

# DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL AUTOABASTECIMIENTO ELÉCTRICO

## CORNARE REGIONAL BOSQUES



**CRISTIAN RICARDO SERRANO LAMBERTINEZ**  
Estudiante de Ingeniería Ambiental y Sanitaria



**UNIVERSIDAD  
DEL MAGDALENA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL AUTOABASTECIMIENTO  
ELÉCTRICO DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS  
DE LOS RÍOS NEGRO Y NARE “CORNARE” – REGIONAL BOSQUES, EN EL  
MUNICIPIO DE SAN LUIS – ANTIOQUIA**

**PRESENTADO POR:**

**CRISTIAN RICARDO SERRANO LAMBERTINEZ**

**CÓDIGO:**

**2016117100**

**PRESENTADO A:**

**MARIO ESTEBAN MEJIA VIVES**

**TUTOR DE PRÁCTICAS PROFESIONALES**

**ERIKA YULIET ALZATE AMARILES**

**JEFE INMEDIATO DE LA CORPORACIÓN**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**

**DICIEMBRE DE 2021**



## TABLA DE CONTENIDO

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. PRESENTACIÓN .....</b>                           | <b>7</b>  |
| <b>2. OBJETIVOS Y/O FUNCIONES .....</b>                | <b>8</b>  |
| 2.1. OBJETIVO GENERAL .....                            | 8         |
| 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                       | 8         |
| 2.3. FUNCIONES DEL PRACTICANTE EN LA ORGANIZACIÓN..... | 8         |
| <b>3. JUSTIFICACIÓN .....</b>                          | <b>10</b> |
| <b>4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....</b>            | <b>14</b> |
| 4.1. INFORMACIÓN GENERAL.....                          | 14        |
| 4.2. LOCALIZACIÓN REGIONAL.....                        | 14        |
| 4.3. JURISDICCIÓN .....                                | 15        |
| 4.4. MISIÓN.....                                       | 16        |
| 4.5. VISIÓN.....                                       | 16        |
| 4.6. ORGANIGRAMA.....                                  | 17        |
| <b>5. SITUACIÓN ACTUAL .....</b>                       | <b>18</b> |
| <b>6. MARCO NORMATIVO .....</b>                        | <b>20</b> |
| <b>7. BASES TEÓRICAS RELACIONADAS .....</b>            | <b>22</b> |
| <b>8. DESARROLLO DE ACTIVIDADES .....</b>              | <b>24</b> |
| 8.1. ACTIVIDADES ORGANIZACIONALES .....                | 24        |
| Septiembre.....                                        | 24        |
| Octubre .....                                          | 25        |
| Noviembre.....                                         | 26        |
| Diciembre.....                                         | 28        |
| <b>9. DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>                | <b>31</b> |
| 9.1. SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL .....                    | 31        |
| Exterior .....                                         | 31        |
| Sótano .....                                           | 32        |
| Primer Piso .....                                      | 32        |

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Segundo Piso.....                                        | 35        |
| Tercer Piso.....                                         | 38        |
| 9.2. AFORO DE CARGA LUMÍNICA .....                       | 41        |
| 9.3. PROYECCIÓN DEL GENERADOR.....                       | 42        |
| Radiación y Brillo Solar .....                           | 42        |
| Módulo Solar.....                                        | 45        |
| Generador.....                                           | 47        |
| 9.4. ESTIMACIÓN DEL BANCO DE BATERÍAS.....               | 48        |
| 9.5. DETERMINACIÓN DEL REGULADOR DE CARGA .....          | 50        |
| Algoritmos de Carga .....                                | 50        |
| 9.6. DETERMINACIÓN DEL INVERSOR .....                    | 52        |
| 9.7. SELECCIÓN DE CONDUCTORES .....                      | 52        |
| <b>10. CRONOGRAMA .....</b>                              | <b>54</b> |
| <b>11. PRESUPUESTO.....</b>                              | <b>55</b> |
| <b>12. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS .....</b>           | <b>58</b> |
| <b>13. ANEXOS.....</b>                                   | <b>59</b> |
| 13.1. FICHA TÉCNICA DE MÓDULO SOLAR.....                 | 59        |
| 13.2. FICHA TÉCNICA DE BATERIA SOLAR .....               | 60        |
| 13.3. FICHA TÉCNICA DE REGULADOR DE CARGA.....           | 61        |
| 13.4. FICHA TÉCNICA DE INVERSOR DE ENERGÍA .....         | 62        |
| 13.5. FICHA TÉCNICA DE CABLE CONDUCTOR THHN/THWN- .....  | 63        |
| 13.6. FICHA TÉCNICA DE CABLE PARA BATERÍA SGT 50 V ..... | 64        |
| <b>14. BIBLIOGRAFÍA.....</b>                             | <b>65</b> |

## TABLA DE IMÁGENES

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Imagen 1. Cornare. (2019). Contextualización Geográfica.....                                | 14 |
| Imagen 2. Cornare. (2019). Distribución del Territorio.....                                 | 15 |
| Imagen 3. Cornare. (2019). Estructura Organizacional. ....                                  | 17 |
| Imagen 4. Cornare. (2008). Plano de Distribución del Sistema Eléctrico Primer Piso.....     | 32 |
| Imagen 5. Cornare. (2008). Luminarias Hall de acceso y Oficina de Atención al Público. .... | 33 |
| Imagen 6. Cornare. (2008). Luminarias de Oficina 1 y Baño. ....                             | 33 |
| Imagen 7. Cornare. (2008). Luminarias de Oficina 2. ....                                    | 34 |
| Imagen 8. Cornare. (2008). Luminarias de Baños Descanso 1. ....                             | 34 |
| Imagen 9. Cornare. (2008). Plano de Distribución del Sistema Eléctrico Segundo Piso.....    | 35 |
| Imagen 10. Cornare. (2008). Luminarias de la Sala de Espera y Oficina 3. ....               | 36 |
| Imagen 11. Cornare. (2008). Luminarias de la Sala de Juntas. ....                           | 36 |
| Imagen 12. Cornare. (2008). Luminarias de Oficina del Director y Baño. ....                 | 37 |
| Imagen 13. Cornare. (2008). Luminarias de Baños Descanso 2. ....                            | 37 |
| Imagen 14. Cornare. (2008). Plano de Distribución del Sistema Eléctrico Tercer Piso.....    | 38 |
| Imagen 15. Cornare. (2008). Luminarias del Hall de Acceso del Tercer Piso. ....             | 39 |
| Imagen 16. Cornare. (2008). Luminarias del Gimnasio. ....                                   | 39 |
| Imagen 17. Cornare. (2008). Luminarias Centro de Documentación, Bodega y Cocina. ....       | 40 |
| Imagen 18. IDEAM. (2014). Irradiación Global Horizontal Medio Diario Anual. ....            | 43 |
| Imagen 19. IDEAM. (2014). Distribución del Brillo Solar Medio Diario Anual.....             | 44 |
| Imagen 20. Canadian Solar. (2019). Módulo Solar Policristalino HiKu 425 W – 450 W. ....     | 46 |
| Imagen 21. Trojan Battery Company. (2019). Batería Solar SAGM 06 375 de 6 V.....            | 49 |
| Imagen 22. Victron Energy. (2019). Regulador de Carga SmartSolar MPPT 150/100 Tr. ....      | 51 |
| Imagen 23. Palma. (2017). Inversor de Onda Pura 500 W.....                                  | 52 |
| Imagen 24. Centelsa. (2016). Cable THHN/THWN-2 TC RoHS de 600 V.....                        | 53 |
| Imagen 25. Centelsa. (2016). Cable para Batería SGT 50 V.....                               | 53 |

## TABLA DE GRÁFICAS

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Grafica 1. Cornare. (2016). Distribución de las Emisiones de GEI en el Departamento de Antioquia.....              | 11 |
| Grafica 2. Cornare. (2016). Distribución de los Principales Tipos de Gases Emitidos en el Oriente Antioqueño. .... | 12 |
| Grafica 3. Elaboración propia. (2021). Consumos de Energía Eléctrica Simulados para el Año 2022.....               | 56 |

## TABLAS

|                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Elaboración Propia. (2021). Análisis del Consumo de Energía Eléctrica Facturada Desde Diciembre de 2020 a Septiembre de 2021, Cornare Sede San Luis..... | 18 |
| Tabla 2. Cornare. (2020). Normatividad Dirigida a la Gestión del Cambio Climático. ....                                                                           | 21 |
| Tabla 3. Elaboración Propia. (2021). Normatividad Dirigida al Manejo de Redes Eléctricas.....                                                                     | 21 |
| Tabla 4. Elaboración Propia. (2021). Actividades Organizacionales Realizadas en el Mes de Septiembre. ....                                                        | 24 |
| Tabla 5. Elaboración Propia. (2021). Actividades Organizacionales Realizadas en el Mes de Octubre.....                                                            | 26 |
| Tabla 6. Elaboración Propia. (2021). Actividades Organizacionales Realizadas en el Mes de Noviembre. ....                                                         | 27 |
| Tabla 7. Elaboración Propia. (2021). Actividades Organizacionales Realizadas en el Mes de Diciembre.....                                                          | 30 |
| Tabla 8. Elaboración Propia. (2021). Aforo de Carga Lumínica Real. ....                                                                                           | 41 |
| Tabla 9. Elaboración Propia. (2021). Aforo de Carga Lumínica Estimada. ....                                                                                       | 42 |
| Tabla 10. Elaboración Propia. (2021). Pérdidas por Temperatura y Corrección de la Potencia del Módulo.....                                                        | 47 |
| Tabla 11. Elaboración Propia. (2021). Eficiencia del Módulo.....                                                                                                  | 47 |
| Tabla 12. Elaboración Propia. (2021). Cálculo de Número de Módulos por Energía Estimada. 47                                                                       |    |
| Tabla 13. Elaboración Propia. (2021). Cálculo de Número de Módulos por Arreglos. ....                                                                             | 48 |

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 14. Elaboración Propia. (2021). Energía Necesaria y Capacidad del Banco de Baterías.                          | 49 |
| Tabla 15. Elaboración Propia. (2021). Determinación de Reguladores de Acuerdo al Algoritmo de Carga. ....           | 51 |
| Tabla 16. Elaboración Propia. (2021). Cronograma de Actividades Primera Fase. ....                                  | 54 |
| Tabla 17. Elaboración Propia. (2021). Costos Presupuestados para la Ejecución de la Primera Fase del Proyecto. .... | 55 |
| Tabla 18. Elaboración Propia. (2021). Consumo Eléctrico Simulado y Valores Estimados Para el Año 2022. ....         | 56 |



## 1. PRESENTACIÓN

El presente informe describe el método de elaboración y diseño de un sistema fotovoltaico para el abastecimiento eléctrico de la Regional Bosques, dependencia de la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare “Cornare”, con sede en el municipio de San Luis – Antioquia.

El diseño del sistema fotovoltaico para el abastecimiento eléctrico consta de la determinación del consumo eléctrico que se le garantizará a la regional, del número de paneles solares que se utilizarán para el sistema, de la localización del sistema dentro de sus instalaciones y de las demás herramientas necesarias para su funcionamiento.

La propuesta surge principalmente como fortalecimiento del programa de Consumos Responsables y Cambio Climático complementando el Plan de Ahorro y Uso eficiente de Energía, correspondiente al sistema de gestión ambiental de la corporación, y de la necesidad en la reducción del gasto económico por el pago del consumo de energía eléctrica en la dependencia.

De igual manera se describen las diferentes actividades y funciones otorgadas dentro de la institución para el apoyo de los diferentes procedimientos corporativos conforme al aprovechamiento y preservación de los recursos ambientales, por medio de la tramitología, programas, proyectos y jornadas de educación que se realizan con la intención de garantizar el uso sostenible de los recursos naturales y el goce de las futuras generaciones.

Con la implementación de la propuesta se estima un ahorro aproximado del 50% en el gasto del pago por consumo de energía eléctrica dentro de la regional, junto con el logro sobre el control del consumo de energía mediante la concientización del personal, a través de la utilización moderada de la iluminación y utilización razonable de los aparatos eléctricos. Los resultados de eficiencia se verán reflejados a largo plazo, pero garantizan el alivio económico impulsado por compromiso ambiental y la contribución al cambio climático.



## 2. OBJETIVOS Y/O FUNCIONES

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema fotovoltaico para el autoabastecimiento de energía eléctrica en la Dependencia Regional Bosques de la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare “Cornare”, que fortalezca los lineamientos del plan de ahorro y uso eficiente de energía.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el consumo eléctrico en la Regional Bosques mediante un aforo de carga que estime la cantidad de energía utilizada por los aparatos eléctricos.
2. Establecer las especificaciones técnicas y la cantidad de paneles solares que se utilizarán a través de la evaluación de los parámetros de diseño requeridos.
3. Dimensionar el banco de almacenamiento de acuerdo a la necesidad energética y capacidad de conversión de energía de los paneles solares.
4. Proyectar el porcentaje de ahorro energético y económico que se puede lograr a largo plazo con la implementación del sistema fotovoltaico.

### 2.3. FUNCIONES DEL PRACTICANTE EN LA ORGANIZACIÓN

Conforme a los lineamientos bajo los cuales están enmarcados los deberes y objetivos de la corporación en cuanto a las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, se me otorgaron como funciones en el margen del mejoramiento ambiental y saneamiento básico, las siguientes:

- ✓ Apoyo en el proceso de acompañamiento de los acueductos rurales para proceso de legalización.



- ✓ Apoyo en la supervisión de tanques sépticos y PTAR construidas, en construcción y operación.
- ✓ Apoyo en la supervisión de convenios con los municipios.
- ✓ Apoyo en el control y seguimiento de permisos de vertimientos y concesiones de agua.
- ✓ Apoyo en la atención, control y seguimiento a quejas ambientales.
- ✓ Adicionalmente se hizo participación de actividades ajenas a las funciones normalmente otorgadas contribuyendo al fortalecimiento de los planes, programas y proyectos de la corporación, así como a la eficacia y efectividad de sus actuaciones en cuanto a la gestión de la información y los servicios ecosistémicos de la región.



### 3. JUSTIFICACIÓN

La utilización de la energía eléctrica es esencial y fundamental por ser uno de los servicios primarios que debe garantizarse a la población dada la necesidad actual y el avance tecnológico que se ha tenido en las últimas décadas. Básicamente todos los aparatos eléctricos que utilizamos en nuestra vida cotidiana requieren energía eléctrica para su funcionamiento, pero la forma en que esta se genera varía de acuerdo al recurso natural utilizado y así mismo varían los impactos ambientales asociados.

El mercado eléctrico actual sigue funcionando en muchos países en base a los combustibles fósiles, convirtiendo estas fuentes de energías convencionales en una de las principales formas de contaminación en el planeta, que va desde su utilización en vehículos automotores hasta las grandes plantas eléctricas que abastecen viviendas, instituciones y grandes ciudades.

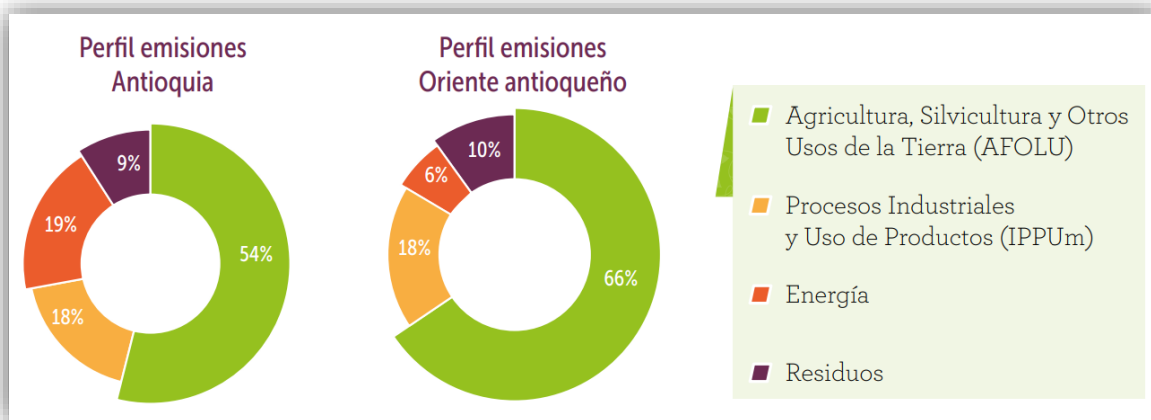
Entre los sistemas convencionales para la generación de energía eléctrica se tienen los sistemas térmicos de lignito, carbón, fueloil, gas natural y térmico nuclear. Planas y Cárdenas (2019) describen que, dentro de estos sistemas generadores de energía, para Colombia casi el 31% de la generación de energía térmica, corresponde a la producción por gas natural, combustibles líquidos y carbón, el 68% a generación hidráulica y tan solo el 1% a la generación de energía por fuentes no convencionales, es decir, energías renovables.

A pesar de que la gran cantidad de energía producida en el país corresponde a un sistema de energía renovable donde su fuente principal es el movimiento producido por el recurso hídrico, los impactos que se pueden causar a los cuerpos de agua y a la fauna acuática presente en ellos pueden ser significativos, dados los cambios de temperatura, disminución de cauces, entre otros.

Por su parte los Gases de Efecto Invernadero “GEI”, son el principal resultado de la segunda manera de generar energía eléctrica en el país, siendo también consecuencia de otra serie de actividades antrópicas necesarias para el desarrollo de las comunidades, lo que incrementa su presencia y efecto nocivo en el planeta, en torno al cambio climático, donde el CO<sub>2</sub> se convierte en uno de los actores principales del calentamiento global.

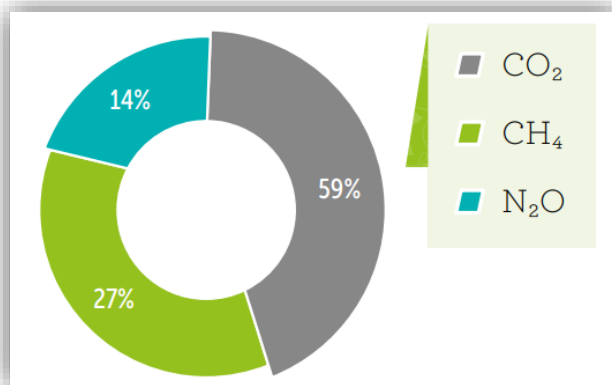
El vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el metano (CH<sub>4</sub>) y el ozono (O<sub>3</sub>), también hacen parte de la familia de GEI, pero a pesar de que el CO<sub>2</sub> es el segundo más importante en el calentamiento global, es el principal producto de las actividades humanas. Este gas se emite principalmente por el consumo de combustibles fósiles (carbón, petróleo y sus derivados y gas natural) y leña para generar energía, por la tala y quema de bosques (según la FAO, el 26% de la superficie terrestre se destina al pastoreo, siendo esta la principal causa de deforestación en América Latina. El 70% de los bosques amazónicos se usan como pastizales) y por algunos procesos industriales como la fabricación del cemento (IDEAM, 2017).

En Antioquia el desarrollo industrial lógicamente se ha permitido la emisión involuntaria de GEI, de los cuales, además de la utilización de combustibles fósiles, también hacen parte actividades agrícolas y pecuarias. Dentro del territorio en jurisdicción de Cornare, la emisión de GEI corresponde a 1.450,83 Gg de CO<sub>2</sub>eq, que representa el 8,6% de las emisiones del departamento, donde las emisiones totales de GEI fueron de 16.954 Gg de CO<sub>2</sub>eq (Cornare, 2016).



**Grafica 1.** Cornare. (2016). Distribución de las Emisiones de GEI en el Departamento de Antioquia.

En lo que concierne a la cantidad de los principales GEI emitidos en el oriente antioqueño, el CO<sub>2</sub>, tal y como en el resto del planeta representa un mayor porcentaje de las emisiones, debido en su mayoría a las pérdidas de cobertura boscosa (deforestación) y a los procesos productivos de las industrias de producción de cemento manufactureras, así como a aquellas generadas por el transporte terrestre (Cornare, 2016).



**Grafica 2.** Cornare. (2016). Distribución de los Principales Tipos de Gases Emitidos en el Oriente Antioqueño.

Sin embargo, la contribución en el cambio de la generación de energía eléctrica desde la Regional Bosques puede significar una disminución progresiva en la emisión de estos contaminantes. Es por ello y por las condiciones a las cuales se enfrenta el planeta en torno al cambio climático debido a la emisión de GEI, dada la utilización de energías convencionales, sin excluir las demás actividades productivas generadoras de tales contaminantes, se empieza a optar por transformar esta manera de generar energía, a la utilización de fuentes renovables amigables con el medio ambiente.

Cornare dentro de su misión como Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible, promueve el desarrollo humano y económico de la mano del medio ambiente y los recursos naturales renovables propios de la región, razón por la cual, se pretende promover la sostenibilidad desde casa, siendo pionera la Regional Bosques como la primera dependencia autosostenible, utilizando la energía solar; una de las fuentes limpias susceptible de mayor aprovechamiento.

La ubicación geográfica de la Regional Bosques en el oriente antioqueño la hace propicia para el aprovechamiento de esta fuente de energía renovable. Además, con la implementación del diseño del sistema fotovoltaico se pretende promover el fortalecimiento del plan de ahorro y uso eficiente de energía, correspondiente al programa de Consumos Responsables y Cambio Climático del Sistema de Gestión

Ambiental de la corporación, afianzando las políticas ambientales y el proceso de desarrollo sostenible.

Finalmente, junto al aporte en la reducción del cambio climático también se logrará el ahorro económico indirecto de los costos ambientales asociados a los impactos ocasionados por el consumo de energía producida por los sistemas convencionales, que dentro de la corporación se traduce en un ahorro económico a largo plazo en la utilización del servicio público.



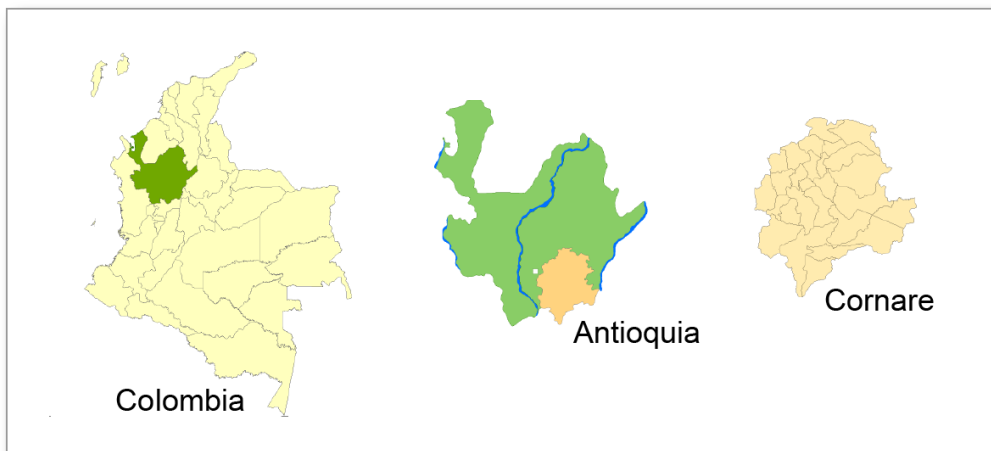
## 4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

### 4.1. INFORMACIÓN GENERAL

La Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare “Cornare”, es un ente corporativo de carácter público, creado el 28 de diciembre de 1983, mediante la ley 60 de 1983. Está integrado por las entidades territoriales, dotada de autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, encargada por la ley de administrar dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables, y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las políticas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

### 4.2. LOCALIZACIÓN REGIONAL

Cornare (2019), se encuentra ubicada al suroriente del departamento de Antioquia, extremo noroccidental de Colombia en las coordenadas geográficas 5° 24' 39.77" N, 75° 34' 58.92" W y 6° 35' 11.78" N, 75° 13.58" W, posee altos niveles de pluviosidad, con una media anual de 2.500 mm, gran variedad climática por el amplio rango altitudinal de la zona, con alturas mínimas de 200 m.s.n.m. en la planicie del Magdalena Medio antioqueño y máxima de 3.340 m.s.n.m. correspondiente al cerro de Las Palomas en el Páramo de Sonsón, lo que permite que se tengan zonas entre frías y cálidas.



**Imagen 1.** Cornare. (2019). Contextualización Geográfica.

### 4.3. JURISDICCIÓN

La corporación tiene autoridad sobre 23 municipios que la conforman y está dividida estratégicamente en 5 subregiones de acuerdo al recurso natural que predomina en su territorio. Su sede principal se ubica en el municipio de El Santuario, Antioquia.



*Imagen 2. Cornare. (2019). Distribución del Territorio.*

El territorio representa un área aproximada 827.600 hectáreas correspondientes al 13% del departamento de Antioquia y al 0.7% de Colombia, distribuida en las 5 subregiones de la siguiente manera:

- **Valles de San Nicolás:** Posee un área de 176.600 ha. (31.400 urbanas y 145.200 rurales) correspondientes a los municipios de El Carmen de Viboral, El Retiro, El Santuario, Guarne, La Ceja, La Unión, Marinilla, Rionegro y San Vicente.
- **Bosques:** Con 162.700 ha. (2.200 urbanas y 160.500 rurales) está integrada por los municipios de Cocorná, San Francisco, San Luis, y Puerto Triunfo (zona del Magdalena Medio).

- **Aguas:** Contiene una extensión de 146.500 ha. (urbana 4.600 y rural 141.900) correspondiente a los municipios de El Peñol, Granada, Guatapé, San Carlos y San Rafael.
- **Porce-Nus:** Posee un área de 101.700 ha. (urbana 7.200 y rural 94.500) representada por los municipios de Alejandría, Concepción, San Roque y Santo Domingo (zona Nordeste).
- **Páramo:** En una extensión de 240.200 ha. (urbana 6.600 y rural 233.600) está conformada los municipios de Abejorral, Argelia, Nariño y Sonsón.

Por su parte es importante resaltar que el desarrollo de las prácticas profesionales fue llevado a cabo en la dependencia Regional Bosques con sede en el municipio de San Luis, Antioquia.

#### 4.4. MISIÓN

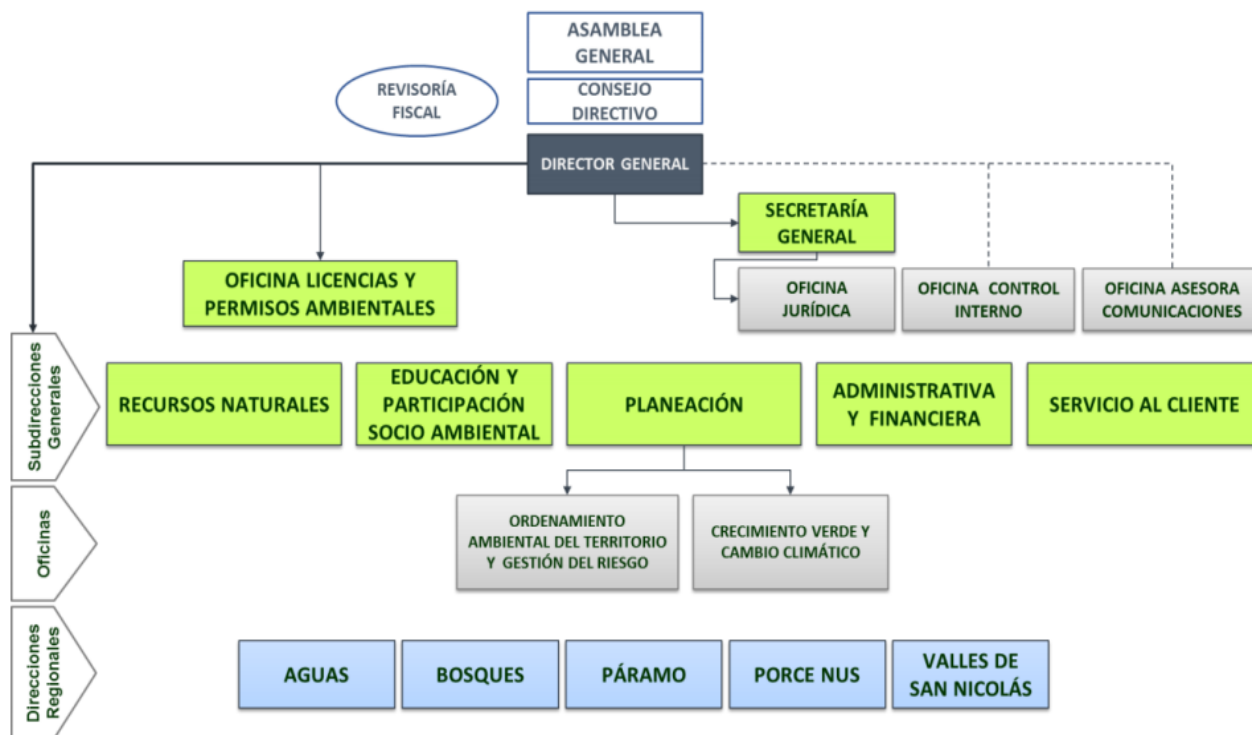
Trabajar por el desarrollo humano sostenible del Oriente Antioqueño, mediante actuaciones transparentes, eficaces, eficientes y efectivas, a través de la gestión de la información y el conocimiento, la administración integral de los bienes y servicios ecosistémicos, la educación ambiental, la planificación, gestión de riesgo, promoción de un desarrollo económico bajo en carbono y la gestión por proyectos dirigidos a la comunidad, de manera concertada, participativa y con soporte en una gestión integral, para el mejoramiento de la calidad de vida y el equilibrio ecológico de la Región (Cornare, 2019).

#### 4.5. VISIÓN

Al 2030 Cornare será una corporación reconocida a nivel Regional, Nacional e Internacional por el liderazgo y su gestión socio ambiental en pro de la sostenibilidad con equidad e inclusión social. Líder en la promoción del desarrollo compatible con el clima y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del Oriente Antioqueño (Cornare, 2019).



#### 4.6. ORGANIGRAMA



**Imagen 3.** Cornare. (2019). Estructura Organizacional.

## 5. SITUACIÓN ACTUAL

A razón de ser Cornare una autoridad ambiental a nivel departamental, debe dar ejemplo de sostenibilidad y desarrollo como lo ha hecho hasta ahora, incorporando en sus actividades, procesos y proyectos, gestiones progresistas que involucren a la comunidad de su entorno junto a los recursos naturales con los que se correlacionan, incentivándola a la transformación de sus labores convencionales a prácticas que permitan la conservación del medio. No obstante, a pesar de que desde la dependencia Regional Bosques, constantemente se es partícipe de dichas políticas, a nivel estructural carece de un avance en cuanto al aprovechamiento de los bienes que brinda la naturaleza de la región, convirtiéndose el abastecimiento de energía tradicional en un medio de gasto económico que se puede suplir e invertir en actividades para el crecimiento institucional.

Aproximadamente, desde el año 1998 la sede de la Regional Bosques goza del servicio de energía proporcionado por Empresas Públicas de Medellín “EPM”, reflejando un aumento gradual de \$3,57 mensuales en el costo por kilovatio (kWh) de energía eléctrica consumida, representado en un valor promedio de \$585, de acuerdo al análisis realizado sobre el consumo de energía y los valores mensuales pagados por la Corporación en los últimos 10 meses, tal y como se muestra en la tabla 1.

| MES FACTURADO     | CONSUMO REGISTRADO | COSTO kWh       | AUMENTO MENSUAL kWh | VALOR NETO DEL CONSUMO |
|-------------------|--------------------|-----------------|---------------------|------------------------|
| <b>Diciembre</b>  | 801 kWh            | \$ 570          |                     | \$ 456.730             |
| <b>Enero</b>      | 814 kWh            | \$ 573          | \$ 2,85             | \$ 466.463             |
| <b>Febrero</b>    | 864 kWh            | \$ 576          | \$ 3,44             | \$ 498.087             |
| <b>Marzo</b>      | 840 kWh            | \$ 580          | \$ 3,45             | \$ 487.150             |
| <b>Abril</b>      | 778 kWh            | \$ 583          | \$ 3,48             | \$ 453.901             |
| <b>Mayo</b>       | 879 kWh            | \$ 587          | \$ 3,50             | \$ 515.903             |
| <b>Junio</b>      | 791 kWh            | \$ 590          | \$ 3,53             | \$ 467.046             |
| <b>Julio</b>      | 912 kWh            | \$ 594          | \$ 3,54             | \$ 541.719             |
| <b>Agosto</b>     | 894 kWh            | \$ 598          | \$ 3,56             | \$ 534.210             |
| <b>Septiembre</b> | 878 kWh            | \$ 602          | \$ 4,78             | \$ 528.846             |
| <b>PROMEDIO</b>   | <b>845 kWh</b>     | <b>\$ 585</b>   | <b>\$ 3,57</b>      | <b>\$ 495.005</b>      |
| <b>TOTAL</b>      | <b>8451 kWh</b>    | <b>\$ 5.854</b> | <b>\$ 32,13</b>     | <b>\$ 4.950.054</b>    |

**Tabla 1.** Elaboración Propia. (2021). Análisis del Consumo de Energía Eléctrica Facturada Desde Diciembre de 2020 a Septiembre de 2021, Cornare Sede San Luis.

El consumo medio actual de energía eléctrica de 845 kWh, representan monetariamente un valor de \$495.005; estimación que evidencia un costo bastante significativo, teniendo en cuenta además del aumento mensual en el precio del kWh consumido, la amplia jornada laboral desempeñada en la sede por los funcionarios y la cantidad de aparatos eléctricos y electrónicos que se utilizan en ella.

No solo el costo de la energía representa inconformismo, sino también las fallas constantes en su suministro, dado que además de obstruir el desarrollo normal de la jornada de trabajo, la intervención súbita del fluido eléctrico podría ocasionar daños irreparables en los aparatos utilizados por los funcionarios (computadores, impresoras, entre otras), sin descartar la posible quema de las lámparas que proporcionan iluminación en ciertos momentos del día, a pesar de la existencia de un banco de baterías, que suple el abastecimiento energético temporal en los momentos que se presentan fallas en el sistema de redes eléctricas o cuando surge un corte inesperado en el suministro de energía.

Dado lo anterior, las posibles afectaciones a las herramientas de trabajo, sumadas al elevado costo del servicio de energía, podría incurrir en más gastos de los previstos, causando así, además de daños a los bienes materiales de la regional, un déficit económico, que de evitarse puede ser aprovechado en la inversión de proyectos para la comunidad o incluso en el mejoramiento de las condiciones internas.

Por ende, el diseño y la implementación de la primera fase del sistema fotovoltaico, pretende reducir un porcentaje de la totalidad del gasto energético, correspondiente al consumo de las luminarias que proveen de luz las instalaciones de la sede, permitiendo lograr un ahorro económico que puede ser utilizado incluso para financiar la implementación de la segunda fase del sistema, alcanzando un abastecimiento eléctrico total de la regional.



## 6. MARCO NORMATIVO

El presente proyecto se estandariza bajo la siguiente normatividad vigente, conforme a las políticas dirigidas a la gestión del cambio climático y el manejo de redes eléctricas.

| NORMA           | NÚMERO/AÑO   | ENTIDAD                                                  | ASUNTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------|--------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Leyes</b>    | 164 de 1994  | Congreso de la República                                 | Aprueba la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático CMNUCC.                                                                                                                                                                                                                             |
|                 | 629 de 2000  | Congreso de la República                                 | Aprueba el “Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”, hecho en Kioto el 11 de diciembre de 1997.                                                                                                                                                           |
|                 | 1715 de 2014 | Congreso de la República                                 | Regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.                                                                                                                                                                                                            |
|                 | 1844 de 2017 | Congreso de la República                                 | Aprueba el «Acuerdo de París», adoptado el 12 de diciembre de 2015, en París Francia.                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Decretos</b> | 0453 de 2004 | Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial | Adopta los principios, requisitos y criterios y se establece el procedimiento para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que optan al Mecanismo de Desarrollo Limpio “MDL”.                                                                            |
|                 | 0454 de 2004 | Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial | Regula el funcionamiento del Comité Técnico Intersectorial de Mitigación del Cambio Climático del Consejo Nacional Ambiental.                                                                                                                                                                                 |
|                 | 2734 de 2010 | Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial | Se adoptan los requisitos y evidencias de contribución al desarrollo sostenible del país y se establece el procedimiento para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que optan al Mecanismo de Desarrollo Limpio – MDL y se dictan otras disposiciones. |
|                 | 1076 de 2015 | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible           | Compilatorio del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                 | 298 de 2016  | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible           | Establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático.                                                                                                                                                                                                                          |
|                 | 0667 de 2016 | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible           | Establece los indicadores mínimos de que trata el artículo 2.2.8.6.5.3 del decreto 1076 de 2015.                                                                                                                                                                                                              |
|                 |              |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                         |              |                                                |                                                                                                                   |
|-------------------------|--------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | 926 de 2017  | Ministerio de Hacienda y Crédito Público       | Reglamenta el parágrafo 3 del artículo 221 y el parágrafo 2 del artículo 222 de la Ley 1819 de 2016.              |
| <b>Documento CONPES</b> | 3242 de 2003 | CONPES                                         | Establece estrategia sobre servicios ambientales para mitigación del cambio climático.                            |
|                         | 3700 de 2011 | CONPES                                         | Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia. |
| <b>Documentos</b>       | 2002         | Ministerio del Medio Ambiente                  | Lineamientos de Política de Cambio Climático.                                                                     |
|                         | 2014         | DNP                                            | Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.                                                                  |
|                         | 2017         | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible | Política Nacional de Cambio Climático.                                                                            |

**Tabla 2.** Cornare. (2020). *Normatividad Dirigida a la Gestión del Cambio Climático.*

| NORMA             | NÚMERO/AÑO | ENTIDAD                       | ASUNTO                                                                                              |
|-------------------|------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Resolución</b> | 90708      | Ministerio de Minas y Energía | Por la cual se expide el reglamento técnico de instalaciones eléctricas "RETIE".                    |
| <b>Documento</b>  | NTC 2050   | Icontec                       | Norma Técnica Colombiana acorde a la invención de energías relacionadas a la eficiencia energética. |

**Tabla 3.** Elaboración Propia. (2021). *Normatividad Dirigida al Manejo de Redes Eléctricas.*

## 7. BASES TEÓRICAS RELACIONADAS

Teniendo en cuenta el pénsum académico de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad del Magdalena, las labores desempeñadas durante las prácticas profesionales en la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare “Cornare” y el proyecto sostenible elaborado para la misma; se pudieron identificar como herramientas bases necesarias para un buen desempeño, las siguientes asignaturas:

- **Acueductos y Alcantarillados:** Proporciona los conocimientos necesarios para saber el funcionamiento en la captación y distribución del agua potable a la comunidad, junto con el sistema de redes necesario para el transporte de las aguas residuales de origen doméstico.
- **Calidad del Agua:** Establece los conceptos básicos para la determinación de las condiciones que debe tener el agua de acuerdo al uso que se le dará, evaluándola conforme a los criterios instaurados en la normatividad ambiental y sanitaria.
- **Diseño de Sistemas Fotovoltaicos:** Fundamenta las bases para el diseño e implementación de un sistema de abastecimiento de energía eléctrica transformando la energía solar, mediante la implementación de paneles solares y banco de baterías para su almacenamiento.
- **Estudios de Evaluación Ambiental:** Permite evaluar las condiciones ambientales antes y después de la elaboración de un proyecto, obra o actividad, determinando los posibles impactos que se puedan causar y de acuerdo a su magnitud actuar conforme a ellos, en pro del cuidado y la preservación de ecosistémica-ambiental.
- **Legislación Ambiental:** Proporciona los fundamentos en el margen de la normatividad ambiental, emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y demás autoridades ambientales, en base a los cuales se debe regir toda organización susceptible del aprovechamiento de los recursos naturales renovables, a nivel nacional e internacional.



- **Plantas de Potabilización:** Ayuda a conocer el diseño adecuado de las unidades para el tratamiento y potabilización del agua para el consumo humano, teniendo en cuenta las especificaciones establecidas en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico “RAS 2017”.
- **Plantas Depuradoras de Aguas Residuales:** Ayuda a conocer el diseño adecuado de las unidades de pretratamiento y tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales, teniendo en cuenta las especificaciones establecidas en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico “RAS 2017”.
- **Seminarios 1,2 Y 3:** Fundamenta las bases para el desarrollo de proyectos a nivel de investigación e innovación, teniendo en cuenta los pasos del método científico, los criterios organizacionales y los criterios de estructuración lógica, en base a las normas de elaboración, incluyendo el funcionamiento de la metodología de aceptación en cuanto a proyectos de inversión pública.
- **Sistemas de Gestión Ambiental:** Permite identificar las actividades y proyectos que deben desarrollarse de manera unificada en materia del medio ambiente, que garanticen la utilización sustentable y la preservación de los recursos naturales dentro de una organización, en cada uno de sus procesos.
- **Tramites Ambientales:** Permite conocer el proceso y la metodología que se lleva a cabo en cada uno de los trámites ambientales que se gestionan ante una autoridad ambiental, incluyendo los tiempos, los pasos, la evaluación de la información, la elaboración de informes técnicos y la expedición de las resoluciones que otorgan y/o niegan dichos permisos.



## 8. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

### 8.1. ACTIVIDADES ORGANIZACIONALES

#### Septiembre

| ACTIVIDADES DEL PLAN DE PRÁCTICA                                                                     | GESTIÓN REALIZADA                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Apoyo en el proceso de acompañamiento de los acueductos rurales para proceso de legalización.</i> | ✓ No se desarrolló proceso sobre la actividad. (Ver imagen X).                                                                                                                                                                                                                                   |
| <i>Apoyo en la supervisión de tanques sépticos y PTARs construidas, en construcción y operación.</i> | ✓ Se realizó visita a consorcio JAR para la inspección de construcción y seguimiento de un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas. Posteriormente se elaboró informe técnico sobre la visita realizada y se les hizo oficio de requerimiento para otorgar permiso de vertimiento. |
| <i>Apoyo en la supervisión de convenios con los municipios.</i>                                      | ✓ Se realizó visita de seguimiento a varios sistemas de tratamientos de aguas residuales instalados por convenio entre Cornare y el Municipio de San Luis.                                                                                                                                       |
| <i>Apoyo en el control y seguimiento de permisos de vertimientos y concesiones de agua.</i>          | <p>✓ Revisión de expedientes para determinar actuación sobre permisos de vertimientos otorgados.</p> <p>✓ Se realizó visita de control y seguimiento para evaluar información proporcionada sobre permiso de concesión de agua y apoyo en la elaboración del respectivo informe.</p>             |
| <i>Apoyo en la atención, control y seguimiento a quejas ambientales.</i>                             | <p>✓ Se realizó visita en atención a queja sobre ocupación de cause.</p> <p>✓ Se realizó visita en atención a queja por inconformidades en funcionamiento de STARDs instalados en la V. Manzales del Municipio de San Luis.</p>                                                                  |

**Tabla 4.** Elaboración Propia. (2021). Actividades Organizacionales Realizadas en el Mes de Septiembre.

### Gestiones adicionales:

- ✓ Participación en actividad de reforestación adjunta a jornada de sensibilización ambiental, realizada por Cornare en distintos municipios sobre los cuales tiene jurisdicción.

### Octubre

| ACTIVIDADES DEL PLAN DE PRÁCTICA                                                                     | GESTIÓN REALIZADA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Apoyo en el proceso de acompañamiento de los acueductos rurales para proceso de legalización.</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se evaluó Programa de Uso Eficiente y Ahorro del agua – PUEAA, de la asociación de usuarios del acueducto y alcantarillado de las mercedes, corregimiento del Municipio de Puerto Triunfo y posteriormente se les solicitó ajuste y corrección de la información proporcionada.</li> </ul>                                                                                                                                                                 |
| <i>Apoyo en la supervisión de tanques sépticos y PTARs construidas, en construcción y operación.</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se realizó visita a convenio para la construcción de una PTAR en el municipio de Sonsón, en atención a imprevisto surgido por el movimiento de tierras realizado para la adecuación de una vía y posteriormente se elaboró informe técnico.</li> <li>✓ Se realizó visita técnica a un restaurante para la evaluación de la información correspondiente al trámite de permiso de vertimientos, junto a su respectivo informe con requerimientos.</li> </ul> |
| <i>Apoyo en la supervisión de convenios con los municipios.</i>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se realizó visita de supervisión a convenio con municipio de Puerto Triunfo para la implementación de STARDS.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <i>Apoyo en el control y seguimiento de permisos de vertimientos y concesiones de agua.</i>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se realizó visita de control y seguimiento para la verificación en el funcionamiento del STARD en centro recreativo ubicado en el Municipio de Cocorná y se apoyó en la elaboración del informe.</li> <li>✓ Se realizaron migraciones de concesiones de agua al RURH, de acuerdo a las especificaciones instauradas por Cornare.</li> </ul>                                                                                                                |

|                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Apoyo en la atención, control y seguimiento a quejas ambientales.</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se realizó visita e informe técnico en atención a queja por vertimientos no tratados resultantes de actividad porcícola, a nacimiento de una fuente hídrica.</li> <li>✓ Se realizó visita de control y seguimiento en atención a queja por afectaciones causadas a viviendas debido al movimiento de tierras realizado con maquinaria, junto con la elaboración de su respectivo informe técnico.</li> <li>✓ Se realizó visita en atención a queja por vertimientos sin tratamiento, a canales sobre la autopista Medellín – Bogotá y a cuerpo de agua aledaño. Posteriormente se elaboró informe técnico con oficio de requerimiento a municipio de Puerto Triunfo.</li> </ul> |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Tabla 5.** Elaboración Propia. (2021). Actividades Organizacionales Realizadas en el Mes de Octubre.

### Gestiones adicionales:

- ✓ Visita de control y seguimiento para la verificación de permiso de aprovechamiento forestal persistente.

### Noviembre

| ACTIVIDADES DEL PLAN DE PRÁCTICA                                                                            | GESTIÓN REALIZADA                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Apoyo en el proceso de acompañamiento de los acueductos rurales para proceso de legalización.</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se realizó corrección y evaluación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del agua – PUEAA, de la asociación de usuarios del acueducto y alcantarillado de las mercedes, corregimiento del Municipio de Puerto Triunfo.</li> </ul> |

|                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Apoyo en la supervisión de tanques sépticos y PTARs construidas, en construcción y operación.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Apoyo en la elaboración de informe resultante de visita a convenio para la construcción de una PTAR en el municipio de Sonsón, en atención a imprevisto surgido por el movimiento de tierras realizado para la adecuación de una vía.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Apoyo en la supervisión de convenios con los municipios.</b>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se realizó visita de supervisión a convenio con municipio de San Luis en la vereda Manizales, para la verificación de la extracción de varios tanques sépticos por parte de los usuarios.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Apoyo en el control y seguimiento de permisos de vertimientos y concesiones de agua.</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se realizó visita de control y seguimiento para la verificación en el funcionamiento del STARD en un restaurante ubicado sobre la autopista Medellín-Bogotá en el municipio de Cocorná, junto con informe técnico y oficio de requerimientos.</li> <li>✓ Se evaluó información y se realizaron 16 migraciones de concesiones de agua al RURH, de acuerdo a las especificaciones instauradas por Cornare.</li> <li>✓ Se realizó evaluación de documentación para el trámite de permiso de vertimientos de empresa dedicada a la actividad piscícola ubicada en el municipio de Cocorná. Posteriormente se les realizó oficio de requerimientos.</li> </ul> |
| <b>Apoyo en la atención, control y seguimiento a quejas ambientales.</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Apoyo en la elaboración de informe resultante de visita en atención a queja por vertimientos sin tratamiento, a canales sobre la autopista Medellín – Bogotá y a cuerpo de agua aledaño, en la vereda la Florida del municipio de Puerto Triunfo.</li> <li>✓ Se elaboró oficio a la empresa Procecal S.A.S., localizada en el municipio Puerto Triunfo, en respuesta a inconformidad expuesta por requerir al municipio, la adecuación del sistema de tratamiento veredal ubicado en su predio.</li> </ul>                                                                                                                                                |

**Tabla 6.** Elaboración Propia. (2021). Actividades Organizacionales Realizadas en el Mes de Noviembre.

### Gestiones adicionales:

- ✓ Visita de control y seguimiento para la verificación de 2 permisos de aprovechamiento forestales persistente, en la vereda las Confusas del municipio de San Luis.
- ✓ Visita de control y seguimiento para la identificación de predio y verificación de aprovechamiento forestal ilegal, en el Parque Temático Hacienda Nápoles, localizada en el corregimiento de Doradal del municipio de Puerto Triunfo.
- ✓ Participación de simulacro interno para la atención a emergencias y desastres, asistidos por los bomberos del municipio de San Luis y los brigadistas de la Regional Bosques de Cornare.

### Diciembre

| ACTIVIDADES DEL PLAN DE PRÁCTICA                                                                     | GESTIÓN REALIZADA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Apoyo en el proceso de acompañamiento de los acueductos rurales para proceso de legalización.</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se realizó visita de control y seguimiento para verificar el estado y funcionamiento del Acueducto Veredal del corregimiento de San Miguel, municipio de Sonsón.</li> <li>✓ Se evaluó información y se realizó seguimiento del PUEAA del Acueducto Veredal de San Miguel.</li> <li>✓ Visita de control y seguimiento a Acueducto de la vereda El Porvenir, del corregimiento de la Danta, municipio de Puerto Triunfo.</li> <li>✓ Visita de control y seguimiento a Acueducto de la vereda La Florida Tres Ranchos, del municipio de Puerto Triunfo.</li> </ul> |

|                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Apoyo en la supervisión de tanques sépticos y PTARs construidas, en construcción y operación.</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se realizó visita de control a locación de proyecto porcícola Nathupig S.A.S. en el municipio de Cocorná, para contrastar con determinantes ambientales.</li> <li>✓ Se evaluó documentación correspondiente a permiso de vertimiento y al sistema de tratamiento diseñado para proyecto piscícola de la empresa Acuacultura Calypso, del cual se remitió oficio de requerimientos para su cumplimiento.</li> <li>✓ Se evaluó información allegada para permiso de vertimientos a la empresa Pavimentar S.A, ubicada en el municipio de Puerto Triunfo, y se realizó informe técnico correspondiente.</li> </ul>                                                                                                                                    |
| <p><b>Apoyo en la supervisión de convenios con los municipios.</b></p>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Apoyo en visita de clausura a Proyecto de Intercambio de Servicios "PRISER", realizado en la vereda la Eresma del municipio de San Francisco, para constar el cumplimiento en el aislamiento y limpieza de fuentes hídricas.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Apoyo en el control y seguimiento de permisos de vertimientos y concesiones de agua.</b></p>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se realizó visita de control y seguimiento a EDS La Palmera, para la verificación en el funcionamiento del STARD y STARnD, ubicada en el corregimiento de Doradal del municipio de Puerto Triunfo. Adicionalmente se realizó informe técnico con los requerimientos correspondientes.</li> <li>✓ Se realizó visita de control y seguimiento a EDS El Motorista, para la verificación en el funcionamiento del STARD y STARnD, ubicada en el municipio de Cocorná.</li> <li>✓ Se realizó visita a la vereda el Olivo para concertar con su junta de acción comunal sobre trámite ambiental indicado para la utilización del recurso hídrico. Posteriormente se apoyó en la elaboración de oficio remitido con las indicaciones a seguir.</li> </ul> |

|                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se realizó visita de control y seguimiento a concesión de agua otorgada a la Finca el Incendio ubicada en la vereda las Mercedes del municipio de Puerto Triunfo.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>Apoyo en la atención, control y seguimiento a quejas ambientales.</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Apoyo en atención a queja por fugas en manguera conductora de agua para uso domiciliario, siendo la posible causa de derrumbe sobre la autopista Medellín-Bogotá.</li> <li>✓ Se elaboró oficio de requerimiento al dueño del predio que se abastece del agua conducida por la manguera con fugas, para que realice su respectiva reparación. De igual manera, se remitió oficio de respuesta a INVIAS para su información.</li> <li>✓ Apoyo en atención a queja por hundimiento de terreno, provocado por el posible desvío de cuerpo de agua, hacia el predio afectado, en el municipio de Sonsón.</li> <li>✓ Se realizó oficio de requerimientos a la empresa SOLCAL para restituir el cauce del cuerpo hídrico y a la dueña del predio afectado para que realice obras que garanticen la estabilidad del suelo.</li> </ul> |

**Tabla 7.** Elaboración Propia. (2021). Actividades Organizacionales Realizadas en el Mes de Diciembre.

### Gestiones adicionales:

- ✓ Apoyo a visita de control e inspección a cultivo de Cacao, para brindar asesoría sobre el manejo del cultivo y fertilización de las plantaciones, realizado en la vereda La Fe del municipio de San Francisco.
- ✓ Llenado de trazabilidad para el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico.
- ✓ Avance en proyecto académico para el diseño de un sistema fotovoltaico de la Regional Bosques de CORNARE.



## 9. DESARROLLO DEL PROYECTO

El diseño del sistema fotovoltaico para la sede de Cornare en el municipio de San Luis – Antioquia, correspondiente a la Regional Bosques, se divide en 2 fases, de las cuales en el presente proyecto únicamente es desarrollada la fase 1, con la finalidad de demostrar la viabilidad del proyecto y facilitar la transformación de todo el sistema al momento de implementar la segunda fase.

**Fase 1:** Abastecimiento de energía eléctrica para la provisión lumínica de la regional.

**Fase 2:** Ampliación del sistema para el suministro de energía a aparatos eléctricos.

### 9.1. SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL

Actualmente el sistema eléctrico de la regional está conformado por el suministro de energía proporcionado directamente por EPM a través de la red eléctrica que abastece el municipio y adicional a ello, se cuenta con un Suministro de Energía Ininterrumpida conocido por sus siglas en inglés como “UPS”; dispositivo que durante un apagón eléctrico proporciona energía por un tiempo limitado a todos los aparatos eléctricos que se encuentran conectados a él, gracias a sus baterías internas y otros elementos almacenadores de energía eléctrica.

Teniendo en cuenta que se realizará la elaboración del diseño del sistema fotovoltaico en su primera fase, se muestra a continuación la distribución del sistema eléctrico actual en la sede de la regional, conforme a la iluminación, repartida de la siguiente manera:

#### **Exterior**

La iluminación del área exterior del establecimiento es proporcionada por:

- 7 reflectores de 220 V (400 W) distribuidos alrededor de la infraestructura.
- 2 reflectores de 50 W que iluminan la valla informativa de la Corporación.
- 3 luminarias de 200 W que proporcionan luz a la plazoleta principal.

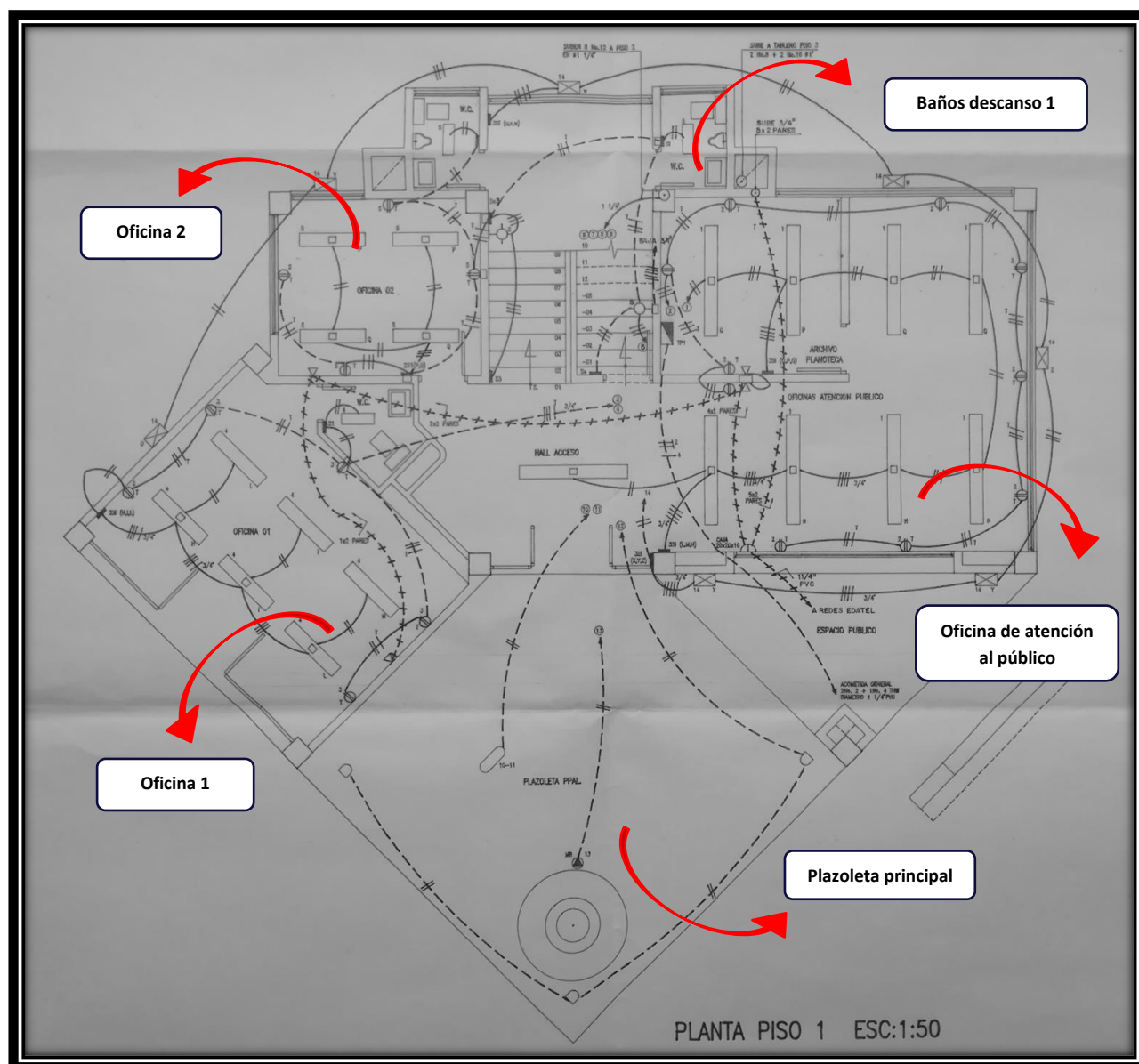


## Sótano

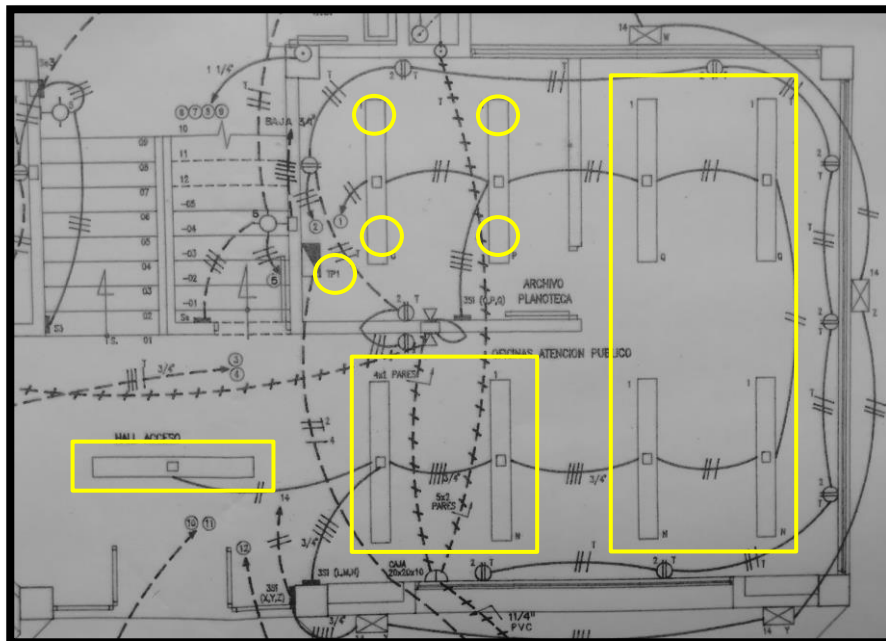
La iluminación del área es proporcionada por:

- 18 lámparas tipo tubo led de 18 W.

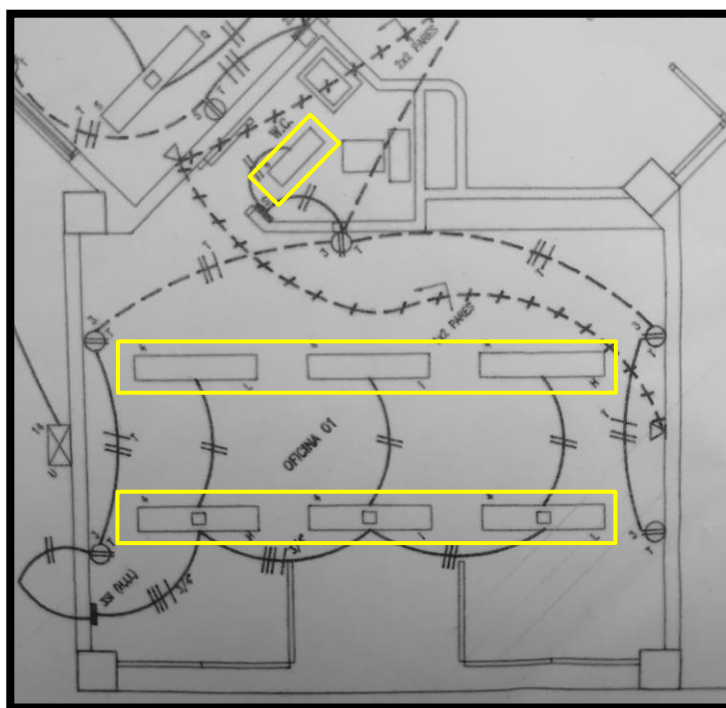
## Primer Piso



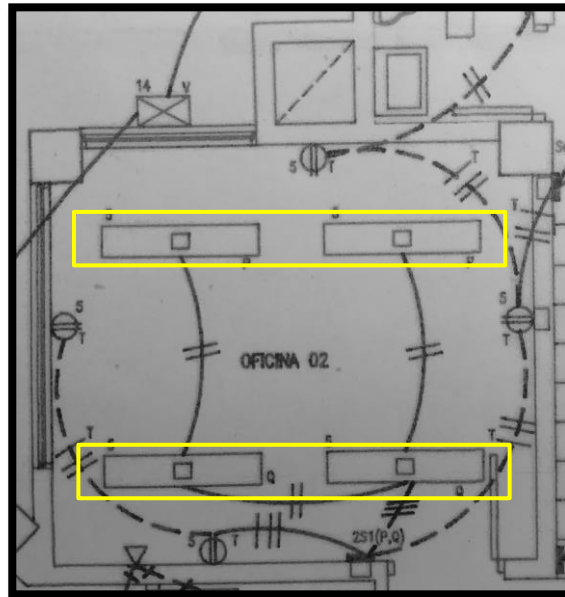
**Imagen 4.** Cornare. (2008). Plano de Distribución del Sistema Eléctrico Planta Primer Piso.



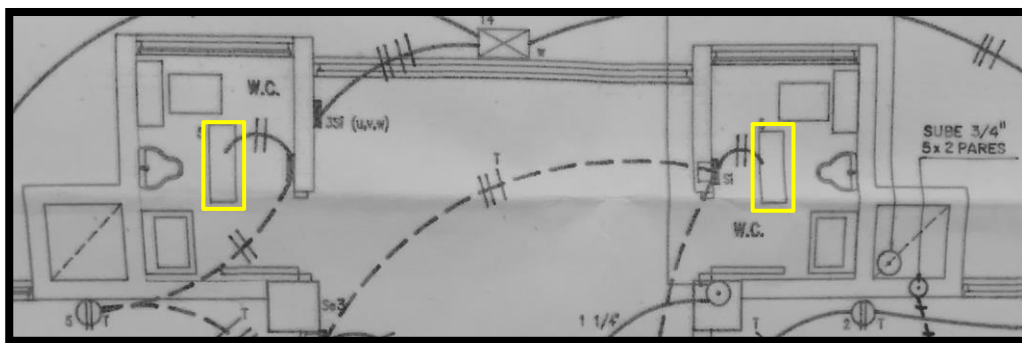
**Imagen 5.** Cornare. (2008). Luminarias Hall de acceso y Oficina de Atención al Público.



**Imagen 6.** Cornare. (2008). Luminarias de Oficina 1 y Baño.



*Imagen 7. Cornare. (2008). Luminarias de Oficina 2.*



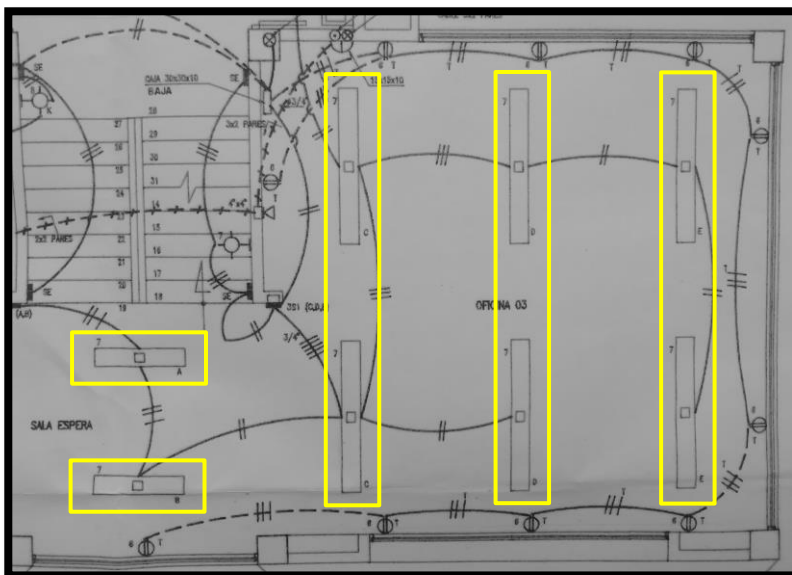
*Imagen 8. Cornare. (2008). Luminarias de Baños Descanso 1.*

La iluminación en el primer piso es distribuida de la siguiente manera:

- **Hall de acceso**, 12 lámparas tipo tubo led de 18 W.
- **Oficina de atención al público**, 16 lámparas tipo tubo led de 18 W, 4 bombillos de 20 W en el cuarto de expedientes y 1 bombillo en cuarto de UPS.
- **Oficina 1**, 14 lámparas tipo tubo led de 18 W.
- **Oficina 2**, 8 lámparas tipo tubo led de 18 W.
- **Baños descanso 1**, 4 lámparas tipo tubo led de 18 W.

PLANTA PISO 2 ESC:1:50

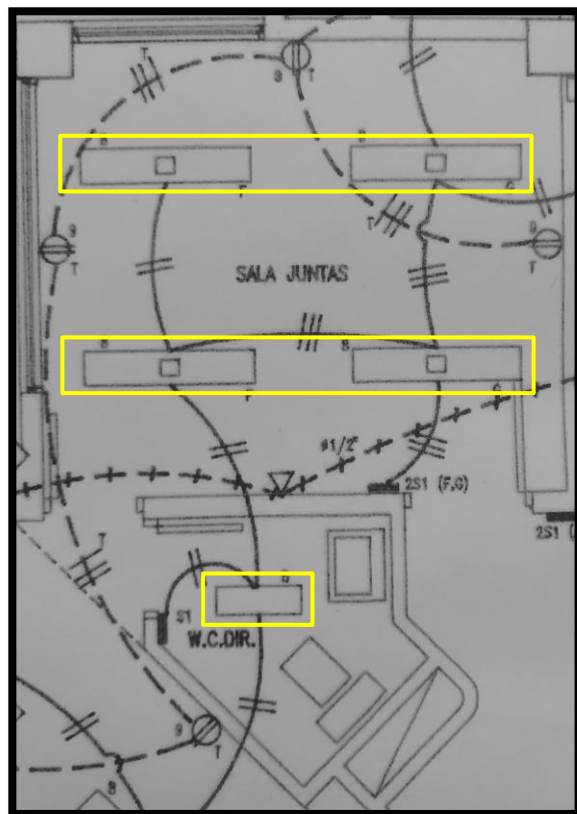
**Imagen 9.** Cornare. (2008). Plano de Distribución del Sistema Eléctrico Planta Segundo Piso.



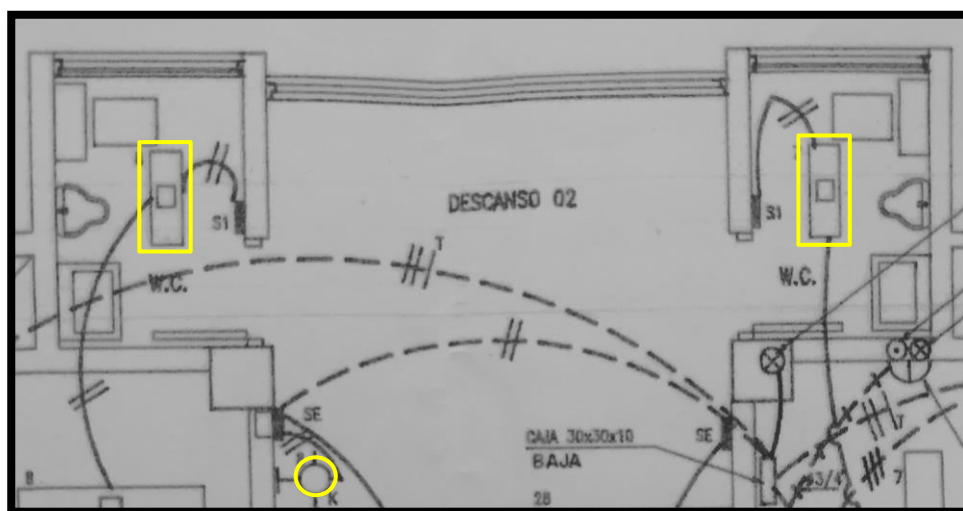
**Imagen 10.** Cornare. (2008). Luminarias de la Sala de Espera y Oficina 3.



**Imagen 11.** Cornare. (2008). Luminarias de la Sala de Juntas.



**Imagen 12.** Cornare. (2008). Luminarias de Oficina del Director y Baño.



**Imagen 13.** Cornare. (2008). Luminarias de Baños Descanso 2.

La iluminación en el segundo piso es distribuida de la siguiente manera:

- **Sala de espera**, 4 lámparas tipo tubo led de 18 W.
- **Oficina 3**, 24 lámparas tipo tubo led de 18 W.
- **Sala de juntas**, 12 lámparas tipo tubo led de 18 W.
- **Oficina del director**, 8 lámparas tipo tubo led de 18 W y 2 lámparas tipo tubo led de 18 W en baño integrado.
- **Baños descanso 2**, 4 lámparas tipo tubo led de 18 W.

### Tercer Piso

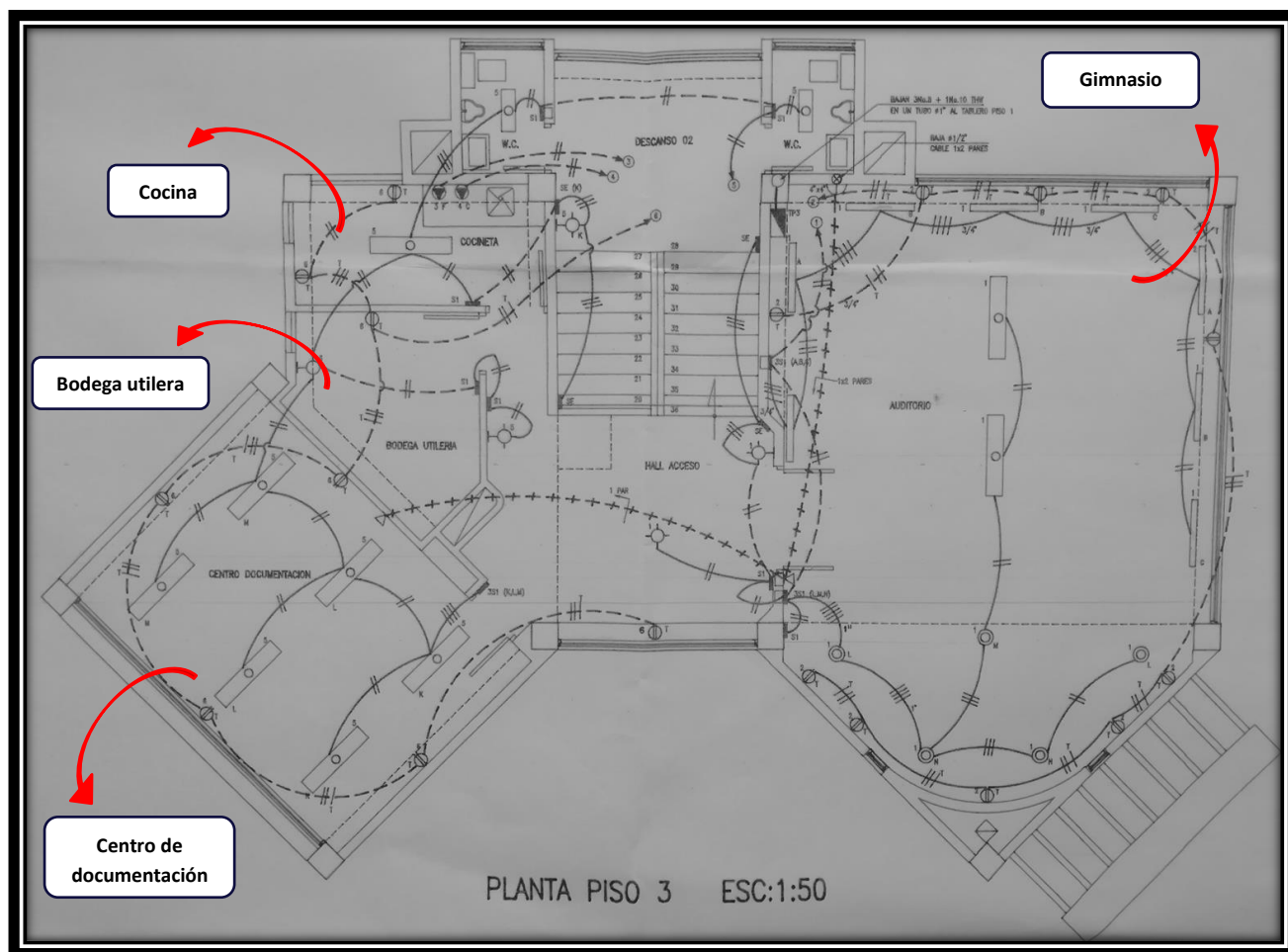
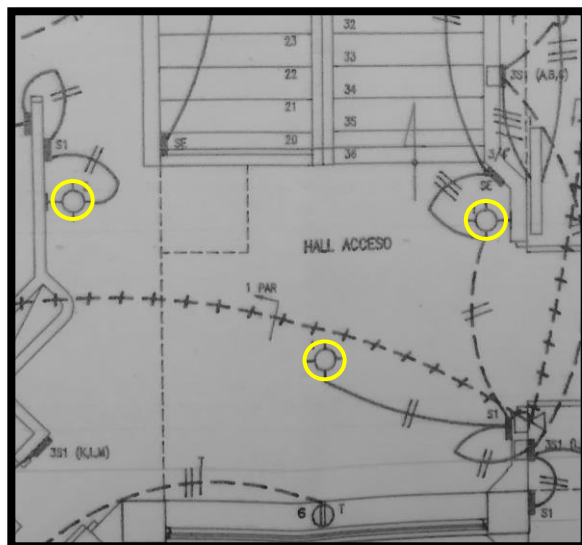


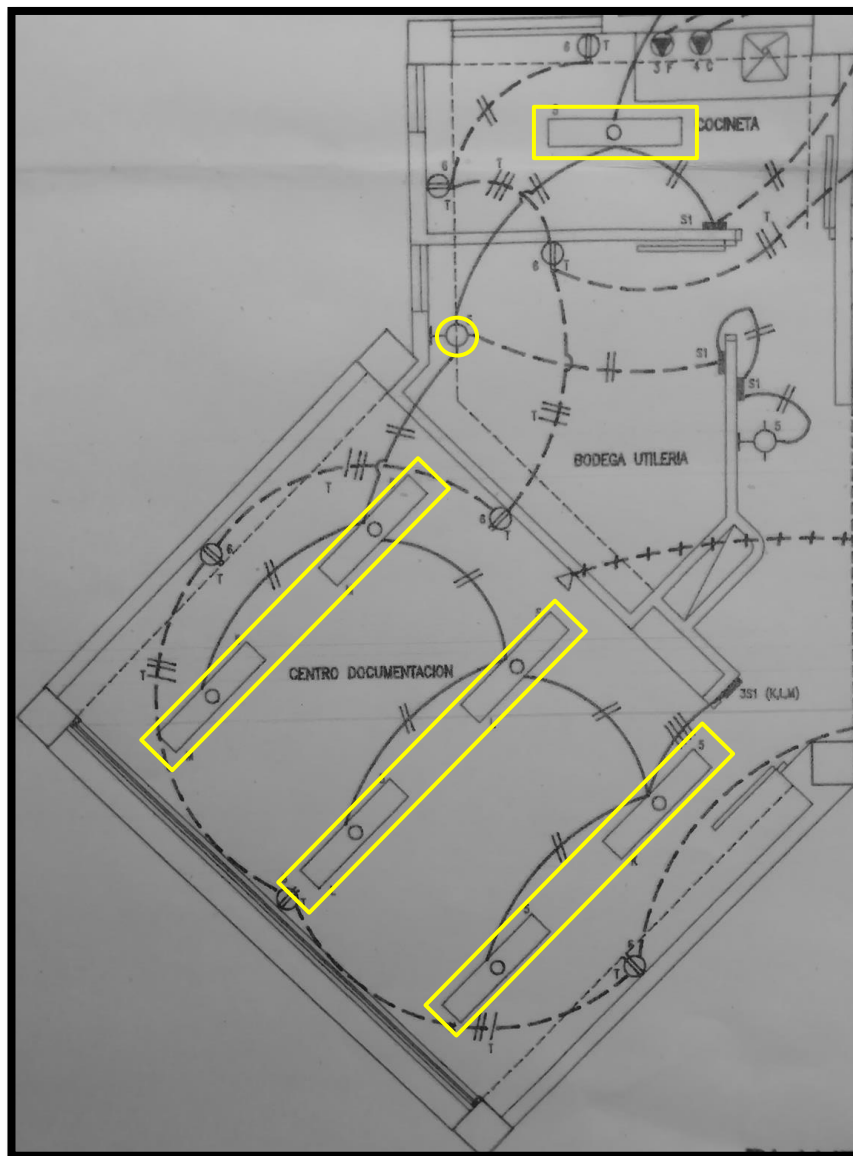
Imagen 14. Cornare. (2008). Plano de Distribución del Sistema Eléctrico Planta Tercer Piso.



**Imagen 15.** Cornare. (2008). Luminarias del Hall de Acceso del Tercer Piso.



**Imagen 16.** Cornare. (2008). Luminarias del Gimnasio.



**Imagen 17.** Cornare. (2008). Luminarias del Centro de Documentación, Bodega y Cocina.

La iluminación en el tercer piso es distribuida de la siguiente manera:

- **Hall de acceso**, 4 bombillos de 20 W.
- **Gimnasio**, 8 lámparas en paredes y 4 lámparas colgantes, tipo tubo led de 18 W. Además, 5 bombillos de 20 W.
- **Centro de documentación**, 12 lámparas colgantes tipo tubo led de 18 W.

- **Bodega utilera**, 1 bombillo de 20 W.
- **Cocina**, 2 lámparas colgantes tipo tubo led de 18 W.

## 9.2. AFORO DE CARGA LUMÍNICA

El paso inicial del diseño en su primera fase consistió en realizar un aforo de carga para determinar el consumo eléctrico generado por la utilización de las luminarias durante distintas horas del día en cada una de las áreas y zonas de la edificación, seguido de un segundo aforo de carga, donde se estimó la energía total consumida simulando la iluminación completa de toda la edificación conforme a las mismas horas de uso dadas en un día normal de trabajo.

| CUADRO DE CARGA                                          |                            |                                  |               |           |              |                                      |              |                                      |                                      |
|----------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------|-----------|--------------|--------------------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Área                                                     | Zona                       | Descripción                      | Tipo de carga | Cantidad  | Potencia (W) | Potencia Pico (W)                    | Horas de uso | Potencia Total                       | Energía                              |
| <b>Exterior</b>                                          | Alrededores de edificación | Reflectores grandes              | No lineal     | 0         |              |                                      |              |                                      |                                      |
|                                                          | Valla informativa          | Reflectores pequeños             | No lineal     |           |              |                                      |              |                                      |                                      |
|                                                          | Plazoleta principal        | Luminarias                       | No lineal     |           |              |                                      |              |                                      |                                      |
|                                                          | <b>Sótano</b>              | Lámparas tipo tubo LED           | No lineal     | 9         | 18           | 0                                    | 3            | 162 Watts                            | 486 W/h                              |
| <b>Primer Piso</b>                                       | Hall de acceso             | Lámparas tipo tubo LED           | No lineal     | 4         | 18           | 0                                    | 3            | 72 Watts                             | 216 W/h                              |
|                                                          | Ofc. Atención al público   | Lámparas tipo tubo LED           | No lineal     | 4         | 18           | 0                                    | 7            | 72 Watts                             | 504 W/h                              |
|                                                          | Cuarto de expedientes      | Bombillos                        | No lineal     | 2         | 20           | 0                                    | 2            | 40 Watts                             | 80 W/h                               |
|                                                          | Cuarto UPS                 | Bombillos                        | No lineal     | 23        |              |                                      |              |                                      |                                      |
|                                                          | Oficina 1                  | Lámparas tipo tubo LED           | No lineal     | 5         | 18           | 0                                    | 6            | 90 Watts                             | 540 W/h                              |
|                                                          | Oficina 2                  | Lámparas tipo tubo LED           | No lineal     | 4         | 18           | 0                                    | 5            | 72 Watts                             | 360 W/h                              |
|                                                          | Baños descanso 1           | Lámparas tipo tubo LED           | No lineal     | 4         | 18           | 0                                    | 0,5          | 72 Watts                             | 36 W/h                               |
| <b>Segundo Piso</b>                                      | Sala de espera             | Lámparas tipo tubo LED           | No lineal     | 2         | 18           | 0                                    | 1            | 36 Watts                             | 36 W/h                               |
|                                                          | Oficina 3                  | Lámparas tipo tubo LED           | No lineal     | 16        | 18           | 0                                    | 9            | 288 Watts                            | 2.592 W/h                            |
|                                                          | Sala de juntas             | Lámparas tipo tubo LED           | No lineal     | 6         | 18           | 0                                    | 3            | 108 Watts                            | 324 W/h                              |
|                                                          | Ofc. Director              | Lámparas tipo tubo LED           | No lineal     | 4         | 18           | 0                                    | 4            | 72 Watts                             | 288 W/h                              |
|                                                          | Baño integrado             | Lámparas tipo tubo LED           | No lineal     | 2         | 18           | 0                                    | 0,2          | 36 Watts                             | 7 W/h                                |
|                                                          | Baños descanso 2           | Lámparas tipo tubo LED           | No lineal     | 4         | 18           | 0                                    | 0,5          | 72 Watts                             | 36 W/h                               |
| <b>Tercer Piso</b>                                       | Hall de acceso             | Bombillos                        | No lineal     | 2         | 20           | 0                                    | 0,5          | 40 Watts                             | 20 W/h                               |
|                                                          |                            | Lámparas paredes tipo tubo LED   | No lineal     | 8         | 20           | 0                                    | 1,5          | 160 Watts                            | 240 W/h                              |
|                                                          | Gimnasio                   | Lámparas colgantes tipo tubo LED | No lineal     |           |              |                                      |              |                                      |                                      |
|                                                          |                            | Bombillos                        | No lineal     | 17        |              |                                      |              |                                      |                                      |
|                                                          | Centro de documentación    | Lámparas colgantes tipo tubo LED | No lineal     | 4         | 18           | 0                                    | 0,5          | 72 Watts                             | 36 W/h                               |
|                                                          | Bodega utilera             | Bombillos                        | No lineal     | 1         | 20           | 0                                    | 0,2          | 20 Watts                             | 4 W/h                                |
|                                                          | Cocina                     | Lámparas colgantes tipo tubo LED | No lineal     | 2         | 18           | 0                                    | 4            | 36 Watts                             | 144 W/h                              |
| <b>TOTAL</b>                                             |                            |                                  |               | <b>83</b> | <b>332</b>   | <b>0</b>                             |              | <b>1.520 Watts</b><br><b>1,52 Kw</b> | <b>5.949 W/h</b><br><b>5,95 Kw/h</b> |
| Consumo de energía mensual correspondiente a iluminación |                            |                                  |               | 178 Kw/h  |              | % consumo de energía por iluminación |              |                                      |                                      |
| Consumo de energía mensual promedio facturado por EPM    |                            |                                  |               | 845 Kw/h  |              | 21,1%                                |              |                                      |                                      |

**Tabla 8.** Elaboración Propia. (2021). Aforo de Carga Lumínica Real.

| CUADRO DE CARGA                                          |                            |                                  |               |          |    |              |                   |                                      |                        |                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------|----------|----|--------------|-------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| Área                                                     | Zona                       | Descripción                      | Tipo de carga | Cantidad |    | Potencia (W) | Potencia Pico (W) | Horas de uso                         | Potencia Total         | Energía                  |
| Exterior                                                 | Alrededores de edificación | Reflectores grandes              | No lineal     |          | 7  |              |                   |                                      |                        |                          |
|                                                          | Valla informativa          | Reflectores pequeños             | No lineal     | 12       | 2  |              |                   |                                      |                        |                          |
|                                                          | Plazoleta principal        | Luminarias                       | No lineal     |          | 3  |              |                   |                                      |                        |                          |
|                                                          | Sótano                     | Lamparas tipo tubo LED           | No lineal     | 18       | 18 | 18           | 0                 | 3                                    | 324 Watts              | 972 W/h                  |
| Primer Piso                                              | Hall de acceso             | Lamparas tipo tubo LED           | No lineal     |          | 12 | 18           | 0                 | 3                                    | 216 Watts              | 648 W/h                  |
|                                                          | Ofc. Atención al público   | Lamparas tipo tubo LED           | No lineal     |          | 16 | 18           | 0                 | 7                                    | 288 Watts              | 2.016 W/h                |
|                                                          | Cuarto de expedientes      | Bombillos                        | No lineal     |          | 4  | 20           | 0                 | 2                                    | 80 Watts               | 160 W/h                  |
|                                                          | Cuarto UPS                 | Bombillos                        | No lineal     | 59       | 1  | 20           | 0                 | 0,5                                  | 20 Watts               | 10 W/h                   |
|                                                          | Oficina 1                  | Lamparas tipo tubo LED           | No lineal     |          | 14 | 18           | 0                 | 6                                    | 252 Watts              | 1.512 W/h                |
|                                                          | Oficina 2                  | Lamparas tipo tubo LED           | No lineal     |          | 8  | 18           | 0                 | 5                                    | 144 Watts              | 720 W/h                  |
|                                                          | Baños descanso 1           | Lamparas tipo tubo LED           | No lineal     |          | 4  | 18           | 0                 | 0,5                                  | 72 Watts               | 36 W/h                   |
| Segundo Piso                                             | Sala de espera             | Lamparas tipo tubo LED           | No lineal     |          | 4  | 18           | 0                 | 1                                    | 72 Watts               | 72 W/h                   |
|                                                          | Oficina 3                  | Lamparas tipo tubo LED           | No lineal     |          | 24 | 18           | 0                 | 9                                    | 432 Watts              | 3.888 W/h                |
|                                                          | Sala de juntas             | Lamparas tipo tubo LED           | No lineal     |          | 12 | 18           | 0                 | 3                                    | 216 Watts              | 648 W/h                  |
|                                                          | Ofc. Director              | Lamparas tipo tubo LED           | No lineal     | 54       | 8  | 18           | 0                 | 4                                    | 144 Watts              | 576 W/h                  |
|                                                          | Baño integrado             | Lamparas tipo tubo LED           | No lineal     |          | 2  | 18           | 0                 | 0,2                                  | 36 Watts               | 7 W/h                    |
|                                                          | Baños descanso 2           | Lamparas tipo tubo LED           | No lineal     |          | 4  | 18           | 0                 | 0,5                                  | 72 Watts               | 36 W/h                   |
| Tercer Piso                                              | Hall de acceso             | Bombillos                        | No lineal     |          | 4  | 20           | 0                 | 0,5                                  | 80 Watts               | 40 W/h                   |
|                                                          |                            | Lamparas paredes tipo tubo LED   | No lineal     |          | 8  | 20           | 0                 | 1,5                                  | 160 Watts              | 240 W/h                  |
|                                                          | Gimnasio                   | Lamparas colgantes tipo tubo LED | No lineal     |          | 4  | 18           | 0                 | 1,5                                  | 72 Watts               | 108 W/h                  |
|                                                          |                            | Bombillos                        | No lineal     | 36       | 5  | 20           | 0                 | 1,5                                  | 100 Watts              | 150 W/h                  |
|                                                          | Centro de documentación    | Lamparas colgantes tipo tubo LED | No lineal     |          | 12 | 18           | 0                 | 0,5                                  | 216 Watts              | 108 W/h                  |
|                                                          | Bodega utilera             | Bombillos                        | No lineal     |          | 1  | 20           | 0                 | 0,2                                  | 20 Watts               | 4 W/h                    |
|                                                          | Cocina                     | Lamparas colgantes tipo tubo LED | No lineal     |          | 2  | 18           | 0                 | 4                                    | 36 Watts               | 144 W/h                  |
| TOTAL                                                    |                            |                                  |               | 179      |    | 390          | 0                 |                                      | 3.052 Watts<br>3,05 Kw | 12.095 W/h<br>12,10 Kw/h |
| Consumo de energía mensual correspondiente a iluminación |                            |                                  |               | 363 Kw/h |    |              |                   |                                      |                        |                          |
| Consumo de energía mensual promedio facturado por EPM    |                            |                                  |               | 845 Kw/h |    |              |                   |                                      |                        |                          |
|                                                          |                            |                                  |               |          |    |              |                   | % consumo de energía por iluminación |                        | 42,9%                    |

Tabla 9. Elaboración Propia. (2021). Aforo de Carga Lumínica Estimada.

Una vez determinada en cada uno de los aforos, la cantidad de energía necesaria para proveer de iluminación la sede, se promediaron las cargas totales y se estimó que la cantidad de energía diaria requerida por el sistema es de 9,02 kWh (9020 Wh), lo que equivale al 32% del consumo total de energía promedio facturado por EPM.

|                                  |     |           |
|----------------------------------|-----|-----------|
| Energía requerida por el sistema | 32% | 9,02 Kw/h |
|----------------------------------|-----|-----------|

### 9.3. PROYECCIÓN DEL GENERADOR

#### Radiación y Brillo Solar

Para la proyección del generador se obtuvieron como primera medida los datos de la radiación y el brillo solar del sitio donde será implementado el sistema fotovoltaico, extraídos del mapa multianual de irradiación global horizontal y brillo solar, contenidos en Atlas de Radiación Solar Ultravioleta y Ozono de Colombia elaborado por el IDEAM.

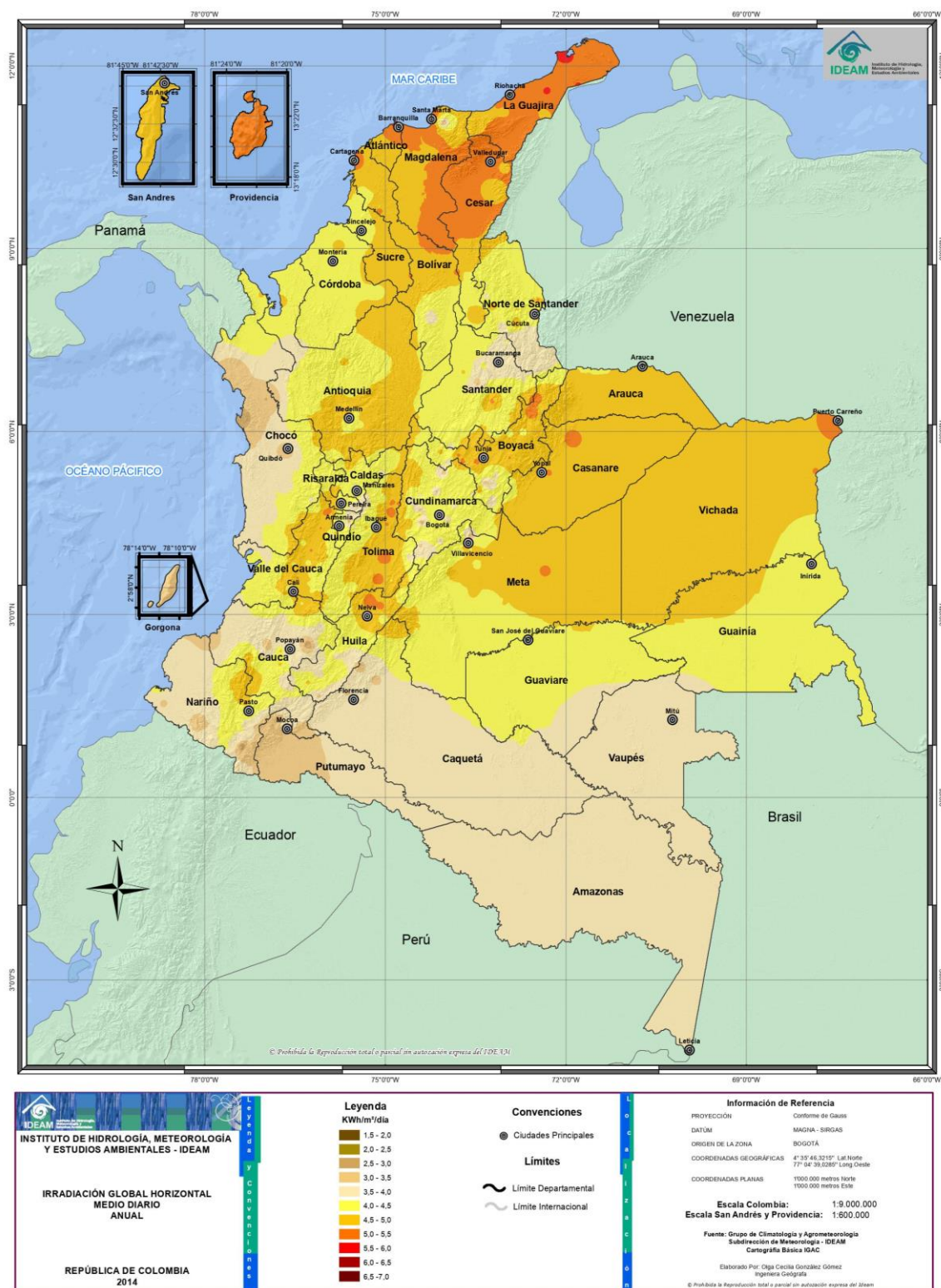


Imagen 18. IDEAM. (2014). Irradiación Global Horizontal Medio Diario Anual.

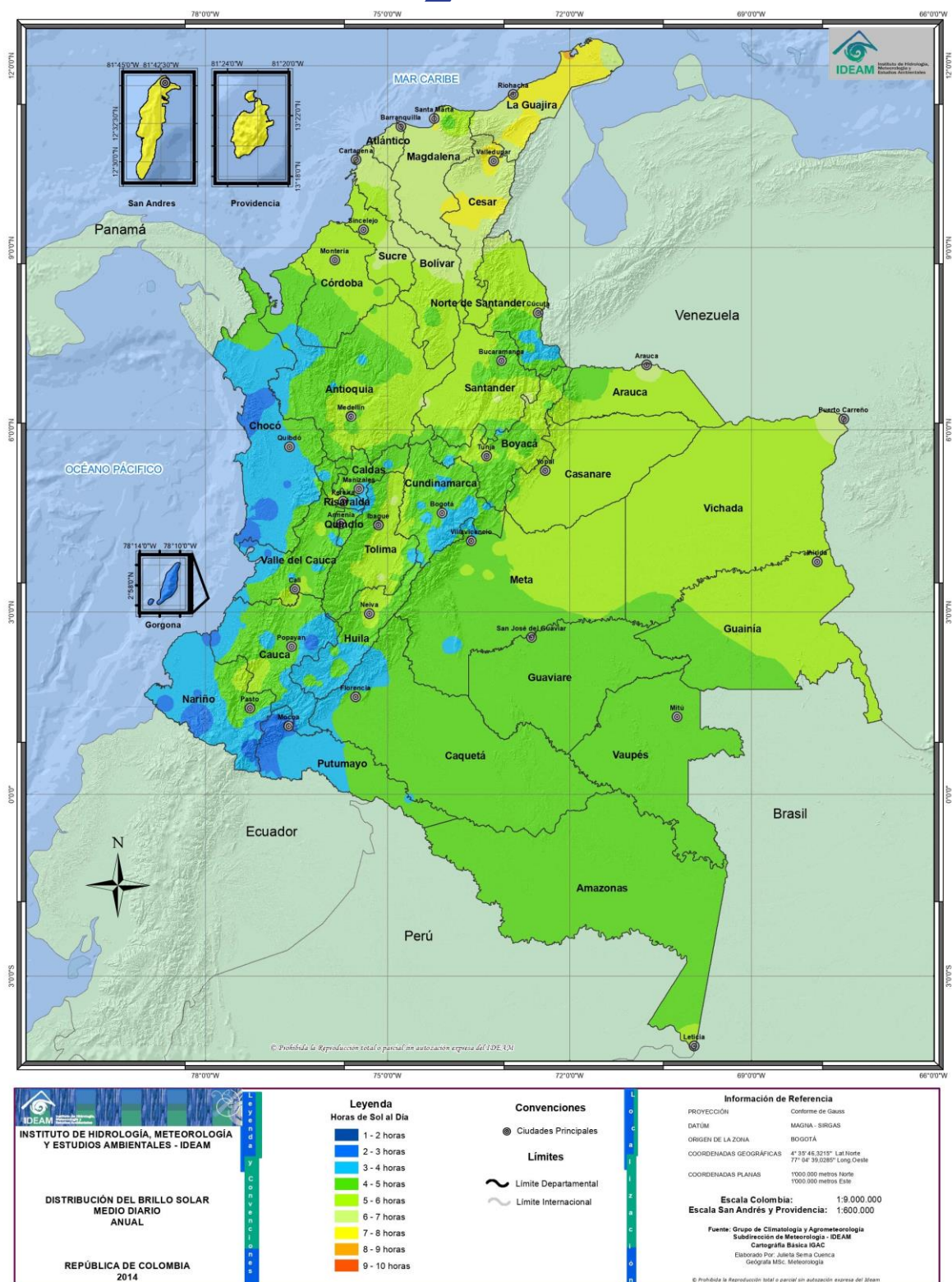


Imagen 19. IDEAM. (2014). Distribución del Brillo Solar Medio Diario Anual.

De acuerdo con los datos proporcionados por el Atlas del IDEAM, se obtuvo que la radiación solar media en el municipio de San Luis – Antioquia, es de aproximadamente 4,5 a 5 kWh/m<sup>2</sup> y el brillo solar medio tiene una duración aproximada de 5 a 6 horas durante el día.

### **Módulo Solar**

Los módulos solares, paneles solares o módulos fotovoltaicos como también se les conoce, están constituidos por múltiples dispositivos electrónicos denominados celdas solares, las cuales captan y convierten la radiación emitida por el sol en energía eléctrica, gracias al material semiconductor que las recubre conocido como silicio.

Existen distintos tipos de módulos solares entre los cuales se encuentran:

- **Monocristalinos y policristalinos.** Son los tipos de módulos más comunes y su elección depende del tipo de aplicación.

Un **Módulo Monocristalino** es mucho más eficiente cuando hay una menor radiación, por lo tanto, tienen un mejor desempeño en zonas muy nubladas o con altas precipitaciones.

En cuanto a los **Módulos Policristalinos**, su alto rendimiento se garantiza en zonas completamente despejadas en la mayor parte del año, dadas las mejores condiciones de radiación emitidas, garantizando una mejor respuesta a la temperatura.

- **Bifaciales.** Son módulos modernos creados con el fin de aprovechar los rayos del sol cuando se reflejan sobre el suelo. Se aprovecha la radiación sobre su parte frontal y posterior.
- **Media – celda.** Son los más comerciales. Con la división de los módulos en 2 partes se logra reducir el aumento de la temperatura y el efecto de las sombras (ya que, en los demás módulos al incidir alguna sombra sobre ellos, quedan automáticamente desactivados).

Teniendo en cuenta las características anteriormente descritas de los distintos tipos de módulos solares, de acuerdo con sus ventajas y desventajas, se decidió seleccionar para el diseño en la primera fase del proyecto módulos solares policristalinos, dado a que las condiciones de radiación y brillo solar de la zona durante el día son mucho más prolongadas en comparación con los momentos de lluvia y nubosidad, garantizando un buen rendimiento a pesar la considerable variación climática.

El módulo solar seleccionado es un módulo policristalino media – celda, comercializado por la empresa Canadian Solar. Pertenece a la gama HiKu (módulo policristalino de alta potencia) y suministra una potencia de entre 425 W y 450 W.



**Imagen 20.** Canadian Solar. (2019). Módulo Solar Policristalino Gama HiKu 425 W – 450 W.

## Generador

| Pérdidas Por Temperatura - Corrección de la Potencia del Módulo |                                     |                  |            |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------|------------|
| T° Amb                                                          | 25 °C                               | Coef. T° de Pmax | -0,36 %/°C |
| G                                                               | 1000 W/m2                           | Pmax             | 450 Watts  |
| TONC                                                            | 45 °C                               |                  |            |
| T° Celda                                                        | 56,25 °C                            |                  |            |
| Variación de potencia                                           | -1,62 Watts                         |                  |            |
| Potencia corregida                                              | <b>399,38 Watts</b>                 |                  |            |
| Pérdida de potencia                                             | <b>50,63 Watts</b><br><b>11,25%</b> |                  |            |

**Tabla 10.** Elaboración Propia. (2021). Pérdidas por Temperatura y Corrección de la Potencia del Módulo.

| Eficiencia del Módulo |               |      |         |
|-----------------------|---------------|------|---------|
| Potencia nominal      | 450 Watts     | L    | 2,11 m  |
| G                     | 1000 W/m2     | B    | 1,05 m  |
|                       |               | Área | 2,21 m2 |
| Eficiencia            | <b>20,39%</b> |      |         |

**Tabla 11.** Elaboración Propia. (2021). Eficiencia del Módulo.

| N° de Módulos por Energía Estimada |               |
|------------------------------------|---------------|
| Energía requerida                  | 5000 Wh       |
| Pérdidas                           | 25%           |
| HSP                                | 5,5 h         |
| Potencia corregida                 | 399,38 Watts  |
| Energía + pérdidas                 | 6250 Wh       |
| Energía del módulo                 | 2196,56 Wh    |
| Módulos                            | 2,85 Unds     |
|                                    | <b>3 Unds</b> |
| Potencia nominal                   | 1350 Watts    |

**Tabla 12.** Elaboración Propia. (2021). Cálculo de Número de Módulos por Energía Estimada.

Nº de Módulos por Arreglos Ns x Np

|                        |         |
|------------------------|---------|
| Consumo promedio día   | 5000 Wh |
| Eficiencia del sistema | 25%     |
| HSP                    | 5,5 h   |

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| Energía del arreglo | 6250 Wh        |
| Potencia pico       | 1136,36 Watts  |
| Corriente en DC     | 23,67 Amperios |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| Módulos totales           | 6 Unds     |
| Pot. total, del generador | 2700 Watts |

| Datos del Módulo     |               |
|----------------------|---------------|
| Potencia nominal     | 450 W         |
| Voltaje de Operación | 48 Voltios    |
| Corriente del módulo | 8,85 Amperios |
| Voltaje del módulo   | 37,90 Voltios |

|    |                   |
|----|-------------------|
| Np | 2,68<br>3<br>Unds |
| Ns | 1,27<br>2         |

**Tabla 13.** Elaboración Propia. (2021). Cálculo de Número de Módulos por Arreglos.

Para la proyección del generador se tuvieron en cuenta los datos contenidos en la ficha técnica del módulo solar seleccionado y se realizaron los cálculos para determinar las pérdidas por acción de la temperatura ocasionadas al sistema, la eficiencia lograda por el módulo solar y la cantidad de módulos solares necesarios para abastecer de luz, las instalaciones de la regional.

Debido a que la cantidad de energía necesaria para suministrar iluminación a la sede es muy grande, se decidió fraccionarla en 2 partes, lo que refleja el diseño de 2 generadores que produzcan energía eléctrica para un consumo diario de 5000 Wh cada uno, supliendo la necesidad de 9020 Wh que se requiere.

Los cálculos arrojaron que se requieren 6 módulos solares por cada arreglo, conformados así por 2 filas conectadas en serie, de 3 módulos conectados en paralelo, para un total de 12 módulos solares.

#### 9.4. ESTIMACIÓN DEL BANCO DE BATERÍAS

La energía producida por los módulos solares será almacenada en un banco de baterías, el cual acumulará la energía eléctrica con un respaldo de 1 día, con el fin de garantizar la iluminación constante de la edificación.

Las baterías escogidas para el diseño del banco de almacenamiento son suministradas por la empresa Trojan Battery Company. Son baterías de 6 V, con una vida útil de 8 años.

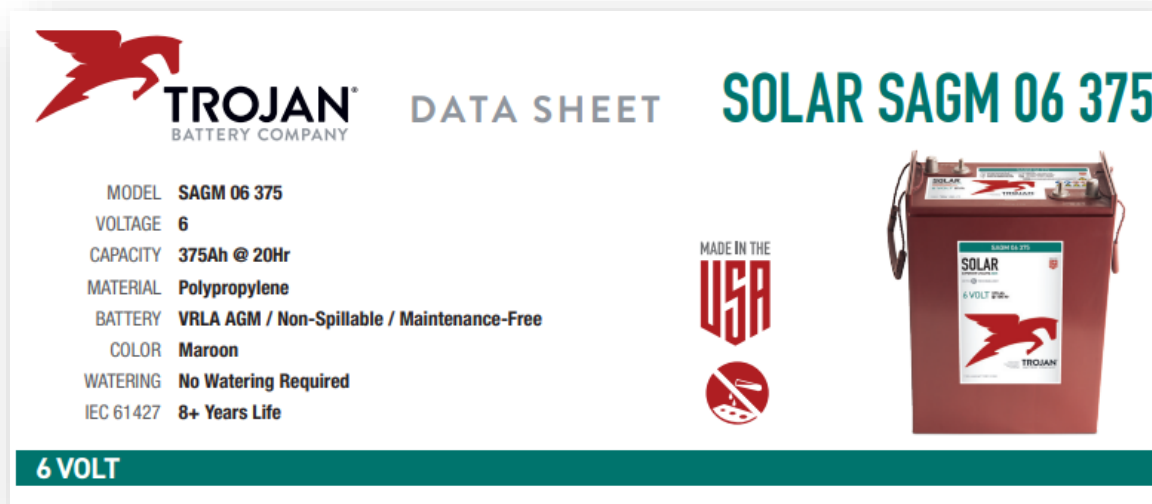


Imagen 21. Trojan Battery Company. (2019). Batería Solar SAGM 06 375 de 6 V.

| Promedio de Energía Diaria Necesaria |            |
|--------------------------------------|------------|
| Prom. Carga en AC                    | 5000 Wh    |
| Eficiencia del inversor              | 90%        |
| Prom. Carga en DC                    | 0 Wh       |
| Promedio diario                      | 5555,56 Wh |

| Capacidad del Banco de Baterías |                          |
|---------------------------------|--------------------------|
| Voltaje del sistema             | 48 Voltios               |
| Promedio Diario                 | 5555,56 Wh               |
| Días de Autonomía               | 2                        |
| Multiplicador de Temp.          | 1                        |
| Prof. de Descarga (DoD)         | 70%                      |
| Capacidad del Banco de Baterías | 15873,02 Wh<br>331 Amp/h |

Tabla 14. Elaboración Propia. (2021). Energía Necesaria y Capacidad del Banco de Baterías.

Para la determinación del tipo y número de baterías se estableció como primera medida el promedio de energía diaria necesaria para almacenar en el banco de baterías. Seguidamente, conforme a los valores obtenidos en los cálculos para determinar la capacidad del banco de baterías, se estima el uso de 8 baterías de 6 voltios conectadas en paralelo asegurar que el sistema siga trabajando con 48 voltios. Cada batería posee un amperaje de 375 Amper.

### 9.5. DETERMINACIÓN DEL REGULADOR DE CARGA

El regulador o controlador de carga es un aparato que evita que las baterías sufran el fenómeno de sobre carga por no controlar la cantidad de corriente que adquieren, causándole hinchazón. Su función principal es verificar que la batería se encuentre operando en el rango de voltaje que debe operar evitando su descarga o sobrecarga, al disponer de forma controlada en el banco toda la energía producida por los módulos solares.

#### *Algoritmos de Carga*

**PWM.** Recurre a la modulación por ancho de pulsos para determinar el momento correcto para cargar la batería, se basa en la medida de tensión que observa o mide en la batería. Se usan para aplicaciones pequeñas debido a que gradúa la entrega de voltaje del sistema al voltaje que recibe la batería.

**MPPT.** Realiza seguimiento al punto de máxima potencia. Es la tecnología más avanzada para cargar baterías de la que se dispone actualmente mejorando la eficiencia del sistema solar. A diferencia del PWM amplía los voltajes de tensión y, no requiere que el voltaje de carga (entrada) sea igual al voltaje de batería (salida). Así mismo, permiten manejar grandes potencias y corrientes.

| Reguladores         |        |                                      |            |
|---------------------|--------|--------------------------------------|------------|
| PWM                 |        | MPPT                                 |            |
| # Np                | 3      | Potencia del Arreglo                 | 2700 Watts |
| Isc                 | 9,3    | # de Arreglos                        | 1          |
| Factor de Seguridad | 1,25   | Potencia Total de Arreglos           | 2700 Watts |
| Corriente Mínima    | 34,875 | Voltaje Nominal del Banco de Batería | 48 Voltios |
|                     |        | Salida en Amp                        | 56,25 Amp  |

**Tabla 15.** Elaboración Propia. (2021). Determinación de Reguladores de Acuerdo al Algoritmo de Carga.

Para la determinación de los reguladores a utilizar se hicieron los cálculos con el fin de conocer el amperaje requerido por los reguladores de acuerdo con su algoritmo de carga.

Para un regulador con algoritmo PWM se tuvo un requerimiento de 34,87 Amp y para un regulador con algoritmo MPPT un requerimiento de 56,25 Amp.

Se escogió en el diseño un regulador MPPT por ser la tecnología más avanzada para cargar las baterías mejorando la eficiencia del sistema y compensando las pérdidas al aumentar la cantidad de corriente. El regulador seleccionado es del fabricante Victron Energy, trabaja con 60 Amp y soporta una corriente máxima de corto circuito de hasta 80 Amp.



**Imagen 22.** Victron Energy. (2019). Regulador de Carga SmartSolar MPPT 150/100 Tr.

### 9.6. DETERMINACIÓN DEL INVERSOR

El inversor es un dispositivo que se encarga de transformar la corriente continua o directa (DC) en corriente alterna (AC) útil y estable para cualquier aplicación.

La energía que recibe el inversor puede ser entregada por el banco de batería o directamente de los módulos solares de acuerdo con el diseño que se pretenda establecer. Esta corriente esta estandarizada en tensiones de 12, 24 y 48 voltios DC para sistemas autónomos (off grid). Y por último puede entregar niveles de tensión de 110, 115 y 120 voltios AC en conexiones monofásicas, monofásica bifilar o trifásica.

Por ser la potencia continua, calculada en el aforo lumínico de 390 W, se seleccionó un inversor que entregue como mínimo el total de la potencia continua.



**Imagen 23.** Palma. (2017). Inversor de Onda Pura 500 W.

### 9.7. SELECCIÓN DE CONDUCTORES

Para los conductores se proyecta utilizar cable solar tipo THWN, por su flexibilidad y fácil manejo. Este cable maneja hasta 55 Amp dentro del cual se encuentra la corriente empleada por el arreglo de módulos solares.



Imagen 24. Centelsa. (2016). Cable THHN/THWN-2 TC RoHS de 600 V.

Para las conexiones entre baterías, baterías y regulador, y entre baterías e inversor, se utilizará un cable calibre # 4 que maneja hasta 125 Amp, conociendo que se trabajará la conexión del banco de baterías con un voltaje de 48 V y el cable permite hasta 50 V.



Imagen 25. Centelsa. (2016). Cable para Batería SGT 50 V.

## 10. CRONOGRAMA

A continuación, se muestra la planificación de las actividades contempladas en la primera fase del diseño del sistema fotovoltaico, donde las primeras 4 etapas fueron culminadas al terminar la formulación del proyecto, y además se estima el tiempo en que se realizarían las actividades de las etapas 5, 6 y 7, dirigidas a la ejecución del proyecto.

| FASE                                                    | ETAPAS  | ACTIVIDADES                                                                           | SEMANAS |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                                         |         |                                                                                       | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| P<br>R<br>I<br>M<br>E<br>R<br>A<br><br>F<br>A<br>S<br>E | Etapa 1 | Consulta de generalidades de las instalaciones de la Regional Bosques.                | ■       | ■ | ■ | ■ |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                         |         | Levantamiento de información climatológica de la zona donde se ejecutará el proyecto. |         | ■ | ■ | ■ | ■ |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                         | Etapa 2 | Inventario de luminarias de la sede.                                                  |         |   |   |   | ■ |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                         |         | Aforo lumínico real.                                                                  |         |   |   |   |   | ■ |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                         | Etapa 3 | Aforo lumínico estimado.                                                              |         |   |   |   |   |   | ■ |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                         |         | Proyección del generador de energía eléctrica.                                        |         |   |   |   |   |   |   | ■ | ■ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                         | Etapa 4 | Estimación de banco de baterías, regulador e inversor.                                |         |   |   |   |   |   |   |   | ■ | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                         |         | Selección de conductores para la red eléctrica.                                       |         |   |   |   |   |   |   |   |   | ■  | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                         | Etapa 5 | Formulación del presupuesto del proyecto.                                             |         |   |   |   |   |   |   |   |   | ■  | ■  | ■  |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                         |         | Asesoría en la formulación del proyecto.                                              |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    | ■  | ■  | ■  |    |    |    |    |    |    |
|                                                         | Etapa 6 | Ajustes requeridos para la ejecución del proyecto.                                    |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | ■  | ■  | ■  |    |    |    |    |    |
|                                                         |         | Cotización de los módulos solares, baterías y demás aparatos requeridos.              |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | ■  | ■  | ■  |    |    |    |    |
|                                                         | Etapa 7 | Compra de materiales e implementos.                                                   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | ■  | ■  | ■  |    |    |    |
|                                                         |         | Instalación de soportes metálicos y módulos solares.                                  |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | ■  | ■  | ■  |    |    |
|                                                         | Etapa 8 | Adecuación de cuarto para banco de baterías.                                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | ■  | ■  | ■  |    |
|                                                         |         | Introducción cableado y acople con las luminarias de la Regional.                     |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    | ■  | ■  | ■  |
|                                                         | Etapa 9 | Puesta en marcha del sistema fotovoltaico.                                            |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | ■  | ■  |
|                                                         |         | Acompañamiento técnico para evaluación en la ejecución del proyecto.                  |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | ■  | ■  |

**Tabla 16.** Elaboración Propia. (2021). Cronograma de Actividades Primera Fase.

## 11. PRESUPUESTO

Los recursos económicos estimados, necesarios para la ejecución del proyecto se describen en la siguiente tabla, presupuestando un costo total de \$ 37.200.000, donde los materiales y equipos del sistema fotovoltaico son los que demandan un mayor valor. Cabe resaltar que los costos descritos por cada rubro fueron consultados en su mayoría en páginas web dedicadas al comercio electrónico, mientras que los costos referentes al personal fueron estimados, por lo que son susceptibles a cambios y ajustes.

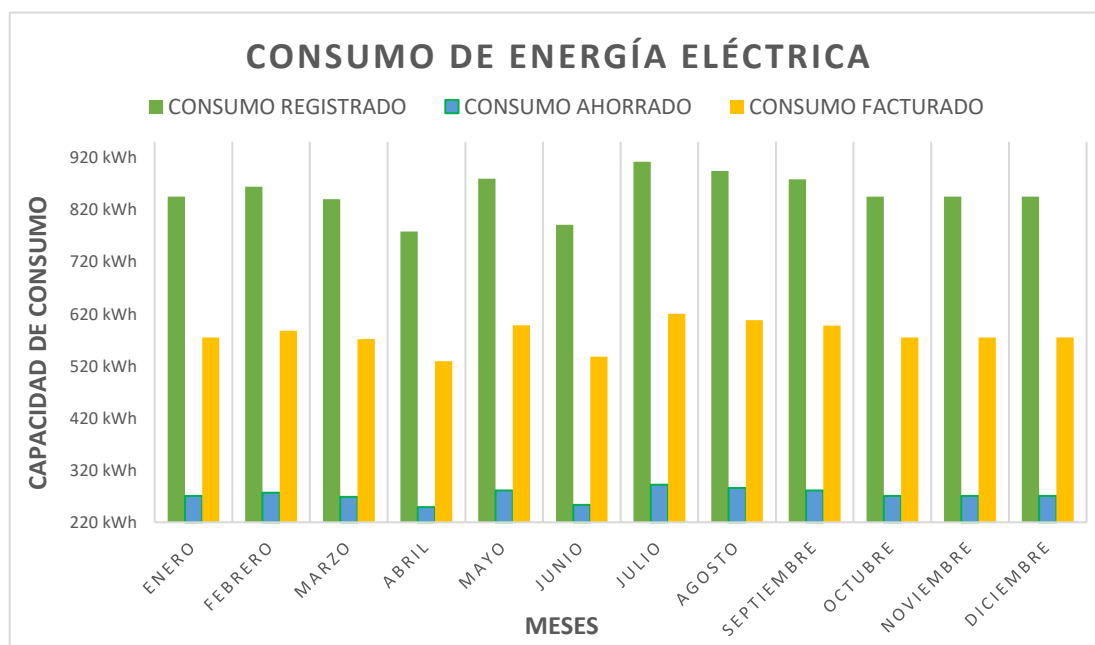
| RUBRO                                | CANTIDAD | T. ACOMPAÑAMIENTO | V. UNITARIO  | V.TOTAL              |
|--------------------------------------|----------|-------------------|--------------|----------------------|
| <b>Logística</b>                     |          |                   |              | <b>\$ 1.100.000</b>  |
| Papelería                            |          |                   | \$ 300.000   | \$ 300.000           |
| Cotización de equipos                |          |                   | \$ 300.000   | \$ 300.000           |
| Desplazamiento                       |          |                   | \$ 500.000   | \$ 500.000           |
| <b>Materiales</b>                    |          |                   |              | <b>\$ 33.100.000</b> |
| Compra de módulos solares            | 12       |                   | \$ 900.000   | \$ 10.800.000        |
| Compra de baterías de almacenamiento | 8        |                   | \$ 1.000.000 | \$ 8.000.000         |
| Compra del regulador de carga        | 2        |                   | \$ 1.500.000 | \$ 3.000.000         |
| Compra de inversor                   | 2        |                   | \$ 400.000   | \$ 800.000           |
| Compra de conductores                | 2        |                   | \$ 1.500.000 | \$ 3.000.000         |
| Compra de otros materiales           |          |                   | \$ 2.000.000 | \$ 2.000.000         |
| Instalación de soportes              | 1        |                   | \$ 4.000.000 | \$ 4.000.000         |
| Adecuación de banco de baterías      |          |                   | \$ 1.500.000 | \$ 1.500.000         |
| <b>Personal</b>                      |          |                   |              | <b>\$ 3.000.000</b>  |
| Profesional de apoyo                 | 1        | 1                 | \$ 2.000.000 | \$ 2.000.000         |
| Mano de obra                         | 3        | 1                 | \$ 1.000.000 | \$ 3.000.000         |
| <b>TOTAL COSTOS</b>                  |          |                   |              | <b>\$ 37.200.000</b> |

**Tabla 17.** Elaboración Propia. (2021). Costos Presupuestados para la Ejecución de la Primera Fase del Proyecto.

Para la determinación del ahorro anual proyectado con la implementación de la primera fase del sistema fotovoltaico, se elaboró la tabla ilustrada a continuación, en la cual se simula la cantidad de energía consumida a través de la red eléctrica de EMP, el consumo de energía ahorrado y el consumo de energía facturado para el año 2022, si estuviese implementado el sistema. De los resultados reflejados, se logra obtener un ahorro anual aproximado de \$ 2.088.032 que representan el 32% del valor total que se pagaría a la empresa de servicio público.

| Energía producida por el sistema fotovoltaico al mes |                    |                  |                   |           |                     |                        | 32%                       |                    |
|------------------------------------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------|---------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|
| MES FACTURADO                                        | CONSUMO REGISTRADO | CONSUMO AHORRADO | CONSUMO FACTURADO | COSTO kWh | AUMENTO MENSUAL kWh | VALOR NETO DEL CONSUMO | VALOR AHORRADO POR EL SFV | VALOR NETO A PAGAR |
| Enero                                                | 845 kWh            | 270 kWh          | 575 kWh           | \$ 617    | \$ 14,28            | \$ 521.035             | \$ 166.731                | 354.304,11         |
| Febrero                                              | 864 kWh            | 276 kWh          | 588 kWh           | \$ 621    | \$ 4,00             | \$ 536.207             | \$ 171.586                | 364.620,79         |
| Marzo                                                | 840 kWh            | 269 kWh          | 571 kWh           | \$ 625    | \$ 4,00             | \$ 524.672             | \$ 167.895                | 356.777,23         |
| Abril                                                | 778 kWh            | 249 kWh          | 529 kWh           | \$ 629    | \$ 4,00             | \$ 489.059             | \$ 156.499                | 332.559,83         |
| Mayo                                                 | 879 kWh            | 281 kWh          | 598 kWh           | \$ 633    | \$ 4,00             | \$ 556.064             | \$ 177.941                | 378.123,65         |
| Junio                                                | 791 kWh            | 253 kWh          | 538 kWh           | \$ 637    | \$ 4,00             | \$ 503.559             | \$ 161.139                | 342.419,79         |
| Julio                                                | 912 kWh            | 292 kWh          | 620 kWh           | \$ 641    | \$ 4,00             | \$ 584.236             | \$ 186.956                | 397.280,70         |
| Agosto                                               | 894 kWh            | 286 kWh          | 608 kWh           | \$ 645    | \$ 4,00             | \$ 576.281             | \$ 184.410                | 391.871,31         |
| Septiembre                                           | 878 kWh            | 281 kWh          | 597 kWh           | \$ 649    | \$ 4,00             | \$ 569.480             | \$ 182.233                | 387.246,11         |
| Octubre                                              | 845 kWh            | 270 kWh          | 575 kWh           | \$ 653    | \$ 4,00             | \$ 551.455             | \$ 176.466                | 374.989,71         |
| Noviembre                                            | 845 kWh            | 270 kWh          | 575 kWh           | \$ 657    | \$ 4,00             | \$ 554.835             | \$ 177.547                | 377.288,11         |
| Diciembre                                            | 845 kWh            | 270 kWh          | 575 kWh           | \$ 661    | \$ 4,00             | \$ 558.215             | \$ 178.629                | 379.586,51         |
| PROMEDIO                                             | 851 kWh            | 272 kWh          | 579 kWh           | \$ 639    | \$ 5                | \$ 543.758             | \$ 174.003                | \$ 369.756         |
| TOTAL                                                | 10216 kWh          | 3269 kWh         | 6947 kWh          | \$ 7.663  | \$ 58               | \$ 6.525.100           | \$ 2.088.032              | \$ 4.437.068       |

Tabla 18. Elaboración Propia. (2021). Consumo Eléctrico Simulado y Valores Estimados Para el Año 2022.



Grafica 3. Elaboración propia. (2021). Consumos de Energía Eléctrica Simulados para el Año 2022.

Cada año en el valor total pagado por el consumo de energía eléctrica a la empresa EPM, hay un aumento gradual cercano a los \$ 500.000 de los cuales \$ 160.000 corresponderían al valor ahorrado gracias el funcionamiento del sistema fotovoltaico. Si se adiciona ese valor ahorrado del aumento gradual al valor promedio ahorrado anualmente se podría recuperar la inversión en 12 años, tiempo que se reduciría si parte de la energía acumulada para la iluminación se ahorrara y utilizara para el funcionamiento de computadores u otro tipo de dispositivos.



## 12. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

El diseño y la formulación de la primera fase del proyecto permitió la puesta en práctica de los fundamentos teóricos impartidos sobre la configuración de sistemas fotovoltaicos, obteniendo además de conocimientos sobre la riqueza natural de la zona, un mejor entendimiento sobre el funcionamiento y distribución de las redes eléctricas que suministran el abastecimiento energético convencional.

La institucionalidad de la Corporación permitió el acceso a todas las herramientas necesarias para la formulación del proyecto, desde el suministro de los planos estructurales y eléctricos de la regional, hasta los registros de consumo eléctrico facturados mensualmente, lo que ayudó en gran medida a la proyección del sistema, a la determinación de la cantidad de módulos solares necesarios y la estimación del ahorro energético y económico que se podría lograr.

El diseño de la primera fase del proyecto da lugar a una formulación y ejecución precisa de la segunda, donde queda abierta la posibilidad de agrandar el sistema fotovoltaico para llegar al autoabastecimiento total de la sede, gracias a las condiciones de radiación y brillo solar con las que goza la región. De esta forma se hace mínima la necesidad de utilizar la energía suministrada por EPM y se alcanza una amplia demostración de sostenibilidad, que se espera sea replicada por las demás regionales, permitiendo fortalecer las políticas ambientales Corporación mediante un desarrollo que resguarde los recursos que brinda la naturaleza.



## 13. ANEXOS

### 13.1. FICHA TÉCNICA DE MÓDULO SOLAR

#### ELECTRICAL DATA | STC\*

| CS3W                         | 425P                                                                      | 430P    | 435P    | 440P    | 445P    | 450P    |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Nominal Max. Power (Pmax)    | 425 W                                                                     | 430 W   | 435 W   | 440 W   | 445 W   | 450 W   |
| Opt. Operating Voltage (Vmp) | 39.7 V                                                                    | 39.9 V  | 40.1 V  | 40.3 V  | 40.5 V  | 40.7 V  |
| Opt. Operating Current (Imp) | 10.71 A                                                                   | 10.78 A | 10.85 A | 10.92 A | 10.99 A | 11.06 A |
| Open Circuit Voltage (Voc)   | 48.2 V                                                                    | 48.4 V  | 48.6 V  | 48.7 V  | 48.8 V  | 49.0 V  |
| Short Circuit Current (Isc)  | 11.29 A                                                                   | 11.32 A | 11.35 A | 11.4 A  | 11.45 A | 11.53 A |
| Module Efficiency            | 19.2%                                                                     | 19.5%   | 19.7%   | 19.9%   | 20.1%   | 20.4%   |
| Operating Temperature        | -40°C ~ +85°C                                                             |         |         |         |         |         |
| Max. System Voltage          | 1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)                                          |         |         |         |         |         |
| Module Fire Performance      | TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730) |         |         |         |         |         |
| Max. Series Fuse Rating      | 20 A                                                                      |         |         |         |         |         |
| Application Classification   | Class A                                                                   |         |         |         |         |         |
| Power Tolerance              | 0 ~ + 10 W                                                                |         |         |         |         |         |

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

#### ELECTRICAL DATA | NMOT\*

| CS3W                         | 425P   | 430P   | 435P   | 440P   | 445P   | 450P   |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Nominal Max. Power (Pmax)    | 317 W  | 320 W  | 324 W  | 328 W  | 331 W  | 335 W  |
| Opt. Operating Voltage (Vmp) | 36.9 V | 37.1 V | 37.3 V | 37.5 V | 37.7 V | 37.9 V |
| Opt. Operating Current (Imp) | 8.57 A | 8.62 A | 8.68 A | 8.74 A | 8.79 A | 8.85 A |
| Open Circuit Voltage (Voc)   | 45.3 V | 45.5 V | 45.6 V | 45.7 V | 45.8 V | 46.0 V |
| Short Circuit Current (Isc)  | 9.11 A | 9.13 A | 9.16 A | 9.20 A | 9.24 A | 9.30 A |

\* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

#### MECHANICAL DATA

| Specification                         | Data                                                              |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Cell Type                             | Poly-crystalline                                                  |
| Cell Arrangement                      | 144 [2 X (12 X 6)]                                                |
| Dimensions                            | 2108 X 1048 X 40 mm<br>(83.0 X 41.3 X 1.57 in)                    |
| Weight                                | 24.9 kg (54.9 lbs)                                                |
| Front Cover                           | 3.2 mm tempered glass                                             |
| Frame                                 | Anodized aluminium alloy,<br>crossbar enhanced                    |
| J-Box                                 | IP68, 3 bypass diodes                                             |
| Cable                                 | 4 mm² (IEC), 12 AWG (UL)                                          |
| Cable Length<br>(Including Connector) | 500 mm (19.7 in) (+) / 350 mm (13.8 in) (-) or customized length* |
| Connector                             | T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2                                   |
| Per Pallet                            | 27 pieces                                                         |
| Per Container (40' HQ)                | 594 pieces                                                        |

\* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

#### TEMPERATURE CHARACTERISTICS

| Specification                        | Data         |
|--------------------------------------|--------------|
| Temperature Coefficient (Pmax)       | -0.36 % / °C |
| Temperature Coefficient (Voc)        | -0.28 % / °C |
| Temperature Coefficient (Isc)        | 0.05 % / °C  |
| Nominal Module Operating Temperature | 42 ± 3°C     |

## 13.2. FICHA TÉCNICA DE BATERIA SOLAR

### PHYSICAL SPECIFICATIONS

| MODEL NAME  | TERMINAL TYPE <sup>a</sup> | DIMENSIONS <sup>b</sup> INCHES (mm) |            |                     | WEIGHT <sup>c</sup> LBS. (kg) | HANDLES      | INSTALLATION ORIENTATION |
|-------------|----------------------------|-------------------------------------|------------|---------------------|-------------------------------|--------------|--------------------------|
| SAGM 06 375 | M8/LT                      | LENGTH                              | WIDTH      | HEIGHT <sup>c</sup> | 114 (52)                      | Braided Rope | Horizontal and Vertical  |
|             |                            | 11.66 (296)                         | 6.94 (176) | 16.31 (414)         |                               |              |                          |

### ELECTRICAL SPECIFICATIONS

| VOLTAGE | CAPACITY <sup>a</sup> AMP-HOURS (Ah) |       |       |       |        | ENERGY (kWh) | INTERNAL RESISTANCE (mΩ) | SHORT CIRCUIT CURRENT (amps) |
|---------|--------------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------------|--------------------------|------------------------------|
| 6       | 10-Hr                                | 20-Hr | 48-Hr | 72-Hr | 100-Hr | 20-Hr        | 1.7                      | 3650                         |
|         | 329                                  | 375   | 389   | 394   | 400    | 2.25         |                          |                              |

### CHARGING INSTRUCTIONS

| CHARGER VOLTAGE SETTINGS (AT 77°F/25°C)                                                                                                                                        |                        |       |       |       |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| SYSTEM VOLTAGE                                                                                                                                                                 | 6V                     | 12V   | 24V   | 36V   | 48V   |
| Maximum Charge Current (A)                                                                                                                                                     | 20% of C <sub>20</sub> |       |       |       |       |
| Absorption Voltage (2.40 V/cell)                                                                                                                                               | 7.20                   | 14.40 | 28.80 | 43.20 | 57.60 |
| Float Voltage (2.25 V/cell)                                                                                                                                                    | 6.75                   | 13.50 | 27.00 | 40.50 | 54.00 |
| Do not install or charge batteries in a sealed or non-ventilated compartment. Constant under or overcharging will damage the battery and shorten its life as with any battery. |                        |       |       |       |       |

### CHARGING TEMPERATURE COMPENSATION

| ADD                                                                                           | SUBTRACT                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0.005 volt per cell for every 1°C below 25°C<br>0.0028 volt per cell for every 1°F below 77°F | 0.005 volt per cell for every 1°C above 25°C<br>0.0028 volt per cell for every 1°F above 77°F |

### OPERATIONAL DATA

| OPERATING TEMPERATURE                                                                                         | SELF DISCHARGE                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| -4°F to 122°F (-20°C to +50°C). At temperatures below 32°F (0°C) maintain a state of charge greater than 60%. | Less than 3% per month depending on storage temperature conditions. |

### RECYCLE RESPONSIBLY

|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

### STATE OF CHARGE MEASURE OF OPEN-CIRCUIT VOLTAGE

| PERCENTAGE CHARGE | CELL | 6 VOLT |
|-------------------|------|--------|
| 100               | 2.14 | 6.42   |
| 75                | 2.09 | 6.27   |
| 50                | 2.04 | 6.12   |
| 25                | 1.99 | 5.97   |
| 0                 | 1.94 | 5.82   |

### 13.3. FICHA TÉCNICA DE REGULADOR DE CARGA

| SmartSolar Charge Controller     | 150/45                                                                                                           | 150/60 | 150/70 | 150/85                      | 150/100 |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-----------------------------|---------|
| Battery voltage                  | 12 / 24 / 48V Auto Select (software tool needed to select 36V)                                                   |        |        |                             |         |
| Rated charge current             | 45A                                                                                                              | 60A    | 70A    | 85A                         | 100A    |
| Nominal PV power, 12V 1a,b)      | 650W                                                                                                             | 860W   | 1000W  | 1200W                       | 1450W   |
| Nominal PV power, 24V 1a,b)      | 1300W                                                                                                            | 1720W  | 2000W  | 2400W                       | 2900W   |
| Nominal PV power, 36V 1a,b)      | 1950W                                                                                                            | 2580W  | 3000W  | 3600W                       | 4350W   |
| Nominal PV power, 48V 1a,b)      | 2600W                                                                                                            | 3440W  | 4000W  | 4900W                       | 5800W   |
| Max. PV short circuit current 2) | 50A (max 30A per MC4 conn.)                                                                                      |        |        | 70A (max 30A per MC4 conn.) |         |
| Maximum PV open circuit voltage  | 150V absolute maximum coldest conditions<br>145V start-up and operating maximum                                  |        |        |                             |         |
| Maximum efficiency               | 98%                                                                                                              |        |        |                             |         |
| Self-consumption                 | Less than 35mA @ 12V / 20mA @ 48V                                                                                |        |        |                             |         |
| Charge voltage 'absorption'      | Default setting: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V<br>(adjustable with: rotary switch, display, VE.Direct or Bluetooth) |        |        |                             |         |
| Charge voltage 'float'           | Default setting: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V<br>(adjustable: rotary switch, display, VE.Direct or Bluetooth)      |        |        |                             |         |
| Charge voltage 'equalization'    | Default setting: 16,2V / 32,4V / 48,6V / 64,8V (adjustable)                                                      |        |        |                             |         |
| Charge algorithm                 | multi-stage adaptive (eight preprogrammed algorithms) or user defined algorithm                                  |        |        |                             |         |
| Temperature compensation         | -16 mV / -32 mV / -64 mV / °C                                                                                    |        |        |                             |         |
| Protection                       | PV reverse polarity / Output short circuit / Over temperature                                                    |        |        |                             |         |
| Operating temperature            | -30 to +60°C (full rated output up to 40°C)                                                                      |        |        |                             |         |
| Humidity                         | 95%, non-condensing                                                                                              |        |        |                             |         |
| Maximum altitude                 | 5000m (full rated output up to 2000m)                                                                            |        |        |                             |         |
| Environmental condition          | Indoor, unconditioned                                                                                            |        |        |                             |         |
| Pollution degree                 | PD3                                                                                                              |        |        |                             |         |
| Data communication port          | VE.Direct or Bluetooth                                                                                           |        |        |                             |         |
| Remote on/off                    | Yes (2 pole connector)                                                                                           |        |        |                             |         |
| Programmable relay               | DPST AC rating: 240VAC / 4A DC rating: 4A up to 35VDC, 1A up to 60VDC                                            |        |        |                             |         |
| Parallel operation               | Yes (not synchronized)                                                                                           |        |        |                             |         |

## 13.4. FICHA TÉCNICA DE INVERSOR DE ENERGÍA

|  | IIP-12300              | IIP-24300              | IIP-12500              | IIP-241000             | IIP-241500             | IIP-242000             | IIP-243000             | IIP-483000             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Potencia Continua                                                                 | 300VA                  | 300VA                  | 500VA                  | 1000VA                 | 1500VA                 | 2000VA                 | 3000VA                 | 3000VA                 |
| Potencia Pico                                                                     | 600VA                  | 600VA                  | 1000VA                 | 2000VA                 | 3000VA                 | 4000VA                 | 6000VA                 | 6000VA                 |
| Voltaje DC                                                                        | 12V                    | 24V                    | 12V                    | 24V                    | 24V                    | 24V                    | 24V                    | 48V                    |
| Voltaje AC                                                                        | 120V/230V ± 5%         | 120V/230V ± 5%         | 120V/230V ± 5%         | 120V/230V ± 5%         | 120V/230V ± 5%         | 120V/230V ± 5%         | 120V/230V ± 5%         | 120V/230V ± 5%         |
| Carga de corriente sin carga                                                      | 0,5A                   | 0,3A                   | 0,6A                   | <1A                    | <1A                    | 0,5A                   | 0,8A                   | 0,3A                   |
| Frecuencia                                                                        | 50Hz/60Hz              | 50Hz/60Hz              | 50Hz/60Hz              | 50Hz/60Hz              | 50Hz/60Hz              | 50Hz/60Hz              | 50Hz/60Hz              | 50Hz/60Hz              |
| Forma de onda                                                                     | Onda pura              | Onda pura              | Onda pura              | Onda pura              | Onda pura              | Onda pura              | Onda pura              | Onda pura              |
| Regulación AC                                                                     | THD < 3%               | THD < 3%               | THD < 3%               | THD < 3%               | THD < 3%               | THD < 3%               | THD < 3%               | THD < 3%               |
| Salida USB                                                                        | 5V 500mA               | 5V 500mA               | 5V 500mA               | -                      | -                      | 5V 500mA               | 5V 500mA               | 5V 500mA               |
| Eficiencia                                                                        | >= 88%                 | >= 88%                 | >= 88%                 | >= 85%                 | >= 85%                 | >= 88%                 | >= 88%                 | >= 88%                 |
| Rango de voltaje DC                                                               | 10 -15,5V              | 20-31V                 | 10- 15,5V              | 22-31V                 | 22-30V                 | 20-31V                 | 20-31V                 | 40-61V                 |
| Alarma por bajo voltaje                                                           | 10,5±0,5V              | 21±0,5V                | 10,5±0,5V              | 21±0,5V                | 21±0,5V                | 21±0,5V                | 21±0,5V                | 42±1V                  |
| Apagado por bajo voltaje                                                          | 10±0,5V                | 20±0,5V                | 10±0,5V                | 20±0,5V                | 20±0,5V                | 20±0,5V                | 20±0,5V                | 40±1V                  |
| Apagado por sobre voltaje                                                         | 15,5±0,5V              | 31±0,5V                | 15,5±0,5V              | 30±0,5V                | 30±0,5V                | 31±0,5V                | 31±0,5V                | 61±1V                  |
| Recuperación por bajo voltaje                                                     | 13±0,5V                | 24±0,5V                | 13±0,5V                | 24±0,5V                | 24±0,5V                | 24±0,5V                | 24±0,5V                | 48±1V                  |
| Recuperación por alto voltaje                                                     | 14,8±0,5V              | 29,5±0,5V              | 14,8±0,5V              | 29,5±0,5V              | 29,5±0,5V              | 29,5±0,5V              | 29,5±0,5V              | 59±1V                  |
| Temperatura de operación                                                          | -10°C a +50°C          | -10°C a +50°C          | -10°C a +50°C          | -10°C a +50°C          | -10°C a +50°C          | -10°C a +50°C          | -10°C a +50°C          | -10°C a +50°C          |
| Temperatura de almacenamiento                                                     | -30°C a +70°C          | -30°C a +70°C          | -30°C a +70°C          | -30°C a +70°C          | -30°C a +70°C          | -30°C a +70°C          | -30°C a +70°C          | -30°C a +70°C          |
| Tamaño (mm)                                                                       | 187*110*52             | 187*110*52             | 216*145*69             | 272*220*78             | 310*220*82,7           | 355*169* 86            | 365*200*145            | 365*200*145            |
| Peso neto (kg)                                                                    | 0,81                   | 0,81                   | 1,6                    | 2,5                    | 3,5                    | 3,6                    | 7,7                    | 7,7                    |
| Certificación                                                                     | FE CE                  | FE CE                  | FE CE                  | FE CE                  | FE CE                  | FE CE                  | FE CE                  | FE CE                  |
| Refrigeración                                                                     | Ventilador inteligente | Ventilador inteligente | Ventilador inteligente | Ventilador inteligente | Ventilador inteligente | Ventilador inteligente | Ventilador inteligente | Ventilador inteligente |

### 13.5. FICHA TÉCNICA DE CABLE CONDUCTOR THHN/THWN-

| Conductor |             |          | Espesor Aislamiento | Espesor Cubierta | Diámetro Exterior Aproximado | Peso Total Aproximado | Ampacidad <sup>(1)</sup> |
|-----------|-------------|----------|---------------------|------------------|------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Tipo      | Calibre     | Diámetro |                     |                  |                              |                       |                          |
|           | AWG / kcmil | mm       | mm                  | mm               | mm                           | kg/km                 | A                        |
| Alambre   | 14          | 1,63     | 0,38                | 0,10             | 2,73                         | 23                    | 25                       |
|           | 12          | 2,05     | 0,38                | 0,10             | 3,15                         | 35                    | 30                       |
|           | 10          | 2,59     | 0,51                | 0,10             | 3,95                         | 56                    | 40                       |
|           | 8           | 3,26     | 0,76                | 0,13             | 5,20                         | 91                    | 55                       |
| Cable     | 14          | 1,79     | 0,38                | 0,10             | 2,89                         | 25                    | 25                       |
|           | 12          | 2,26     | 0,38                | 0,10             | 3,36                         | 37                    | 30                       |
|           | 10          | 2,85     | 0,51                | 0,10             | 4,21                         | 59                    | 40                       |
|           | 8           | 3,59     | 0,76                | 0,13             | 5,53                         | 96                    | 55                       |
|           | 6           | 4,53     | 0,76                | 0,13             | 6,47                         | 146                   | 75                       |
|           | 4           | 5,71     | 1,02                | 0,15             | 8,23                         | 233                   | 95                       |
|           | 2           | 7,20     | 1,02                | 0,15             | 9,72                         | 356                   | 130                      |
|           | 1           | 7,95     | 1,27                | 0,18             | 11,05                        | 450                   | 150                      |
|           | 1/0         | 8,93     | 1,27                | 0,18             | 12,03                        | 558                   | 170                      |
|           | 2/0         | 10,02    | 1,27                | 0,18             | 13,12                        | 693                   | 195                      |
|           | 3/0         | 11,25    | 1,27                | 0,18             | 14,35                        | 862                   | 225                      |
|           | 4/0         | 12,64    | 1,27                | 0,18             | 15,74                        | 1074                  | 260                      |
|           | 250         | 14,18    | 1,52                | 0,20             | 17,86                        | 1282                  | 290                      |
|           | 300         | 15,54    | 1,52                | 0,20             | 19,22                        | 1524                  | 320                      |
|           | 350         | 16,78    | 1,52                | 0,20             | 20,46                        | 1785                  | 350                      |
|           | 400         | 17,93    | 1,52                | 0,20             | 21,61                        | 2005                  | 380                      |
|           | 500         | 20,05    | 1,52                | 0,20             | 23,73                        | 2485                  | 430                      |

### 13.6. FICHA TÉCNICA DE CABLE PARA BATERÍA SGT 50 V

**CABLES**  
**BATERÍA SGT**  
**50 V 75°C**



**CENTELSA®**  
CABLES DE ENERGÍA Y DE TELECOMUNICACIONES S.A.  
Una empresa Viakable

| Conductor |                 | Espesor de Aislamiento | Diámetro Exterior | Peso Total Aproximado | Ampacidad <sup>(1)</sup> |
|-----------|-----------------|------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|
| Calibre   | Área            |                        |                   |                       |                          |
| AWG       | mm <sup>2</sup> | mm                     | mm                | kg/km                 | A                        |
| 6         | 13,30           | 1,18                   | 7,36              | 152                   | 95                       |
| 4         | 21,20           | 1,27                   | 8,56              | 235                   | 125                      |
| 2         | 33,60           | 1,27                   | 10,10             | 359                   | 170                      |
| 1/0       | 53,50           | 1,27                   | 12,10             | 552                   | 230                      |
| 2/0       | 67,40           | 1,27                   | 13,20             | 684                   | 265                      |
| 3/0       | 85,00           | 1,54                   | 15,10             | 871                   | 310                      |
| 4/0       | 107,00          | 1,54                   | 17,20             | 1094                  | 360                      |

## 14. BIBLIOGRAFÍA

- Planas, M y Cárdenas, J. (26 de marzo de 2019). *La matriz energética de Colombia se renueva*. <https://blogs.iadb.org/energia/es/la-matriz-energetica-de-colombia-se-renueva/>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2017). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático* (Nota técnica del IDEAM – METEO/008-2007). Subdirección de Meteorología.
- Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare. (2016). *Plan de Crecimiento Verde y Desarrollo Compatible con el Clima para el Oriente Antioqueño*. <https://www.cornare.gov.co/Plan-crecimiento-verde/PLAN-CRECIMIENTO-VERDE-Y-DESARROLLO-COMPATIBLE-CON-EL-CLIMA.pdf>
- Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare. (2019). *Localización Regional*. <https://www.cornare.gov.co/localizacion-regional/>
- Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare. (2019). *Misión y Visión*. <https://www.cornare.gov.co/mision-y-vision/>
- Regional Valles de San Nicolas. (2019). *Lineamientos para la Presentación y Ejecución de Proyectos de Implementación de Sistemas Solares Fotovoltaicos Como Fuente Renovable de Energía, en Instituciones Educativas Rurales de la Jurisdicción Cornare*. Santuario: Cornare – Subdirección General de Planeación Oficina de Crecimiento Verde y Cambio Climático.

