



Propuesta para la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica en la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental de la Policía Nacional de Colombia, aplicando la metodología de gerencia de proyectos

Alex Yamid González Sierra

Carlos Andrés Gómez Casallas

Fredy Enrique Robayo

Universidad EAN

Facultad de ingeniería

Maestría en Gerencia de Proyectos – Virtual

Bogotá D.C., Colombia

2023

Propuesta para la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica en la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental de la Policía Nacional de Colombia, aplicando la metodología de gerencia de proyectos

Alex Yamid González Sierra
Carlos Andrés Gómez Casallas
Fredy Enrique Robayo

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magíster en Gerencia de Proyectos

Director:

Juan Diego Granada Suarez

Modalidad:

Trabajo Dirigido

Universidad EAN

Facultad de ingeniería

Maestría en Gerencia de Proyectos - Virtual

Bogotá D.C., Colombia

27/10/2023

Nota de aceptación:

Julián Felipe Segura Contreras

Firma del jurado

Cesar Hernando Rincón González

Firma del jurado

Juan Diego Granada Suarez

Firma del director del trabajo de grado

Dedicatoria:

1. El Señor es mi pastor; nada me faltará.
2. en lugares de delicados pastos me hará descansar; junto a aguas de reposo me pastoreará. 3. confortará mi alma; me guiará por sendas de justicia por amor de su nombre.
4. aunque ande en valle de sombra de muerte, no temeré mal alguno, porque tú estarás conmigo; tu vara y tu cayado me infundirán aliento. 5. aderezas mesa delante de mí en presencia de mis angustiadores; unges mi cabeza con aceite; mi copa está rebosando.
6. ciertamente el bien y la misericordia me seguirán todos los días de mi vida, y en la casa del Señor moraré por largos días.

Agradecimientos

Gracias a Dios por habernos permitido culminar satisfactoriamente la Maestría en Gerencia de Proyectos, gracias a nuestras familias por habernos prestado parte de su tiempo para poder estudiar, gracias a la Universidad EAN por brindarnos las herramientas y método para adquirir los conocimientos y orientación en cada semestre académico, este logro no hubiera sido posible sin nuestro director de trabajo de grado, que hizo parte de este gran proyecto, a través de los conocimientos y experiencias profesionales compartidas durante todo el proceso de acompañamiento académico.

Gracias a todas las personas que hacen parte de la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental de la Policía Nacional de Colombia, por habernos permitido desarrollar este trabajo y a la Dirección de Educación Policial por habernos otorgado la beca de estudios, con el que se espera aportar en el mejoramiento continuo y profesionalización de nuestra institución.

Resumen

El presente trabajo busca determinar la viabilidad en la implementación de energías limpias en una de las instalaciones físicas de propiedad de la Policía Nacional de Colombia, en este caso particular la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental, ubicada en la zona norte de la ciudad de Bogotá D.C. a través de un sistema de generación solar fotovoltaica, que como primer objetivo busca recomendar a la administración, la instalación de paneles solares, que permita ayudar en la disminución de la explotación de los recursos no renovables, más aún cuando esta especialidad de la Policía Nacional, tiene como misión la planificación, desarrollo, supervisión y evaluación de las actividades de prevención y control de los delitos relacionados con el ambiente de los recursos naturales, lo cual la puede convertir en una de las instalaciones públicas y del sector defensa, como ejemplo por el respeto y la protección del medio ambiente.

El desarrollo en la metodología utilizada, comprendió inicialmente el entendimiento en la estructura y funcionamiento organizacional, revisión de referentes a nivel interno de la institución que permitiera evidenciar si otras instalaciones policiales ya cuentan con este tipo de energías limpias, en aras de determinar antecedentes, lecciones aprendidas y sobre todo la conveniencia dentro del sector público. De igual manera, la viabilidad en la instalación de los paneles solares de acuerdo con la ubicación geográfica y sector dentro de la capital colombiana.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones que permita a la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental, marcar un hito en la historia de la institución, al contar con edificaciones amigables con el medio ambiente y que protege los recursos naturales, con el objetivo primordial de aportar en la mitigación de impactos ambientales y daño en los ecosistemas de nuestro país.

Palabras clave: sector público, gestión de proyectos, paneles solares, medio ambiente, energías limpias, Policía Nacional, PMBOK® Guide.

Abstract

The present work seeks to determine the feasibility of implementing clean energy in one of the physical facilities owned by the Colombian National Police, in this particular case the Directorate of Police and Environmental Protection, located in the northern area of the city of Bogotá. DC through a photovoltaic solar generation system, which as its first objective seeks to recommend to the administration, the installation of solar panels, which will help reduce the exploitation of non-renewable resources, even more so when this specialty of the National Police, has as its mission the planning, development, supervision and evaluation of the activities of prevention and control of crimes related to the environment of natural resources, which can make it one of the public facilities and the defense sector, as an example for respect and protection of the environment.

The development in the methodology used, initially included the understanding of the organizational structure and operation, review of references at the internal level of the institution that would make it possible to show if other police facilities already have this type of clean energy, in order to determine background, lessons learned and above all convenience within the public sector. In the same way, the viability in the installation of solar panels according to the geographical location and sector within the Colombian capital.

Finally, the conclusions and recommendations are presented that allow the Police and Environmental Protection Directorate to mark a milestone in the history of the institution, by having buildings that are friendly to the environment and that protect natural resources, with the primary objective of contribute to the mitigation of environmental impacts and damage to the ecosystems of our country.

Keywords: public sector, project management, solar panels, environment, clean energy, National Police, PMBOK® Guide.

Contenido

1. Introducción.....	13
2. Objetivos.....	16
2.1 <i>Objetivo general.....</i>	16
2.2 <i>Objetivos específicos.....</i>	16
3. Justificación	17
4. Marco Institucional	19
4.1 <i>Misión.....</i>	19
4.2 <i>Visión.....</i>	19
4.3 <i>Mega.....</i>	20
4.4 <i>Referentes históricos.....</i>	20
4.5 <i>Estructura organizacional.....</i>	21
4.6 <i>Mapa de procesos.....</i>	22
4.7 <i>Productos o servicios ofertados.....</i>	23
4.8 <i>Objetivos estratégicos.....</i>	24
5. Marco de Referencia.....	27
5.1 <i>Investigaciones y conceptos sobre energía solar</i>	27
5.2 <i>Investigaciones identificadas en la Policía Nacional de Colombia</i>	37
5.3 <i>Metodología sobre gerencia de proyectos.....</i>	39
6. Diseño Metodológico	42
6.1 <i>Enfoque y alcance de la investigación.....</i>	42
6.2 <i>Identificación de variables físicas y estructurales de la edificación.....</i>	44
6.3 <i>Análisis financiero sobre costo beneficio.....</i>	45
6.4 <i>Estado del arte, uso de paneles solares en la organización.....</i>	47
7. Diagnóstico Organizacional.....	49
7.1 <i>Perfiles encuestados.....</i>	51
7.2 <i>Procesamiento estadístico de datos.....</i>	53

Propuesta para la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica en la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental de la Policía Nacional de Colombia, aplicando la metodología de gerencia de proyectos

7.3 <i>Análisis de los resultados</i>	56
7.3.1 <i>Situación actual</i>	56
7.3.2 <i>Fortalezas</i>	57
7.3.3 <i>Oportunidades de mejora</i>	60
8. Plan de Intervención	62
8.1 <i>Alcance</i>	62
8.2 <i>Direccionamiento estratégico</i>	65
8.3 <i>Cronograma</i>	66
8.4 <i>Riesgos</i>	68
8.5 <i>Presupuesto</i>	70
8.6 <i>Tiempo de retorno de inversión</i>	71
8.7 <i>Resultados aspectos técnicos</i>	72
8.8 <i>Aspectos ambientales</i>	81
9 Conclusiones	84
10 Recomendaciones	87
11 Referencias	88
12 Anexos	91
A. <i>Anexo. Ficha técnica panel solar 550 W</i>	91
B. <i>Anexo. Ficha técnica inversor On Grid 30kW</i>	93
C. <i>Anexo. Estimación indicadores financieros</i>	95
D. <i>Anexo. Metodología encuesta aplicada expertos</i>	96

Lista de Figuras

Figura 1 Estructura Organizacional DICAR.....	22
Figura 2 Mapa de Procesos	23
Figura 3 Plan Estratégico Institucional Policía Nacional de Colombia	25
Figura 4 Objetivos Estratégicos PEI.....	25
Figura 5 Estructura Metodología Utilizada Investigación.....	43
Figura 6 Variables de Identificación Investigación.....	44
Figura 7 Análisis Financiero y Costo Beneficio.....	46
Figura 8 Instalaciones policiales con paneles solares.....	54
Figura 9 Instrumento reducción pago servicios públicos.....	54
Figura 10 Instrumento diversificación uso suministros de energía.....	55
Figura 11 Gestión Infraestructura Física PONAL.....	57
Figura 12 Ubicación Geográfica Edificio DICAR.....	62
Figura 13 Panorámica Edificio DICAR.....	63
Figura 14 Periodo de Retorno de Inversión.....	72
Figura 15 Propuesta Sistema Solar Conectado a la Red.....	75
Figura 16 Dimensiones Panel Solar 550W 4V.....	76
Figura 17 Diferencia Panel Convencional vs PERC	77
Figura 18 Inversor On Grid 30kW.....	79

Lista de Tablas

Tabla 1 Relación de Edificaciones Policía Nacional.....	47
Tabla 2 Relación de Terrenos Policía Nacional.....	48
Tabla 3 Grado de vetustez edificaciones Policía Nacional.....	48
Tabla 4 Población Objeto Investigación.....	50
Tabla 5 Perfil Encuestados.....	51
Tabla 6 Matriz DOFA.....	58
Tabla 7 Datos Generales Edificio DICAR.....	64
Tabla 8 Alineación Estratégica DICAR.....	66
Tabla 9 Plan de Acción Implementación.....	67
Tabla 10 Riesgos del proyecto.....	69
Tabla 11 Proyección Inversión Total Proyecto.....	70
Tabla 12 Proyección de Costos con mantenimiento total.....	70
Tabla 13 Datos Financieros General del proyecto.....	71
Tabla 14 Proyección Instalación de Paneles.....	73
Tabla 15 Proyección Uso Paneles Solares.....	74
Tabla 16 Especificaciones Técnicas Panel Solar.....	78
Tabla 17 Especificaciones Técnicas Inversor.....	79
Tabla 18 Objetivos Ambientales.....	81
Tabla 19 Programas Ambientales.....	82

1. Introducción

Las energías renovables son fuente de energía limpias, inagotables y crecientemente competitivas, se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero causantes del cambio climático, ni emisiones contaminantes.

Dentro de las principales fuentes de energías renovables se tienen la eólica, hidráulica, biomasa, geotérmica y la solar, encontrando en esta última la fotovoltaica. De acuerdo con Roldan (2013), la define como aquella que tiene origen en la luz de sol (fotones) y puede transformarse en energía eléctrica por medio de células fotoeléctricas, lo que la constituye en una energía renovable, limpia y menos contaminante.

En la actualidad la implementación de energía solar en Colombia, que, si bien es cierto, no es un tipo de energía nueva en nuestro país, ha venido creciendo, siendo una tendencia que busca de alguna manera contribuir para un futuro sostenible apoyándose en energías renovables, buscando disminuir el uso de combustibles fósiles en favor de la lucha contra el cambio climático y ayudar a disminuir la contaminación del aire. Es así, que el Gobierno Nacional Colombiano ha expedido durante los últimos años, diversas normas para fomentar el uso de la energía solar, como lo son: incentivos tributarios, generación y venta de energía de los auto generadores a pequeña escala, construcción de parques solares en varias regiones colombianas, así como el desarrollo de campañas de educación y concientización para mantener informadas a las personas y empresas sobre la importancia de aportar en la sostenibilidad, mediante proyectos innovadores donde se aprovechen estos recursos considerados inagotables como el sol o el viento, conocidos como energías renovables.

Este tipo de energías se renuevan, y, por lo tanto, no se agotan con su aprovechamiento o el paso del tiempo, resultando la energía fotovoltaica una apuesta importante dentro de una organización pública para investigar desde la gerencia de proyectos, dado que la Guía del PMBOK – séptima edición, aporta diversos lineamientos, definiendo un proyecto como un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único, Project Management Institute, Inc. (PMI, 2017, p.4). resultando importante el aporte bajo esta metodología para efectuar un análisis asertivo, contribuir en el uso eficiente de los recursos disponibles y aumentar la seguridad del proyecto al contar con una visión global que permita disminuir riesgos.

La Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, tiene a cargo presentar propuestas de innovación que contribuyan con la protección del ambiente, de esta forma a través del enfoque que brinda la guía PMBOK, se pretende que esta unidad policial al finalizar la investigación, se proyecte como un referente en el uso de energías limpias por parte de entidades del sector público, que le permita con ello al gobierno actual, mostrar evidencias y avanzar con resultados efectivos en el ejercicio de la transición energética, reemplazando la electricidad producida a partir de fuentes fósiles por la generada por el sol, haciendo más limpia las labores con el ambiente y contribuyendo en la mejora de la eficiencia energética.

En este contexto, se busca a través del presente trabajo de investigación proponer la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica en una edificación pública, aplicando las fases desde la gerencia de proyectos; inicio, planeación, ejecución, monitoreo y control, y cierre de acuerdo con la guía del PMBOK, con el fin de que pueda ser implementada como aporte en la protección del ambiente, específicamente en la DICAR de la Policía Nacional de Colombia, con sede en la ciudad de Bogotá D.C. quien tiene por misionalidad promover y desplegar acciones de protección al ambiente y a los recursos naturales.

Pregunta de investigación

Con base en lo anterior y dada la importancia en el uso de energías renovables en edificaciones de propiedad de la Policía Nacional de Colombia, se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿La Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, a partir de la metodología de gerencia de proyectos, puede implementar un sistema de energía solar fotovoltaica en las instalaciones, como aporte a la protección del ambiente y ahorro en el servicio público de energía?

De este modo, para dar respuesta al anterior interrogante, dentro de la estructura del presente trabajo se desarrolla la línea de investigación partiendo inicialmente del estado actual, marco teórico, seguido por un diseño metodológico según la ubicación y tipo de edificación seleccionada y finalizando con la presentación de conclusiones y recomendaciones de la propuesta para la implementación de energía solar fotovoltaica, por medio de paneles dentro del inmueble policial, apoyados en la metodología establecida para la gerencia de proyectos, estructurando una propuesta que parta desde el inicio, la planeación, ejecución, control y cierre, de forma tal que la alta dirección pueda aplicarlo no solo en este proyecto, sino en los otros que pueda tener la DICAR previstos implementar, lo que contribuirá en ser un referente nacional al contar con una edificación respetuosa en el control de los impactos ambientales adversos asociados a las instalaciones, procesos y servicios.

Finalmente, la propuesta de investigación se centró en una evaluación cuantitativa, como estrategia para optimizar el consumo energético en la DICAR y reducir las emisiones de carbono asociadas a los procesos, a través de variables clave, como lo son el consumo de energía actual en la edificación, aspectos financieros y ambientales, que permitieron facilitar una comprensión de los beneficios cuantificables que podrían derivarse con la puesta en marcha del sistema de generación solar fotovoltaica en la edificación pública.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta de implementación de energía solar fotovoltaica en el edificio administrativo de la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental de la Policía Nacional de Colombia, utilizando la metodología de gerencia de proyectos, que permita reducir el consumo de energía convencional y contribuir a la protección del ambiente.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Realizar el análisis de viabilidad técnica y financiera para la instalación de los paneles solares en la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR.
- ✓ Identificar al interior de la Policía Nacional de Colombia el uso de paneles solares en edificaciones policiales, que permita conocer el estado del arte en la organización sobre este tipo de proyectos.
- ✓ Establecer el potencial de generación solar fotovoltaica en la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, según la ubicación, orientación y exposición a la radiación solar.
- ✓ Diseñar el plan de implementación de paneles solares en la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, según la metodología de gerencia de proyectos, que permita optimizar el rendimiento energético y buenas prácticas ambientales.

3. Justificación

El desarrollo del presente trabajo, pretende estructurar una propuesta metodológica que permita a la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, evidenciar el aporte y estrategias implementadas como unidad encargada en la protección al ambiente en nuestro país, todo ello con el fin de mejorar el desempeño ambiental y aporte significativo en la mejora del sistema de gestión ambiental.

Lo anterior, teniendo en cuenta que con el acuerdo para el cambio climático de Paris 2015, quedó claro que el desarrollo económico del mundo debe moverse a partir de energías renovables, para dejar atrás la generación a partir de combustibles fósiles, como carbón, petróleo o gas natural, y que mejor manera que una edificación del sector defensa y del sector público de Colombia, sea una unidad pionera en el uso de energía solar, para el desarrollo de las funciones administrativas, más aún cuando entre las energías renovables de mayor uso se encuentra la solar, por lo que resulta importante analizar la factibilidad de un proyecto que proponga la implementación de energía fotovoltaica, por medio de paneles solares en una de las más de 7.000 edificaciones con las que cuenta actualmente la Policía Nacional de Colombia, buscando presentar un proyecto con el plan que permita a la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, tomar la decisión de instalar en la edificación administrativa sin necesidad de realizar ninguna modificación en la estructura física actual.

En concordancia con lo anterior, este trabajo se visiona como una inversión inteligente debido al ahorro proyectado financiero que genera valorización a la propiedad por instalación de los paneles solares, siendo la energía solar fotovoltaica la energía renovable que se genera a partir de la radiación solar y se trata de una de las energías con más impulso en nuestro país. La energía fotovoltaica no contamina y se pretende ayudar a la disminución de la explotación de los recursos no renovables. Con la propuesta que permita la instalación de los paneles solares se suplirá la mitad de energía consumida por

la unidad (1100kw/mes). Para la instalación de los 24 paneles se utilizarán 50m² del techo de la capilla construida al lado del edificio POLIS.

La Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, es la unidad policial responsable de planificar, dirigir, desarrollar, supervisar y evaluar las actividades de prevención y control de los delitos relacionados con el ambiente y los recursos naturales (Decreto 113, 2022). De esta forma, acorde con su misionalidad se debe proyectar como una unidad policial responsable ambientalmente, por esto se planea la implementación de energías limpias por medio de paneles solares para cubrir la mitad del consumo de energía en las instalaciones administrativas del nivel, y por qué no servir de unidad piloto para las demás unidades policiales en el ámbito nacional.

La pertinencia de este proyecto radica en que la transición energética implica un gran avance social y ambiental para la Policía Nacional, en concordancia con la misionalidad de esta dirección en la protección de los recursos naturales. Utilizar energías renovables para el desarrollo de las tareas administrativas potencia a la DICAR, como una unidad consciente del cambio climático y los riesgos que esto implica.

4. Marco Institucional

La Dirección de Carabineros y Protección Ambiental por sus siglas a nivel institucional DICAR, es una unidad de la Policía Nacional de Colombia, creada con el fin de planificar, dirigir, desarrollar, supervisar y evaluar las actividades de prevención y control de los delitos relacionados con el ambiente y los recursos naturales; así como el despliegue de las capacidades en el territorio nacional para contribuir a la seguridad pública, en cumplimiento de la misión constitucional. Lo anterior de acuerdo con el acto administrativo expedido por parte de la Dirección General de la Policía Nacional de Colombia, mediante la cual se define la estructura orgánica de la DICAR y se determinan sus funciones en todas las dependencias internas (Resolución 0271, 2023).

Actualmente la DICAR tiene sus instalaciones administrativas con alcance a nivel nacional desde donde controla y verifica sus seccionales, en la ciudad de Bogotá D.C. exactamente en la Avenida Boyacá No. 142A-55 dentro de un complejo policial con amplias zonas verdes.

4.1 Misión

Direccionar el servicio de Policía Rural en el territorio nacional especialmente en las zonas de consolidación, parques naturales, áreas de reserva, zonas productivas y de frontera, mediante el desarrollo de estrategias de protección, planes, programas, acciones preventivas, disuasivas, de control de delitos, comportamientos contrarios a la convivencia y educación ciudadana, que contribuyan a garantizar la convivencia y seguridad ciudadana rural. Dirección de Carabineros y Protección Ambiental (DICAR, 2023)

4.2 Visión

La Dirección de Carabineros y Protección Ambiental, será reconocida como la unidad gestora de seguridad, progreso y cambio social en el ámbito rural, a partir de la articulación y coordinación responsable y sostenida de capacidades públicas y privadas del orden nacional, departamental y municipal: con policías calificados y cualificados, con mayor arraigo y pleno conocimiento del campo y

sus dinámicas, garantizando la defensa del capital natural para coadyuvar a construir entornos más seguros, prósperos, sostenibles y en paz con la participación del ciudadano. (DICAR, 2023)

4.3 Mega

Promover alianzas múltiples entre gobiernos, el sector privado y la sociedad civil, que permitan una integración real, encaminada a lograr soluciones locales, diferenciales y focalizadas. (DICAR, 2023)

4.4 Referentes históricos

Los orígenes de la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, se remontan a la época del libertador Simón Bolívar, cuando establece a un grupo de su guardia personal como “Escuadrón de Carabineros”, quienes fueron la punta de lanza de todas las batallas y héroes en los encuentros con los realistas, en Pisba, Paya, Corrales, El Pantano de Vargas y el Puente de Boyacá; está última la batalla del 7 de agosto del año 1819 que libera definitivamente el territorio colombiano del dominio español. (DICAR, 2023).

Dentro del contexto histórico, se tiene que, en 1930, se crea la Policía montada con el nombre de carabineros (Decreto 1735, 1930) debido a la importación que se realizó de un lote de 300 caballos (DICAR, 2023) encontrando que se han tenido misiones de otros países, especialmente de Chile, asesorando en la organización y reglamentos relacionados con la Policía rural montada, contando con edificaciones propias para la manutención de los semovientes en diferentes regiones de Colombia, pero contando con la sede principal en la ciudad de Bogotá D.C., desde donde se dirigen las unidades tácticas operacionales, equipadas, entrenadas y especializadas en patrullajes y control rural en todo el territorio colombiano.

La Policía Nacional de Colombia ha tenido la necesidad de contar con la especialidad de carabineros, con el fin de abordar situaciones específicas de seguridad y convivencia ciudadana en las zonas rurales de nuestro país de difícil acceso, donde por condiciones de la topografía del terreno se usan los caballos para realizar los patrullajes por parte de los policías.

De esta forma, los carabineros de Colombia han evolucionado y adaptado sus roles no solo a las necesidades de seguridad personal y bienes de los habitantes que viven en zonas rurales, sino que han demostrado su versatilidad y compromiso con el medio ambiente, al contar con personal especializado en adelantar acciones para proteger la flora y fauna de Colombia, respondiendo a los retos y cambios en el panorama de seguridad para conservar bosques, ríos, paramos y parques naturales, donde ha querido el hombre ingresar para hacer actividades contrarias a la seguridad nacional, como es el caso de explotación ilícita, deforestación, contaminación, incendios, entre otros.

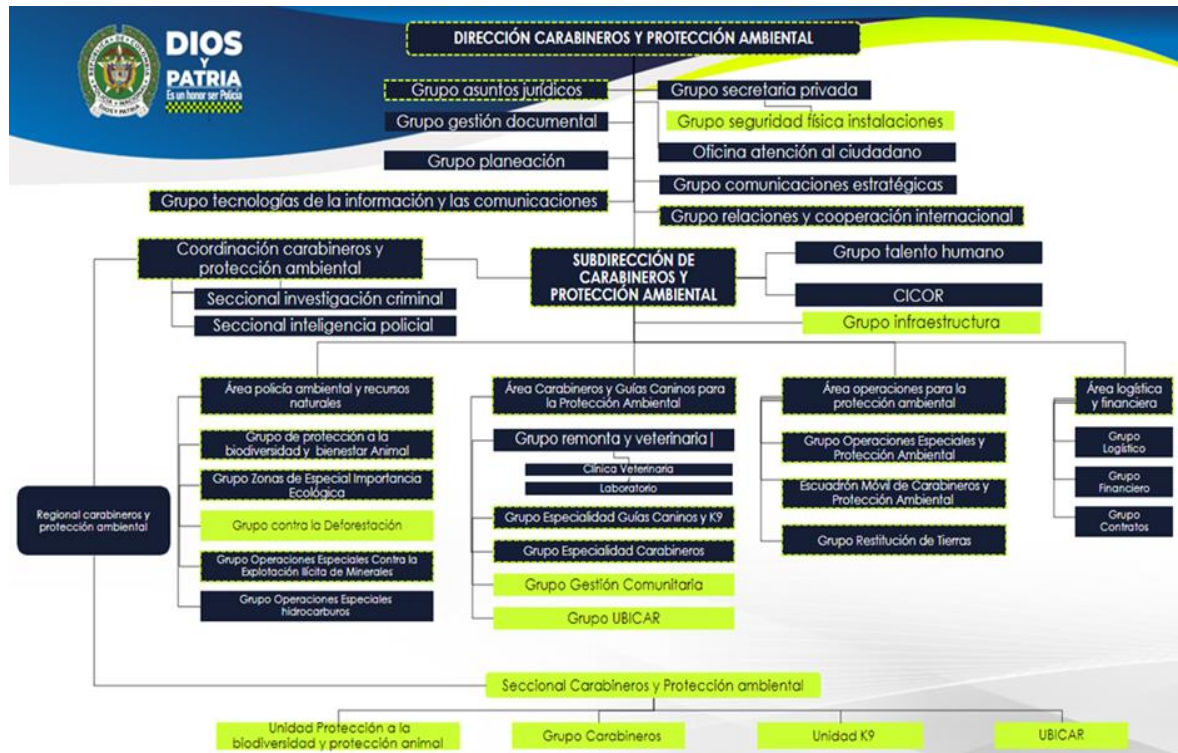
4.5 Estructura Organizacional

Actualmente la DICAR, tiene una dirección, ocho (8) oficinas asesoras a nivel de staff, una subdirección con cuatro (4) coordinaciones y cuatro áreas, con unos propósitos principales y funciones de los equipos de trabajo, que desde la perspectiva organizacional como lo son el talento humano y el desarrollo organizacional, se constituyen en herramienta para dar cumplimiento con los compromisos y responsabilidades designados por parte de la Dirección General y del Ministerio de Defensa Nacional. (DICAR, 2023)

Dentro de la estructura organizacional que se presenta en la figura 1, se destaca un área especializada en la protección del ambiente y los recursos naturales que demanda el país, que permita cumplir los objetivos estratégicos, la generación de lineamientos en materia de protección ambiental y la efectividad en el acompañamiento de las autoridades ambientales.

Figura 1

Estructura Organizacional DICAR



Fuente. Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR

4.6 Mapa de procesos

La Policía Nacional de Colombia tiene adoptado un único mapa de procesos para toda la Institución, donde se ven reflejadas todas las direcciones que hacen parte de la institución, las cuales están contenidas dentro del mapa de procesos de acuerdo con la figura 2. (Resolución 1090, 2023)

Figura 2

Mapa de Procesos



Fuente. Policía Nacional de Colombia

Los procesos de la Policía Nacional de Colombia, se agrupan en procesos gerenciales, procesos misionales, procesos de soporte y procesos de evaluación y mejora, donde cada uno de ellos tienen identificados sus interacciones a través de la caracterización de cada proceso y su responsable en la ejecución (Resolución 0271, 2023).

4.7 Productos o servicios ofertados

La Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, tiene las siguientes líneas de atención para la seguridad humana de los colombianos; previstas desde la alta dirección de la organización y el Ministerio de Defensa Nacional, como máximo ente rector. En los siguientes numerales se mencionan las principales actividades en todo el territorio colombiano. (DICAR, 2023)

1. Seguridad rural (sector agropecuario)
2. Protección al ambiente y recursos naturales.

3. Prevención en la extracción ilícita de yacimientos mineros.
4. Seguridad en la infraestructura crítica e hidrocarburos.
5. Apoyo en la restitución de tierras – población vulnerable.

4.8 Objetivos estratégicos

La Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, participa activamente y contribuye desde el cumplimiento de sus funciones, en el Plan Estratégico Institucional - PEI diseñado por la Policía Nacional de Colombia para los años 2023-2026, alineados al mandato presidencial del cuatrienio, el cual fue denominado “Estrategia integral en seguridad con énfasis en convivencia ciudadana y cambio climático”, como se evidencia en la figura 3. Plan Estratégico Institucional Policía Nacional de Colombia.

La elaboración del Plan Estratégico Institucional PEI, tuvo en cuenta los mandatos del gobierno, donde se incluyen las bases del Plan Nacional de Desarrollo, encontrando allí la base 4 relacionada con la protección ambiental y la base 15 relacionada con los recursos y la sostenibilidad, lo cual articula de manera adecuada con a la información a desarrollar dentro de la presente investigación.

Así mismo, dentro de la Política de Seguridad, Defensa y Convivencia Ciudadana, tiene incluido dentro de los objetivos estratégicos el de contener la deforestación y protección de la biodiversidad y recurso hídrico, haciendo énfasis hacia el desarrollo de actividades frente al cambio climático por parte de la institución en todo el territorio nacional.

Para ello, dentro de los objetivos estratégicos del PEI como aparece en la figura 4, tiene establecido el de contribuir a la protección del ambiente y el desarrollo sostenible, siendo responsabilidad de la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, de acuerdo con su misión y funciones asignadas al interior de la Institución.

Figura 3

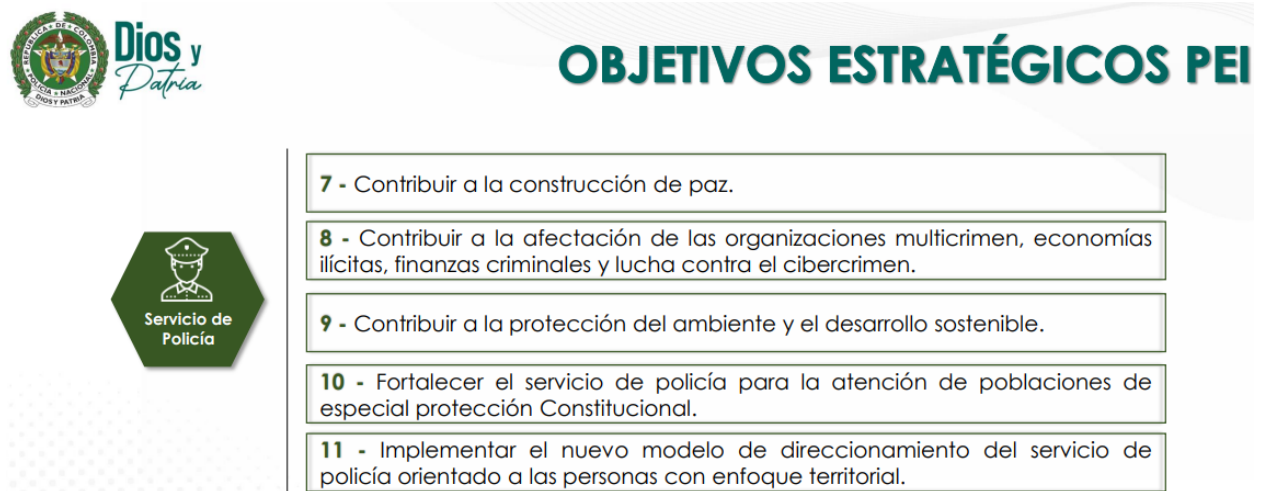
Plan Estratégico Institucional Policía Nacional de Colombia



Fuente. Policía Nacional de Colombia

Figura 4

Objetivos Estratégicos PEI



Fuente. Policía Nacional de Colombia

En el objetivo estratégico 9- Contribuir a la protección del ambiente y el desarrollo sostenible, se tiene la responsabilidad de implementar acciones y estrategias desde el interior de la Policía Nacional, y más específicamente desde la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental.

El desarrollo sostenible permite hacer frente a las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de futuras generaciones para lograr sus necesidades. (Gómez, 2020).

5. Marco de Referencia

Actualmente no solo en Colombia, sino a nivel mundial se está viendo la importancia y relevancia que cobran acciones que desarrollen las personas, las empresas y naciones en pro de contribuir en la protección y conservación del ambiente, siendo incluso tema de discusión, retos y desafíos por parte de los gobiernos en las altas reuniones, visitas de estado y congresos que se desarrollan en diferentes países, donde se cuenta con la representación tanto de los pequeños como de las grandes potencias mundiales dentro de los grandes eventos internacionales, ejemplo de ello, fue lo sucedido en el pasado foro económico mundial de Davos (Suiza) realizado a principios del año 2023, donde se abordaron temáticas sobre cambio climático, sostenibilidad y transición energética.

A continuación, se puntualizan diversas investigaciones y conceptos que fundamentan el uso de la energía solar y la gestión de proyectos, con el fin de identificar el conocimiento y puesta en marcha de acciones hacia la transición energética, donde se destacan las ventajas de la energía solar entre ellas: una energía limpia, es decir amigable con el ambiente; al ser el sol un recurso natural inagotable se tiene la capacidad de garantizar producción de energía eléctrica de forma permanente; este tipo de energía genera menor pago de facturas mensuales por concepto de servicios públicos y es un tipo de energía que necesita un mínimo de mantenimiento anual. Así mismo, la implementación de este tipo de energía presenta unas desventajas, como la falta de espacio para la instalación de los paneles solares, la ausencia de luz solar o de la radiación solar, que puede afectar de forma significativa el proyecto, razón por la cual dentro de la presente investigación se pretende dar respuesta a la viabilidad en la implementación del sistema solar fotovoltaico en el edificio administrativo DICAR.

5.1 Investigaciones y conceptos sobre energía solar

De acuerdo con Prada D. y Martínez P. (2022), en su tesis titulada “Estudio de viabilidad técnica para implementación de paneles solares en Riohacha”, indican que Colombia cuenta con un nivel elevado de poblaciones que no cuentan con servicios de energía ya sea de manera constante o

sectorizada, dando como resultados una deserción escolar y bajo nivel en su crecimiento económico, por lo que centran su visión en Riohacha, buscando dar respuesta a través de un estudio de viabilidad técnica donde se implementaría como método de solución el uso de la energías renovables como la solar, soportando su respuesta en la ubicación geográfica y niveles climáticos del lugar; de igual forma, concluyen que es inagotable y su huella es mínima, logrando dar energía de forma constante lo que generaría un crecimiento del producto de la labor económica como lo es la agricultura y la educación. De acuerdo a lo anterior, es precisamente una de las hojas de ruta que el Gobierno Nacional ha trazado y que ha venido impulsando programas e iniciativas en este departamento colombiano, al contar con un gran potencial de energías no solo solar sino también eólica, dada la ubicación geográfica.

Por otra parte, según López- Santos et al. (2016) sustentan en su artículo “Estudio de la viabilidad técnica para la implementación de un sistema de autoconsumo eléctrico basado en paneles fotovoltaicos para una vivienda”, que la industria del mundo ha hecho del consumo energético una variable exponencial según las necesidades actuales, sumando a esto el cambio climático que ha obligado a lugares del mundo a consumir de forma sobredimensionada la calefacción, refrigeración e iluminación; de igual forma, el aumento de la población, hace que el consumo y la necesidad de servicios como el transporte y la producción alimenticia también se evidencie en ascenso. De esta forma, se puede evidenciar la aplicación que se tienen sobre los paneles solares no solo a nivel industrial sino también en el sector residencial, donde ya se reconoce la necesidad de búsqueda de energías limpias, evidenciando una viabilidad técnica en el uso de un sistema fotovoltaico en hogares tanto rurales como urbanos, con miras a la disminución del consumo de energía y ahorro en el pago del servicio público, teniendo un reconocimiento positivo en proyectos similares y resultados buenos para los ecosistemas.

Tovar, S., y Junior, D. (2022). Proponen un plan de negocio para diseñar una propuesta de implementación de paneles solares para una mejor calidad de vida en la urbanización La Fortuna situada en la vereda de Sardinata municipio de Acacias Departamento del Meta, evidenciando que el crecimiento de la población ha hecho que los ciudadanos abarquen lugares en los cuales por su naturaleza ambiental no se veía la necesidad de contar con altos niveles de energía eléctrica, por tal razón la urbanización hace que el suministro de estas sean de difícil acceso dando con resultado la búsqueda de otras fuentes como los son las energías limpias, en este caso solar la cual es renovable, de bajo costo, silenciosa, de bajo mantenimiento y amigable con el ambiente; sin embargo, se evidencian unas desventajas las cuales son: costo de instalación, intermitencia según la zona por su porcentaje de radiación y el requerimiento de grandes espacios. Finalmente se evidencia que realizando el cálculo del gasto frente a su retorno a futuro es adecuado el manejo de un sistema fotovoltaico denominado principio fotoeléctrico para la transformación a energía eléctrica en residencias domiciliarias.

Otro estudio que resalta la viabilidad en el uso de este tipo de energía solar como fuente alternativa de electricidad en una edificación, fue el elaborado por Boyacá D. (2021) en su artículo, estimación de viabilidad de la implementación de energía fotovoltaica a través de paneles solares en una empresa dedicada a la fabricación de equipos de generación térmica, donde busca sustentar la viabilidad de la implementación de energía fotovoltaica en equipos de generación térmica reconociendo el uso excesivo de electricidad, para generar el convencimiento de la posibilidad del cambio a energías limpias soportando dicha propuesta en un estudio bibliográfico para lograr tener no solo el conocimiento técnico sino también el saber legal para la creación y ejecución de dichos proyectos en Colombia; encontrando así que, se debe tener en cuenta las necesidades para la capacidad de almacenamiento, la radiación existente en la zona el uso, como también el factor financiero entre el valor necesario para su montaje vs el valor de ahorro a un tiempo establecido, finalmente evidencian

como factor fuerte y positivo los diversos beneficios que otorgarán al cuidado del ambiente en esta zona del país.

Por otra parte, revisando otras investigaciones y conceptos que fundamentan la presente investigación, se evidenció que el mismo Gobierno Nacional a través del Ministerio de Minas y Energía presenta una planeación y promoción de soluciones energéticas, donde a su vez promueven las políticas y lineamientos para el desarrollo de proyectos de energía solar fotovoltaica para las zonas alejadas del país que no cuentan con fuentes eléctricas como lo es el municipio de Unguía Chocó. De acuerdo con Pinzón J. (2016) indica en su investigación titulada “Responsabilidad social empresarial en la propuesta de energía solar, como energía alternativa en proyectos sostenibles en Colombia en Titumate municipio de Unguía Chocó”. Es así como en este trabajo ejecutan mecanismos clásicos para demostrar que los combustibles fósiles generan un impacto agresivo en estas zonas no solo ambiental, sino también económico y social, con esto sustentan por qué las empresas deben desarrollar soluciones de energía adecuados, eficaces y amigables, promoviendo el desarrollo de proyectos fotovoltaicos dando respuesta a la necesidad de esta comunidad colombiana.

De igual manera, el Ministerio de Minas y Energía. (2020). Plan Energético Nacional 2020-2050, enuncia que los cambios en la economía y demografía colombiana harán que se necesite mayor cantidad de energía para suplir necesidades, por ejemplo, el masivo uso de tecnología, para atender esta demanda, la oferta debe estar enmarcada en varias estrategias de generación de energías renovables, explotación de recursos internos y alianzas internacionales. Sin embargo, los combustibles fósiles tendrán un índice de participación alto en la generación de energía en el país; se espera que la energía renovable se convierta en la principal fuente de generación de energía para suplir las necesidades del país y aportar al mejoramiento del impacto climático.

Adicionalmente, el Estado Colombiano mediante un documento CONPES 4075 (2022), establece la política para la transición energética, con ella se busca que se consolide el proceso de transición energética del país que será posible a partir del desarrollo de estrategias coordinadas entre Estado y ciudadanía para la adquisición y uso de tecnologías de energía sostenible, entre ellas: la eólica, solar, geotérmica y energía en hidrógeno. Al ser una política de estado le corresponde a todas las entidades públicas desarrollar actividades necesarias para ayudar a cumplir con su objetivo general, algunas entidades tendrían responsabilidades directas en el desarrollo de las estrategias de la política como por ejemplo el Departamento Nacional de Planeación; el Ministerio de Minas y Energía; el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; el Ministerio de Educación Nacional; el Ministerio de Tránsito y Transporte; el Ministerio de Hacienda y Crédito Público; el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, y el Ministerio del Trabajo; mientras que otras como la Policía Nacional de Colombia debe cumplir y hacer cumplir con los parámetros de la política. De igual forma, se le asigna la responsabilidad al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de promover la integración de requerimientos ambientales para distritos energéticos en los procesos de compras y contratación en edificaciones públicas nacionales y territoriales.

En la revisión bibliográfica realizada también se tienen proyectos en el sector salud, de acuerdo con Sanabria A. (2016). El proyecto análisis costo/beneficio de la implementación de tecnologías de energía con paneles solares en la ESE hospital San Cristóbal de la ciudad de Bogotá D.C. muestra los resultados de la implementación de paneles solares fotovoltaicos, que los costos operativos y funcionales son un factor beneficioso en los procesos económicos asociados al funcionamiento institucional, dando así una evaluación positiva y viable en el tiempo usando mapas de radiación solar de la zona, cálculos del costo en su instalación y los beneficios a un tiempo determinado, suministrando datos reales desde la ejecución de una prueba pequeña y masificando su producción para todo el

hospital, evidenciando los beneficios económicos y ambientales, que así como se generan en el sector salud, también puede suceder en el sector defensa, de donde hace parte actualmente la DICAR.

Continuando en el sector salud, según Bello A., y Páez D. (2018). En su monografía titulada estudio de viabilidad financiera de la generación de energía eléctrica a partir de paneles solares para puestos de salud en Colombia, realizan una presentación de información geográfica y tablas de datos frente al uso de energía solar para el corregimiento de Pasuncha en el departamento de Cundinamarca, buscando como este tipo de energías limpias podría ser utilizada en los centros de salud del lugar siendo consciente de las limitaciones espaciales, temporales y económicas, como también las ventajas numéricamente hablando de su ejecución en términos de la cantidad de watts que se podrían obtener y su beneficio económico a futuro, dando también como evidencia el uso productivo, reducción de la huella de contaminación por la actividad humana, tabulando así todos los datos de gastos económicos versus la mitigación de contaminación, como el aprovechamiento y alcance energético para la comunidad dando como conclusión el valor neto y la tasa interna de retorno evidenciando la rentabilidad del proyecto.

Otra investigación innovadora frente al uso de paneles solares, según Muñoz L. (2020). En su propuesta de un sistema renovable basado en paneles solares para la alimentación de la semaforización vehicular y peatonal, presenta un estudio en el cual se piensa en el uso de paneles solares para la alimentación eléctrica de semáforos en la localidad de Chapinero de la ciudad de Bogotá D.C. permitiendo hacer uso de las tecnologías para la formalización de una estructura modelo, dando como resultado una implementación a escala de dichos paneles y mostrando como el uso de los mismos permite una disminución en la contaminación ambiental por el no uso de energía fósil o hidráulica, como también el bajo costo económico desde su manutención hasta el uso desmedido de energías convencionales, mostrando así un cuidado medioambiental en la zona de la ciudad.

Según Pabón P. (2020) en su trabajo donde realizó la investigación para presentar una propuesta técnica para el diseño de un sistema solar fotovoltaico en la planta de Ecopetrol en el municipio de Villeta Cundinamarca Colombia, referencia un término importante en el desarrollo de una propuesta para la implementación de un sistema de energía solar, y es conocer cuál es la cantidad que se puede obtener del sol en determinada zona, datos como la posición del sol, la radiación directa, difusa y reflejada entre otros aspectos son utilizadas en esta métrica.

De acuerdo con Rodríguez A. (2009). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. La energía solar tiene un enorme potencial en Colombia, especialmente en áreas rurales donde muchas familias carecen de acceso a la electricidad. Además, se destaca que la generación de electricidad con energía solar tiene enormes perspectivas en Colombia, teniendo en cuenta que cerca de un millón de familias carecen del servicio de energía eléctrica en el sector rural. Por lo tanto, si una empresa se encuentra en una zona rural o tiene una gran demanda de energía eléctrica, la energía solar podría ser una opción viable para reducir los costos de energía y mejorar la sostenibilidad.

Sin embargo, se debe realizar un análisis detallado de la viabilidad económica y técnica antes de tomar una decisión. En Colombia se han realizado investigaciones en energía solar desde la década de 1.980, incluyendo el desarrollo de diferentes tipos de recolectores solares, películas y materiales absorbentes, sistemas de almacenamiento de calor en forma sensible y latente, ingeniería de grandes sistemas de calentamiento, secado y destilación solar. También se ha investigado en celdas solares y sistemas fotovoltaicos. Actualmente, hay 101 grupos universitarios de I&D en energía en el país, de los cuales 3 se enfocan en energía solar. Estos grupos han realizado investigaciones en temas como radiación solar, aplicaciones térmicas de la energía solar y celdas solares y sus aplicaciones. Además, se menciona que la generación de electricidad con energía solar tiene enormes perspectivas en Colombia, especialmente en áreas rurales donde cerca de un millón de familias carecen del servicio de energía eléctrica.

Salamanca A. (2017). En su propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica en una residencia de la ciudad de Bogotá D.C., destaca entre los aspectos de una metodología para diseñar sistemas fotovoltaicos aislados en 7 pasos: 1. Determinación del perfil de carga: se estudian los hábitos del lugar para calcular los sistemas de acondicionamiento de potencia y de distribución. 2. Estimación del consumo: se calcula el consumo diario de energía eléctrica que debe ser suministrado por el sistema fotovoltaico. 3. Estimación de pérdidas: se calculan las pérdidas en el sistema fotovoltaico, incluyendo las pérdidas por cableado, inversores, baterías, etc. 4. Dimensionamiento de paneles fotovoltaicos, bancos de baterías, controladores de carga e inversores: se determina el número de paneles fotovoltaicos, la capacidad del banco de baterías, el tipo de controlador de carga y el inversor necesario para satisfacer la demanda de energía. 5. Selección de componentes: se seleccionan los componentes necesarios para el sistema fotovoltaico, incluyendo los paneles fotovoltaicos, baterías, controladores de carga e inversores. 6. Diseño del sistema: se diseña el sistema fotovoltaico, incluyendo la ubicación de los paneles, la conexión de los componentes y la configuración del sistema. 7. Evaluación económica: se evalúa la viabilidad económica del sistema fotovoltaico, incluyendo el costo de los componentes, la instalación y el mantenimiento, así como el retorno de inversión. Como gran conclusión de ese ejercicio de proyección se estableció que desde la mirada técnica del proyecto existe una alta viabilidad y gran probabilidad de éxito en el funcionamiento del mismo, así como la indiscutible contribución a la protección ambiental.

En otros países de América, de acuerdo con Banda (2017) realiza un estudio de viabilidad técnico-económico para la implementación de un sistema fotovoltaico titulado, estudio de viabilidad técnica y económica de un sistema fotovoltaico autónomo en las instalaciones de la UCSP, este cuenta con una propuesta de energía solar para las 24 horas del día en la Universidad Católica de San Pablo en la ciudad de Arequipa - Perú, direccionada para todos los aparatos tecnológicos que requieran los estudiantes y docentes en su cotidianidad, soportan este plan dando razón a las tecnologías propuestas

en el plan nacional de electrificación rural a partir de plantas solares fotovoltaicas del Perú, las cuales se ha comprobado que a pesar de no contar con alta radiación en la zona es suficiente para alimentar las necesidades urbanas, sin embargo uno de los baches que impide el desarrollo de esta propuesta son los altos costos en la instalación y la inseguridad o desconocimiento de costos a futuro donde por indagaciones se ha podido verificar que el valor económico se recupera y solventa a corto plazo, dando como valides las 7 horas de radiación, el requerimiento de 28 paneles de 255 Wp, 2 inversores de 1200 watts, 2 controladores de carga de 100 A y 24 baterías de 200 Ah/12V para 1.2 días de autonomía con una inversión inicial de \$USD 26 344.80 y dándole un costo de \$USD 0.198 por kWh, comprobando así su sustentabilidad.

Según Del Campo F., Y Xavier F., (2012) en su investigación “Análisis de la viabilidad técnica de la implementación de paneles solares y aerogeneradores en el campus punta morro de la UABC Ensenada”, sustentan que la transformación de la energía solar y eólica en energía eléctrica es viable económicamente, gracias al facilismo que existe en la producción y manejo técnico, siempre y cuando sea pensado y analizado el lugar donde se realiza la instalación, buscando así una existencia amplia de estos recursos, por lo anterior realizan pruebas donde se ofrece la posibilidad de contar con este tipo de energía en el campus punta morro de la Universidad Autónoma de Baja California ubicada en la ciudad de Ensenada, México. Comprobando con experimentos a mediana escala, que es posible el transformar y obtener energías limpias para el campus universitario, así como la integración de saberes tecnológicos y eco-ambientales, sustentando lo dicho con datos meteorológicos comprobando el alcance del uso de módulos fotovoltaicos. Lo anterior, fortalece el hecho de que los paneles solares pueden ser usados en cualquier tipo de edificación y para cualquier tipo de actividad, como se pretende en la presente investigación de proponer su implementación en una edificación pública al servicio de la Policía Nacional de Colombia.

Becerra et al. (2020) en el trabajo de investigación titulado: La energía solar fotovoltaica, análisis costo beneficio de los proyectos en México, realizó la evaluación de la inversión en sistemas fotovoltaicos solares conectados a la red en México, con el objetivo de determinar el efecto de los subsidios gubernamentales en la rentabilidad financiera de los proyectos. A través de un estudio de caso en el sector agrícola, la investigación muestra que, sin apoyo directo y beneficios fiscales, la viabilidad financiera de los proyectos de energía solar fotovoltaica en México no sería rentable. En este documento también se hace referencia al crecimiento de las energías renovables, especialmente la solar fotovoltaica, en el mundo y la necesidad de políticas para promover su desarrollo. Además, se destaca la importancia de los acuerdos internacionales, como el Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS, en la lucha contra el cambio climático y la promoción del desarrollo sostenible.

Frente al concepto de análisis costo-beneficio y su aplicación en la evaluación de proyectos de energía solar, concluyen que los proyectos de energía solar pueden ser económicamente viables en México, pero requieren el apoyo del gobierno en forma de subsidios y otros incentivos. Lo anterior denota lo que actualmente está haciendo el Gobierno Nacional Colombiano a través de actos administrativos que buscan impulsar este tipo de energías.

Mapa mundial fotovoltaica. (2022). Globalsolaratlas.info <https://globalsolaratlas.info/global-pv-potential-study> Un estudio del banco mundial sobre el potencial de energía voltaica en el mundo muestra el mapa del mundo categorizado en tres niveles de potencia de salida fotovoltaica: nivel 0, que corresponde a estas zonas geográficas donde no hay limitaciones o restricciones y es altamente viable la implementación de proyectos de energía solar; el nivel 1, que corresponde a espacios geográficos que presentan algún obstáculo físico o técnico entre ellos los accidentes geográficos y el nivel 2, que corresponde a los sectores donde se presentan limitaciones blandas. El mapa de Colombia muestra que la Ciudad de Bogotá D.C., se encuentra entre el nivel 0 y 1 es decir, tiene buenos niveles de potencia de

salida fotovoltaica y por ende presenta las condiciones para garantizar la implementación exitosa de un sistema de energía solar fotovoltaica.

Finalmente, y como cierre de los proyectos, en este caso sobre la disposición final de los elementos, resulta importante destacar según Bernal - Aparicio et al. (2022) dan a conocer en su investigación guía para la disposición de paneles solares al final de su ciclo de vida en Colombia, cómo es el correcto manejo de residuos al finalizar la vida útil de los elementos dispuestos para la transformación de energía solar eléctrica, esto lo logran referenciando el proceso que desarrollan diferentes países desarrollados en este campo, toda vez que reconocen que con las nuevas políticas ambientales en Colombia ha aumentado el uso de este tipo de elementos y a su vez, buscan dar solución a un problema ambiental, que si no se tiene una planeación de inicio a fin, haciendo uso de la metodología de gerencia de proyectos, se puede generar un conflicto con los residuos generados por estos sistemas; es por esto que se piensa en una guía de políticas a futuro para el manejo de dichos elementos luego de su vida útil, logrando la obtención de beneficios medioambientales y económicos.

5.2 Investigaciones identificadas en la Policía Nacional de Colombia

Por su parte, se encontró una referencia institucional en materia ambiental por parte de la Policía Nacional de Colombia, realizada por Bejarano D. (2021). Educación ambiental para la Dirección Nacional de Escuelas de la Policía Nacional de Colombia - DINA E, en alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS 2030. Un trabajo donde se muestra cuáles y como se manejan las políticas educativas frente al desarrollo sostenible en la DINA E, para proponer estrategias en las ausencias observables como lo son el que las propuestas y planes existan pero no se ejecuten o se generen pequeños cambios pero en tiempos muy cortos regresando a los mismos malos hábitos y ausentismo de estrategias dinamizadoras en el futuro, a su vez realizaron un estudio frente a qué se entiende por educación ambiental, desarrollo sostenible y necesidades globales en el impacto de la actividad humana

en los entornos naturales, para así proponer mejoras dentro de la institución, lejos de los panoramas económicos y más allegados a la conservación, respeto y cuidado de los recursos naturales.

De acuerdo con Cortínez J (2016), en su trabajo investigativo de la Policía Nacional y su compromiso con la protección del ambiente y biodiversidad en el posconflicto colombiano, muestra como la Institución se encuentra comprometida con la protección del ambiente y su biodiversidad a partir de la prevención y promoción de estrategias para el cuidado y mejora, enfrentando lo que llaman ellos “el nuevo escenario”, buscando así métodos que den respuesta a la vanguardia de seguridad y convivencia de las zonas del país donde se encuentran amenazados sus ecosistemas, diversidad biológica por las actividades ilegales humanas como lo son la minería ilegal, el tráfico ilegal de fauna y flora, la deforestación, entre otros dadas por los grupos subversivos como como lo son el ELN y las FARC; de allí que sobresalga la importancia y el papel fundamental de la entidad en la limitación y prevención de estas situaciones, centrando su impacto en la limitación de la forestación como medio de obtención de energías térmicas para la solvencia de necesidad de la población.

Rincón A. (2020). En su investigación Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la Estación de Policía Florida Valle del Cauca, evidenciaron que en las estaciones de la Policía Nacional de Colombia carecen de calefacción o aire acondicionado generando una ausencia de bienestar térmico, causando a su vez enfermedades ligadas a las altas temperaturas, una de las causantes para que esto ocurra es el sobrecargo que existiría para la Institución en cobros de energía eléctrica, por tanto se prefiere el limitar dicho gasto; por lo anterior se propone un uso de energía limpias como la térmica a partir de paneles solares que permita la disminución de uso de energías fósiles o hidráulicas.

Vargas et al. (2019). En su artículo aprovechamiento de la energía solar para el Área Académica de la Escuela de Aviación Policial mediante un sistema fotovoltaico con conexión a red, muestra el diseño para la Escuela de Aviación Policial en la ciudad de Mariquita departamento del Tolima, con el

uso de un sistema fotovoltaico con conexión a red, haciendo uso de un prototipo con capacidad diaria de 1.930,61 kWh/día y 38.503,34 kWh/mes la cual equivale al 30% de energía consumida por el área, calculando así, el valor para la instalación del sistema para el 100% de necesidad dando como resultado una recuperación del gasto a 11 años y una tasa de retorno para el 2041 de 10.70% buscando así la mitigación del cambio climático y la no emisión de 0.39 tCO_{2eq} por mes.

5.3 Metodologías sobre gerencia de proyectos

Con el fin de identificar los aspectos más relevantes sobre proyectos y que se ajusten al tipo de actividades que desarrolla actualmente la DICAR, a continuación, se enuncian algunos estándares que pueden ser propicios para gestionar la propuesta de implementación del sistema de generación solar fotovoltaica aplicada a la metodología de proyectos.

La guía PMBOK 7 (2021), que define un proyecto como un esfuerzo temporal emprendido para crear un producto, servicio o resultado único, indicando el comienzo y final del trabajo del proyecto o una fase del trabajo del proyecto. Estos proyectos pueden hacer parte de un programa o un portafolio. El programa según esta misma metodología lo define como proyectos relacionados, programas subsidiarios y actividades programáticas que se gestionan de forma coordinada para obtener beneficios que no se hallan de manera individual. En este mismo contexto, el portafolio hace referencia a proyectos, programas subsidiarios y operaciones gestionadas en grupo que permita lograr objetivos estratégicos. De esta forma, se evidencia que todos los proyectos deben tener un equipo, un presupuesto, un cronograma y las expectativas que el equipo quiere alcanzar. (Project Management Insitute - PMI, 2021).

En el nivel de la metodología de proyectos AIPM (2010), para la gestión de proyectos es importante destacar que los ciclos de vida del proyecto comienzan en el momento en que se concibe un proyecto y finaliza cuando se han logrado los resultados deseados. Del mismo modo, se debe destacar

las partes interesadas que pueden ser dentro del proyecto, otros proyectos afectados, el cliente, los proveedores, contratistas y la misma organización, razón por la cual para la presente investigación se pueden resaltar los lineamientos institucionales de la Policía Nacional de Colombia sobre acciones encaminadas a la protección del ambiente, así como el apoyo del gobierno nacional para este tipo de iniciativas, lo que seguramente puede minimizar los riesgos u obstáculos por alguna de las partes interesadas enunciadas.

ISO 21502 (2021), compuesta principalmente por conceptos de gestión de proyectos, donde se relacionan requisitos previos para formalizar la gestión de proyectos, así como la práctica de gestión de proyectos, puede aplicar ampliamente a cualquier tipo de proyecto, por lo que encaja sobre la implementación de paneles solares, detallando conceptos y prácticas que deben ejecutarse en la dirección y gestión de proyectos para todas aquellas personas que participen dentro del proyecto, en este caso por las personas y direcciones de la Policía Nacional de Colombia.

Otra metodología de proyectos que se puede ajustar al desarrollo de la presente investigación es el estándar IPMA (2018), que, de acuerdo con sus amplias unidades de competencia, busca asegurar el éxito del proyecto basado en las competencias de las personas a cargo del proyecto, que permita garantizar el éxito y puesta en marcha del proyecto, logrando los resultados planificados y sobre todo implementando un sistema de gestión de riesgos y oportunidades vinculados a la estrategia de la organización.

Para la DICAR, también podría resultar apropiado aplicar la metodología PRINCE 2 (2017), del mismo modo podría resultar beneficioso, teniendo en cuenta que se tienen inmersos todos los aspectos requeridos en la presente investigación como lo son desde la puesta en marcha, la iniciación, planificación, dirección, control de las fases, gestión de las próximas fases, administración de los entregables y finaliza con el cierre del proyecto, por lo que su aplicación deja ver claramente que incluye todos los aspectos que se deben tener en cuenta al momento de tener la viabilidad para implementar

un sistema de generación solar fotovoltaica en esta edificación pública, más aún cuando se puede realizar con recursos públicos por lo que su exigencia con una metodología de proyectos, lo podría facilitar mucho más, evitando que se materialicen riesgos que no estén contemplados y que no permitan llevar a feliz término el proyecto planeado.

6. Diseño metodológico

De acuerdo con la presente investigación, donde se busca presentar la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica en la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR de la Policía Nacional de Colombia, aplicando la metodología de gerencia de proyectos, se tendrá en cuenta un diseño metodológico tipo descriptivo, en el entendido que se cuenta con la información suficiente, alcance y la delimitación del problema a solucionar, contando con instrumentos para la recepción de datos, que en este caso es a través de un cuestionario que se realizará a los expertos en el mantenimiento y conservación de edificaciones policiales en el país, con el fin de conocer de primera mano si se cuentan con paneles solares en alguna instalación de propiedad de la institución, seguidamente se recopilarán estos datos, que permitirá al final de la investigación presentar un análisis de los resultados obtenidos, donde se tendrán en cuenta variables de estudio como: costo total de instalación, ahorro mensual por concepto de pago en el servicio público de energía eléctrica, disminución en emisiones de CO₂ y buenas prácticas ambientales, lo que le permitirá de manera escalonada ampliar el uso de energías renovables, en este caso particular a través de paneles solares en edificaciones de propiedad de la Policía Nacional en el territorio colombiano.

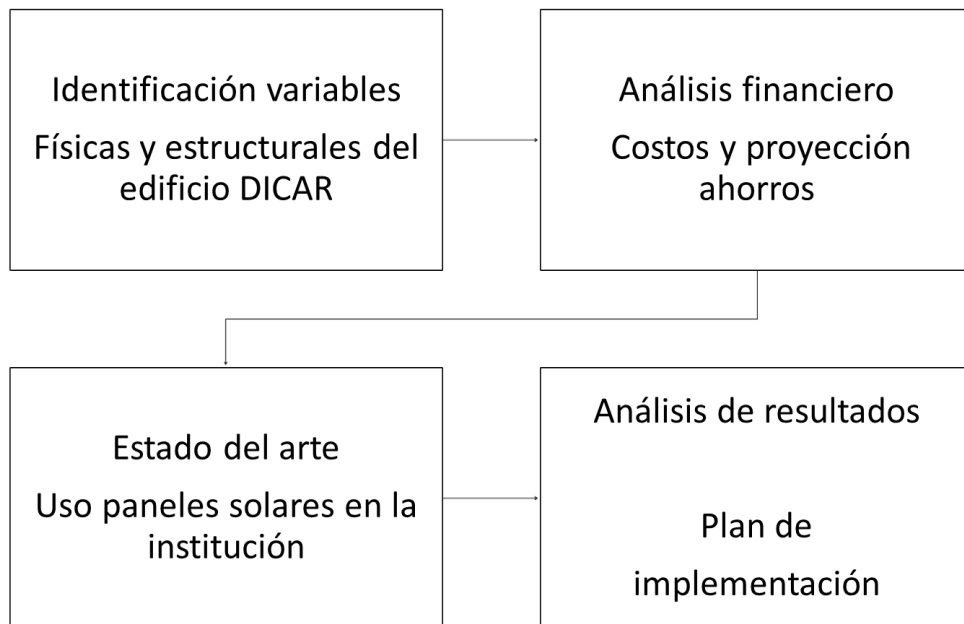
6.1 Enfoque y alcance de la investigación

De acuerdo con Hernández, R. (2018) la investigación se define como un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema. Los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto constituyen rutas posibles para resolver problemas de investigación, todos resultan igualmente valiosos y son, hasta ahora, los mejores métodos para investigar y generar conocimientos.

Por lo anterior el diseño metodológico da a conocer de qué forma se realizó el proyecto planteado en la presente investigación, para ello en la figura 5, se da a conocer la estructura metodológica de acuerdo con las fases de investigación del proyecto, las cuales se encuentran relacionadas de manera directa con el fin de desarrollar cada uno de los objetivos específicos propuestos al inicio del presente trabajo.

Figura 5

Estructura metodología utilizada investigación



Fuente. Elaboración propia - objetivos específicos investigación

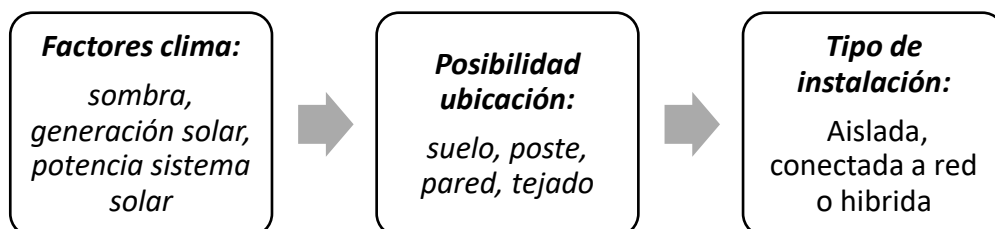
Desde esta perspectiva, y con el fin de cumplir el objetivo general de la presente investigación, se encuentra orientada principalmente a presentar una propuesta metodológica frente al proyecto establecido para la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica en la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, de la Policía Nacional de Colombia en la ciudad de Bogotá D.C. Para ello se desarrollan puntualmente los objetivos específicos planteados los cuales buscan abordar en todo momento una solución de la problemática identificada, a través del uso de datos técnicos que permitan presentar al final de la investigación la mejor propuesta.

6.2 Identificación de variables físicas y estructurales de la edificación

Se busca establecer dentro de este objetivo específico el tamaño de la instalación policial, orientación, vetustez, ubicación geográfica, norma sismo resistente, radiación solar, entre otros aspectos técnicos, que permita de manera directa para el correcto funcionamiento de los paneles solares, de acuerdo con la ubicación de la edificación policial seleccionada dentro del proyecto en la ciudad de Bogotá D.C. determinando la generación solar en kwh/mes. En términos generales a continuación en la figura 6, se enuncian las variables más relevantes que se deben identificar dentro de la investigación para poder presentar la propuesta de viabilidad.

Figura 6

Variables de identificación investigación



Fuente. Elaboración propia

De esta forma se busca poder cumplir el objetivo específico planteado sobre analizar las características físicas y estructurales de la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental, con el fin de poder presentar la propuesta para la implementación de paneles solares, siendo necesario conocer la generación solar en términos de Potencia Sistema Solar (kWp) en esta zona de la ciudad de Bogotá D.C. que permita determinar la viabilidad frente a la implementación del proyecto en esta zona del área urbana.

El trabajo de campo, es realizado a través de una simulación mediante el sistema software PVsyst. De acuerdo con la publicación realizada dentro del Smart Energy Empowerment in Smart and Resilient Cities: Renewable Energy for Smart and Sustainable Cities. (2019), es el instrumento más desarrollado utilizado en el modelado y análisis de sistemas solares fotovoltaicos para diferentes aplicaciones. Estas herramientas permiten al usuario optimizar la mayoría de los parámetros requeridos para la planta solar fotovoltaica y también le permiten utilizar efectos de sombra.

6.3 Análisis financiero sobre costo-beneficio

Se busca efectuar un análisis financiero que permita determinar dentro del proceso de estructuración y presentación del proyecto, conocer los costos totales y beneficios generados producto de la intervención en la presente investigación. En este contexto, dentro del plan de intervención se detallarán aspectos relevantes como:

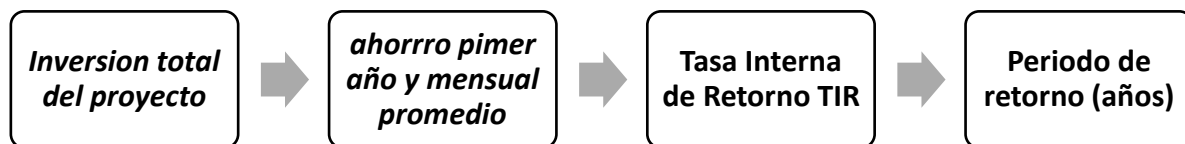
- ✓ Costo total para la instalación de los paneles solares según la cantidad y capacidad requerida en términos de vatio (w) por la potencia capaz de generar la energía solar en la edificación.
- ✓ Materiales e ingeniería de detalle para la correcta ejecución del proyecto.
- ✓ Presentar ahorro primer año y ahorro mensual que tendrían las instalaciones de la DICAR.

- ✓ Tasa Interna de Retorno TIR; convirtiéndose en un factor de evaluación sumamente importante para el éxito del proyecto y toma de decisiones por parte de la alta gerencia, a la hora de autorizar o gestionar los recursos presupuestales que permitan garantizar la rentabilidad del proyecto.

A continuación, en la figura 7 se resaltan las actividades que se buscan desarrollar y presentar al final de la investigación en el plan de intervención, con los resultados obtenidos sobre la estimación de costo beneficio.

Figura 7

Análisis financiero y costo beneficio



Fuente. Elaboración propia

Adicionalmente, es importante precisar que el sistema de generación solar presenta en Colombia beneficios tributarios (Ley 1715,2023) por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional, resultando procedente incluir dentro de los datos económicos y financieros del presente proyecto los beneficios tributarios que se tendría, tales como:

- ✓ Exoneración de aranceles importación.
- ✓ Exoneración IVA.
- ✓ Depreciación acelerada del proyecto en años.
- ✓ Exoneración del pago de renta de acuerdo al valor del proyecto.

6.4 Estado del arte, uso de paneles solares en la organización

Los estados del arte, son estudios cuyo propósito es mostrar el estado actual del conocimiento en un determinado campo o de un tema específico. Bernal, T. (2006). En este contexto, es necesario desplegar acciones internas y externas, que permita recolectar datos, analizar y todo ello apoyado en el marco de referencia y la teoría establecida sobre energía fotovoltaica, siendo necesario recolectar datos de manera cualitativa al interior de la organización, que permita realizar un análisis interno sobre el grado de implementación de este tipo de fuentes de energía al interior de las edificaciones con las que se cuenta en todo el territorio colombiano. En la siguiente tabla se muestra la capacidad actual con la que cuenta la Policía Nacional de Colombia, en materia de infraestructura (edificaciones y terrenos), así como el grado de vetustez que tienen las instalaciones en el ámbito nacional, que permita tener un panorama general sobre las capacidades y evolución de la infraestructura física en el territorio colombiano con la que cuenta la organización, dado que se busca con la presente investigación, que en escenarios futuros se proyecte un escalonamiento en la implementación y uso de energías renovables en las instalaciones de propiedad de la Policía Nacional de Colombia.

Tabla 1

Relación de edificaciones Policía Nacional

Procedencia	Cantidad a nivel país	Porcentaje
Propiedad	5.116	72%
Comodato	790	11%
En proceso de legalización	530	9%
Permiso	362	5%
Arriendos	159	2%
<i>Destinación provisional - SAE</i>	52	0,74%
<i>Convenios</i>	15	0,21%
Total	7.024	100%

Fuente: Elaboración propia- Tomado datos Dirección de Infraestructura PONAL.

Tabla 2

Relación de terrenos Policía Nacional

Procedencia	Cantidad a nivel país	Porcentaje
Propiedad	3.505	66,71%
En proceso de legalización	560	10,66%
Comodato	540	10,28%
Permiso	451	8,58%
Arriendos	160	3,05%
<i>Destinación provisional - SAE</i>	30	0,57%
<i>Convenios</i>	8	0,15%
Total	5.254	100%

Fuente: Elaboración propia datos Dirección de Infraestructura PONAL.

Tabla 3

Grado de vetustez edificaciones Policía Nacional

Procedencia	Cantidad a nivel país	Porcentaje
0 - 5 años	340	4,84%
6 - 10 años	702	9,99%
11 - 20 años	1.739	24,76%
21 - 30 años	1.947	27,72%
31 - 40 años	1.063	15,13%
41 - 50 años	636	9,05%
+50 años	597	8,50%
Total	7.024	100%

Fuente: Elaboración propia datos Dirección de Infraestructura PONAL.

7. Diagnóstico Organizacional

Las etapas que se llevaron a cabo para realizar el diagnóstico de la presente investigación, iniciaron con la elaboración de las preguntas, aplicación a la población objeto, recolección de datos y análisis de la encuesta enviada a los 32 jefes de grupos bienes raíces de las unidades policiales en el territorio colombiano, constituyéndose en juicio de expertos que permitirá establecer el diagnóstico de la organización referente a la implementación de paneles solares en las edificaciones policiales.

Adicionalmente se efectúa el apoyo para recolección de datos a través de la metodología DOFA.

La población seleccionada corresponde a los jefes grupos bienes raíces en el ámbito nacional, quienes son los encargados del mantenimiento en las edificaciones de la Policía Nacional, y tienen la responsabilidad de realizar seguimiento y control en la ejecución de recursos del presupuesto nacional y otras fuentes de financiación, asignados para el desarrollo de obras y mantenimiento de edificaciones policiales con el propósito que se ejecuten los recursos de acuerdo con lo requerido por la Institución.

Para conocer si en la actualidad se tienen instalados paneles solares en algún bien inmueble, principalmente en aquellas que son de propiedad de la Policía Nacional de Colombia, se diseñó una encuesta con ayuda de las herramientas tecnológicas (forms.Office.com) con las que cuenta la institución donde se estructuraron previamente las preguntas, siendo enviadas a través de los correos electrónicos institucionales (@correo.policia.gov.co) a los funcionarios encargados de administrar estos inmuebles y que ostentan el cargo de jefes grupo bienes raíces, como se evidencia en el anexo D.

Los 23 funcionarios encargados del mantenimiento instalaciones policiales o responsables de bienes raíces de la Policía Nacional, que contestaron la herramienta de medición se encuentran ubicados en las siguientes ciudades y departamentos del país:

Tabla 4

Población objeto investigación

Nro.	Denominación	Siglas Policía Nacional	Ubicación geográfica
1	Departamento de Policía Putumayo	DEPUY	San Miguel Agreda de Mocoa (Putumayo) Carrera 8 No. 8 - 55
2	Metropolitana de Policía Amazonas	DEAMA	Leticia (Amazonas) Carrera 11 No.12-32, Barrio Victoria Regia
3	Departamento de Policía Nariño	DENAR	San Juan de Pasto (Nariño) Calle 20 No 26-54 Barrio Las Cuadras
4	Departamento de Policía Atlántico	DEATA	Barranquilla (Atlántico) Carrera 57 No 68 – 180 barrio prado
5	Departamento de Policía Risaralda	DERIS	Pereira (Risaralda) Avenida de Las Américas No. 46 - 35
6	Departamento de Policía Bolívar	DEBOL	Cartagena (Bolívar) Barrio Blas de Leso, Mz 10Lot 15
7	Departamento de Policía Tolima	DETOL	Ibagué (Tolima) Carrera 48 Sur No 157-199 Vía Picalaña
8	Departamento de Policía Cundinamarca	DECUN	Bogotá D.C. Carrera 58 No. 9 - 43 Puente Aranda
9	Departamento de Policía Guainía	DEGUN	Inírida (Guainía) Calle 26 N° 14-75 Barrio 5 de diciembre
10	Departamento de Policía Norte de Santander	DENOR	San José de Cúcuta (Norte de Santander) Calle 22 No. 2-03
11	Departamento de Policía Antioquia	DEANT	Medellín (Antioquia) Calle 71 No. 65 - 20 Barrio El Volador
12	Departamento de Policía Santander	DESAN	Bucaramanga (Santander) Calle 20 No. 20 - 52, San Francisco
13	Departamento de Policía Guajira	DEGUA	Riohacha (Guajira) Calle 15 Carrera 7 Esquina
14	Departamento de Policía Meta	DEMET	Villavicencio (Meta) Calle 44 No. 35C - 02 Barrio El Triunfo
15	Departamento de Policía Arauca	DEARA	Arauca (Arauca) Calle 15 No.7-180 Avenida Juan Isidro
16	Departamento de Policía Boyacá	DEBOY	Santiago de Tunja (Boyacá) Carrera 4 No. 29 - 62
17	Departamento de Policía Caquetá	DECAQ	Florencia (Caquetá) Calle 10 A No. 11 - 40 Barrio Juan XXIII

18	Departamento de Policía Cesar	DECES	Valledupar (Cesar) Carrera 7 No. 23 - 96 Barrio 12 octubre
19	Departamento de Policía Chocó	DECHO	Quibdó (Chocó) Calle 29 No. 1 - 60, Barrio Cristo Rey
20	Departamento de Policía Vichada	DEVIC	Puerto Carreño (Vichada) Carrera 9 No. 18 - 55 Barrio el Centro
21	Departamento de Policía Huila	DEUIL	Palermo (Huila) Km 2 lote b28 parque industrial Palermo
22	Departamento de Policía Vaupés	DEVAU	Mitú (Vaupés) Calle 14 No. 13 - 16 Barrio Centro
23	Departamento de Policía San Andrés	DESAP	San Andrés (San Andrés y Providencia) Av. Francisco newball 5b 1 - 34

Fuente: elaboración propia datos Dirección de Infraestructura

7.1 Perfiles encuestados

El personal encuestado y sus principales características profesionales, se encuentran establecidas dentro del manual de funciones que tiene estandarizado la Policía Nacional de Colombia, donde estructura la identificación del cargo, propósito principal, funciones, funciones genéricas, perfil y estudios requeridos para ostentar el cargo de jefe grupo bienes raíces, donde se pueden resaltar los siguientes datos:

Tabla 5

Perfiles encuestados

Nombre cargo	Jefe Grupo Bienes Raíces
Nivel de gestión	Administrativo
Proceso	Logística y abastecimiento
Nivel de responsabilidad	Administración y gestión
Propósito principal	Liderar el mantenimiento de los bienes inmuebles de la Policía Nacional.

Funciones del cargo	1.Elaborar los planes de adecuación, mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura de las unidades policiales a nivel país de acuerdo a la normativa vigente.
	2.Coordinar con las unidades responsables la asignación de recursos para su ejecución en los proyectos de mantenimiento de acuerdo a la normativa vigente.
	3.Supervisar los contratos de adecuación y/o mantenimientos ejecutados y los convenios interadministrativos de acuerdo a la normativa vigente.
	4.Realizar seguimiento postcontractual a las obras y/o mantenimientos de instalaciones policiales, con el fin de garantizar la efectividad de las garantías en el caso de novedades postventa de acuerdo al procedimiento vigente.
	5.Verificar la elaboración y actualización del soporte técnico de los términos de referencia correspondientes a los mantenimientos, adecuaciones y remodelaciones de acuerdo a la normativa vigente.
	6.Verificar la ejecución de los planes anuales de mantenimiento locativo de las unidades policiales, con el fin de garantizar óptimas condiciones de funcionamiento de la infraestructura física, de acuerdo con la disponibilidad presupuestal y normativa vigente
	7.Verificar la información incorporada y actualizada de la información de los predios a cargo de la unidad en el sistema de información de bienes inmuebles
	8.Supervisar que el responsable de los procedimientos gestión y seguimiento al pago de impuesto predial y contribuciones y gestión y seguimiento al pago oportuno de los servicios públicos domiciliarios recepcione y trámite los formularios y facturas de pago de los bienes inmuebles contablemente a cargo de la unidad.

	9.Realizar los avalúos conforme al cronograma de avalúos comerciales con fines contables, verificando que sean incorporados oportunamente en los estados contables y en el aplicativo SIBIN, igualmente por los funcionarios evaluadores que le sean asignados avaluar predios a cargo de la unidad.
Perfil	Oficiales Mandos del Nivel ejecutivo
Educación	Familias que contienen estudios técnicos profesionales, tecnológicos, profesionales universitarios y posgrados. (Ley 30,1992) Arquitectura Ingeniería civil Ingeniería eléctrica
Formación para el trabajo	Gestión urbana y gerencia de construcciones.

Fuente: elaboración propia – Datos Dirección de Infraestructura

7.2 Procesamiento estadístico de datos

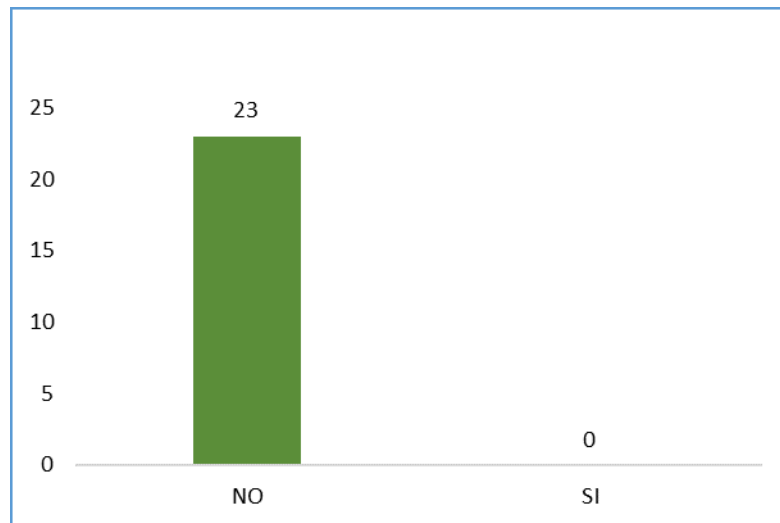
Del total de la muestra proyectada 32 (100%), contestaron la encuesta 23 (72%), quienes dieron a conocer e identificar si en alguna edificación policial bajo su responsabilidad se tiene actualmente instalados paneles solares, de manera tal que permita obtener información de primera mano requerida para el desarrollo de los objetivos específicos definidos en la presente investigación, a quienes se les formularon tres (3) preguntas y se obtuvieron los siguientes resultados.

Pregunta Nro.1 ¿Las instalaciones policiales donde usted labora cuenta con paneles solares?

Respuesta: el 100% de los encuestados manifiestan que las instalaciones policiales que tienen a cargo actualmente bajo su responsabilidad, no cuentan con paneles solares.

Figura 8

Instalaciones policiales con paneles solares



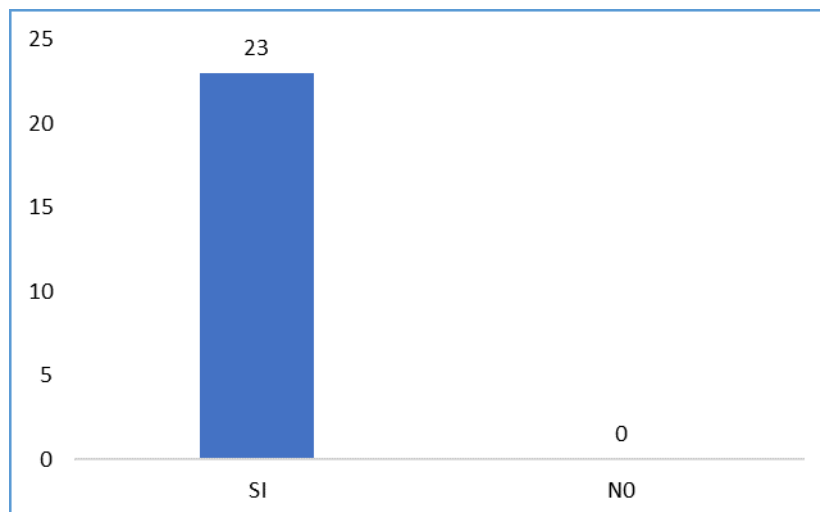
Fuente: Elaboración Propia

Pregunta Nro.2 ¿Considera que la instalación de paneles solares, se puede constituir en un instrumento para reducir el pago por servicios públicos en edificaciones policiales por este concepto?

Respuesta: el 100% de los encuestados responden de manera afirmativa "SI".

Figura 9

Instrumento reducción pago servicios públicos



Fuente: Elaboración Propia

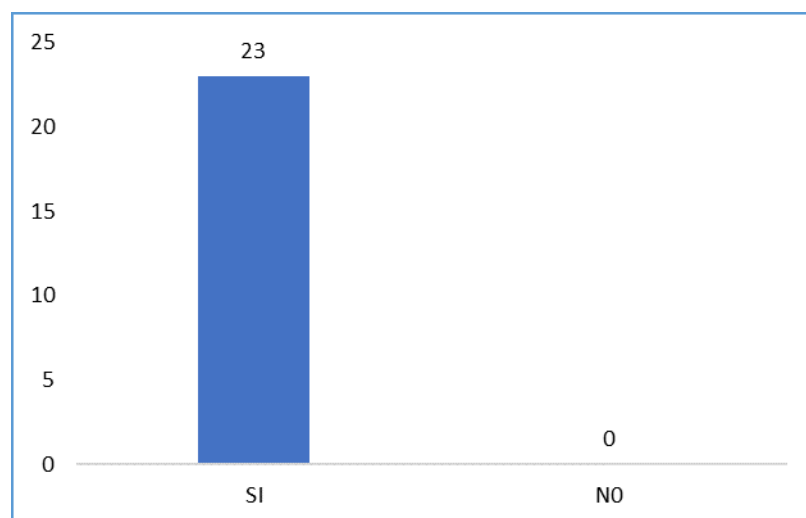
El análisis de los datos da a conocer la importancia y el interés por parte del 100% de los jefes de los grupos de bienes raíces de la Policía Nacional de Colombia encuestados, en que los paneles solares en una edificación policial pueden ayudar en obtener ahorros en la facturación de los pagos por servicios públicos en el consumo de energía eléctrica, más aún cuando estos mismos funcionarios les asiste la responsabilidad de planificar los recursos y realizar los trámites necesarios para el pago de los servicios públicos domiciliarios e impuesto predial de los bienes inmuebles de propiedad y ocupación a cargo de cada unidad policial, con el propósito de cumplir con las obligaciones legales y tributarias.

Pregunta Nro.3 ¿Considera que la instalación de paneles solares en edificaciones policiales, fomenta y promueve la defensa del medioambiente ya que incide directamente en la reducción de la huella de carbono y en las emisiones, al tiempo que diversifica el uso de suministros de energía?

Respuesta: el 100% de los encuestados responden de manera afirmativa “SI”.

Figura 10

Instrumento diversificación uso suministros de energía



Fuente: Elaboración Propia

El análisis de los datos revela por parte de los jefes de los grupos de bienes raíces de la Policía Nacional, que el uso de paneles solares puede en parte contribuir desde la institución como entidad pública en ayudar salvaguardar el ambiente en el corto, mediano y largo plazo, lo cual puede ser una gran apuesta por parte de la organización dar inicio en este tipo de proyectos, que beneficien con una energía libre de emisiones CO₂, ejemplo de sostenibilidad a nivel del sector defensa e incentivando a los más de 150.000 hombres y mujeres con que cuenta la institución, en apostar por el uso de energía solar, siendo un recurso inagotable y disminuyendo de esta forma en parte el uso de combustibles fósiles.

7.3 Análisis de los resultados

7.3.1 Situación actual

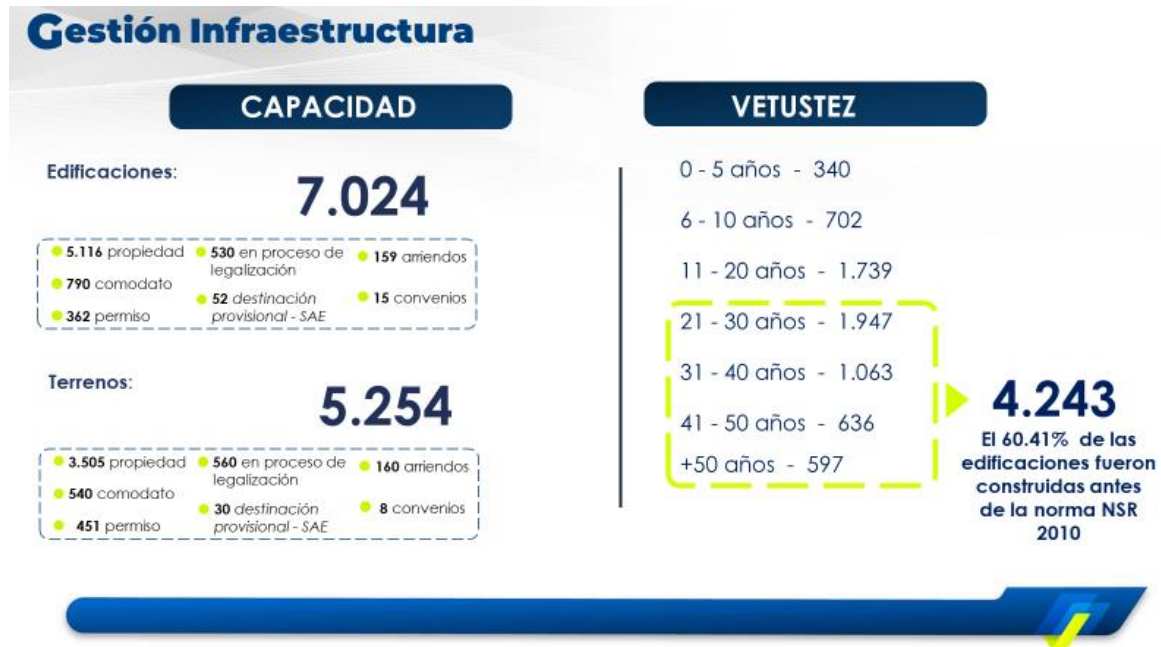
Actualmente la Policía Nacional de Colombia, cuenta con 7.024 edificaciones distribuidas para atender la actividad misional, entre las que se tienen 5.116 de propiedad, 530 en proceso de legalización, 159 en arriendo, 790 en comodato, 362 con permiso de uso, 52 en destinación provisional Sociedad de Activos Especiales - SAE y 15 mediante convenios. Dirección de Infraestructura (DIFRA, 2023)

Estos inmuebles son para atender las necesidades en los ámbitos de gestión de salud, bienestar y educación de los funcionarios, de esta forma se tienen edificaciones en todos los 32 departamentos de la geografía colombiana, para satisfacer las necesidades en materia de instalaciones para la prestación del servicio y bienestar de todos los policías.

De acuerdo con los datos recolectados los expertos que contestaron la encuesta, evidencian que en ninguna de esta edificación se cuenta con paneles solares.

Figura 11

Gestión Infraestructura física PONAL



Fuente Dirección de Infraestructura PONAL.

7.3.2 Fortalezas

Adicionalmente con los datos recolectados y procesados, que permita profundizar y afianzar las herramientas necesarias para conocer un diagnóstico real sobre las fortalezas, se aplicó una metodología de apoyo que permita reemplazar el uso de energía convencional, en este caso por energía solar, siendo importante para la presente investigación efectuar una matriz DOFA. De acuerdo con David, F. R. (2003) es uno de los conceptos y técnicas más utilizados en la administración estratégica para lograr una ventaja competitiva por parte de una organización.

Lo anterior, permitirá conocer las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, a las que se vería enfrentada la Institución y que se deben tener en cuenta en el desarrollo del proyecto para la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica en la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental, de la Policía Nacional de Colombia en la ciudad de Bogotá D.C.

De esta manera en la tabla 8, se enuncian las 5 principales debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, relacionadas según el contexto interno y externo en el que desarrolla su actividad misional, en aras de obtener mayor información sobre el estado del arte actual de instalaciones de paneles solares en edificaciones de la Policía Nacional de Colombia.

Tabla 8

Matriz DOFA

DEBILIDADES (D)	OPORTUNIDADES (O)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Edificaciones policiales con alto grado de vetustez (60,41%) con más de 20 años, sin cumplimiento normas de sismo resistencia. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Legislación MinAmbiente (Ley 99, 1993) desarrollo de tecnologías de generación de energía no contaminantes ni degradantes.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Especificaciones y componentes técnicos que debe contener una edificación policial para la instalación de paneles solares. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Uso Racional y Eficiente de la Energía URE, se promueve la utilización de energías alternativas. Uso de Energía Solar: llámese energía solar, a la energía transportada por las ondas electromagnéticas provenientes del sol (Ley 697, 2021)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Resistencia al cambio del talento humano y directivos en el remplazo de energía solar por energía convencional. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Creación de programas de investigación en el uso racional y eficiente de la energía a través de Colciencias (Ley 29, 1990) y (Decreto 393, 1991)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ausencia de normatividad interna en la organización o lineamientos institucionales para estandarizar el uso de energía solar en edificaciones policiales. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fomento en el aprovechamiento del recurso solar en proyectos de urbanización municipal o distrital, en edificaciones oficiales, en los sectores industrial, residencial y comercial (Ley 1715,2014)

<p>➤ Edificaciones policiales que no son de propiedad de la Institución, sino que se encuentran en otras condiciones administrativas, como arriendos, comodatos, permisos y otras condiciones que no permiten realizar adecuaciones.</p>	<p>➤ Proyectos y parques de energía solar en el país, como referente en la implementación por parte de la Policía Nacional.</p>
<p>FORTALEZAS (F)</p>	<p>AMENAZAS (A)</p>
<p>➤Compromiso organizacional con la preservación del medio ambiente, implementación Sistema de Gestión Ambiental (SGA).</p>	<p>➤Operadores de red energía convencional por cuenta del pago de servicios públicos.</p>
<p>➤Certificación Policía Nacional con la norma ISO 14001 desde el año 2009 por parte del ICONTEC.</p>	<p>➤ Costos altos en la implementación de un sistema solar fotovoltaico en una edificación policial.</p>
<p>➤Definición política ambiental, objetivos y programas ambientales (Resolución 01386, 2012)</p>	<p>➤ Fallas técnicas o naturales, que presenten inestabilidad en la prestación el servicio de energía para el desarrollo de actividades.</p>
<p>➤Condiciones climáticas del lugar donde se pretende desarrollar el proyecto, irradiación solar óptima.</p>	<p>➤ Cambio climático y dependencia energética de combustibles fósiles.</p>
<p>➤Fuentes de financiación por el Gobierno Nacional o recursos provenientes de cooperación internacional para la implementación del proyecto de energía solar en edificios públicos.</p>	<p>➤ Fallas o inconsistencias en la selección del módulo fotovoltaico correspondiente, que no satisfaga la necesidad de la edificación policial.</p>

Fuente: elaboración propia

7.3.3 Oportunidades de mejora

De acuerdo con la matriz DOFA y el análisis de los resultados dentro del diagnóstico organizacional, permite establecer que la organización cuenta con edificaciones de propiedad en el ámbito nacional que pueden ser sujeto de modelo a seguir para la implementación de paneles solares en edificaciones públicas y más específicamente en instalaciones policiales, una vez se presente y valide el proyecto para la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica en la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental, de la Policía Nacional de Colombia en la ciudad de Bogotá D.C. puede llegar a convertirse más adelante en una apuesta institucional por un tipo de energía limpia, inagotable y sobre todo un pionero en dejar de un lado el uso de combustibles fósiles que contaminan el planeta.

Lo anterior asociado con la ubicación geográfica de las edificaciones policiales en zonas de alta irradiación energética del país, así como los beneficios tributarios (Ley 1715, 2014) pueden generar un entorno ideal para el desarrollo de pequeños y grandes proyectos basados en este tipo de energía, que convierten al sector defensa en un referente de desarrollo de energías renovables.

Del mismo modo, se evidencia el fomento, reconocimiento e impulso que se realiza desde el Gobierno Nacional por medio de regulaciones desde el Congreso de la República, donde busca que las instituciones públicas implementen el uso de energías limpias, brindando una serie de beneficios al uso del recurso solar en proyectos de edificaciones oficiales, ayudando de esta forma al medio ambiente a través de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, reduciendo costos en facturas de servicios públicos por concepto de energía eléctrica, y lo más importante aún es demostrar el compromiso que se tiene desde la organización por la sostenibilidad y el planeta. De esta manera, se evidencia la viabilidad que tendría la presente propuesta para gestionar los recursos que permita su implementación según la metodología de proyectos.

Finalmente, es importante destacar que los paneles solares, al ser una de las tecnologías que suple necesidades energéticas de manera no convencional, se convierte en una solución alternativa para brindar energía de manera sostenible a las organizaciones y también a poblaciones alejadas y menos favorecidas. Según Caicedo, S.R. (2022). Director Ejecutivo del Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible (CECODES), explicó: “uno de los principios de responsabilidad social empresarial (RSE), los paneles solares pueden generar un aporte para suplir la necesidad de energía en los grupos de interés estratégicos para las empresas, pero también, ser aliados para la transición energética dentro de la gestión organizacional”.

8. Plan de intervención

8.1. Alcance

Teniendo en cuenta que el objeto de la investigación, tiene como propósito presentar la propuesta para la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica en el edificio administrativo de la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, que hace parte de un complejo policial llamado ESPOL, ubicado en la Avenida Boyacá No. 142A-55, a continuación, se relaciona específicamente la ubicación en la ciudad de Bogotá D.C. del edificio que hace parte del presente proyecto.

Figura 12

Ubicación geográfica edificio DICAR



Fuente: <https://www.google.com/maps/search/Avenida+Boyac%C3%A1+No.+142A-55+ESPOL/@4.7357694,-74.0726545,286m/data=!3m1!1e3!5m1!1e9?entry=ttu>

El edificio DICAR, fue seleccionado para la presente investigación no solo por su ubicación geográfica y estratégica dentro de un complejo verde al norte de la ciudad de Bogotá D.C, sino dada la importancia que reviste esta dirección al interior de la Policía Nacional de Colombia, donde tiene las responsabilidades encomendadas por el Gobierno Nacional, de protección al ambiente y el capital natural, contando con un área de trabajo exclusiva para la policía ambiental y recursos naturales. En la figura 9 se presenta una vista panorámica del edificio DICAR, objeto de estudio de la presente investigación.

Figura 13

Panorámica edificio DICAR



Fuente: Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR

A continuación, en la tabla 5 se ilustran los datos generales más relevante de la edificación seleccionada, que permita ayudar a cuidar el ambiente y contribuir en la reducción de costos por consumo de electricidad, como parte de las acciones propuesta para ayudar en la austeridad en el gasto público liderado desde la Presidencia de la república de Colombia.

Tabla 7

Datos generales edificio DICAR

Ámbito	Aporte
Nombre	Edificio Dirección de Carabineros DICAR
Año de construcción	2000
Área terreno registro	397 m2
Área construida	341 m2
Número de pisos	2
Número inventario SAP	8004070000000000003199640
Matrícula inmobiliaria	50N-00113495
Chip	AAA0127OXPA
Estado conservación	Bueno
Estado legalización	Propiedad PONAL
Estrato	4
Uso POT	Dotacional
Topografía	Ondulado
Clase suelo	Urbano
Afectaciones	Ninguna

Fuente: Elaboración propia Dirección de Infraestructura PONAL.

La instalación del sistema solar fotovoltaico, será en un área total disponible de 198 m2 sin sombras, evidenciando que se dispone de las cubiertas para instalación de los paneles solares, evaluando zonas óptimas de instalación de acuerdo con el objetivo planteado al inicio de la investigación y como parte del desarrollo de los objetivos específicos.

La edificación seleccionada al interior de la Policía Nacional de Colombia, es una construcción que data del año 2.002, con norma sismo resistente NSR-98, es decir cumple con los requisitos mínimos para el diseño y construcción de edificaciones nuevas, con el fin de que sean capaces de resistir las fuerzas que les impone la naturaleza o su uso y para incrementar su resistencia a los efectos producidos por los movimientos sísmicos. (DICAR, 2023)

Según Ramírez, J. (2019), Los requisitos mínimos establecidos en las normas permiten garantizar el fin principal que es salvaguardar la vida humana cuando se presenten fenómenos sísmicos. Los constantes movimientos sísmicos obligan a la revisión continua de las normas de construcción sismo-resistente y de todas las que tienen que ver con la preservación de las edificaciones y por ende de la vida humana, objetivo que debe estar por encima de todos los demás intereses.

8.2. Direccionamiento estratégico

El edificio DICAR se constituye en una unidad central de planeamiento estratégico del servicio de Policía en favor de la protección ambiental, encargada de direccionar y liderar acciones en el marco de la protección del ambiente y de los recursos naturales, con el objetivo de aportar a la mitigación de impactos ambientales y daño en los ecosistemas. Adicionalmente a continuación, se presenta en la tabla 8, la relación directa que tiene la DICAR en su alineación estratégica con las políticas estatales en materia de protección del ambiente, lo que ratifica aún más la justificación de la selección de la edificación, dada la importancia que reviste sobre la protección al ambiente, resultando interesante proponer proyectos que ayuden a mitigar acciones en contra del ambiente, como lo es la energía solar, una alternativa de consumo de energía limpia y responsable con el ambiente, que contribuye al desarrollo sostenible.

Tabla 8

Alineación estratégica DICAR

Ámbito	Aporte
17 Objetivos de Desarrollo Sostenible-ODS	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 2: hambre cero • Objetivo 13: acción por el clima • Objetivo 15: vida de ecosistemas terrestres
Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia, Potencia Mundial de Vida”	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenamiento del territorio alrededor del agua y justicia ambiental. • Transformación productiva. • Internacionalización y acción climática.
Plan Estratégico del Sector Defensa “Convivencia Ciudadana, Garantías para la Vida y la Paz 2023-2026”	<ul style="list-style-type: none"> • Protección y preservación de la biodiversidad. • Contribuir a la gestión del cambio climático. • Protección del medio ambiente. • Lucha contra la explotación ilícita de yacimientos mineros.

Fuente: Elaboración propia información Dirección de Carabineros y Protección Ambiental PONAL.

8.3. Cronograma

Producto de la presente investigación, se formuló un cronograma y plan de implementación de paneles solares para la edificación donde se encuentra ubicada la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, a partir de la metodología de gerencia de proyectos PMBOK® 7 (2021), de forma tal que se entreguen los resultados esperados, se genere valor agregado para la organización y sus partes interesadas. El enfoque de desarrollo utilizado es el predictivo, dado que desde un inicio se conocen los requisitos del proyecto y del producto, en este caso la instalación de los paneles solares, estableciendo revisiones periódicas que permita cumplir los resultados esperados, producto de la definición del alcance, elaboración de un cronograma, estimación de costos, necesidades de recursos y riesgos que se puedan llegar a presentar.

2	Formalización proyecto. Entrega de equipos											
3	Instalación del sistema											
4	Pruebas técnicas y de verificación											
5	Capacitación											
6	Certificación RETIE organismo certificador											
7	Lecciones aprendidas Cierre proyecto											

Fuente: elaboración propia

8.4. Riesgos

Según la guía PMBOK®7 (2021) un riesgo es un evento o condición incierta que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos. Los riesgos identificados pueden o no materializarse en un proyecto. De esta forma, de acuerdo con la matriz DOFA realizada, se prevé maximizar los riesgos positivos (oportunidades) y disminuir la exposición a riesgos negativos (amenazas), de forma tal que no se presenten retrasos durante la ejecución del proyecto, que puedan surgir sobrecostos o que no se cumplan los resultados esperados para la organización. Los cinco (5) principales riesgos identificados al proyecto se definen los siguientes:

- ✓ No aprobación de recursos presupuestales para la implementación del sistema de generación solar fotovoltaica.
- ✓ Retraso en la importación de los paneles solares.

- ✓ Imprevistos durante la instalación de los paneles solares en la edificación, incurriendo en sobrecostos por mantenimiento de las instalaciones.
- ✓ Resistencia a los cambios por parte de la alta dirección.
- ✓ Factores climáticos que puedan afectar o retrasar la instalación.

Tabla 10

Riesgos del proyecto

Ítem	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Efectos	Plan de tratamiento
1	No aprobación de recursos presupuestales para la implementación del sistema de generación solar fotovoltaica.	Ocasional	Alto	Incumplimiento de los objetivos del proyecto	Otras fuentes de financiación, convenios, alianzas público privadas
2	Retraso en la importación de los paneles solares.	Ocasional	Alto	Incumplimiento de los objetivos del proyecto	Rediseño de las fases para el desarrollo del proyecto
3	Imprevistos durante la instalación de los paneles solares en la edificación, incurriendo en sobrecostos por mantenimiento de las instalaciones.	Ocasional	Alto	No se pueden desarrollar o retraso en las siguientes fases del proyecto	Estrategias y acciones de ejecución fases siguientes
4	Resistencia a los cambios por parte de la alta dirección.	Posible	Alto	Limitación en la aprobación del proyecto	Toma de conciencia, educación y socialización beneficios
5	Factores climáticos que puedan afectar o retrasar la instalación.	Ocasional	Alto	Retraso en el cumplimiento de las fases del proyecto	Estrategias y acciones de ejecución fases siguientes

Fuente: Elaboración propia

8.5. Presupuesto

A continuación, se detallan los costos totales durante la inversión del proyecto para la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica en la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental de la Policía Nacional de Colombia.

Tabla 11

Proyección inversión del proyecto

Ítem	Descripción	Valor
1	Inversión total del proyecto	\$ 162.638.645,00
2	Ingresos operacionales por generación	\$ 706.831.569,00
3	Beneficio deducción del IVA	\$ 15.246.711,00
4	Beneficio tributario deducción fiscal	\$ 73.695.967,00
5	Beneficio tributario depreciación acelerada	\$ 4.421.758,00

Fuente: Elaboración propia visita inspección técnica Grupo ECOLED SAS

Tabla 12

Proyección costos con mantenimiento anual

Ítem	Descripción	Valor
1	Inversión total del proyecto	\$ 162.638.645,00
2	Mantenimiento anual (1,2%)	\$ 1.951.663,74

Fuente: Elaboración propia visita inspección técnica Grupo ECOLED SAS

Se debe realizar como mínimo un mantenimiento preventivo al año, con el fin de garantizar el rendimiento óptimo del sistema y durabilidad a largo plazo del mismo, con el fin de asegurar las garantías de los equipos y adecuaciones eléctricas del proyecto solar. Se excluye los dentro del valor de inversión total del proyecto, los beneficios establecidos donde los paneles solares e inversores no generan IVA (Ley 1955, 2019)

8.6. Tiempo de retorno de inversión

A continuación, se detalla el tiempo de retorno que tendría el proyecto de la implementación del sistema generación solar en el edificio de la DICAR, desde la inversión inicial hasta que los rendimientos acumulados se tornen iguales al valor total de la inversión realizada, de acuerdo con la información aportada dentro de la visita técnica realizada por el Grupo ECOLED SAS, expertos en la instalación de paneles solares en nuestro país, y que están detallados en la tabla 13, así como en el anexo C de la presente investigación. En este contexto, se proyecta un estimado del periodo de retorno en 4,4 años, como se proyecta en la figura 14. De igual manera se obtuvo una TIR equivalente al 21,1%, con base en una tasa de descuento del 7%, resultando viable desde el ámbito financiero de acuerdo con estos indicadores, en el entendido que se tiene una tasa TIR superior a la tasa del descuento, más aún cuando se tiene una vida útil proyectada de los paneles solares a instalar de 25 años de durabilidad, de acuerdo con las garantías que se tienen de fabrica para este tipo de elementos.

De esta forma con la tasa TIR, la tasa de descuento y el periodo de retorno expresados en años, se evidencia una viabilidad financiera del proyecto de acuerdo con la inversión que se debe realizar inicial, así como el valor y riesgo derivados en la ejecución del proyecto, lo cual se puede minimizar en corto tiempo, a lo que también se le puede sumar los beneficios tributarios que puede adquirir la organización al contar en sus edificaciones con sistemas de generación solar, incluidos dentro de la legislación colombiana (Ley 1715, 2014).

Tabla 13

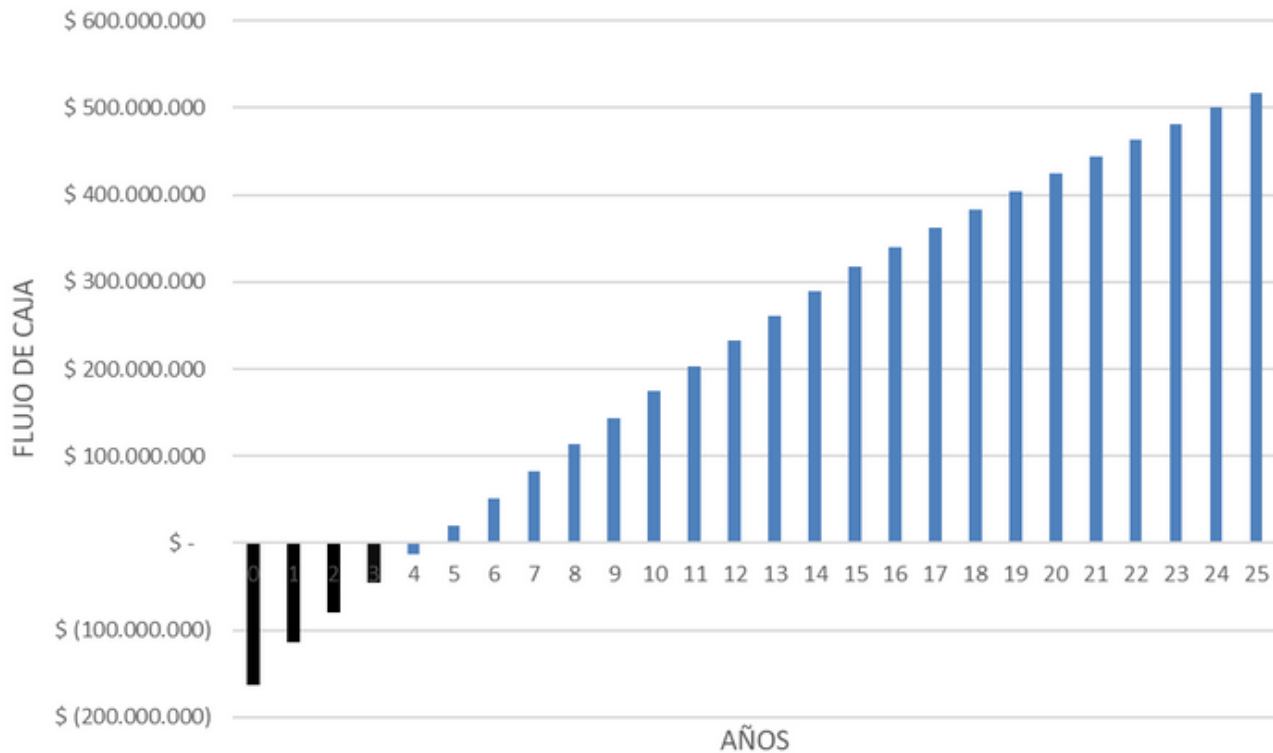
Datos Financieros General del proyecto

DATO FINANCIERO	RESULTADO
TASA DE DESCUENTO	7%
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	21,1%
AÑOS RECUPERACIÓN INVERSIÓN	4,4

Fuente: Elaboración propia visita inspección técnica Grupo ECOLED SAS

Figura 14

Periodo de retorno de inversión



Fuente: Elaboración propia visita inspección técnica Grupo ECOLED SAS

8.7. Resultados aspectos técnicos

Con la acción de simulación del sistema software PVsyst, se realizó el ejercicio con un analizador de red instalado en la edificación DICAR a partir del patrón de consumos detectado, con el cual se buscaba medir los parámetros eléctricos y control de procesos en las instalaciones, con el fin de obtener de manera real una información relevante y sobre todo en tiempo real, que permitiera conocer la gestión de consumo energético dentro de la edificación policial en el transcurso de 24 horas.

El suministro de energía en la edificación es principalmente para el uso de lámparas, computadores, impresoras y teléfonos IP, que son usados por el personal uniformado y no uniformado que labora en el ámbito administrativo de la DICAR en promedio 80 personas, y quienes brindan soporte y apoyo logístico a los demás funcionarios que hacen parte de esta Dirección en el territorio nacional, al tener como centro de operación por parte del Director de Carabineros y Protección Ambiental y sus dependencias asesoras en este edificio en la ciudad de Bogotá D.C. y desde donde se encargan de planificar, dirigir, desarrollar, supervisar y evaluar las actividades de prevención y control de los delitos relacionados con el ambiente y los recursos naturales; así como el despliegue de las capacidades en el territorio para contribuir a la seguridad pública, en cumplimiento de la misión constitucional. (DICAR, 2023).

Se efectuó una visita técnica al edificio administrativo de la DICAR, por parte de expertos del Grupo ECOLED, una empresa colombiana dedicada a la importación, comercialización y distribución de iluminación LED, energías renovables (fotovoltaica, termo solar y eólica) y materiales eléctricos, con el fin de analizar mediante visita de campo la mejor propuesta para la edificación policial, en búsqueda de ahorro energético y el compromiso con la conservación del medio ambiente por parte de la institución. De lo anterior se concluyó el requerimiento de los siguientes elementos para su implementación.

Tabla 14

Proyección instalación de paneles

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Panel solar 550 W	66
2	Inversor ON GRID 30 kW	1
3	Medidor bidireccional	1
4	Soportes paneles	1

5	Accesorios varios: cajas combinadoras D.C, cables requeridos DC 6mm ² / AC 35mm ² , conectores MC4 tuberías eléctricas, protecciones, rieles, barrajes)	1
6	Inspección RETIE, trámites ante operado de red, UPME	1
7	Monitoreo en tiempo real del sistema solar fotovoltaico – APP	1
8	Ingeniería de detalle	1

Fuente: Elaboración propia visita inspección técnica Grupo ECOLED SAS

Con base en la anterior información sobre la tipología seleccionada de ser un sistema conectado a la red y teniendo en cuenta los resultados obtenidos se propone la implementación de un sistema solar fotovoltaico con las siguientes características de manera general, como se evidencia en la tabla 11.

Tabla 15

Proyección uso paneles solares

Equipo	Cantidad	(W)	Hora sol / día	Producción por día
Panel solar	66	550	4,2	2.5 kWh

Elaboración propia- Fuente visita técnica DICAR

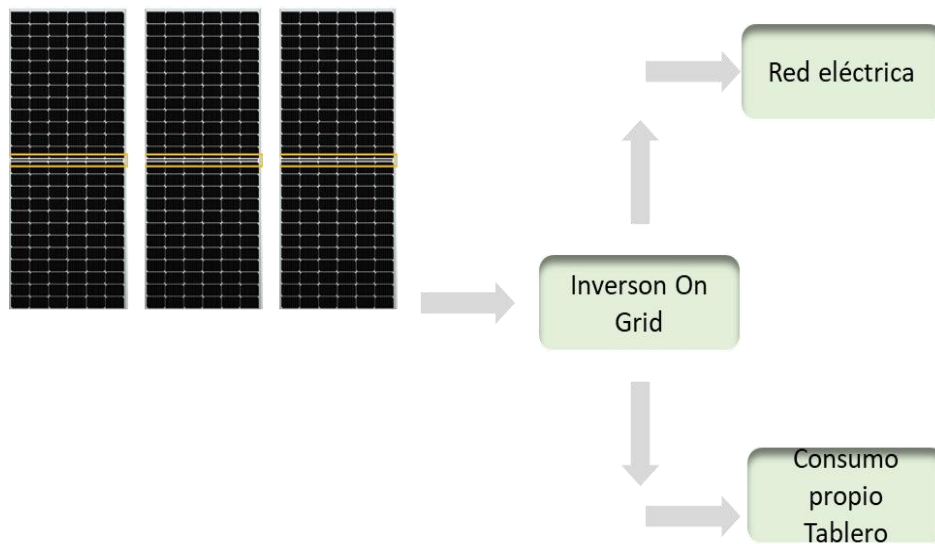
Asimismo, dentro del trabajo de campo, se estableció que el sistema a utilizar para la presente investigación es la denominada sistema conectado a la red, como se detalla en la figura 15.

Según Rico et al. (2022) este sistema permite entregar a la red eléctrica toda la electricidad producida por el sistema solar durante el día. Es un sistema muy utilizado en países desarrollados, con grandes incentivos para todos los usuarios. El país pionero de la energía solar FV, Alemania, en 1991, se reguló por primera vez la conexión a red y el pago o remuneración de las energías renovables mediante una Ley Nacional de Abastecimiento Energético.

El inversor de conexión a red entrega energía a la red mientras exista radiación solar y los paneles solares FV produzcan electricidad; de esta manera se reduce el costo por electricidad del sitio. Los elementos más sustanciales son los paneles y el inversor, por eso a continuación se detallan los tipos y las características recomendadas para ser instalados dentro de la edificación DICAR, de acuerdo con el trabajo de campo realizado, este incluye un dimensionado y selección de equipos que forman parte integral del sistema conectado a la red, desde el mismo momento de la captación de la radiación solar por parte de los paneles solares fotovoltaicos, pasando a la correcta conexión del sistema a los inversores y finalmente la entrega de la potencia a una subestación para su uso.

Figura 15

Propuesta sistema solar conectado a la red

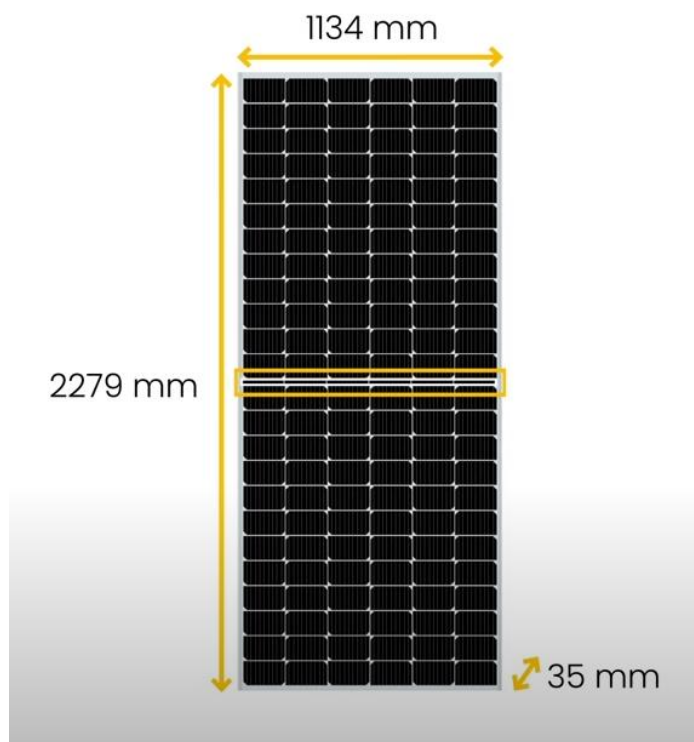


Fuente: elaboración propia

Una vez identificada la cantidad de paneles solares a ubicar de acuerdo con el área disponible en el techo de la edificación, equivalente a 198m², se propone la instalación de panel solar de 550 W a 24 V con 144 medias células de silicio monocristalino tipo PERC, por considerarse una placa solar de gran calidad y con una eficiencia de hasta un 22,5%, contando adicionalmente con una garantía de producción de 25 años, el cual presenta en el siguiente gráfico las dimensiones, con un peso de 29 kg.

Figura 16

Dimensiones panel solar 550W 24V

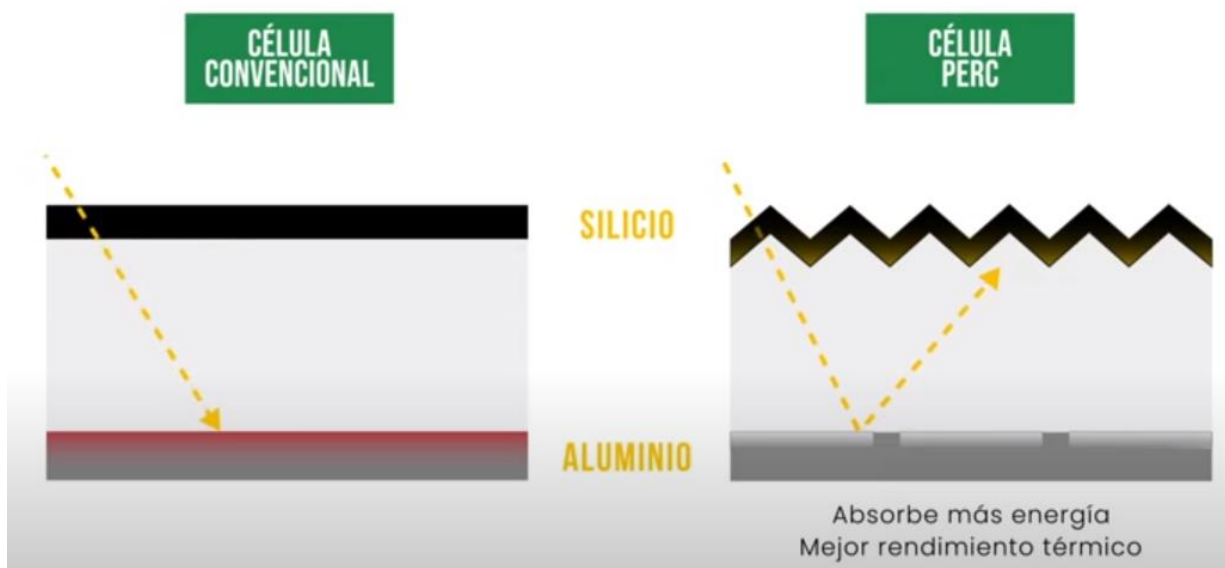


Fuente: AutoSolar Energy Solutions

La célula PERC, dispone una capa reflectante en su parte posterior dispuestas entre el silicio y el aluminio con ello se concibe que parte de la radiación que atraviesa la célula no penetre en la capa de aluminio final y sea reflejada a la capa de silicio para que se pueda absorber su energía, gracias a esta reflexión la propia célula es capaz de captar más energía y al mismo tiempo alcanza una temperatura inferior, con lo que se consigue un mejor rendimiento térmico frente a otras tecnologías de células fotovoltaicas incluidos las policristalinas, como se evidencia en el siguiente gráfico.

Figura 17

Diferencia panel convencional vs PERC



Fuente: AutoSolar Energy Solutions

8.7.1. Especificación técnica panel solar 550 W

A continuación, en la tabla 16 se detallan algunos de los aspectos más relevantes en las especificaciones técnicas del panel solar seleccionado para la ejecución del proyecto, incluyendo dentro de los anexos al presente proyecto la ficha técnica publicada por parte de uno de los proveedores de este tipo de panel, para tener una mayor profundidad sobre la justificación en la selección del tipo de panel para ser instalados dentro del edificio administrativo de la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, en la ciudad de Bogotá D.C.

Tabla 16

Especificaciones técnicas panel solar

Descripción	Cantidad
Potencia	550W
Tipo de célula	Monocrystalino PERC
Rigidez	Rígido
Dimensiones	2279 x 1134 x 35mm (1.5mm Cell Gap)
Tensión máxima potencia	40.98 V
Corriente en cortocircuito ISC	14.01 A
Eficiencia	21,28%
Amperios Máximos de Salida IMP	13.42 A
Tensión en Circuito Abierto	49.68 V
Voltaje de Trabajo	24v
Peso	29kg
Marco	Aluminio anonizado

Fuente: AutoSolar Energy Solutions

Las especificaciones detalladas se encuentran dentro del anexo A del presente documento.

Dentro de las principales ventajas que presenta este tipo de panel solar, se tiene una eficiencia superior, técnicas de fabricación que tienen mayor tolerancia a sombras, durabilidad superior, y en cuanto al mayor rendimiento térmico se tiene el uso de tecnología PERC que da un gran salto en producción de potencia, por lo que lo convierte en una de las mayores eficiencias por metro cuadrado de acuerdo con el área requerida para la instalación. Este tipo de placa solar es perfecta para cualquier tipo de edificación ya se aislada o con conexión a red, o cualquier otro tipo de sistema de autoconsumo gracias a su elevada eficiencia, obteniendo una mayor producción en el mismo espacio.

8.7.2. Especificación técnica inversor On Grid 30 kW

Dentro de los componentes tecnológicos requeridos para el desarrollo del proyecto, es necesario contar con un inversor On Grid 30kW, para lo cual en la figura 18, se ilustra un inversor con las características requeridas de acuerdo con la investigación.

Figura 18

Inversor On Grid 30kW



Fuente: Energitel.com

De acuerdo con lo registrado en la página web de energitel.com, este tipo de inversor, son en la actualidad una referencia de la línea de equipos trifásicos de última tecnología y de alto rendimiento eléctrico, diseñados para operar mediante una solución de seguimiento al punto de máxima potencia y conexión a redes con tensiones nominales de 220 vac, con un amplio rango de voltaje de entrada, mayor silencio de operación por su refrigeración sin partes móviles garantizando el mínimo de mantenimiento y una mayor resistencia al uso en ambientes tanto interiores como exteriores.

Tabla 17

Especificaciones técnicas inversor

Descripción	Cantidad
Capacidad nominal	30kW
Dimensiones	630W*700H*357D
Weight (kg)	63
Topology	Transformerless
Self consumption (night)	<1W (Night)
Operating ambient temperature range	-25~60°C
Relative humidity	0~100%
Ingress protection	IP65
Noise emission(typical)	<60 dBA
Cooling concept	Force cooling
Voltaje de conexión	180-270 Ajustable
Frecuencia de red	57 – 62 Hz
Salida	Trifásica
Máxima eficiencia superior	98.3%
Pantalla	7.0"
Diseño	4 MPTT dotada de algoritmo de alta precisión
Protección	IP65
Conexión	RS 485 e interfaz WIFI o GPRS

Protección	Múltiples funciones
Accesorios	Switch conmutador para DC y tarjeta de comunicación WIFI,
Garantía	10 años

Fuente: Energitel.com

Las especificaciones detalladas se encuentran dentro del anexo B del presente documento.

8.8. Aspectos ambientales

Dentro de la investigación realizada, y teniendo en cuenta que la Policía Nacional de Colombia actualmente cuenta con la implementación, mantenimiento y aseguramiento del sistema de gestión ambiental (Resolución 03498, 2019) donde la institución se compromete a contribuir con la protección del ambiente, a través de la prevención de la contaminación, el cumplimiento de la legislación y las diferentes regulaciones ambientales y el control de impactos ambientales adversos asociados a las instalaciones, procesos y servicios, así como el mejoramiento continuo del desempeño ambiental de la organización, resulta importante enunciar qué a través del desarrollo del presente proyecto, se logró calcular la cantidad de emisiones CO2 evitadas (Ton) a través del programa software PVsyst.

Adicionalmente, el alcance del sistema de gestión ambiental, tiene los siguientes objetivos y programas ambientales, por lo que el actual proyecto puede contribuir de manera directa en el cumplimiento y avance significativo para ser un referente en el sector público.

Tabla 18

Objetivos ambientales

Ítem	Descripción	Aporte
1	• Gestión para el liderazgo y apoyo al SGA	x
2	• Uso y ahorro eficiente energético	x
3	• Uso y ahorro eficiente del recurso hídrico	
4	• Gestión integral de residuos peligrosos especiales	
5	• Gestión integral de residuos peligrosos RAEE	

6	<ul style="list-style-type: none"> Gestión Integral de Residuos Sólidos (Aprovechables, Ordinarios y de Origen Vegetal) 	
7	<ul style="list-style-type: none"> Emisiones Atmosféricas en Fuentes Móviles (vehículos) de la Policía Nacional 	

Elaboración propia- Fuente página web PONAL

Tabla 19

Programas ambientales

Ítem	Descripción	Aporte
1	<ul style="list-style-type: none"> Uso y ahorro eficiente del recurso hídrico 	
2	<ul style="list-style-type: none"> Gestión integral de residuos peligrosos especiales 	
3	<ul style="list-style-type: none"> Gestión integral de residuos sólidos (aprovechables, ordinarios y de origen vegetal) 	
4	<ul style="list-style-type: none"> Emisiones atmosféricas en fuentes móviles de la Policía Nacional 	x

Elaboración propia- Fuente página web PONAL

Los programas ambientales hacen parte de la planificación ordenada de actividades que se implementan por parte de la Policía Nacional de Colombia, en búsqueda de gestionar aspectos ambientales, asegurar el cumplimiento de aspectos legales, así como evitar o minimizar los riesgos ambientales. Estos programas ambientales se formulan siguiendo los lineamientos de la guía para la implementación de programas de gestión ambiental para la Policía Nacional 1DS-GU-0009, determinando las actividades, responsabilidades, plazos, recursos y normatividad legal a través del formato 1DS-FR-0022 formulación de programas ambientales.

En este contexto, se obtuvo en el desarrollo de la investigación en materia ambiental, que las emisiones de CO₂ evitadas (Ton) es de 158. El sistema produce actualmente 42.480 kWh/mes y tiene una proyección en tiempo estimado de 25 años, previo cumplimiento de los mantenimientos preventivos requeridos cada año, que permita garantizar el rendimiento óptimo del sistema y durabilidad a largo plazo del mismo.

9.Conclusiones

La ubicación geográfica y las instalaciones de la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental-DICAR de la Policía Nacional de Colombia en la ciudad de Bogotá D.C. permite realizar la instalación e implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica, de acuerdo con el cumplimiento a los requerimientos técnicos utilizados a través del uso del software PVsyst, así como la potencia sistema solar identificada dentro del trabajo de campo, la cual asciende a 36,3 kWp y la generación solar equivalente a 4.031 kWh/mes, siendo un factor clave al momento de implementar el proyecto. De esta forma, se concluye la viabilidad técnica para la instalación de los paneles solares en la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, de acuerdo con el potencial de generación solar fotovoltaica, según la ubicación, orientación y exposición a la radiación solar.

El objetivo general de la investigación era diseñar una propuesta de implementación de energía solar fotovoltaica en el edificio administrativo de la DICAR, utilizando la metodología de gerencia de proyectos, la cual se pudo cumplir basados en el contexto de la guía del PMBOK® séptima edición 2021, logrando un resultado único con un principio y un final como lo es la propuesta de implementación de los paneles solares dada la viabilidad técnica, financiera, jurídica de inmueble, lo que conlleva a reducir el consumo de energía convencional y contribuir a la protección del ambiente por parte de esta entidad pública.

Con relación a la pregunta de investigación, se puede establecer que efectivamente la Dirección de Carabineros y Protección Ambiental DICAR, con base en la guía del PMBOK® séptima edición 2021, puede implementar un sistema de energía solar fotovoltaica en las instalaciones, como aporte a la protección del ambiente y ahorro en el servicio público de energía, teniendo en cuenta que los fundamentos teóricos y metodología sobre gestión de proyectos, brindan las herramientas necesarias para apalancar este tipo de iniciativas que generan efectos positivos en la organización.

A partir del patrón de consumos detectados por el analizador de red instalado dentro del ejercicio de la presente investigación, la instalación de los 66 paneles solares dentro de los 198 m² disponibles en el tejado, le permitiría a la DICAR obtener un ahorro mensual del 9% en el pago por concepto de energía eléctrica equivalente a \$2.466.666,00 sobre el consumo promedio correspondiente a 42.480 kWh/mes.

De acuerdo con la investigación realizada con los funcionarios responsables de mantenimiento de edificaciones policiales en el territorio nacional, actualmente las edificaciones policiales consultadas no cuentan con la instalación de paneles solares, considerando un efecto positivo por parte de estos expertos como una buena práctica administrativa para contribuir en la protección del ambiente, generando así una proximidad sobre el estado del arte en la organización sobre este tipo de proyectos.

Por otro lado, el ejercicio de simulación permitió proyectar que la implementación del sistema de generación solar fotovoltaica en la edificación policial, podría contribuir con mitigar aproximadamente 158 Toneladas de emisiones CO₂, convirtiéndose en un aspecto de resaltar en materia de protección al ambiente por una unidad que tiene como misión y dentro de su portafolio de servicios, realizar acciones que contribuyan en la protección al ambiente y los recursos naturales, y que mejor manera de hacerlo que a través del uso de energías renovables.

La implementación de este tipo de energías renovables tiene múltiples beneficios tributarios, entre los que se destacan exoneración de aranceles de importación, exoneración de IVA, depreciación acelerada del proyecto en 3 años y exoneración del pago de renta por el %0% del valor total del proyecto.

En cuanto a viabilidad financiera el proyecto a partir de su implementación tendría una tasa de retorno TIR del 21,1%, programando un periodo de retorno en 4,4 años del valor de la inversión del proyecto, lo que desde el ámbito financiero lo hace viable para su implementación.

El proyecto una vez autorizado se implementa en aproximadamente 11 semanas, y puede perdurar en el tiempo hasta una nueva inversión en materia de paneles solares por 25 años, previo al cumplimiento de mínimo un mantenimiento preventivo durante cada año, para lo cual se diseñó el plan de implementación de paneles solares en la DICAR, siguiendo la metodología de gerencia de proyectos que brinda la guía del PMBOK® séptima edición 2021.

El aporte de la presente investigación a la gestión de proyectos como disciplina de estudio, es la aplicación de una metodología sobre gerencia de proyectos para el sector defensa, específicamente para la Policía Nacional de Colombia, toda vez, que actualmente solo se cuenta con la Metodología General Ajustada MGA de uso obligatorio para presentar proyectos de inversión, los cuales son los mismos para cada cuatrienio. Por lo cual, la aplicación de la guía del PMBOK® séptima edición 2021, le permitirá gestionar recursos propios o por otra fuente de financiación de manera planificada y organizada, mostrando que aplicando la gerencia de proyectos se obtienen mejores resultados para la organización.

10.Recomendaciones

Gestionar los stakeholder que permita desde la perspectiva de gerencia de proyectos, aprobar la propuesta para la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica en la DICAR, calculado viable financiera, jurídica y técnicamente, con recursos asignados por el Gobierno Nacional para el funcionamiento de la Policía Nacional de Colombia, o a través de otras fuentes de financiación con las que se tienen relaciones interinstitucionales, como son los convenios o acuerdos de cooperación nacional e internacional.

Prever escalabilidad del proyecto al interior de la Policía Nacional de Colombia, dada la cantidad de inmuebles con los que cuenta la institución y como parte del compromiso corporativo con el ambiente a través del uso de paneles solares, iniciando por fases que permita al cierre del cuatrienio alcanzar mínimo un 3% del total de las edificaciones policiales de propiedad, equivalente a 153 de 5.116 instalaciones. Este porcentaje concebiría un ahorro anual por pago de concepto de servicios públicos en energía eléctrica de \$367.000.000,000 mensuales, evidenciando no solo eficiencia del gasto público, sino el apoyo por parte de las entidades públicas al cumplimiento de los objetivos del estado colombiano en la transición energética, al poner en puesta proyectos que pasen del uso de combustibles fósiles a energías renovables.

Establecer al interior de la Policía Nacional de Colombia, una PMO (Oficina de Dirección de Portafolios, Programas o Proyectos), toda vez, que actualmente solo se cuenta con la Oficina de Planeación – OFPLA, la cual no tiene personal experto en gerencia de proyectos, que brinde asesoría sobre las diferentes metodologías que se aplican en el sector privado, lo cual permitirá que la organización recopile todas estas iniciativas como es el caso del proyecto estructurado para la DICAR, de forma tal que se de viabilidad en la implementación y se gestionen los recursos necesarios para todas aquellas iniciativas que tengan las demás direcciones que conforman la organización.

11.Referencias

- Atlas Mundial Solar. (22 de abril de 2023). Obtenido de <https://globalsolaratlas.info/global-pv-potential-study>
- Ávila, S. S. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. Revista Científica. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-22532017000300263
- Axelos. (2017). Managing successful projects with Prince2. Axelos.
- Banda Toma, A. R. (2017). Estudio de viabilidad técnica y económica de un sistema fotovoltaico autónomo en las instalaciones de la UCSP.
- Becerra Pérez, R. G. (2020). La energía solar fotovoltaica, análisis costo beneficio de los proyectos en México. Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable, 24.
- Bejarano Sánchez, D. A. (2021). Educación ambiental para la Dirección Nacional de Escuelas de la Policía Nacional de Colombia DINA E en alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS 2030.
- Bello Aldana, A. M., & Páez Fino, D. N. (2018). Estudio de viabilidad financiera de la generación de energía eléctrica a partir de paneles solares Para puestos de salud en Colombia.
- Bernal Torres, C. A. (2006). Metodología de la investigación: para administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Colombia: Pearson Educación.
- Bernal Aparicio, W. H., Martínez Cañón, L. E., & Valencia Zuluaga, M. (2022). *Guía para la disposición de paneles solares al final de su ciclo de vida en Colombia* (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).
- Boyacá Ballesteros, D. Y. (2021). Estimación de viabilidad de la implementación de energía fotovoltaica a través de paneles solares en una empresa dedicada a la fabricación de equipos de generación térmica.
- Cortinez Pineda, J. R. (2016). La Policía Nacional y su compromiso con la protección del ambiente y biodiversidad en el posconflicto colombiano.
- Daniels, A. S., et al. (2022). Análisis de los costos beneficios de los sistemas fotovoltaicos vs fuentes convencionales de generación de energía en zonas rurales de las islas de San Bernardo en el caribe colombiano [Tesis de especialización, Universidad EAN]. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10882/11802>.
- David, F. R. (2003). Conceptos de administración estratégica. España: Pearson Educación.

Del Campo, F. M., & Xavier, F. (2012). Análisis de la viabilidad técnica de la implementación de paneles solares y aerogeneradores en el campus Punta morro de la UABC Ensenada.

Desarrollo sostenible. (2020). Ecuador: Editorial Elearning, S.L..

https://www.google.com.co/books/edition/Desarrollo_sostenible/ZSPvDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

Documento CONPES 4075. (29 de marzo de 2022). Política para la transición energética. Bogotá.

<https://www.solarenergy.org/es/inicio/>. (22 de abril de 2023). Obtenido de

<https://www.solarenergy.org/es/inicio/>

Fonseca, E. J. & Sánchez, O. E. (2021). Plan de negocio Ancespanel - empresa dedicada a la producción, comercialización e instalación de paneles prefabricados para la construcción de muros en edificaciones, aplicando técnicas ancestrales de elaboración [Tesis de maestría, Universidad EAN].

Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10882/10465>.

Galvis, J. L., et al. (2020). Modelo uso de energía renovable fotovoltaica caso uso Colina Club Residencial en Bogotá D.C. [Tesis de especialización, Universidad EAN]. Recuperado de:

<http://hdl.handle.net/10882/9905>.

Hernández Sampieri, R. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. España: McGraw-Hill Interamericana.

La Energía Solar. (22 de abril de 2023). Obtenido de <https://laenergiasolar.org/>

López, O. C., Santo, A. V., López, A. G. M., Conde, J., & Magaña, J. T. (2016). Estudio de la viabilidad técnica para la implementación de un sistema de autoconsumo eléctrico basado en paneles fotovoltaicos para una vivienda. *QUID: Investigación, Ciencia y Tecnología*, (26), 29-38.

Mejía, A. P., et al. (2021). Análisis de riesgos en proyectos fase 3 de energías renovables- paneles solares-, en Colombia, a partir de la guía del Project Management Institute – PMI [Tesis de especialización, Universidad EAN]. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10882/10717>.

Montaño, M. F., Ulloa, J. S. & Castellanos, J. S. (2021). Implementación de la termografía aérea con drones en la inspección de granjas solares [Trabajo de grado, Universidad EAN]. Recuperado de:

<http://hdl.handle.net/10882/10896>.

Muñoz Ulloa, L. T. (2020). Propuesta de un sistema renovable basado en paneles solares para la alimentación de la semaforización vehicular y peatonal. Caso de estudio localidad de Chapinero, Bogotá.

Murcia, H. R. (2009). scielo. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n28/n28a12.pdf>

Pabón, J. C. (2020). Propuesta técnica para el diseño de un sistema solar fotovoltaico en la planta de Ecopetrol en el municipio de Villeta-Cundinamarca-Colombia [Tesis de maestría Tesis de maestría, Universidad EAN]. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10882/10252>.

Plan Energético Nacional 2020-2050. (2020). Obtenido de Unidad de protección Minero Energética <https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/PEN.aspx>

Pérez Fernández de Velasco, J. A. (2009). Gestión Por Procesos. 3 Edición. España: Esic.

Pinzón Correa, J. (2016). Responsabilidad social empresarial en la propuesta de energía solar, como energía alternativa en proyectos sostenibles en Colombia en Titumate municipio de Unguía.

Prada Duarte, C. A., & Martínez Perdomo, D. A. (2022). *Estudio de viabilidad técnica para implementación de paneles solares en Riohacha* (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).

Project Management Institute. (2021). A guide to the project management body of knowledge.

Project Management Institute. (2021a). Pulse of the Profession 2021.

Project Management Institute. (2021b). PMI. Obtenido de Certifications <https://www.pmi.org/certifications>

Ramírez, J., Palmar. Reglamento de Construcciones Sismorresistentes Nsr-10Tomo Uno. (2019). (n.p.): RAM Ediciones.

Rico, F. F., Castrillón, Y. U. L. (2019). Energía solar fotovoltaica. Colombia: Alpha Editorial.

Rincón Martínez, A. C. (2020). *Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía Florida Valle del Cauca* (Master's thesis, Universidad EAN).

Smart Energy Empowerment in Smart and Resilient Cities: Renewable Energy for Smart and Sustainable Cities. (2019). Alemania: Springer International Publishing.

Sanabria Orozco, A. F. (2016). Análisis costo/beneficio de la implementación de tecnologías de energía con paneles solares en el hospital San Cristóbal.

Tovar, s., y junior, d. (2022). Plan de negocio para diseñar una propuesta de implementación de paneles solares para una mejor calidad de vida en la urbanización la Fortuna situada en la vereda de Sardinata municipio de Acacias Dpto. del Meta.

Vanegas, E. D., Herrera, A. F. & Torres, Á. L. (2022). Estudio de viabilidad de un sistema de paneles foto-voltaicos en el municipio de Cubara. [Trabajo de grado, Universidad EAN]. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10882/12097>.

Vargas, G. A., Gil-Baena, S. A., Díaz-Figueroa, J. E., & Otálora-Dueñas, L. M. (2019). Aprovechamiento de la energía solar para el Área Académica de la Escuela de Aviación Policial mediante un sistema fotovoltaico con conexión a red. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 11(2), 46-59

Anexo A. Ficha técnica panel solar

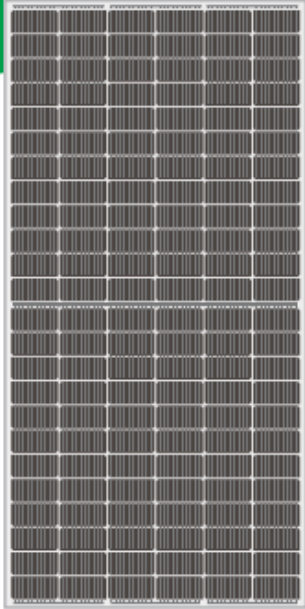


ATLAS by Eco Green Energy

530-550W

M10 / 182 mm Cell - 144 Half-cell

Founded in 2008, Eco Green Energy is a french brand solar PV manufacturer and distributing now its PV module in more than 60 countries over the world. Atlas series solar modules are made only with grade A cells for highest power generation, lowest LCOE, and ensured more than 25 years lifespan.



KEY FEATURES

- Gallium-doped Technology
- Lower LCOE and BOS
- Anti PID/ Low LID protection
- Less Hot Spot Shading effects
- Lower temperature coefficient

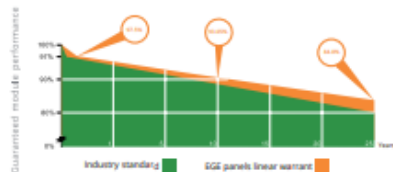
- 144-Cell**
MONOCRYSTALLINE MODULE
- 21.28%**
MAXIMUM EFFICIENCY
- 0~+5W**
POSITIVE POWER TOLERANCE
- GRADE A**
CELLS GUARANTEED

French Quality Module



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12-Year Product Warranty - 25-Year Linear Power Warranty



Eco Green Energy Group Ltd. 2018. All rights reserved.
Add: 299 Xing Cheng Road, Chong Chuan District, Nantong, Jiangsu, China
Tel: +86 513 66690088 / E-mail: info@eco-greenenergy.com

COMPREHENSIVE CERTIFICATES

IEC 61215/ IEC 61730 / IEC 61701 / IEC 62716
ISO 9001 : Quality Management Systems



Facebook: www.facebook.com/EGE.Nantong
LinkedIn: www.linkedin.com/company/eco-green-energy/
Website: www.eco-greenenergy.com



ELECTRICAL DATA AT STC*

Power output (Pmax)	530 W	535 W	540 W	545 W	550 W
Power tolerance	0+5 W	0+5 W	0+5 W	0+5 W	0+5 W
Module efficiency	20.51 %	20.70 %	20.89 %	21.09 %	21.28 %
Maximum power voltage (Vmp)	40.58 V	40.68 V	40.79 V	40.89 V	40.98 V
Maximum power current (Imp)	13.06 A	13.15 A	13.24 A	13.33 A	13.42 A
Open circuit voltage (Voc)	49.29 V	49.39 V	49.49 V	49.59 V	49.68 V
Short circuit current (Isc)	13.64 A	13.73 A	13.83 A	13.92 A	14.01 A

*Standard Test Conditions: Irradiance: 1 000 W / m² • Cell temperature: 25°C • AM: 1.5

ELECTRICAL DATA AT NMOT*

Power output (Pmax)	395.18 W	398.91 W	402.64 W	406.37 W	410.10 W
Maximum power voltage (Vmp)	38.05 V	38.14 V	38.24 V	38.33 V	38.42 V
Maximum power current (Imp)	10.37 A	10.44 A	10.52 A	10.59 A	10.66 A
Open circuit voltage (Voc)	45.71 V	45.80 V	45.90 V	45.99 V	46.07 V
Short circuit current (Isc)	11.09 A	11.16 A	11.24 A	11.32 A	11.39 A

*Nominal Operating Cell Temperature: Irradiance: 800 W / m² • Ambient temperature: 20°C • AM: 1.5 • Wind speed: 1 m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Cell type	Monocrystalline (182x91 mm)
Number of cells	144
Dimensions	2279x1134x35mm (1.5mm Cell Gap)
Weight	29 kg
Glass	3.2 mm tempered glass, High transmission (>94%), Anti-Reflective Coating
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction box	IP68 rated (3 by pass diodes)
Cable	4.0mm ² ; 300mm(+)/ 300mm(-); Length can be customized
Connector	MC4 or MC4 compatible
Max front load (e.g.: snow)	5400 Pa
Max back load (e.g.: wind)	2400 Pa

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

NOCT	45°C ±2 °C
Temperature coefficient of Pmax	-0.35%/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.28%/°C
Temperature coefficient of Isc	+0.048%/°C

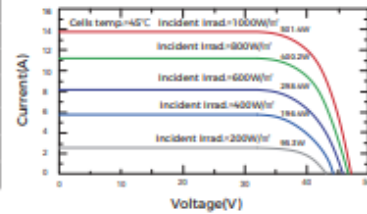
MAXIMUM RATINGS

Operating temperature range	-40 °C --+85 °C
Maximum system voltage	1500 DC (IEC)
Max series fuse rating	25 A

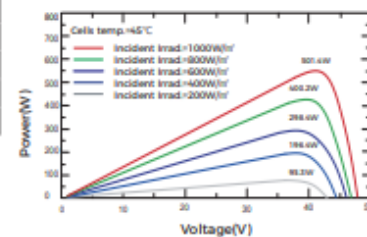
PACKAGING (2279x1134x35mm)

Type	Pcs	Weight
Per Pallet	31 pcs	940 kg
40ft HQ Container	620 pcs (20 pallets)	18.80 t

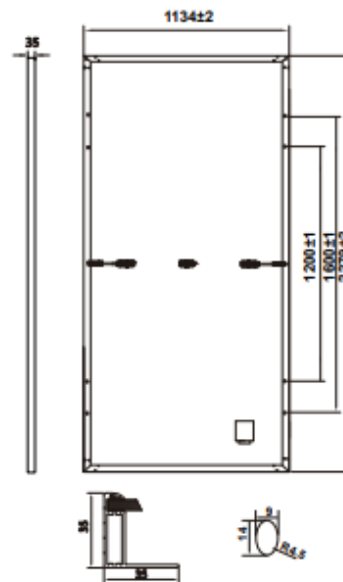
PV MODULE : EGE-540W-144M(M10)



PV MODULE : EGE-540W-144M(M10)



Dimension of PV Module (mm)



Anexo B. Ficha técnica inversor On Grid 30kW



Oficina Principal: Calle 12 N° 6-182 Bodega 203
Zona Industrial Antigua Plaza de Ferias Sector la Bodega
Dosquebradas Risaralda PBX: 57 (6) 315 4000
Agencia Bogotá D.C.: Carrera 25 N° 68-64 Barrio los Alcazares

Solis-30K-LV

Inversor Solis Trifásico

Los inversores **Solis-30K-LV**, una referencia de la línea de equipos trifásicos de última tecnología y de alto rendimiento eléctrico, diseñados para operar mediante una solución de seguimiento al punto de máxima potencia y conexión a redes con tensiones nominales de 220 Vac, con un amplio rango de voltaje de entrada, mayor silencio de operación por su refrigeración sin partes móviles garantizando el mínimo de mantenimiento y una mayor resistencia al uso en ambientes tanto interiores como exteriores.

El inversor **Solis-30k-LV** está construido para una conexión de potencia nominal en el lado alterno de 30 kW y una entrada de potencia solar hasta un 20% mayor. Su principal función es la de transformar la corriente continua (DC) en corriente alterna (AC) con tecnología electrónica de punta sin transformadores, de esta manera le permite al sistema el aprovechar toda la energía producida por el generador solar, para alimentar cualquier tipo de máquina, electrodoméstico o dispositivo eléctrico o electrónico de una manera eficaz y constante, manteniéndolo siempre dentro de sus parámetros óptimos de operación con interfaces de conexión LAN, WiFi o GRPS para el seguimiento y registro de datos a través de la plataforma web de Ginlong Solis.

Model:

220V Solis-30K-LV



Prestaciones distintivas

- ▶ Salida trifásica
- ▶ Máxima eficiencia superior al 98.3%
- ▶ Amplísimo rango de voltaje de entrada (200V-800V)
- ▶ Pantalla 7.0" LCD en color (opcional)
- ▶ Diseño de 4 MPPT, dotado de algoritmo de alta precisión
- ▶ Compacto, ligero y de fácil instalación
- ▶ Protección IP65 y visualmente muy atractivo para el entorno doméstico
- ▶ Conexión RS 485 e interfaz Wi-Fi o GPRS (opcional)
- ▶ Múltiples funciones de protección
- ▶ Dispositivos móviles (App) y Wi-Fi para su monitorización
- ▶ 5 años de garantía de serie, ampliables a 10 años



Datasheet

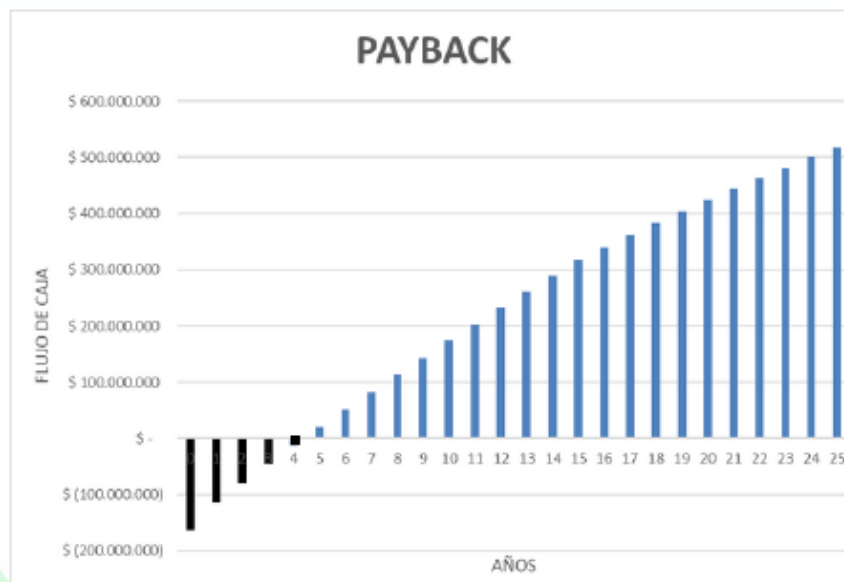
Model Name	Sola-30K-LV
Input DC	
Max. DC input power(kW)	36
Max. DC input voltage(V)	1100
Start-up voltage(V)	200
MPPT voltage range(V)	200-850
Max. input current(A/B/C/D)	28.5A*28.5A
MPPT number/Max input strings number	2/6
Output AC	
Rated output power(kW)	30
Max. apparent output power(kVA)	30
Max. output power(kW)	30
Rated grid voltage(V)	220
Rated grid frequency(Hz)	50/60
Grid frequency range(Hz)	47-52 or 57-62
Operation phase	Three Phase
Rated grid output current(A)	78.8
Max. output current(A)	78.8
Power Factor (at rated output power)	0.8leading ... 0.8lagging
THDi (at rated output power)	<3%
DC injection current	<0.5%In
Efficiency	
Max. efficiency	97.0%
EU efficiency	96.5%
MPPT efficiency	>99.5%
Protection	
DC reverse-polarity protection	Yes
Short circuit protection	Yes
Output over current protection	Yes
Output over voltage protection	Yes
Insulation resistance monitoring	Yes
Residual current detection	Yes
Surge protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Islanding protection	Yes
Temperature protection	Yes
Integrated DC switch	Optional
General Data	
Dimensions(mm)	630W*700H*35TD
Weight (kg)	63
Topology	Transformerless
Self consumption (night)	<1W (Night)
Operating ambient temperature range	-25~60°C
Relative humidity	0~100%
Ingress protection	IP65
Noise emission(typical)	<60 dBA
Cooling concept	Force cooling
Max. operation altitude	4000m
Designed lifetime	>20 years
Grid connection standard	EN50438, G593, AS4777, VDE0126-1-1, IEC61727
Safety/EMC standard	IEC62109-1/-2, AS3100, EN61000-6-1, EN61000-6-3,
Features	
DC connection	MC4
AC connection	OT Terminal connectors
Display	LCD, 2*20 Z.
Communication connections	4 pins RS485 connector, 2 RJ45 connector, 2 group of terminal block
Monitoring	WiFi or GPRS
Warranty	5 years standard (extend to 20 years)

Anexo C. Estimación Indicadores Financieros

Beneficios tributarios

Estos sistemas de generación solar presentan beneficios tributarios establecidos en la ley 1715 del año 2014, tales como exoneración de aranceles de importación, exoneración de IVA, depreciación acelerada del proyecto en 3 años y exoneración del pago de renta por el 50% del valor del proyecto descontable en máx.15 años.

DATOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS	
Inversión del proyecto \$COP	\$ 162.638.645
Ingresos operacionales por generación	\$ 706.831.569
Beneficio deducción del IVA	\$ 15.246.711
Beneficio tributario deducción fiscal (50%)	\$ 73.695.967
Beneficio tributario depreciación acelerada	\$ 4.421.758
Ahorro primer año	\$ 29.599.992
Ahorro mensual promedio	\$ 2.466.666
Mantenimiento y operación del Sistema Solar	1,50%
IPC	5,24%
TIR	21,1%
Periodo de retorno (años)	4,4



Anexo D. Metodología encuesta aplicada expertos

PANELES SOLARES EN EDIFICACIONES DE LA POLICÍA NACIONAL DE COLOMBIA - Guardado



PANELES SOLARES EN EDIFICACIONES DE LA POLICÍA NACIONAL DE COLOMBIA

El presente cuestionario forma parte de un estudio en el marco de la tesis de grado titulada PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA DIRECCIÓN DE CARABINEROS Y PROTECCIÓN AMBIENTAL - DICAR.

El objetivo principal de esta investigación es evaluar las percepciones y conocimientos de los participantes en relación con la instalación de sistemas de energía solar en edificaciones policiales. La instalación de paneles solares se ha convertido en una opción atractiva para la generación de energía sostenible y la reducción de la dependencia de fuentes de energía convencionales.

Este cuestionario tiene como propósito recopilar información valiosa que permitirá comprender mejor los factores que influyen en la decisión de adoptar esta tecnología, así como identificar posibles barreras y oportunidades para su implementación efectiva.

Agradecemos su colaboración en este estudio, ya que sus respuestas contribuirán significativamente al avance del conocimiento en este campo.

1. ¿Las instalaciones policiales donde usted labora cuenta con paneles solares?

- SI
- NO

3. ¿Considera que la instalación de paneles solares, se puede constituir en un instrumento para reducir el pago por servicios públicos en edificaciones policiales por este concepto?

- SI
- NO

4. ¿Considera que la instalación de paneles solares en edificaciones policiales, fomenta y promueve la defensa del medioambiente ya que incide directamente en la reducción de la huella de carbono y en las emisiones, al tiempo que diversifica el uso de suministros de energía?

- SI
- NO

5. Favor registrar sus nombres, cargo y unidad policial

Escriba su respuesta

PANELES SOLARES EN EDIFICACIONES DE LA POLICÍA NACIONAL DE COLOMBIA

Envíe un recordatorio a todos los destinatarios. Recordárselo

23 Respuestas 03:51 Tiempo medio para finalizar Activo Estado

Revisar respuestas Publicar puntuaciones Abrir en Excel ...

1. ¿Las instalaciones policiales donde usted labora cuenta con paneles solares? (0 punto)

[Más detalles](#)

● SI	0
● NO	23



3. ¿Considera que la instalación de paneles solares, se puede constituir en un instrumento para reducir el pago por servicios públicos en edificaciones policiales por este concepto? (0 punto)

[Más detalles](#)

[Información](#)

● SI	22
● NO	1



4. ¿Considera que la instalación de paneles solares en edificaciones policiales, fomenta y promueve la defensa del medioambiente ya que incide directamente en la reducción de la huella de carbono y en las emisiones, al tiempo que diversifica el uso de suministros de energía? (0 punto)

[Más detalles](#)

[Información](#)

● SI	22
● NO	0
● Otras	1



5. Favor registrar sus nombres, cargo y unidad policial (0 punto)

[Más detalles](#)

[Información](#)

23 Respuestas

Respuestas más recientes

"HENRY ANDRÉS RODRÍGUERZ BARRERA Jefe Grupo Bienes Raíces e Infraes...

"It. Cristian Camilo Muñoz Molina - Jefe Grupo bienes raíces DECUN "

"Ct Juan Guillermo Solorzano Julio DÉBOL "