas dentro de los 200 m del sitio de las obras;
- Mantener la velocidad de los vehículos en el sitio de las obras a menos de 15 km/hora;
- En la medida de lo posible, mantener los niveles de ruido asociados con toda la maquinaria y equipo a 85 decibeles o menos;
- En áreas sensibles (incluidos vecindarios residenciales, hospitales, ancianatos, etc.) es posible que se deban implementar medidas más estrictas para evitar niveles de ruido indeseables;
- Minimizar la producción de polvo y materiales particulados en todo momento, para evitar impactos en las familias y negocios circundantes, y especialmente a las personas vulnerables (niños, ancianos);
- Eliminar la vegetación por fases para evitar que grandes áreas se expongan al viento;
- Rociar agua según sea necesario en caminos de tierra, cortes y en áreas de almacenamiento de tierra o materiales para los rellenos;
- Aplicar las medidas adecuadas para minimizar las interrupciones causadas por la vibración o el ruido proveniente de las actividades de la construcción.



## Demolición de la infraestructura existente

El Contratista deberá implementar medidas adecuadas durante la demolición de la infraestructura existente para proteger a los trabajadores y al público de la caída de escombros y objetos voladores. Entre estas medidas, el Contratista deberá:

- Establecer una zona designada y restringida de descarga de desechos;
- Llevar a cabo el aserrado, corte, rectificado, lijado, astillado o cincelado con protectores adecuados y anclaje según corresponda;
- Mantener rutas limpias para evitar conducir equipo pesado sobre chatarra suelta;
- Utilizar medidas temporales de protección contra caídas en andamios y bordes exteriores de superficies de trabajo elevadas, tales como pasamanos y tablas de pie para evitar accidentes;
- Proporcionar a todos los trabajadores anteojos de seguridad con protectores laterales, protectores faciales, cascos y zapatos de seguridad.

## Relaciones con la comunidad

Para mejorar las relaciones con la comunidad, el Contratista deberá:

- Informar a la población sobre los horarios de construcción y trabajo, interrupción de servicios, rutas de desvío de tráfico y rutas provisionales de transporte de carga ancha o pesada.
- Limitar las actividades de construcción por la noche. Cuando sea necesario, asegurar que el trabajo nocturno esté cuidadosamente programado y que la comunidad esté debidamente informada para que puedan tomar las medidas necesarias.
- Al menos tres días antes de cualquier interrupción del servicio (incluyendo agua, electricidad, teléfono, etc.), se debe informar a la comunidad a través de publicaciones en el sitio del proyecto, en los colegios u oficinas del gobierno local y en los hogares/negocios afectados.

## Hallazgos fortuitos de bienes culturales

Si el Contratista descubre artefactos arqueológicos, históricos, restos y objetos, incluidos cementerios y/o tumbas individuales durante la excavación o construcción, el Contratista deberá:

- Detener las actividades de construcción en el área del hallazgo;
- Delinear el sitio o área descubierta;
- Asegurar el sitio para evitar cualquier daño o pérdida de objetos extraíbles. En casos de antigüedades removibles o restos sensibles, se organizará una guardia nocturna hasta que las autoridades nacionales o locales responsables se hagan cargo;
- Notificar al ingeniero a cargo del proyecto que a su vez notificará a las autoridades locales o nacionales responsables de inmediato (dentro de las 24 horas o menos);
- Las autoridades nacionales o locales responsables deberán encargarse de proteger y preservar el sitio antes de decidir sobre los procedimientos apropiados posteriores. Esto requerirá una evaluación preliminar de los hallazgos a realizar por los arqueólogos capacitados para tal fin.
- La importancia y significancia de los hallazgos deben evaluarse de acuerdo con los diversos criterios relevantes para el patrimonio cultural; estos pueden incluir valores estéticos, históricos, científicos o de investigación, sociales y económicos;
- Las autoridades responsables deberán tomar las decisiones sobre cómo manejar el hallazgo. Esto podría incluir cambios en el diseño (como cuando se encuentra un resto inamovible de importancia cultural o arqueológica) conservación, preservación, restauración y salvamento;
- La implementación de la decisión de la autoridad concerniente a la gestión del hallazgo será comunicada por escrito por las autoridades locales relevantes; y
- El trabajo de construcción sólo podrá reanudarse después de que las autoridades nacionales o locales otorguen un permiso sobre la salvaguardia del patrimonio.



## Materiales peligrosos

Si se espera que el sitio de construcción tenga o se sospeche que tiene materiales peligrosos, el Contratista deberá preparar un Plan de manejo de residuos peligrosos, el cual debe ser aprobado por el ingeniero a cargo del proyecto. El plan debe estar disponible para todas las personas involucradas en operaciones y actividades de transporte. La remoción y eliminación de los desechos peligrosos existentes en los sitios del proyecto solo debe ser realizada por personal especialmente capacitado siguiendo los requisitos nacionales o locales, o procedimientos reconocidos internacionalmente.

## Servicios de salud, educación sobre VIH/SIDA

- El Contratista deberá proporcionar servicios básicos de primeros auxilios a los trabajadores, así como instalaciones para atender emergencias por accidentes relacionados con el trabajo, incluso equipo médico adecuado para el personal, tipo de operación y el grado de tratamiento que probablemente se requiera antes del transporte al hospital;
- El Contratista será responsable de implementar un programa para la detección de enfermedades de transmisión sexual, especialmente con respecto al virus de inmunodeficiencia humana, VIH/SIDA;
- El Contratista deberá incluir en su propuesta el esquema de un Plan de salud. El ingeniero a cargo del proyecto emitirá un certificado de cumplimiento para el Contratista antes del inicio de la construcción.

## Supervisión ambiental durante la construcción

El ingeniero a cargo del proyecto supervisará el cumplimiento de estas especificaciones. Cualquier incumplimiento por parte del Contratista será causa de suspensión de obras y otras sanciones hasta que el incumplimiento se haya resuelto a satisfacción del ingeniero a cargo del proyecto. Los Contratistas también deben cumplir con las reglamentaciones nacionales y locales que rigen el medio ambiente, la salud pública y la seguridad.

# • ANEXO 5

# BIBLIOGRAFIA •



Alta Consejería Presidencial para la Equidad de la Mujer, “Lineamientos de la Política Pública Nacional de Equidad de Género para la Mujeres”2012.

Best Practice Guidelines for Solar Power Building Projects in Australia, preparado por The Centre for A sustainable Built Environment, Faculty of the Built Environment, University of New South Wales, Australia 2005.

BID, UPME, Integración de las Energías no Renovables en Colombia,2015.

BID, Marco de Gestión Ambiental y Social (MGAS), Programa de Agua, Saneamiento Básico y Electrificación Rural para el Pacífico Colombiano. subprograma de Energización Rural Sostenible. CO- L1156, octubre de 2015.

BID, Guía para Monitoreo Ambiental y Social de proyectos del BID.

BID, MARCO DE GESTION AMBIENTAL Y SOCIAL (MGAS), para el Programa de saneamiento Básico y Electrificación para el Pacifico colombiano, Subprograma de Electrificación Rural Sostenible CO-L1156, octubre 201.

BID, Análisis Ambiental y Social (AAS), Programa de Acceso Universal a la Energía PL-L1155 Panamá, marzo 2019.

DNP, Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas, “Instalación de Sistemas Solares fotovoltaicos individuales en Zonas No Interconectadas”. agosto 2016.

DANE, Boletín Técnico, Pobreza Monetaria en Colombia.2018.

Guía de operación y mantenimiento de Sistemas fotovoltaicos, preparado por el NAMA: Energías Renovables para el Autoconsumo en Chile” implementado por el Ministerio de Energía de Chile, 2018.

Guía para la descripción de proyectos de centrales solares de generación de energía eléctrica en el SEIA, Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), Chile, 2017.

IDEAM, Atlas de radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia, 2017 Health and Safety Impacts of Solar Photovoltaics, North Carolina Clean Energy Technology Center, 2017.

IFC, Banco Mundial, “Utility -Scale Solar Photovoltaic Power Plants”, 2015.

Banco Mundial, Greening the Wind”, G; Ledec, G., Rapp, K.W., y Roberto, G.A. (2011); Molvar, E.M. (2008); Banco Mundial. (2001).

InterAmerican Investment Corporation - IIC, “Environmental and Social Due Diligence of the Pirapora 1 Project, Minas Gerais State, Brazil” prepared by Environmental Resources Management, 2017.

IPSE, Informes de Gestión 2017, 2018.

IPSE, Estadísticas 2018, Centro Nacional de Monitoreo CNM.

IPSE, Documento de Manejo Ambiental, Proyectos con Energías Renovables, Fotovoltaicos, febrero 2019.

IPSE, Soluciones energéticas para las Zonas No Interconectadas de Colombia, 2014 IPSE, Identificación de las restricciones y criticidades ambientales.

IPSE, Dra. Luz Marina Espinosa una “Guía para el desarrollo del componente social en los proyectos de energización en la Colombia no interconectada (En construcción, Versión 1 abril 2018)”.

IPSE, Documento de Manejo Ambiental, Proyectos con sistemas Fotovoltaicos, febrero 2019.

Major Environmental Impact Assessment, Popua 1MW Solar Farm, preparado por Tonga Energy Road Map Tonga Power Limited, and Meridian Energy Limited, 2011.

MADS, DAASU, Presentación de la Política para la gestión Integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, 2018.

MADS, ANLA, Metodología General para la elaboración y presentación de Estudios Ambientales, 2018.

MAVDT, Consejo Colombiano de Seguridad, Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos.

North Carolina Energy Technology Center, Health and Safety Impacts of Photovoltaics, mayo 2017.

Novoa Guamán, E.G.; Manual de operación y mantenimiento preventivo y correctivo para parques fotovoltaicos en el Ecuador, Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero eléctrico, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2015.

OLADE, Formulación de una Propuesta para una Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada (NAMA) para las Zonas No Interconectadas (ZNI) de Colombia, 2016.

Solar Technology AG SMA, 2017.

SAPP (1999); Avian Power Line Interaction Committee (2012); HDR Engineering (2007).

The World Bank, Africa Renewable Energy Access Program (AFREA), Energy Management Assistance Program (ESMA), “Photovoltaics for Community Service Facilities: Guidance for Sustainability”, December 2010.

Tsoutos, T.; Frantzeskai, N.; Gekas, V; Environmental impacts from the solar energy technologies”, Energy Policy 33 (2005) 289-296.

UPME, MINMINAS, BID, FMAM, Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia. Convenio ATN/FM-12825-CO.

UPME, Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica, PIEC 2016-2020.

UPME, Guía Metodológica para la viabilidad de proyectos de energía para el Plan Todos Somos Pazcífico (PTSP), Subprograma Energización Rural Sostenible, febrero 2017.

UPME, Sistema de Información de eficiencia energética y energías alternativas.

## NOTAS

---

- <sup>1</sup> BID, Marco de Gestión Ambiental y Social (MGAS), Programa de Agua, Saneamiento Básico y Electrificación Rural para el Pacífico Colombiano. subprograma de Energización Rural Sostenible. CO- L1156, octubre de 2015
- <sup>2</sup> Departamento Nacional de Planeación, Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, Pacto por la Sostenibilidad.
- <sup>3</sup> UPME, Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica, PIEC 2016-2020.
- <sup>4</sup> OLADE, Formulación de una Propuesta para una Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada (NAMA) para las Zonas no interconectadas (ZNI) de Colombia, 2016.
- <sup>5</sup> OLADE, Formulación de una Propuesta para una Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada (NAMA) para las Zonas no interconectadas (ZNI) de Colombia, 2016.
- <sup>6</sup> UPME, PIEC 2013-2017.
- <sup>7</sup> En Isla Fuerte, el sistema instalado es híbrido. El sistema Diesel se encuentra actualmente fuera de servicio por problemas de tipo administrativo.
- <sup>8</sup> OLADE, Formulación de una Propuesta para una Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada (NAMA) para las Zonas No Interconectadas (ZNI) de Colombia, 2016.
- <sup>9</sup> Actualmente vigente el PIEC 2016-2020.
- <sup>10</sup> decreto 1140 de 1999.
- <sup>11</sup> UPME, Guía Metodológica para la viabilidad de proyectos de energía para el Plan Todos Somos Pazcífico (PTSP), Subprograma Energización Rural Sostenible, febrero 2017.
- <sup>12</sup> BID, Nota Técnica Sector Energía Colombia, Apoyo al Programa Nacional para asegurar un suministro de energía sostenible y eficiente, 2018.
- <sup>13</sup> Con información BID, MARCO DE GESTION AMBIENTAL Y SOCIAL (MGAS), para el Programa de Saneamiento Básico y Electrificación par el Pacífico colombiano, Subprograma de Electrificación Rural Sostenible CO-L1156, octubre 2015.
- <sup>14</sup> La política se puede consultar y leer como un libro digital en el siguiente link: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/gestion-integral-de-residuos-de-aparatos-electricos-y-electronicos-raee#e-book>
- <sup>15</sup> A New Circular Vision for Electronics: Time for a Global Reboot, Platform for Accelerating the Circular Economy (PACE), 2019.
- <sup>16</sup> Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, MADS, 2010.
- <sup>17</sup> Según la resolución 372 de 2009, los productores obligados con aquellos que importan baterías plomo ácido según numeral arancelario 8507.10.00.00 (acumuladores de plomo de los tipos utilizados para arranque de motores de émbolo (pistón)) en una cantidad igual o superior a 300 unidades al año.
- <sup>18</sup> Se puede consultar el siguiente enlace donde encontrará mayor información sobre los programas posconsumo existentes, y documentos técnicos relacionados con el manejo de los RAEE en el país: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/programas-posconsumo-informacion-general>
- <sup>19</sup> Se trata del proyecto de resolución “Por la cual se desarrollan los artículos 2.2.7A.1.3, 2.2.7A.2.2, 2.2.7A.4.2 y 2.2.7A.4.4 y del decreto 1076 de 2015, decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, y se dictan otras disposiciones sobre la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)”, el cual a la fecha de escritura de la presente Guía se encuentra formulado y está próximo a ser puesto en consulta pública.
- <sup>20</sup> Para conocer las empresas gestoras de RAEE actualmente licenciadas y autorizadas consulte el siguiente enlace: <https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Gestores-RESPEL-y-RAEE/n8sm-cw2b>
- <sup>21</sup> Generador de residuos peligrosos: Cualquier persona cuya actividad produzca residuos o desechos peligrosos. Si la persona es desconocida será la persona que está en posesión de estos residuos. El fabricante o importador de un producto o sustancia química con propiedad peligrosa, para los efectos del presente decreto se equipará a un generador, en cuanto a la responsabilidad

por el manejo de los embalajes y residuos del producto o sustancia, Artículo 3 del decreto 4741 de 2005. Receptor de residuos peligrosos: El titular autorizado para realizar las actividades de almacenamiento, aprovechamiento y/o valorización (incluida la recuperación, el reciclado o la regeneración), el tratamiento y/o la disposición final de residuos o desechos peligrosos, Artículo 3 del decreto 4741 de 2005.

<sup>22</sup> Estadísticas 2018 del IPSE – Centro Nacional de Monitoreo CNM.

<sup>23</sup> Las dimensiones estudiadas son: condiciones educativas del hogar, condiciones de niñez y juventud, trabajo, salud, acceso a servicios públicos domiciliarios y condiciones de la vivienda.

<sup>24</sup> DANE, Boletín Técnico, Pobreza Monetaria en Colombia.2018: *En 2018, la línea de pobreza a nivel nacional fue de \$257.433, que equivale a un crecimiento de 2,7% respecto a la línea de 2017 ubicada en \$250.620. De acuerdo con lo anterior, si un hogar está compuesto por 4 personas, será clasificado como pobre si el ingreso total del hogar está por debajo de \$1.029.732. Si la familia vive en las cabeceras este valor es de \$1.132.956; si vive en los centros poblados y rural disperso es de \$676.740; si vive en las trece ciudades y áreas metropolitanas es de \$ 1.135.312 y si vive en otras cabeceras es de \$1.129.580.”*

<sup>25</sup> UPME, Guía Metodológica para la viabilidad de proyectos de energía para el Plan Todos Somos Pazcífico (PTSP), Subprograma Energización Rural Sostenible, febrero 2017.

<sup>26</sup> BID, UPME, Integración de las Energías no Renovables en Colombia, 2015.

<sup>27</sup> OLADE, Formulación de una Propuesta para una Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada (NAMA) para las Zonas no interconectadas (ZNI) de Colombia, 2016.

<sup>28</sup> Las convenciones de los mapas son las siguientes: **Mapa de potencial hídrico:** cinco clasificaciones (Muy baja: 0-1000 mm/año; Baja: 1000-1500 mm/año; Media: 1500-2000 mm/año; Alta: 2000-2500 mm/año; Muy Alta: >2500 mm/año) y 40% a la pendiente del terreno con tres calificaciones (Baja: 0 a 3%; Media: 3-15%; Alta (>15%). **Mapa eólico:** densidad del viento en W/m<sup>2</sup> a 80 metros de altura. **Mapa de irradiación solar:** Irradiación Global Media kWh/m<sup>2</sup> por día. **Mapa de potencial geotérmico:** Temperatura en grados centígrados a 3000 metros.

<sup>29</sup> Con información del IFC, Banco Mundial, “Utility -Scale Solar Photovoltaic Power Plants” y el atlas de radiación solar, de ozono y ultravioleta de Colombia del IDEAM.

<sup>30</sup> El decreto 1076 de 2015 exige trámite de licencia ambiental a proyectos con capacidad instalada superior a 3 MW que usen fuentes de energía alternativa.

<sup>31</sup> Guía para Monitoreo Ambiental y Social de proyectos del BID B3, Preevaluación y Clasificación.

<sup>32</sup> IPSE, Documento de Manejo Ambiental, Proyectos con Energías Renovables, Fotovoltaicos, febrero 2019.

<sup>33</sup> [Control de grupos electrógenos para el aeropuerto de Tenerife Sur](#)

<sup>34</sup> DNP, Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas, “Instalación de Sistemas Solares fotovoltaicos individuales en zonas no interconectadas”. agosto 2016.

<sup>35</sup> UPME, PIEC 2016-2020.

<sup>36</sup> UPME, Guía Metodológica para la viabilidad de proyectos de energía para el Plan Todos Somos Pazcífico PTSP, Subprograma Energización Rural Sostenible, febrero 2017.

<sup>37</sup> IPSE, Identificación de las restricciones y criticidades ambientales.

<sup>38</sup> Esta sección se basa en múltiples manuales, informes y artículos. Se resaltan los siguientes: • DNP, Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas, “Instalación de Sistemas Solares fotovoltaicos individuales en zonas no interconectadas”. agosto 2016. • Guía para la descripción de proyectos de centrales solares de generación de energía eléctrica en el SEIA, Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), Chile, 2017. • IFC, Banco Mundial, “Utility -Scale Solar Photovoltaic Power Plants”, 2015. • InterAmerican Investment Corporation - IIC, “Environmental and Social Due Diligence of the Pirapora 1 Proect, Minas Gerais State, Brazil” prepared by Environmental Resources Management, 2017. • IPSE, Documento de Manejo Ambiental, Proyectos con Energías Renovables, Fotovoltaicos, febrero 2019. • Major Environmental Impact Assessment, Popua 1MW Solar Farm, preparado por Tonga Energy Road Map Toga Power Limited, and Meridian Energy Limited, 2011. • North Carolina Energy Technology Center, Health and Safety Impacts of Photovoltaics, mayo 2017. • The World Bank, Africa Renewable Energy Access Program (AFREA), Energy Management Assistance Proram (ESMA), “Photovoltaics for Community Service Facilities: Guidance for Sustainability”, December 2010. • Tsoutos, T.; Frantzeskai, N.; Gekas, V; Environmental impacts from the solar energy technologies”, Energy Poliy 33 (2005) 289-296.

- <sup>39</sup> IPCC, 2011: IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1075 pp. (Chapter 7 & 9).
- <sup>40</sup> Minería Urbana y la Gestión de los Residuos Electrónicos, Fernández Protomastro, Gustavo, 2013.
- <sup>41</sup> Las sustancias que se pueden encontrar o liberar en procesos informales de recuperación, tratamiento o reciclaje son (Lundgren, 2012): 1. Lixiviados procedentes de actividades de tratamiento y disposición final. 2. Material particulado (partículas gruesas y finas) procedentes de las actividades de desmantelamiento de los aparatos. 3. Cenizas liberadas al aire y cenizas residuales de las actividades de quema o incineración de componentes. 4. Liberación de humos de mercurio amalgamado provenientes de actividades de “cocción”, de remoción de soldaduras y otras propias de la quema de componentes. 5. Aguas de desecho provenientes de instalaciones de trituración y desmontaje de los aparatos. 6. Efluentes de lixiviación con cianuro y otras actividades de lixiviación.
- <sup>42</sup> Asimismo, se puede consultar las instalaciones autorizadas para la gestión de RAEE y de RESPEL en el enlace del IDEAM (<http://rua-respel.ideam.gov.co/respelpr2009/mapa.php>) o en el portal de datos abiertos del Gobierno nacional (<https://www.datos.gov.co/>).
- <sup>43</sup> Tomado ed. “Estudio de Gestión de Residuos Planta Fotovoltaica Las Jaras de Badajoz”, Gas Natural Fenosa Renovables, S.L.U, 2017.
- <sup>44</sup> Se recomienda consultar el Manual de Capacitación para la preparación de planes de manejo ambientalmente racionales de Baterías Plomo Ácidas usadas en el marco de la implementación del Convenio de Basilea, Serie del Convenio de Basilea / SBC No 2004 / 5, en el siguiente link: [http://quimicos.minambiente.gov.co/images/RAEE/documentos\\_raee/manual\\_entrenamiento\\_baterias\\_plomo.pdf](http://quimicos.minambiente.gov.co/images/RAEE/documentos_raee/manual_entrenamiento_baterias_plomo.pdf)
- <sup>45</sup> Tomado del Manual de Capacitación para la preparación de planes de manejo ambientalmente racionales de Baterías Plomo Ácidas usadas en el marco de la implementación del Convenio de Basilea, Serie del Convenio de Basilea / SBC No 2004 / 5.
- <sup>46</sup> “Superficie impermeable” es una superficie o pavimento construido y mantenido en base a un estándar para prevenir la transmisión de los líquidos más allá de la superficie del piso.
- <sup>47</sup> Sistema de drenaje sellado significa un sistema con componentes impermeables a prueba de pérdidas y que garanticen que los líquidos no corran por el piso, excepto a través del sistema que recoge cualquier pérdida en un sumidero sellado.
- <sup>48</sup> Compilado en la Sección 8 Transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera del Decreto 1079 de 2015 Único Reglamentario del Sector Transporte.
- <sup>49</sup> Se recomienda consultar el Manual de Capacitación para la preparación de planes de manejo ambientalmente racionales de Baterías Plomo Ácidas usadas en el marco de la implementación del Convenio de Basilea, Serie del Convenio de Basilea / SBC No 2004 / 5, en el siguiente link: [http://quimicos.minambiente.gov.co/images/RAEE/documentos\\_raee/manual\\_entrenamiento\\_baterias\\_plomo.pdf](http://quimicos.minambiente.gov.co/images/RAEE/documentos_raee/manual_entrenamiento_baterias_plomo.pdf)
- <sup>50</sup> Esta sección resume información de diversos manuales de operación y mantenimiento de plantas solares: • Best Practice Guidelines for Solar Power Building Projects in Australia, preparado por The Centre for A sustainable Built Environment, Faculty of the Built Environment, University of New South Wales, Australia 2005. • IFC, Banco Mundial, “Utility -Scale Solar Photovoltaic Power Plants”, 2015. • IPSE, Documento de Manejo Ambiental, Proyectos con Energías Renovables, Fotovoltaicos, febrero 2019. • The World Bank, Africa Renewable Energy Access Program (AFREA), Energy Management Assistance Program (ESMA), “Photovoltaics for Community Service Facilities: Guidance for Sustainability”, December 2010. • Guía de operación y mantenimiento de Sistemas fotovoltaicos, preparado por el NAMA: Energías Renovables para el Autoconsumo en Chile” implementado por el Ministerio de Energía de Chile, 2018. • IPSE, Documento de Manejo Ambiental, Proyectos con Energías Renovables, Fotovoltaicos, febrero 2019. • IPSE, Dra. Luz Marina Espinosa una “Guía para el desarrollo del componente social en los proyectos de energización en la Colombia no interconectada (En construcción, Versión 1 abril 2018)”. • Novoa Guamán, E.G.; Manual de operación y mantenimiento preventivo y correctivo para parques fotovoltaicos en el Ecuador, Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero eléctrico, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2015.
- <sup>51</sup> Los pagos por servicios ambientales (PSA) son una clase de instrumentos económicos diseñados para dar incentivos a los usuarios del suelo, de manera que continúen ofreciendo un servicio ambiental (ecológico) que beneficia a la sociedad como un todo.
- <sup>52</sup> Para información de los estructuradores de proyectos, el IPSE, está construyendo con la Dra. Luz Marina Espinosa una “Guía para el desarrollo del componente social en los proyectos de energización en la Colombia no interconectada (En construcción, Versión 1 abril 2018)” que detalla aspectos relacionados con la caracterización de una comunidad.
- <sup>53</sup> Con information del IFC, Utility -Scale Solar Photovoltaic Power Plants.

- <sup>54</sup> BID, Análisis Ambiental y Social (AAS), Programa de Acceso Universal a la Energía PL-L1155 Panamá, Marzo 2019.
- <sup>55</sup> DNP, Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas, “Instalación de Sistemas Solares fotovoltaicos individuales en zonas no interconectadas”. Agosto 2016.
- <sup>56</sup> Tomadas de “Guía de operación y mantenimiento de Sistemas fotovoltaicos, preparado por el NAMA: Energías Renovables para el Autoconsumo en Chile” implementado por el Ministerio de Energía de Chile, 2018.
- <sup>57</sup> Planta Híbrida (Solar off-grif + Diesel), 22 KWp, 30 usuarios ZNI, Vereda Buenavista - Monte Redondo, Municipio Paratebueno, Depto.: Cundinamarca.
- <sup>58</sup> IPSE, Documento de Manejo Ambiental, Proyectos con sistemas Fotovoltaicos, Febrero 2019.
- <sup>59</sup> BID, Análisis Ambiental y Social (AAS) , Programa de Acceso Universal a la Energía PL-L1155 Panamá, Marzo 2019.
- <sup>60</sup> Alta Consejería Presidencial para la Equidad de la Mujer, publicó el documento “Lineamientos de la Política Pública Nacional de Equidad de Género para la Mujeres”2012.
- <sup>61</sup> Ver Anexo de este documento, Estudio de Caso Isla Fuerte.
- <sup>62</sup> <https://ayudaenaccion.org/ong/blog/cambio-climatico/energia-solar-las-mujeres-solares/>
- <sup>63</sup> IPSE, Documento de Manejo Ambiental, Proyectos con sistemas Fotovoltaicos, Febrero 2019.
- <sup>64</sup> RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
- <sup>65</sup> Fuente: <http://www.sui.gov.co> - Sistema Único de Información SUI - Año 2016.
- <sup>66</sup> Informe mensual CNM IPSE junio 2019.
- <sup>67</sup> <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/742159/09C-SolucionesEnergeticasZNI-IPSE.pdf/2871b35d-eaf7-4787-b778-ee73b18dbc0e>
- <sup>68</sup> Fuente: <http://reportes.sui.gov.co/> - Sistema Único de Información SUI - Año 2016.
- <sup>69</sup> Informe mensual CNM IPSE junio 2019.
- <sup>70</sup> Con información BID, MARCO DE GESTION AMBIENTAL Y SOCIAL (MGAS), para el Programa de Saneamiento Básico y Electrificación par el Pacífico colombiano, Subprograma de Electrificación Rural Sostenible CO-L1156, octubre 2015.
- <sup>71</sup> IPSE, Luz Marina Espinosa, Guía para el desarrollo del componente social en los proyectos de energización en la Colombia no interconectada (En construcción, Versión 1 abril 2018).
- <sup>72</sup> No se incluyen los proyectos hidroeléctricos, tanto de tipo reservorio como a filo de agua. Esta sección incluye información de las siguientes fuentes: para Energía eólica - IFC. (2007a); Ledec, G., Rapp, K.W., y Roberto, G.A. (2011); Molvar, E.M. (2008); Banco Mundial. (2001). Para Energía geotérmica - IFC. (2007b). Para Biomasa - Banco Mundial. (2001).
- <sup>73</sup> Esta sección incluye información de las siguientes fuentes: SAPP (1999); Avian Power Line Interaction Committee (2012); HDR Engineering (2007).

