



**VIAIBILIDAD DE CONSTRUIR UNA SALA INTERACTIVA
AUTÓNOMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL
PARQUE EDUCATIVO DEL MUNICIPIO DE BURITICÁ EN EL
AÑO 2015**

**Gloria Cecilia Varela Londoño
Juan Carlos López Ruiz
Diana Carolina Rincón Duque**

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Facultad de Educación Virtual y Distancia
Medellín, Colombia
2015

**VIABILIDAD DE CONSTRUIR UNA SALA INTERACTIVA AUTÓNOMA DE
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL PARQUE EDUCATIVO DEL
MUNICIPIO DE BURITICÁ EN EL AÑO 2015**

**Gloria Cecilia Varela Londoño
Juan Carlos López Ruiz
Diana Carolina Rincón Duque**

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de:

Especialista en Gerencia de Proyectos

Director de Posgrado:
Pablo López Tobar

Asesor:
William Daniel Rojas

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Facultad de Educación Virtual y Distancia
Medellín, Colombia
2015

Dedicatoria o Lema

*Cuida tus **pensamientos**, porque se*

*convertirán en tus **palabras**.*

*Cuida tus **palabras**, porque se convertirán en*

*tus **actos**.*

*Cuida tus **actos**, porque se convertirán en tus*

***hábitos**.*

*Cuida tus **hábitos**, porque se convertirán en tu*

***destino**.*

Mahatma Gandhi

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sentidos agradecimientos a la comunidad de Buriticá, por apoyarnos en la realización de este proyecto, darnos su confianza y permitirnos establecer una relación amigable y de cooperación. Sin ellos hubiera sido imposible realizar este trabajo. Gracias

Contenido

2.	Planteamiento del problema.....	15
2.2	Antecedentes.....	15
2.2	Formulación de la pregunta.....	16
2.3	Descripción del problema.....	16
3.	Objetivos.....	17
3.1	Objetivo General.....	17
3.2	Objetivos Específicos.....	17
4.	Justificación.....	18
5.	Marco Teórico.....	20
5.2	El sol.....	20
5.3	Radiación Solar.....	23
5.4	Irradiación Solar.....	25
5.5	Día de sol promedio.....	26
5.6	Declinación Solar.....	26
5.7	Angulo de Inclinación.....	29
5.8	El Clima.....	30
5.9	Que es la energía solar Fotovoltaica?.....	31
5.10	Componentes para construir la fuente fotovoltaica.....	32
5.10.1	La celda fotovoltaica.....	32
5.10.2	Panel fotovoltaico:.....	38
5.10.3	Baterías.....	41

5.10.4	Reguladores de carga	43
5.10.5	Inversores	45
5.10.6	Protecciones	47
5.10.7	Cableado	47
5.11	Marco Legal.....	48
5.11.1	Ley 1715 de 2014.....	48
5.11.2	Fundamentos legales de la propuesta:.....	51
5.12	Caracterización de Buriticá	57
6.	Diseño metodológico	62
6.2	Enfoque	62
6.3	Tipo de estudio o Nivel de investigación	62
6.4	Método de estudio	63
6.5	Población y muestra.....	64
6.6	Variables	66
6.7	Instrumento de recolección de información	67
7.	Análisis e interpretación de datos	70
8.	Dimensionamiento del sistema Fotovoltaico.....	81
8.1	Localización del Parque Educativo	81
8.2	Condiciones Climatológicas de Buriticá	83
8.3	Calculo Práctico de un sistema Fotovoltaico:.....	86
9.	Análisis de Viabilidad.....	101
9.2	Factibilidad económica.....	101
9.3	Beneficios no económicos	102

9.4	Costos	102
9.5	Factibilidad operativa.....	104
10.	Conclusiones	105
11.	Bibliografía	108

Lista de figuras

Figura 1: Sistema solar (Artinaid, 2013).....	20
Figura 2: El sol, (Artinaid, 2013).....	21
Figura 3: Flujos de energía renovable en el mundo	23
Figura 4: Diferentes tipos de radiación (pce-iberica, 2015).....	25
Figura 5: Angulo de inclinación solar (IDEAM –UPME, 2015)	27
Figura 6: Variación del ángulo de declinación (IDEAM –UPME, 2015).....	28
Figura 7: Angulo de Inclinación del panel.....	29
Figura 8: Batería Solar (Puig, P., & Jofra, M. n.d.)	32
Figura 9: Primer satélite por energía solar	32
Figura 10: Ciclo de la energía solar en la celda solar fotovoltaica, (Grupo Simec Chile SRL, n.d.)	34
Figura 11: Diferentes etapas para la producción de un panel solar (Pereda Soto, 2005).....	37
Figura12: Curvas características de los paneles solares (Medici, P., & Datos, C. n.d.)	39
Figura 13: Estructura interna de un panel solar (Medici, P., & Datos, C. n.d.)	41
Figura 14: Conexión en serie de un regulador (Universidad industrial de santander, 2005)	44
Figura 15: Conexión en paralelo de un regulador (Universidad industrial de santander, 2005).....	44
Figura 16: Articulación del Plan de Desarrollo Municipal con el Nivel Departamental y Nacional (Unidos, El, Mario, & Ramírez, 2015).....	55
Figura 17 Mapa de Buriticá (Unidos et al., 2015).....	57
Figura 18: Localización del parque educativo (Google Earth)	81
Figura 19: Ubicación del parque educativo (Google Earth)	82
Figura 20: Mapa de radiación Solar Promedio de Antioquia ((Sánchez, Rodriguez, Collante, & Simbaqueva, 1993).....	84

Figura 21: Mapa de radiación Solar Promedio de Antioquia (Sánchez et al., 1993)	85
Figura 22: Mapa meteorológico de superficie y energía solar (eosweb.larc.nasa.gov)	85
Figura 23: Distancia entre paneles	95

Lista de tablas

Tabla 1: Características físicas del sol (Abad et al., 2002)	22
Tabla 2: Eficiencia de los paneles solares según su ángulo de inclinación (Limusa, México. D.F. 2012)	30
Tabla 3: Eficiencia de los paneles solares	36
Tabla 4: Ventajas y limitaciones de los sistemas fotovoltaicos	38
Tabla 5: Tipos de inversores	47
Tabla 6: Distribución de la población por sector. (Unidos et al., 2015)	58
Tabla 7: Distribución de la población por sexo (Unidos et al., 2015).....	58
Tabla 8: Distribución de la población por mayoría de edad (Unidos et al., 2015).....	59
Tabla 9: Distribución de la población por veredas (Unidos et al., 2015).....	60
Tabla 10: Promedio de radiación anual de Buriticá (eosweb.larc.nasa.gov)	86
Tabla 11: Carga del aula	86
Tabla 12: Análisis de cargas	87
Tabla 13 Análisis de carga	88
Tabla 14: Radiación solar promedio de Buriticá.....	90
Tabla 15: Parámetros eléctricos Panel Solar YINGLI	92
Tabla 16: Parámetros eléctricos en Temperatura de operación nominal, Panel Solar YINGLI.....	93
Tabla 17: Condiciones de operación Panel Solar YINGLI.....	93
Tabla 18: Condición para la selección del conductor	99
Tabla 19: Capacidad de Protección seleccionada	100
Tabla 20: Estimado de costos de la sala interactiva	103

Introducción

El proyecto está encaminado a proponerle al Municipio de Buriticá que instale una sala interactiva autónoma de Energía Solar Fotovoltaica, en el aula de tecnologías del Parque Educativo (Valderrama, 2015) que se va a construir el municipio; donde las personas se actualicen e informen sobre ésta alternativa de energía renovable, para mantener una alta calidad de vida a pesar de los cambios que pueda traer el medio, permitiendo que las poblaciones alejadas o aisladas del casco urbano tengan acceso a este servicio que no llega de forma convencional, incluso es una forma activa de colaborar con la disminución de la contaminación y de combatir el cambio climático en el planeta; además este tipo de “tecnologías ecológicas o verdes” son sencillas y fáciles de utilizar para las diferentes necesidades de los usuarios.

La idea de proponerle al municipio de Buriticá esta sala interactiva para el Parque Educativo, surge desde el Plan de Desarrollo del Municipio “Trabajando unidos por el Bienestar 2012-2015” (Ramírez Varela, 2015) y el programa 80 Parques Educativos de la gobernación de Antioquia (Valderrama, 2015); en el Plan de desarrollo del municipio se identifica la necesidad de mejorar el nivel de educación de la población y el programa lanzado por la gobernación de Antioquia crea espacios con aulas abiertas para el encuentro ciudadano donde se concretan las capacidades y oportunidades de la población, ideal para proponerle al municipio la instalación de la sala interactiva aprovechando que este lugar es tanto para la formación profesional, como personal de la comunidad.

Como el objetivo es proponerle al municipio de Buriticá que en el parque educativo se construya una sala interactiva autónoma de energía solar fotovoltaica, donde se promueva el aprendizaje y uso de esta fuente de energía renovable, se realizaron las siguientes actividades para sustentar dicho enunciado: Analizar la teoría existente sobre el tema y todo el referente legal que sustentara la propuesta, adicional se hace un dimensionamiento del sistema fotovoltaico con las condiciones de la sala interactiva y se realizó una encuesta a la comunidad para determinar el interés que tiene la población de visitar y conocer de la energía solar fotovoltaica. Con toda la información contenida y luego de realizar su análisis, se entrara a determinar si dicha construcción será viable o no para el municipio.

Históricamente y sobre todo en la década de los años 80 debido a la crisis energética y a los deterioros ambientales por la utilización de fuentes de energía convencional, han venido tomando fuerza las energías alternativas para el abastecimiento de las necesidades energéticas de las comunidades, debido a este fenómeno y buscando las mejores formas de dar a conocer a todos los públicos estas alternativas, han surgido las aulas interactivas de energía como medio de socialización de estas.

Salas interactivas hay muchas hoy en día en el país, pero para el aprendizaje de las energías renovables, en nuestro caso de la energía solar fotovoltaica solo se conoce de la adecuación de un laboratorio que sirve como aula interactiva en la Universidad de la Costa “Como unidad académica de investigación y servicios, orientado sus acciones a la investigación aplicada de las diferentes energías no convencionales y a su difusión”.

Pero a nivel mundial, se viene implementando aulas interactivas en distintos países como Chile, Argentina, Cuba, México...entre otros, principalmente en los centros de ciencia y tecnología, que cuentan con salas donde se brinda información y se presentan experiencias sobre las distintas formas de producción de energías alternativas responsables con la naturaleza, estas han permitido mostrar a los visitantes otras opciones energéticas diferentes a las convencionales, las ventajas y desventajas que tiene la utilización de estas y las formas como pueden ser utilizadas en las actividades cotidianas, estas alternativas han tenido gran acogida debido a los bajos costos económicos e impactos ambientales.

2. Planteamiento del problema

2.2 Antecedentes

Se encontraron bases de apoyo que sustentan de una manera interesante el objeto de estudio del presente trabajo.

En el instituto Politécnico Nacional de la ciudad de México, se realizó la tesis “Conservación ambiental y desarrollo rural al aplicarse tecnología fotovoltaica. Estudio de caso en Tapanatepec, Oaxaca” (Compromiso, Ni, Ni, & Del, 2013), cuyo objetivo era conocer la factibilidad social, económica y ambiental del empleo de las tecnologías basadas en fuentes renovables de energía, particularmente de la energía solar mediante tecnología fotovoltaica para producir electricidad en los hogares rurales del municipio de San Pedro Tapanatepec, Oaxaca.

Se estudiaron los beneficios sociales, económicos y ambientales del uso de sistemas fotovoltaicos instalados por las autoridades en tres comunidades de Tapanatepec, pero se determinó, que aunque ha habido beneficios para los usuarios de las comunidades, faltaron criterios sistemáticos para la instalación de los equipos, continuidad del esfuerzo de electrificación rural por parte de las autoridades municipales y coordinación entre las dos presidencias municipales durante las cuales tuvieron lugar las instalaciones. (Compromiso et al., 2013).

2.2 Formulación de la pregunta

¿Es viable construir una sala interactiva autónoma de energía solar fotovoltaica en el parque educativo del municipio de Buriticá en el año 2015, que permita promover el aprendizaje y uso de esta fuente de energía renovable?

2.3 Descripción del problema

Entre los retos que tiene la gobernación del municipio de Buriticá durante el periodo 2012-2015 plasmados en su plan de desarrollo “Trabajando unidos por el bienestar 2012-2015” (Ramírez Varela, 2015), para mejorar las condiciones de vida de la población y que apuntan al objeto de estudio de este trabajo son:

- Aumentar la cobertura del servicio de energía eléctrica en el área rural
- Mejorar la calidad educativa en el municipio de Buriticá

Dichas problemáticas están centradas en la afectación que actualmente sufre la población en temas desde las dimensiones social y económica tratadas en este Plan de desarrollo. Sustentados en estas dos necesidades identificadas desde la gobernación del municipio y debido a que la población ubicada en la zona rural de Buriticá es el 80% (Ramírez Varela, 2015) de la población total del municipio y que, de éste total de la población rural, solamente el 60% (Ramírez Varela, 2015) cuenta con cobertura de electrificación; fue que surgió la idea de que la población conozca y aprenda sobre la energía solar fotovoltaica, en un espacio para la construcción de nuevos conocimientos como son los espacios de los Parques Educativos.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Proponer que en el parque educativo del municipio de Buriticá para el año 2015, se construya una sala interactiva autónoma de energía solar fotovoltaica, donde se promueva el aprendizaje y uso de esta fuente de energía renovable.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar las condiciones necesarias para la construcción de la sala interactiva de energía solar en el parque educativo del municipio de Buriticá.
- Planear la propuesta de la sala interactiva de energía solar para el parque educativo del municipio de Buriticá.
- Estructurar los requisitos para la construcción de la propuesta de la sala interactiva de energía solar fotovoltaica que se le va plantear al parque educativo del municipio de Buriticá.
- Validar que la propuesta de la construcción de la sala interactiva sea viable para el municipio de Buriticá.

4. Justificación

La educación para el desarrollo y transformación social (Gobernación de Antioquia, 2012) es definitivamente la premisa que se quiere dejar plasmada en este trabajo, además de contribuir a la iniciativa de educación (Ramírez Varela, 2015) que tiene el municipio de Buriticá y la gobernación de Antioquia (Valderrama, 2015) dentro de su proyecto “80 Parques Educativos”, con la construcción de una sala interactiva para el parque educativo de Buriticá. A alcanzar este fin se está contribuyendo al momento de utilizar la sala interactiva para la construcción del conocimiento, enseñándole a la comunidad el uso e implementación de la Energía solar fotovoltaica y la importancia que tienen hoy en día este tipo de las Energías limpias.

Según, Sergio Fajardo Valderrama: “Un Parque Educativo es un espacio público para el encuentro ciudadano en el siglo XXI. Un espacio abierto a toda la comunidad, donde se ven representados los conceptos fundamentales de Antioquia la más educada: la apuesta por el talento y la capacidad de nuestra gente, esos “recursos naturales” que tenemos en abundancia en todos los rincones del departamento; apuesta que hace de la educación pública de calidad, la ciencia, la tecnología, el emprendimiento, la innovación y la cultura, las acciones privilegiadas para, a partir del potencial y la riqueza de nuestras regiones, luchar contra las desigualdades sociales, la violencia y la cultura de la ilegalidad.”

Es por esto que, éste proyecto busca con este espacio dentro del aula de tecnologías del Parque, que la población aprenda como es la implementación de este sistema, que se necesita y cuáles son sus beneficios aplicados a sus labores cotidianas. La Energía solar es una solución al problema de electrificación rural, de fácil mantenimiento, que no produce ruido y no consume combustible; funciona también en días nublados ya que capta la luz que se filtra en las nubes y ayuda a la conservación del medio ambiente.(Ulloa, Rudnick, & Salidas, 2008)

Adicional a esto, la falta de cobertura y el alto costo en el suministro de la energía eléctrica por parte de los diferentes distribuidores de Energía para las comunidades de las veredas, pueblos y municipios del territorio Colombiano (Unidad de Planeación Minero Energética. Ministerio de Minas y Energía. Colombia., 2015), motivó el análisis que se realizará en este trabajo, sobre la viabilidad de proponerle al municipio que instale una sala interactiva para el Parque Educativo.

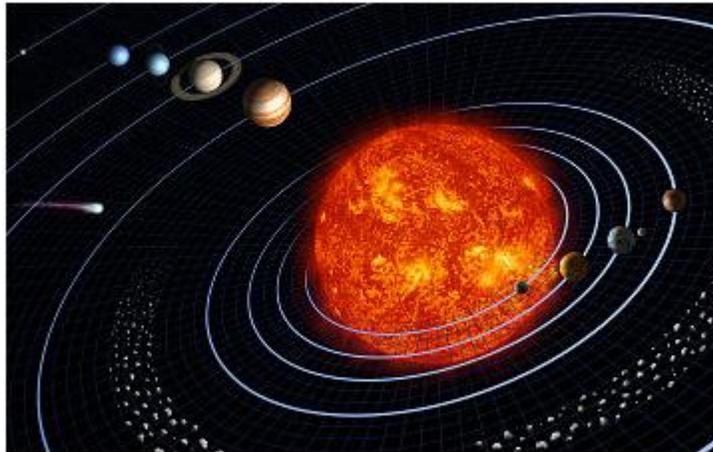
Como Especialistas en Gerencia de Proyectos, la planeación y estructuración bien argumentada de esta propuesta, serán la clave para que la estrategia de aprendizaje, que aquí se presenta de esta fuente de energía renovable sea viable para el municipio, acorde con los lineamientos pedagógicos del Parque Educativo.

5. Marco Teórico

5.2 El sol

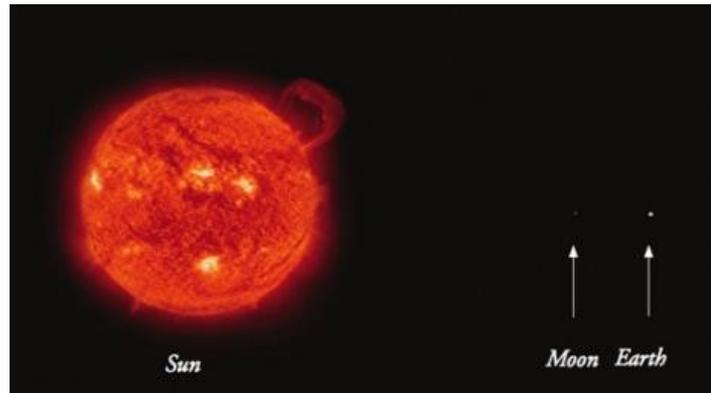
Se ha definido al sol como una estrella de forma esférica no uniforme localizada en el eje del sistema solar, es la estrella más cercana al planeta tierra “Consiste en su mayoría de materia en estado de plasma caliente entretejido con campos magnéticos, que se estima sus elementos son 77% de Hidrógeno, 22% Helio el resto de otros materiales. El Sol está a una distancia de 150 millones de kilómetros de la Tierra. Tiene una masa 333 mil veces mayor que la de la Tierra constituyendo el 99.86% del total de la masa del sistema solar”. (Artinaid, 2013)

Figura 1: Sistema solar (Artinaid, 2013)



Su radio se calcula en 700 mil kilómetros, aproximadamente 109 veces el radio del planeta tierra, el valor de la gravedad en el sol se calcula que es 28 veces el de la tierra es decir 274.68m/s²

Figura 2: El sol, (Artinaid, 2013)



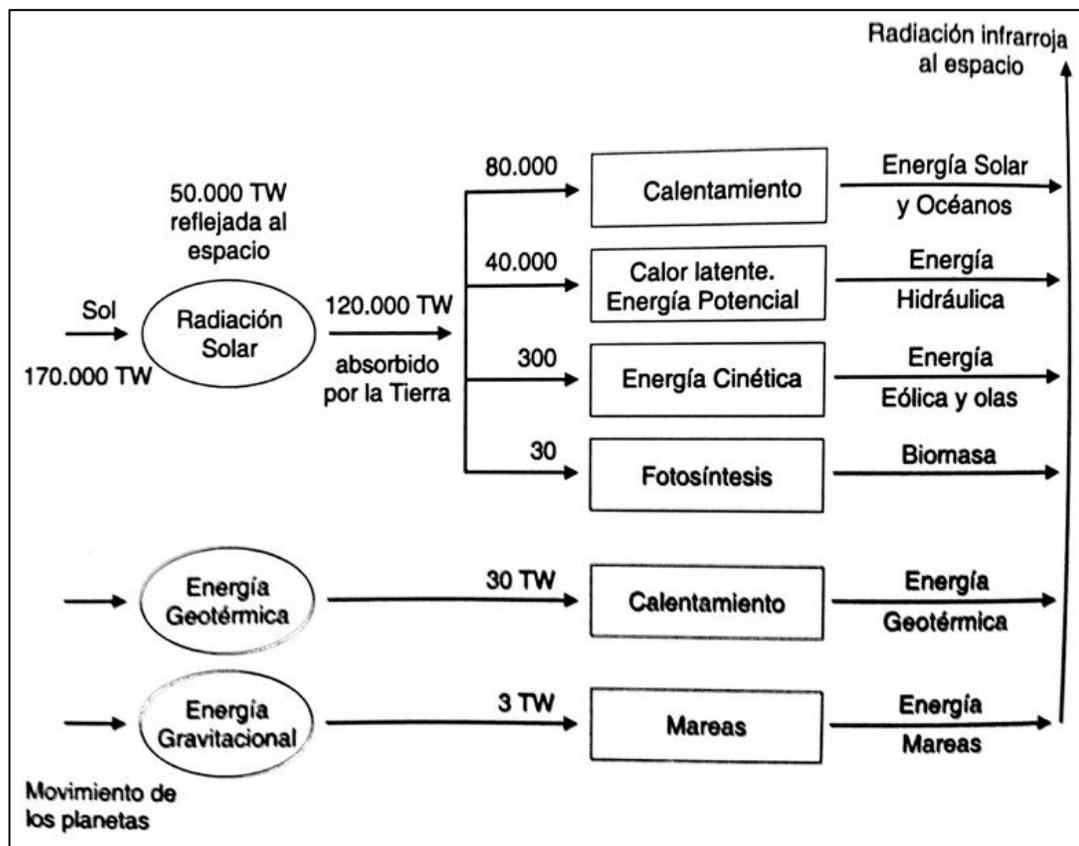
El sol es la fuente más grande de energía, de radiación electromagnética que se conoce hasta el momento, la luz atraviesa el espacio en 8 minutos una distancia alrededor de 150 millones de kilómetros. (Abad, Docobo, & Elipe, 2002)

Algunas de sus características físicas son:

Tabla 1: Características físicas del sol (Abad et al., 2002)

Características Físicas	
Diámetro	139200 Km ($\sim 1,4 \times 10^9$ m)
Diámetro relativo (ds/dT)	109
Superficie	$6,0877 \times 10^{12}$ km ²
Volumen	$1,4123 \times 10^{18}$ km ³
Masa	$1,9891 \times 10^{30}$ kg
Masa relativa a la de la Tierra	332946 X
Densidad	1411 Kg/m ³
Densidad relativa de la Tierra	0,26 X
Densidad relativa del agua	1,41 X
Gravedad de la superficie	274 m/s ² (27,9 g)
Velocidad de escape	617,7 Km/s
Temperatura máxima de la superficie	5778 K
Temperatura máxima de la corona	$1-2 \times 10^6$ K
Temperatura del núcleo	$\sim 1,36 \times 10^7$ K
Luminosidad (Ls)	$3,827 \times 10^{26}$ W
Periodo de rotación	
En el ecuador	27d 6h 36min
A 30° de latitud	28d 4h 48min
A 60° de latitud	30d 19h 12min
A 75° de latitud	31d 19h 12min

Figura 3: Flujos de energía renovable en el mundo



5.3 Radiación Solar

La luz está conformada por un conjunto de radiaciones electromagnéticas de muy alta frecuencia, las cuales se concentran en un rango llamado espectro luminoso, es decir la irradiación solar es “Una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro”. (Solar, n.d.)

Estas radiaciones que se generan en el sol llegan a la atmosfera con una potencia promedio de 1367W/m^2 , las cuales son disminuidas por los gases presentes en la atmosfera.

El proceso de energía solar fotovoltaica se desprende de un número menor de frecuencias las cuales posibilitan el aprovechamiento de la luz.

La unidad de medida de la radiación es el (watts x hora)/ metro cuadrado. Esta unidad de medida es muy tenida en cuenta por los fabricantes de paneles fotovoltaicos hoy en día

Por su diferente comportamiento, la radiación la podemos separar en tres componentes: la directa, la difusa y la reflejada. (Solar, n.d.)

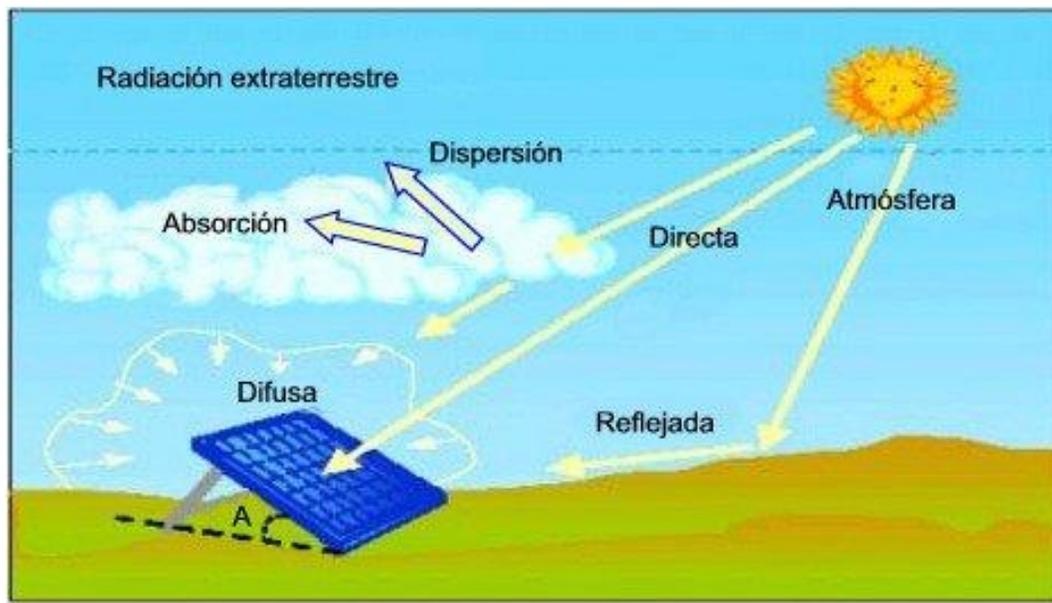
- **Directa (I):** Es la que se recibe directamente desde el sol en línea recta, sin que se desvíe en su paso por la atmósfera. Es la mayor y las más importante en las aplicaciones fotovoltaicas.
- **Difusa (D):** Es la que se recibe del sol después de ser desviada por dispersión atmosférica. Es radiación difusa la que se recibe a través de las nubes, así como la que proviene del cielo azul. De no haber radiación difusa, el cielo se vería negro aún de día, como sucede por ejemplo en la luna.
- **Reflejada (R):** Es la radiación directa y difusa que se recibe por reflexión en el suelo u otras superficies próximas.

La suma de estos componentes da lugar a la radiación Global, identificada por la siguiente ecuación (ver ecuación 1)

$$G=I+D+R$$

(1)

Figura 4: Diferentes tipos de radiación (pce-iberica, 2015)



5.4 Irradiación Solar

Se define como la cantidad total de energía solar que incide sobre una superficie durante un periodo determinado de tiempo. Su unidad de medida es el watts-hora por metro cuadrado (wh/m^2) (Solar, n.d.). Una gran cantidad de energía acumulada en un tiempo determinado nos representa que ha habido una gran irradiación solar.

La irradiación solar comienza con el amanecer desde un valor cero, pasando por su máximo valor al mediodía donde el ángulo de inclinación es perpendicular al panel solar y decrece con la puesta del sol.

Este valor de irradiación se puede calcular con la siguiente ecuación (ver ecuación 2)

$$H = R * t$$

(2)

Dónde:

H= irradiación solar diaria

R= irradiación instantánea

t= tiempo

5.5 Día de sol promedio

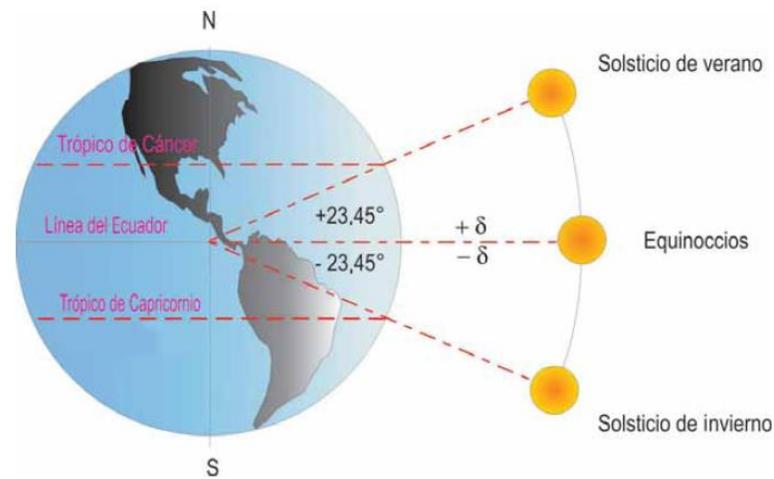
Representa el número de horas del total de las 24 horas que se compone un día en el que un panel es capaz de generar su máxima potencia de salida especificada por el fabricante.

La unidad de medida de la energía de salida de un panel está dada por un (1) SOL, el cual equivale a 1Kwh/m², con esta referencia se determina la potencia de los paneles. (Solar, n.d.)

5.6 Declinación Solar

Es el ángulo que se forma entre el plano de la línea ecuatorial del planeta con relación de la línea entre la tierra y el sol. Este ángulo puede variar entre 23.45° y -23.45° dependiendo del mes. Solo dos veces al año se presenta que el ángulo es cero por el paso del sol sobre el ecuador terrestre. (Sánchez, Rodriguez, Collante, & Simbaqueva, 1993)

Figura 5: Angulo de inclinación solar (IDEAM –UPME, 2015)



El ángulo de declinación solar diario se puede hallar de varias maneras:

1. Ecuación de Spencer, (1971). (Ver ecuación 3)

$$\delta = (0,006918 - 0,399912 \cos \alpha + 0,070257 \sin \alpha - 0,006758 \cos 2\alpha + 0,000907 \sin 2\alpha - 0,002697 \cos 3\alpha + 0,00148 \sin 3\alpha) (180/\pi)\pi$$

(3)

Donde

$$\alpha = \frac{2\pi(nd - 1)}{365}$$

nd = número del día del año

(4)

2. Ecuación de Perrin Brichambaut (1975). (ver ecuación 5)

$$\delta = \sin^{-1} \left\{ 0.4 \sin \left[\frac{360}{365} (d_n - 82) \right] \right\}$$

$$(1 \leq d_n \leq 365)$$

(5)

3. Ecuación de Cooper (1969). (ver ecuación 6)

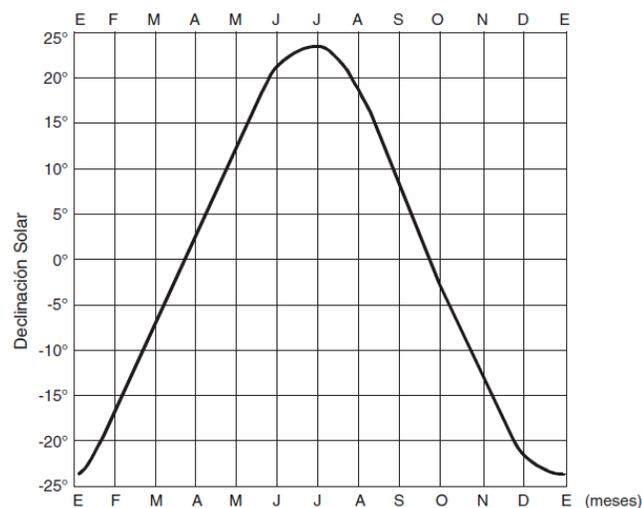
$$\delta = 23.45 \sin \left[\frac{360}{365} (d_n + 284) \right]$$

(6)

Las dos últimas ecuaciones no son muy significativas a la hora de tener una gran precisión por lo que no son muy empleadas. La ecuación de Spencer por el contrario estima un error máximo de 0.0006 rad.

Por otra parte se puede observar en la siguiente figura la variación del ángulo de declinación en los 12 meses del año.

Figura 6: Variación del ángulo de declinación (IDEAM –UPME, 2015)

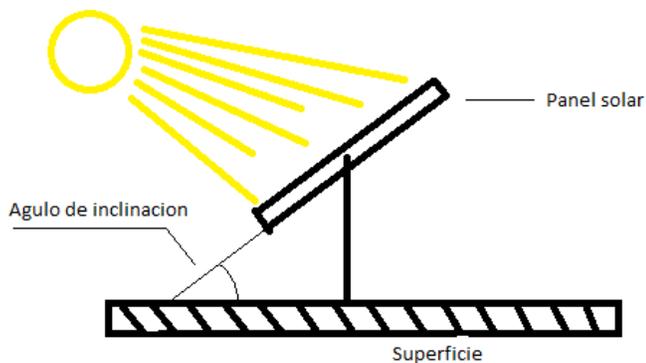


5.7 Angulo de Inclinación

El ángulo de inclinación es el que me permite obtener el mayor rendimiento del panel fotovoltaico, este depende de la entrada y salida del sol. Para sistemas de gran tamaño este ángulo de inclinación se obtiene constantemente por medio de sistemas automáticos, en los cuales la cantidad de energía consumida es soportada por el número de paneles empleados. Para sistemas pequeños, los sistemas automáticos no se justifican ya que la cantidad de energía que se necesita para operarlos se la consumirían en este proceso, es por esto que los sistemas pequeños son sistemas fijos que se deben evaluar minuciosamente con el fin de obtener una ubicación casi perfecta, la cual me permita maximizar la radiación solar que se concentra en los paneles.

El ángulo de inclinación del panel solar es menor al medio día donde los rayos solares inciden casi perpendicularmente con mayor efectividad sobre la superficie, en horas de la mañana y de la tarde los rayos son menos fuertes.

Figura 7: Angulo de Inclinación del panel



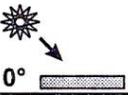
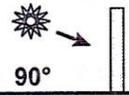
Para sistemas fijos el ángulo de inclinación presenta la siguiente ecuación (Aguilera & Hontoria, 2008): (ver ecuación 7)

$$\text{Angulo de inclinación óptimo } (\beta): \text{ latitud del lugar } \pm 10^\circ$$

(7)

La eficiencia de los paneles solares varía de acuerdo al ángulo de inclinación. En la siguiente tabla se observan las eficiencias.

Tabla 2: Eficiencia de los paneles solares según su ángulo de inclinación (Limusa, México. D.F. 2012)

INCLINACIÓN ORIENTACIÓN POSIBLE	0° 	30° 	60° 	90° 
SUR 	93 %	100 %	91 %	68 %
SUR - ESTE 	93 %	96 %	88 %	66 %
SUR - OESTE 	93 %	90 %	78 %	55 %
ESTE 	93 %	90 %	78 %	55 %
OESTE 	93 %	90 %	78 %	55 %

5.8 El Clima

La cantidad de energía que llega a la superficie también depende del grado de nubosidad de la zona. En días nublados la mayoría de energía solar es absorbida por estas, reflejándola por su parte superior y devolviéndola al espacio, es decir, en un día cubierto, la energía que logra atravesar la capa de nubes es solamente una pequeña fracción de la que llegaría a la superficie si el cielo estuviese despejado, los sistemas de aprovechamiento de energía solar suelen ser insuficientes cuando se presenta este fenómeno, exceptuando los que se basan en energía solar fotovoltaica.

5.9 Que es la energía solar Fotovoltaica?

El aprovechamiento de los recursos naturales en especial de los rayos solares generados por el sol y su transformación por medio de un elemento capaz de generar un flujo de electrones a través de un material conductor se le conoce como energía solar fotovoltaica. Este fenómeno fue descubierto por el físico francés Alexandre-Edmond Becquerel en el año de 1839. Físico muy bien conocido por sus investigaciones en materia del espectro solar, el efecto fotoeléctrico, fenómeno de la fosforescencia y la luminiscencia, propiedades del magnetismo y los efectos de la descomposición electroquímica.

En 1876 William Grylls Adams y Richard Evans Día descubren el efecto de la luz sobre el selenio, lo cual dio origen a la primera célula fotovoltaica

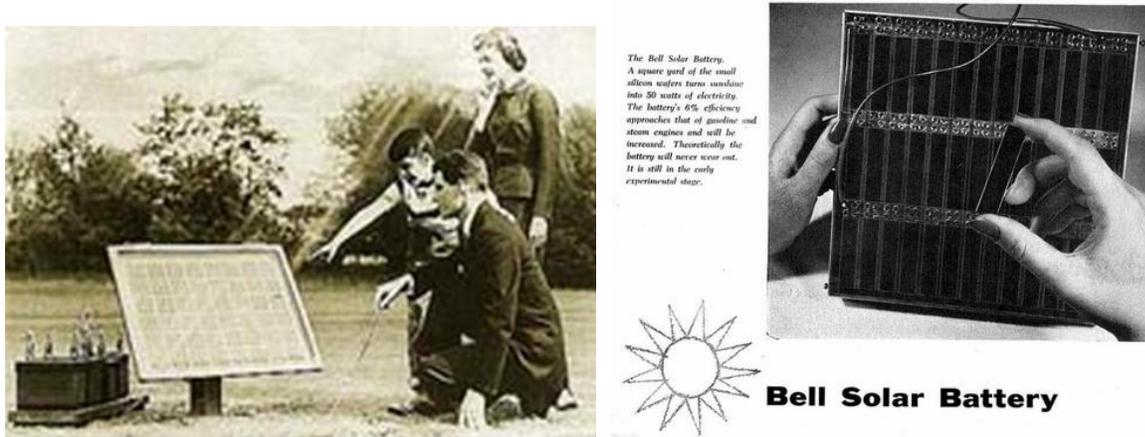
En 1883 Charles Fritts inventa la primera celda solar de selenio con una capa de oro muy delgada.

En 1904 Albert Einstein explico el efecto fotoeléctrico, con el cual se aclaró el tema del efecto fotovoltaico.

En 1941 Russell Ohl, desarrollo la primera celda solar de silicio.

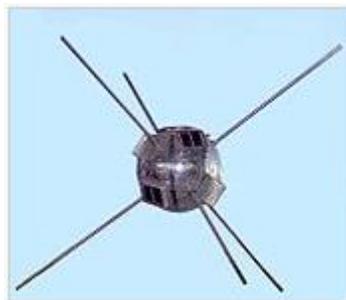
En 1953 la empresa Bell Telephone System construye la batería solar.

Figura 8: Batería Solar (Puig, P., & Jofra, M. n.d.)



En 1958 se lanza al espacio Vanguard 1, el primer satélite alimentado por energía solar

Figura 9: Primer satélite por energía solar



5.10 Componentes para construir la fuente fotovoltaica

5.10.1 La celda fotovoltaica

Como lo expresamos anteriormente la transformación de los rayos solares por medio de un elemento capaz de generar un flujo de electrones a través de un material conductor se le

conoce como energía solar fotovoltaica. A este elemento como tal se le denomina celda fotovoltaica.

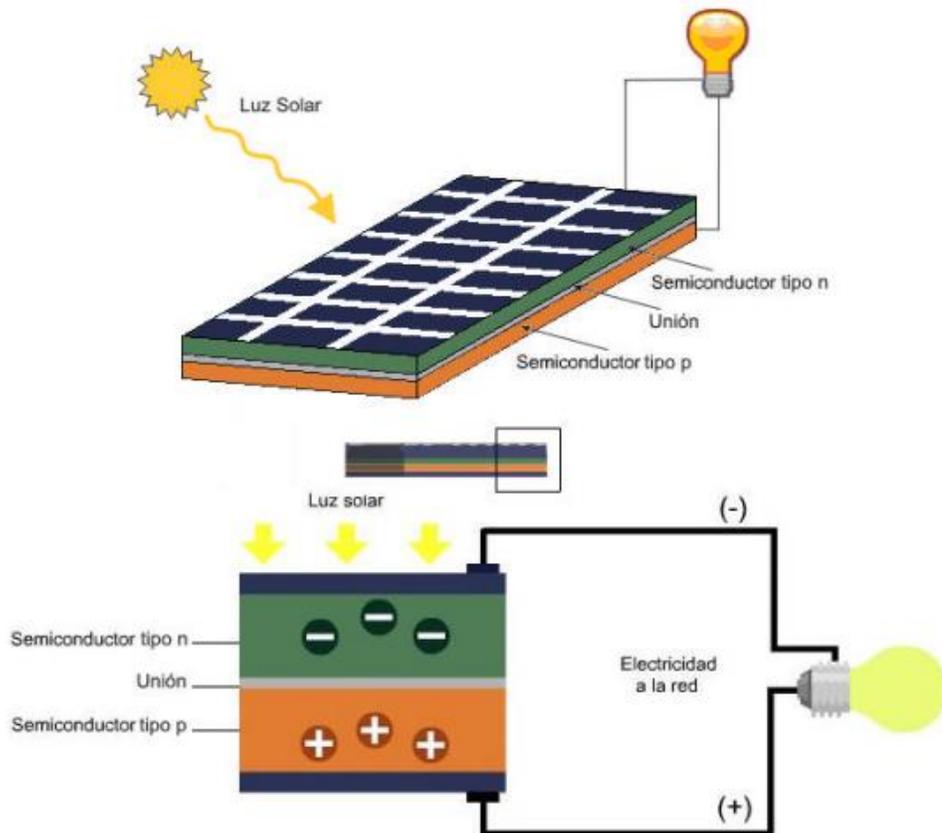
Un concepto más científico es el que se presenta a continuación: Cuando fotones de un determinado rango de energía chocan con átomos de ciertos materiales semiconductores (el Silicio es el más representativo) les ceden su energía produciendo un desplazamiento de electrones que es en definitiva una corriente eléctrica. (Lewandowski, 2015)

Los materiales semiconductores, para su utilización en celdas fotovoltaicas, han de ser producidos en purezas muy altas, normalmente con estructura cristalina. Estos cristales se cortan en rebanadas muy finas (del orden de micras) y se dopan unas con elementos químicos para producir huecos atómicos, material tipo "p" (en el caso del Si con Boro) y otras con otros elementos para producir electrones móviles, material tipo "n", (con Fósforo también en el caso del Sí).

La unión de un segmento tipo "n" con un segmento tipo "p" cada uno con un conductor eléctrico metálico, forman así una célula fotoeléctrica, la cual bajo la incidencia de fotones, crea una corriente de electrones corriente eléctrica continua a través del circuito eléctrico al que estén conectados los dos conductores de la celda.

Mientras las celdas solares permanecen expuestas a la luz, este proceso de liberación de electrones continua y, por consecuencia el proceso de generación de electricidad.

Figura 10: Ciclo de la energía solar en la celda solar fotovoltaica, (Grupo Simec Chile SRL, n.d.)



La conformación de las celdas solares es posible mediante la combinación de ciertos elementos, entre ellos el principal elemento es el silicio, a través del cual se crea el flujo de electrones.

Existen varios tipos de celdas, entre ellas encontramos (Pereda Soto, 2005):

Celda de silicio monocristalino: Se forman a partir de la fundición de un solo cristal de silicio muy puro, sin combinarse con algún otro componente. Al solidificarse se rebana en

finas capas para componer la celda. Su color es un solo tono azul. Al ser de un solo cristal están mejores estructurados y por tanto son más eficientes.

Celda de silicio policristalino: Se forman a partir de la fundición de varios cristales de silicio. Al solidificarse se rebana en finas capas para componer la celda. Su color es un azul no uniforme, presentado un aspecto granulado. Al ser de varios cristales sus estructuras no están bien organizadas por lo que su eficiencia no está buena como los de monocristalino.

Celda de silicio amorfo: Se forman a partir de la fundición de estructuras cristalinas retroactivas de silicio, al solidificarse se rebana en finas capas para componer la celda, con la única ventaja de que es flexible. Son menos eficientes que los dos anteriores. Tiene una desventaja muy notable, con el tiempo su potencia se reduce hasta un valor que después se vuelve constante.

Celda de arseniuro de galio: Se forman a partir de compuestos semiconductores entre el galio y el arsénico. Son muy eficientes.

Celda tándem: Se forman a partir de dos tipos de semiconductores diferentes. Los cuales realizan su labor en una franja del espectro electromagnético con la ayuda de otros compuestos.

Tabla 3: Eficiencia de los paneles solares

Tecnología	Símbolo	Característica	Eficiencia de celdas en laboratorio (%)	Eficiencia típica en módulos comerciales (%)
Silicio monocristalino	sc-Si	Tipo oblea	24	13 – 15
Silicio policristalino	mc-Si	Tipo oblea	19	12 – 14
Películas de silicio cristalino sobre cerámica	f-Si	Tipo oblea	17	(8 – 11)
Películas de silicio cristalino sobre vidrio		Película delgada	9	
Silicio amorfo (incluye tandems silicio-germanio)	a-Si	Película delgada	13	6 – 9
Diseleniuro de cobre-indio / galio	CIGS	Película delgada	18	(8 – 11)
Telurio de cadmio	CdTe	Película delgada	18	(7 – 10)
Celdas orgánicas (incluye celdas de TiO ₂ sensibles a la humedad)		Película delgada	11	
Celdas tandem de alta eficiencia	III-V	Tipo oblea y película delgada	30	
Celdas concentradoras de alta eficiencia	III-V	Tipo oblea y película delgada	33 (tandem) 28 (solo)	

Fuente: Green y otros, 1999.

La eficiencia de los paneles solares se describe como la relación entre la energía eléctrica producida y la energía eléctrica lumínica incidente para generarla.

Observemos la ilustración de las diferentes etapas para la producción de un panel solar.

Figura 11: Diferentes etapas para la producción de un panel solar (Pereda Soto, 2005)



La característica más representativa de estos paneles es la confiabilidad y seguridad que estos representan en la generación de la energía eléctrica. En la siguiente tabla se muestra las bondades de los sistemas fotovoltaicos como sus limitaciones

Tabla 4: Ventajas y limitaciones de los sistemas fotovoltaicos

Sector	Potencial	Limitación	Resultados
Equipo e inversión	Flexibilidad: facilidad de aumentar de pocos a más watts pico (Wp)	Gastos elevados de inversión por unidad (Wp)	Los sistemas FV son competitivos sobre todo en el rango de poco consumo de energía en zonas alejadas sin electricidad. Necesidad de sistemas de financiación (debido a poca disponibilidad de capital en las zonas rurales)
Operación y mantenimiento	Fiabilidad: pocos gastos y poca necesidad de mantenimiento y supervisión	Necesidad de respaldo o almacenamiento para uso nocturno y en días nublados. La batería es el punto débil de los sistemas FV	Los sistemas FV a menudo son competitivos por la relación de su costo y duración
Organización	Integración fácil en "paquetes" de consumo adaptados a las necesidades del usuario	Una mayor participación del usuario es más necesaria en los proyectos de energía FV que en los de extensión de la red eléctrica	Necesidad de introducir cambios institucionales en el sector eléctrico para proyectos de electrificación rural con sistemas FV
Consecuencias ambientales	No perjudican al ambiente, emiten poco CO ₂ y otros gases, en comparación con los sistemas que consumen combustibles fósiles	La eliminación de baterías es un aspecto ambiental importante	Posible financiación conjunta de los programas interesados en el cambio climático

Fuente: Encuesta de la FAO y revisión bibliográfica de los autores

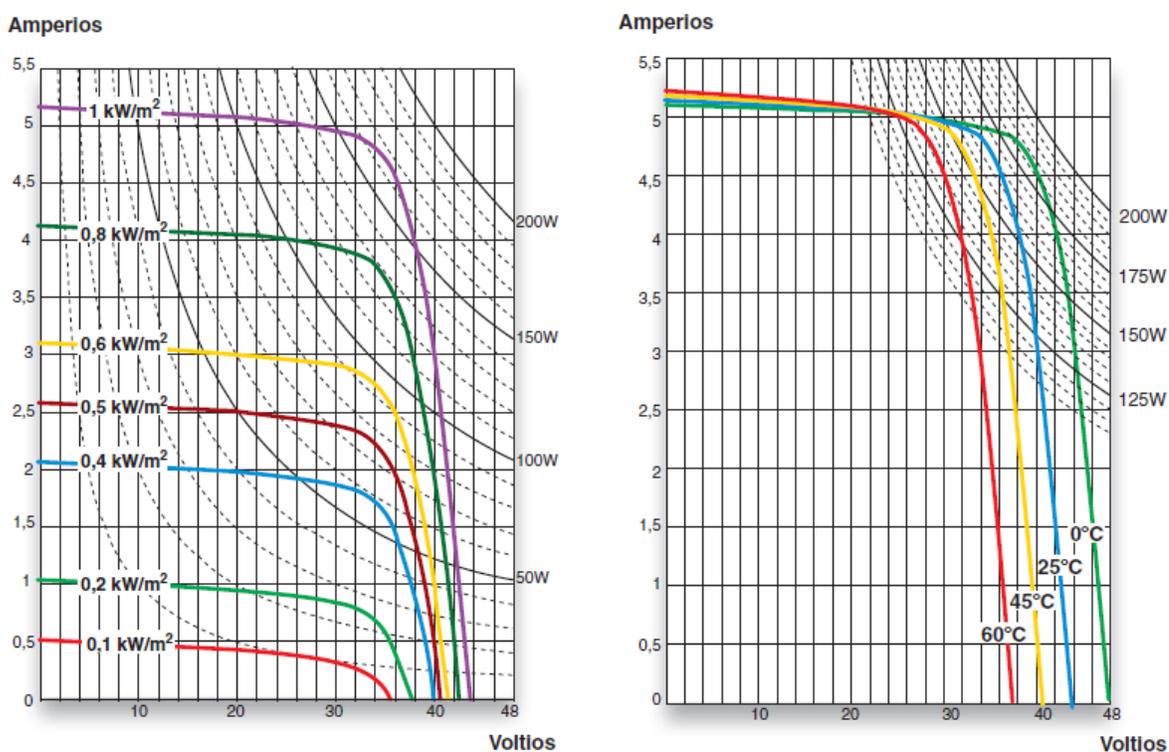
5.10.2 Panel fotovoltaico:

Es el elemento indispensable en el sistema solar fotovoltaico, su función es captar la energía solar para generar una corriente eléctrica, proporcionan valores de tensión y corrientes muy pequeñas comparados con los que normalmente se requieren para los aparatos convencionales.

Los paneles solares igual que otros elementos eléctricos poseen unas características técnicas entre las cuales encontramos la curva de tensión vs corriente. En esta se puede observar que hay una potencia máxima la cual se alcanza cuando se tiene la tensión pico y la corriente pico. Este punto se da cuando los rayos solares inciden perpendicularmente

sobre la superficie del mismo, es decir cuando el ángulo de inclinación es de 90° . Después de esto la temperatura juega un papel importante, el cual es inversamente proporcional a la tensión, es decir, entre mayor temperatura halla en el panel menor se la tensión de generación por lo cual disminuye la potencia. (Anónimo, 2012)

Figura12: Curvas características de los paneles solares (Medici, P., & Datos, C. n.d.)



Los parámetros de los paneles solares, son los siguientes:

Potencia Máxima ($P_{\text{máx}}$): Es el producto resultante de la tensión y la corriente generada por los rayos incidentes en determinado periodo de tiempo. El panel fotovoltaico es un

sistema monofásico en el cual solo está presente una fase, es decir una línea viva que transporta la corriente directa.

La ecuación para la potencia viene dada por: (Ver ecuación 8)

$$P_{max} = V_{pico} * I_{pico}$$

(8)

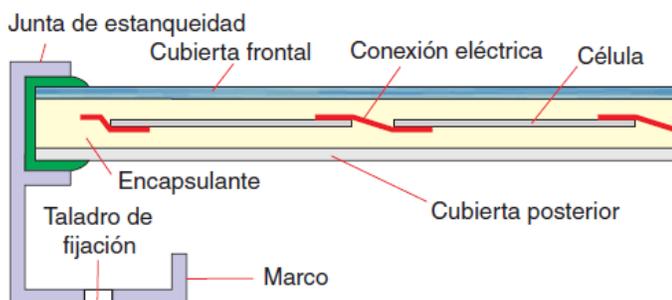
Tensión Pico (V_{pico}): Es el voltaje máximo o diferencia de potencial que se obtiene cuando los rayos solares incidentes generan un flujo mayor de electrones conectado una carga

Corriente Pico (I_{pico}): Es la máxima corriente que se obtiene cuando los rayos solares incidentes generan un flujo mayor de electrones conectado una carga.

Caso contrario sucede cuando el sistema está abierto, es decir no tiene una carga conectada que consuma la potencia generada. Para este caso la tensión pico abierta se da cuando la corriente es cero y viceversa, la corriente pico abierta se da cuando la tensión es cero.

Los paneles solares se componen de los siguientes elementos: una cubierta frontal, material encapsulante, células o celdas solares y sus conexiones eléctricas, una cubierta posterior y un marco metálico. Otros elementos que pueden llegar a formar parte del sistema son mecanismos de seguimiento y sensores.

Figura 13: Estructura interna de un panel solar (Medici, P., & Datos, C. n.d.)



5.10.3 Baterías

Está constituida por uno o varios elementos electroquímicos capaces de transformar una energía potencial química en energía eléctrica; las baterías se componen de dos electrodos sumergidos en un electrolito donde se producen las reacciones químicas en los procesos de carga y descarga.

Sirven para acumular la energía de los paneles solares que estos generan diariamente, para usarla cuando la energía consumida es superior a la generada. Ejemplo en la noche.

La batería proporciona un voltaje estable y constante, independiente de las condiciones de incidencia luminosa, que puede ser lo más adecuado para el funcionamiento de los aparatos eléctricos. Adicional funcionan como filtros que no permite el paso de transitorios. Existen dos tipos de baterías para arreglos fotovoltaicos en el mercado: las de níquel-cadmio (Ni-Cd) y las de plomo-acido.

Las siguientes son las características de la batería:

Tensión Nominal: es el voltaje de operación que tiene la batería, este puede ser de 12V o 24V para sistemas fotovoltaicos

Capacidad de almacenamiento: Es la cantidad total de energía que puede acumularse en la batería y que puede aprovecharse durante determinado periodo de tiempo. La unidad de medida se da en (A.h) Amperios-hora. La capacidad de almacenamiento depende de la carga conectada al sistema, es decir, si la carga consume una corriente pequeña el número de horas de descarga de la batería será mayor pero si la descarga consume una corriente bastante considerable el tiempo de descarga será menor.

Se debe tener cuidado con la ubicación de las baterías pues su vida útil depende de la temperatura. Cuando la temperatura aumenta los procesos químicos también lo hacen, lo que disminuye la vida útil de la misma.

Profundidad de descarga: Es el porcentaje máximo considerable al cual una batería puede descargarse sin afectar la vida útil de la misma. Estos valores de descarga comúnmente oscilan entre el 50% y el 80%, dependiendo de la tecnología empleada.

Autodescarga: Es la energía que se pierde por las reacciones químicas que se dan dentro de la misma.

5.10.4 Reguladores de carga

Es el equipo que se encarga de gestionar el consumo directo de los paneles solares, las baterías y la carga de esta, evitando sobrecargas o descargas profundas, alargando así su vida útil; además de esto, generan alarmas en función del estado de la carga, es decir, permite controlar la relación que establecen la batería y el sistema generador fotovoltaico.

En general estos reguladores se ubican entre los paneles solares y las baterías, permitiendo de esta manera bloquear la corriente que fluye a la batería que se encuentra ya cargada.

La sobrecarga se da cuando el consumo de la carga conectada es inferior a la carga entregada por los paneles, lo que produce que se siga suministrando una corriente de carga a la batería. Esta carga hace que se realicen más procesos químicos de los permitidos lo que conlleva al deterioro de la vida útil de la batería.

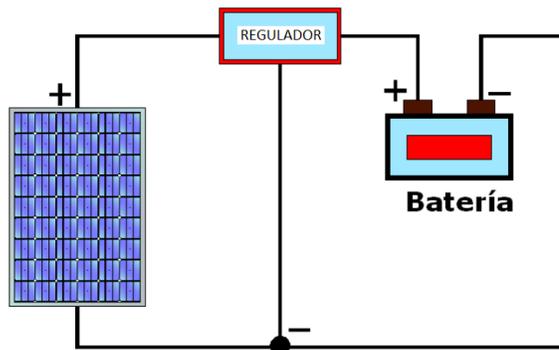
Las descargas profundas se presentan en caso contrario, el consumo de la carga es mayor al que puede ofrecer los paneles solares, lo que hace que la batería se descargue por encima del mínimo valor establecido por el fabricante.

Existen dos tipos de reguladores para ser empleados, los reguladores serie y los reguladores paralelos.

Los reguladores serie se emplean en el mismo sentido que un interruptor serie, es decir como medio de desconexión en la misma línea de carga. Tiene la función de llevar la corriente que requiere la carga, dependiendo de la tensión eléctrica de la batería con la

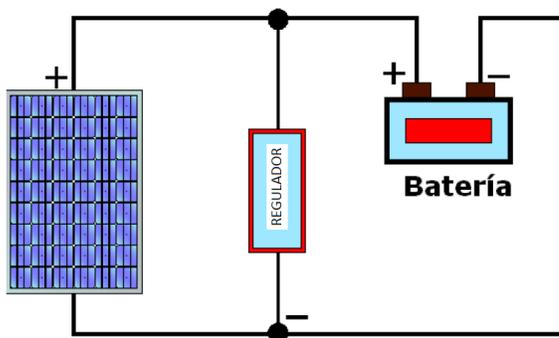
tensión programada de referencia, con esta comparación el regulador abre o cierra el circuito con el fin controlar el paso de la corriente.

Figura 14: Conexión en serie de un regulador (Universidad industrial de santander, 2005)



Los reguladores paralelos se conectan paralelamente a las baterías y los paneles solares, los cuales están comparando las tensiones que se establecen en la batería, una vez esta comparación define que es el valor referenciado cierra el circuito por medio de una resistencia mínima para que la corriente que fluye a la batería recorra otro camino y la batería no se siga cargando.

Figura 15: Conexión en paralelo de un regulador (Universidad industrial de santander, 2005)



5.10.5 Inversores

Son elementos que permiten adaptar las características de la corriente generada por el sistema fotovoltaico a la demanda total o parcial de las aplicaciones. Su principal función es la de convertir la corriente continua que esta almacenada en las baterías en corriente alterna, es decir pasa del sistema continuo al sistema alterno. Todos los aparatos eléctricos que hay en nuestro medio funcionan a través de la corriente alterna, por este motivo es necesario el inversor.

Un inversor debe tener mínimas pérdidas que garanticen el máximo de energía generada, deben ser estables ante cualquier cambio repentino en la carga y ser confiables.

Los siguientes son los tipos de inversores que existen:

De señal cuadrada: Transforman la señal de la corriente continua a una corriente alterna por medio de un transformador, esta señal pasa primero en una dirección y luego en sentido contrario. Este proceso de cambio debe ser lo suficientemente rápido para no afectar la onda de la señal.

Por lo general estos inversores son más baratos, pero también los menos eficientes, generan muchos armónicos dañinos para los aparatos eléctricos. Los armónicos son ruidos que presentan las ondas sinusoidales.

La señal de este tipo de inversores se puede emplear para aparatos eléctricos como televisores, computadores y otro tipo de elementos que no requieren una señal muy estable.

De señal senoidal: Transforman la señal de la corriente continua en corriente alterna por medio de dispositivos electrónicos, lo que permite que la señal de onda sea más pura, es decir presentan una mínima distorsión armónica.

Por lo general son más costosos y más eficientes, se pueden emplear con motores de inducción, lavadoras y otros dispositivos electrónicos más actualizados que requieren de una onda más pura.

De señal senoidal modificada: Transforman la señal de la corriente continua en corriente alterna por medio de un módulo de ancho de pulsos (PWM). Son más eficientes que los de señal cuadrada, inclusive cuando la carga conectada es mínima. Al igual que los inversores senoidales producen una distorsión armónica mínima.

Tabla 5: Tipos de inversores

N° DE SERIE	CARGA	TIPO DE INVERSOR		
		ONDA CUADRADA	ONDA SENOIDAL MODIFICADA	ONDA SENOIDAL REAL
1	Refrigerador, alumbrado, licuadora, aspiradora, computador	Aplicable	Aplicable	Aplicable
2	Bomba, Lavadora, Ventilador	Posibilidad de sobrecalentamiento	Posibilidad de sobrecalentamiento o Usar Flitros	Aplicable
3	Televisor, Sistemas musicales, Radios, Monitores	Posible Interferencia	Posible Interferencia en ocasiones	Aplicable
4	Horno microonda, cargador de batería	Hornos trabajan a menor potencia, las baterías podrían no estar totalmente cargadas	Hornos trabajan a menor potencia, las baterías podrían no estar totalmente cargadas	Aplicable

5.10.6 Protecciones

Son los elementos que se utilizan como resguardo a sobrecargas del sistema. Las protecciones se deben de seleccionar de acuerdo a la corriente que suministra la batería, por esto es necesario dimensionar las protecciones para la carga, la batería y el regulador. Por lo general se seleccionan para sobrecorrientes y corrientes de corto circuito que se presente en el sistema.

5.10.7 Cableado

Son los elementos conductores de las corrientes generadas, estos se deben seleccionar adecuadamente para que no existan caídas de tensión superiores al 3%, adicionalmente la

norma técnica colombiana 2050 artículo 690-31 literal b, exige que los cables sean del tipo SE, UF y USE.

5.11 Marco Legal

5.11.1 Ley 1715 de 2014

La Ley 1715 de 2014, regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.

La cual, tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda.

Su Finalidad es establecer el marco legal y los instrumentos para la promoción del aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, lo mismo que para el fomento de la inversión, investigación y desarrollo de tecnologías limpias para producción de energía, la eficiencia energética y la respuesta de la demanda, en el marco de la política energética nacional. Igualmente, tiene

por objeto establecer líneas de acción para el cumplimiento de compromisos asumidos por Colombia en materia de energías renovables, gestión eficiente de la energía y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, tales como aquellos adquiridos a través de la aprobación del estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (Irena) mediante la Ley 1665 de 2013. (Colombia, 2014)

La ley define los siguientes dos conceptos, que son indispensables para la ejecución del proyecto:

Energía solar Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste de la radiación electromagnética proveniente del sol.

Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER). Son aquellos recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleados o son utilizados de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCER la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar y los mares. Otras fuentes podrán ser consideradas como FNCER según lo determine la UPME.

El Gobierno promueve y motiva la implementación de proyectos con Fuentes de energía no convencionales tal y como se muestra en el artículo 19 de la presente ley, así:

Artículo 19. Desarrollo de la energía solar. (Colombia, 2014)

1. La energía solar se considerará como FNCR. Se deberá estudiar y analizar las condiciones propias de la naturaleza de la fuente para su reglamentación técnica por parte de la CREG.
2. El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Vivienda y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el marco de sus funciones, fomentarán el aprovechamiento del recurso solar en proyectos de urbanización municipal o distrital, en edificaciones oficiales, en los sectores industrial, residencial y comercial.
3. El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Minas y Energía directamente o a través de la entidad que designe para este fin reglamentará las condiciones de participación de energía solar como fuente de generación distribuida estableciendo la reglamentación técnica y de calidad a cumplir por las instalaciones que utilicen la energía solar, así como los requisitos de conexión, mecanismos de entrega de excedentes, y normas de seguridad para las instalaciones.
4. El Gobierno Nacional considerará la viabilidad de desarrollar la energía solar como fuente de autogeneración para los estratos 1, 2 y 3 como alternativa al subsidio existente para el consumo de electricidad de estos usuarios.
5. El Gobierno Nacional, por intermedio del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible determinará los parámetros ambientales que deberán cumplir los proyectos desarrollados con energía solar así como la mitigación de los impactos ambientales que puedan presentarse en su implementación.
6. El Gobierno Nacional incentivará el uso de la generación fotovoltaica como forma de autogeneración y en esquemas de GD con FNCR.

7. El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Minas y Energía considerará esquemas de medición para todas aquellas edificaciones oficiales o privadas, industrias, comercios y residencias que utilicen fuentes de generación solar. El esquema de medición contemplará la posibilidad de la medición en doble vía (medición neta), de forma que se habilite un esquema de autogeneración para dichas instalaciones.

5.11.2 Fundamentos legales de la propuesta:

La sala interactiva de energía Solar Fotovoltaica está enmarcada dentro de los siguientes componentes legales:

Plan de desarrollo “Antioquia la más Educada”, Línea Estratégica 2.

El objetivo de la Línea Estratégica 2, del Plan de desarrollo “Antioquia la más Educada”, La educación como motor de transformación de Antioquia es: Garantizar el derecho a la educación a través del fortalecimiento y defensa de una educación pública de calidad, que permita la generación de oportunidades para mejorar las condiciones de vida de los antioqueños, a través del fomento del deporte, la cultura, la ciencia, la tecnología, la innovación y el emprendimiento, y le apuesta a la formación del talento humano.

La declaración universal de los derechos humanos (ONU, 1948), expresa en el artículo 26 que toda persona tiene derecho a la educación gratuita y obligatoria, a la instrucción técnica y profesional generalizada y con acceso a los estudios superiores en igualdad de

condiciones según los méritos respectivos. Igualmente, El artículo 67 de la constitución política de Colombia (1991), proclama que “La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura.”

Por su parte, Antioquia La Más Educada no solo reconoce la educación como un derecho, sino que trabajará para garantizarlo a través de un servicio educativo público, pertinente y de calidad, “para que se convierta entonces en el camino para la formación ciudadana con capacidad para la generación masiva de oportunidades y empleos dignos" y no como privilegio de unos pocos, que por sus condiciones económicas, sociales o culturales han podido acceder a este derecho.

Cuando entendemos la educación pública de calidad como un derecho de todos, reconocemos a su vez que Antioquia es un territorio diverso, pluriétnico y multicultural, por lo que todas las acciones e intervenciones partirán de los principios de pertinencia, accesibilidad, perspectiva de género y enfoque diferencial, valoración de las características históricas, culturales y de las condiciones físicas y cognitivas que identifican a las diferentes poblaciones y territorios que conforman el departamento. Por ello, brindar oportunidades educativas de calidad que potencien el talento y desarrollen capacidades en la población antioqueña, será el eje fundamental en esta Línea Estratégica, como elemento esencial que contribuya a resolver tres problemas esenciales: la exclusión, la violencia y la ilegalidad, lo cual permitirá a su vez el cumplimiento de otros derechos sociales y culturales que han sido históricamente vulnerados.

El Componente de Educación con Calidad, que tiene la Línea Estratégica 2, d este plan de desarrollo, está diseñado para garantizar el derecho a la educación, con lo cual sea necesario contar un sistema educativo departamental de calidad, en el cual más allá de poner a disposición cupos escolares para el acceso, se atiendan aquellos factores económicos, sociales y culturales asociados a la calidad educativa, se formulen políticas y se desarrollen programas que posibiliten el mejoramiento de la educación, a través de una oferta institucional pertinente, de la mano de oportunidades para una educación superior y el emprendimiento.

Como estrategia para lograr una Educación con Calidad para el Siglo XXI, la Secretaría de Educación desarrollará diferentes programas en el marco del Plan de Desarrollo 2012 – 2015, orientados a la transformación de los ambientes de aprendizaje a través del mejoramiento de las infraestructuras, el uso y apropiación de TIC para aprovechar los avances del departamento en dotación y equipamiento para la conectividad, la construcción de parques educativos para el desarrollo educativo y cultural de las diferentes subregiones del departamento, así como el mejoramiento de la calidad educativa, la formación de docentes y el aumento de posibilidades de acceso y permanencia escolar. (Gobernación de Antioquia, 2012)

Que es un parque educativo?

Según, Sergio Fajardo: Un Parque Educativo es un espacio público para el encuentro ciudadano en el siglo XXI. Un espacio abierto a toda la comunidad, donde se encuentran representados los conceptos fundamentales de Antioquia la más educada: la apuesta por el talento y la capacidad de nuestra gente, esos “recursos naturales” que tenemos en abundancia en todos los rincones del departamento; apuesta que hace de la educación pública de calidad, la ciencia, la tecnología, el emprendimiento, la innovación y la cultura, las acciones privilegiadas para, a partir del potencial y la riqueza de nuestras regiones, luchar contra las desigualdades sociales, la violencia y la cultura de la ilegalidad.

En Antioquia tenemos un reto fundamental: construir un modelo de desarrollo que permita que nuestros municipios encuentren la expresión de sus capacidades en un mundo globalizado, de forma que construyamos oportunidades pertinentes en el territorio para que nuestra juventud despliegue su talento sin tener que buscar la vía que conduce a Medellín para tener una vida digna o la vía que conduce a la criminalidad.

Las sociedades necesitan los símbolos, los espacios, los lugares que concretan los sueños. Todos nuestros municipios tienen una iglesia en la plaza central, el primer punto de encuentro histórico de nuestras comunidades. Igual ocurre con las canchas de fútbol. En algunos hay casa de la cultura, biblioteca. Los Parques Educativos de Antioquia son pues la expresión de nuestros sueños: Antioquia la más educada.

Plan de Desarrollo Municipio de Buriticá “Buriticá, Trabajando Unidos por el Bienestar” 2012-2015

Encaminado a los planes de desarrollo de la Gobernación de Antioquia, el municipio de Buriticá también incluye dentro su plan de desarrollo los puntos estratégicos que se definieron dentro de su plan, para articular su estrategia al cumplimiento de dicho puntos.

Figura 16: Articulación del Plan de Desarrollo Municipal con el Nivel Departamental y Nacional (Unidos, El, Mario, & Ramírez, 2015)



Entre las problemas identificados en el Plan de desarrollo para el municipio y que se tomaron como referente para el desarrollo de la propuesta son: Mejorar la educación de la comunidad, que se trabaja desde la Dimensión Social y Aumentar la cobertura del servicio de energía eléctrica en el área rural, trabajado desde la Dimensión Económica.

Dimensión Social: (Unidos et al., 2015), se contempla la Educación con cinco programas: por una educación con calidad, educación para todos, Buriticá eficiente en educación, educación para la vida e infraestructura educativa.

Objetivo General: Generar con la comunidad Buritiqueña acciones que propendan por una mejor calidad de vida desde la atención en salud, educación, vivienda y el establecimiento de alianzas público privadas para que favorezcan un desarrollo social digno para toda la población Buritiqueña.

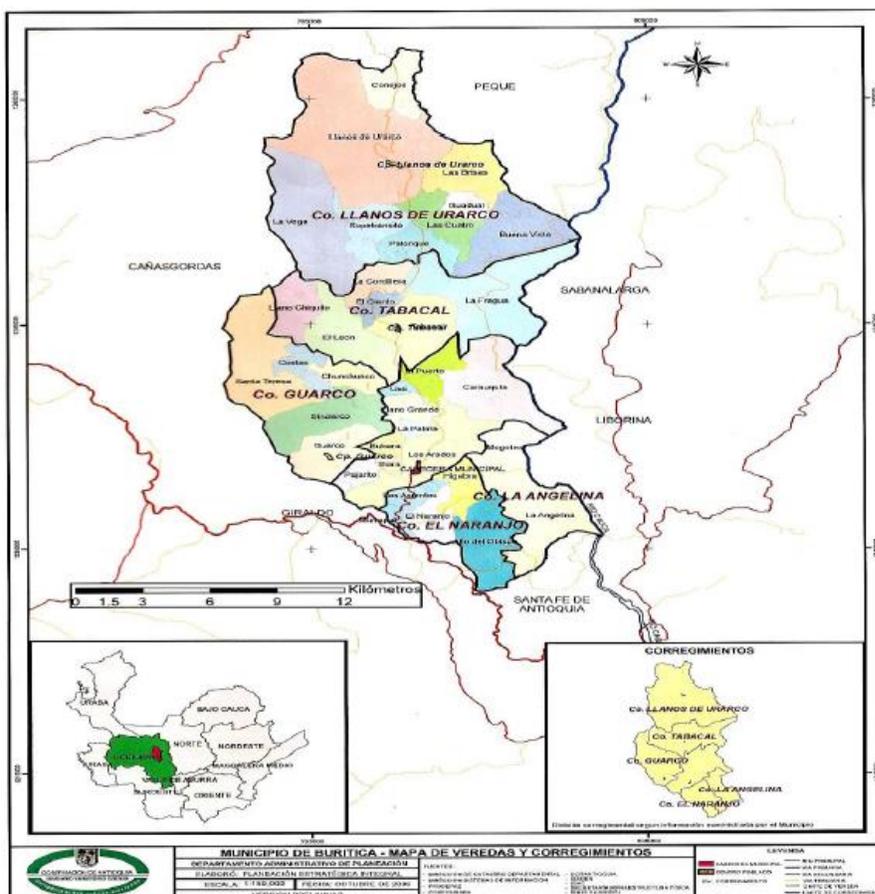
Dimensión Económica: (Unidos et al., 2015) La dimensión económica contempla tres componentes, desarrollo rural, Buriticá emprendedor y desarrollo vial. Los cuales propenden por el mejoramiento de la infraestructura vial, senderos e iniciativas productivas que ayuden a mejorar las condiciones de vida de los habitantes del municipio.

Objetivo General: Favorecer el desarrollo de capacidades para la innovación y el emprendimiento en el territorio desde sus potencialidades humanas y naturales para la consolidación de una economía local más competitiva en el contexto regional.

5.12 Caracterización de Buriticá

Se hace necesario caracterizar las condiciones físicas del lugar donde va a estar ubicada la sala interactiva para determinar su diseño.

Figura 17 Mapa de Buriticá (Unidos et al., 2015)



La sala interactiva estará ubicada en el Parque Educativo del Municipio de Buriticá que es un municipio de Colombia, localizado en la subregión Occidente del departamento de Antioquia. Este municipio posee una extensión de 364 kilómetros cuadrados, y una altura sobre el nivel del mar de 1.625 metros, su población es principalmente rural por tanto su economía está fundamentada en los cultivos de café, maíz, fríjol, caña y en menor escala

en la ganadería de doble propósito de carne y leche. La explotación del oro ha sido tradicional desde la época de la Conquista en la producción económica de este distrito. En la actualidad la exploración y producción de oro en el municipio, ha aumentado si realiza de manera legal por la Empresa Continental Gold y de manera informal por un grupo de mineros informales que han llegado también al municipio en los últimos 4 años, provenientes de otros lugares de Colombia como Marmato, Remedios y Segovia para trabajar de manera rudimentaria. En este oficio laboran alrededor de 4000 personas. Buriticá tuvo un pasado minero, pero también cestería, cerámica y tabaco, de lo que ya casi nada queda. Su presente es complejo por el apogeo minero informal e ilegal que revivió hace 4 años y que ha dejado secuelas en el ámbito social y ambiental. La población del Municipio de Buriticá para el año 2012, basados en los datos obtenidos del SISBEN III, se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 6: Distribución de la población por sector. (Unidos et al., 2015)

TOTAL HABITANTES		PORCENTAJE
Urbano	1360	20 %
Rural	5457	80 %
TOTAL	6817	100 %

Fuente: SISBEN III. 2012

Tabla 7: Distribución de la población por sexo (Unidos et al., 2015)

SECTOR	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Urbano	682	678	1360
Rural	2891	2566	5457
Total	3573	3244	6817
%	52 %	48 %	100 %

Fuente: SISBEN III. 2012

Tabla 8: Distribución de la población por mayoría de edad (Unidos et al., 2015)

Menores de 18	Mayores de 18	TOTAL
2649	4168	6817
39%	61%	100%

Fuente: SISBEN III. 2012

Tabla 9: Distribución de la población por veredas (Unidos et al., 2015)

VEREDA	Nº VIVIENDAS	Nº HOGARES	0-6 AÑOS	7-17 AÑOS	18-49 AÑOS	50-59 AÑOS	MAYORES 60	TOTAL	SEXO	
									M	F
ALTO DEL OBISPO	30	31	20	34	65	12	15	146	73	73
ANGELINA	55	65	22	57	124	19	33	255	132	123
BUBARA	18	18	6	21	30	10	12	79	41	38
BUENAVISTA	13	13	7	14	27	5	10	63	39	24
CARAUQUIA	15	16	13	27	38	7	10	95	55	40
CHUNCHUNCO	14	15	6	11	28	2	10	57	32	25
CONEJOS	7	2	0	2	2	1	2	7	3	4
COSTAS	11	11	5	5	17	4	8	39	23	16
CUTO	6	6	1	1	10	6	7	25	10	15
EL CIENTO	29	29	19	30	41	15	15	120	66	54
GUADUAL	34	34	13	42	53	16	15	139	77	62
EL GUAIMARO	12	12	3	9	8	3	11	34	14	20
EL LEON	24	24	23	33	52	10	15	133	73	60
EL NARANJO	103	105	45	68	132	31	64	340	185	155
GUARCO	53	53	22	32	80	21	38	193	102	91
HIGABRA	41	42	12	42	76	21	28	179	93	86
LA ASOMADERA	24	26	11	25	41	6	11	94	48	46
LA CORDILLERA	36	36	30	48	73	20	17	188	95	93
LA FRAGUA	33	33	47	66	86	5	18	222	123	99
LA PALMA	14	14	5	14	24	9	7	59	29	30
LA PLAYA	8	8	6	10	11	3	7	37	20	17
LA VEGA	44	44	34	60	87	10	11	202	113	89
LAS BRISAS	31	31	17	41	66	8	17	149	80	69
LAS CUATRO	21	21	14	43	42	7	10	116	58	58
LLANO CHIQUITO	42	44	45	82	88	11	19	245	134	111
LLANO GRANDE	11	11	5	11	18	2	9	45	25	20
LLANOS DE URARCO	63	64	38	85	123	17	33	296	166	130
LOS ARADOS	7	8	1	5	11	5	8	30	17	13
LOS ASIENTOS	30	32	22	39	59	15	20	155	85	70
MOGOTES	25	25	16	31	48	12	19	126	61	65
MURRAPAL	21	22	9	15	38	9	8	79	31	48
PAJARITO	24	24	3	24	32	12	12	83	45	38
PALENQUE	44	44	52	93	99	13	17	274	143	131
PIEDRA GORDA	2	2	1	1	4	2	1	9	4	5
PINGURO	8	9	12	5	21	7	2	47	24	23
SANTA TERESA	6	6	11	14	17	3	0	45	27	18
SINCIERCO	69	69	44	97	120	31	35	327	172	155
SOPETRANCITO	57	58	68	109	114	14	25	330	175	155
TABACAL	91	100	38	92	147	18	54	349	176	173
UNTI	10	10	7	10	20	3	6	46	22	24
ZONA URBANA	372	407	144	304	588	149	175	1360	682	678
TOTAL	1558	1624	897	1752	2760	574	834	6817	3573	3244

Fuente: SISBEN III. 2012

Por el fenómeno de la minería han llegado al municipio 5000 personas más o menos que no se encuentran aún registradas en el sisben pero que viven en el territorio y que están ubicados principalmente en el casco urbano y en la vereda los asientos, el resto de la población está distribuida en cinco corregimientos: El Naranjo, Guarco, Tabacal, Llanos de Urarco y La Angelina y 32 veredas, entre ellas se encuentran: Higabra, La Vega, Mogotes, La Cordillera, Carauquia, Las Brisas, El Guaimaro, Llano Grande, Llano Montaña, Untí, La Fragua, Sopetrancito, Palenque, Las Cuatro, Guadual, Buena Vista, Conejos, Santa Teresa, Llano Chiquito, El León, Pajarito, Costas, Chunchunco, Sincierco, Los Arados, Bubará, Los Asientos, Siará, Alto del Obispo, Murrupal y Urarco. La población se distribuye en la zona urbana con un 20% y rural con el 80%. (Unidos et al., 2015)

6. Diseño metodológico

6.2 Enfoque

El enfoque predominante fue de tipo cualitativo, determinado por la investigación técnica realizada, aunque también para estructurar la propuesta al municipio se apoyara en los métodos de recolección de información como observación no estructurada, entrevistas abiertas y encuestas que proporcionaran el insumo del proyecto.

Su carácter Holístico nos refiere a una necesidad integral, ya que la intención final es proveer al parque educativo de una herramienta de aprendizaje de la energía solar fotovoltaica.

También es cualitativa apoyándonos en lo que dice Sampieri “**El enfoque cualitativo** Utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación”.

6.3 Tipo de estudio o Nivel de investigación

Es un estudio de tipo descriptivo, consistió básicamente en identificar cada uno de los elementos y componentes del objeto de estudio. Se partió específicamente de la recolección de información, análisis de normatividad, encuestas, diseño y análisis de viabilidad, información que posteriormente fue plasmada en detalle en forma individual en

cuanto a los componentes se refiere, de tal manera que al final se pudieran unir en un todo de forma integral para alcanzar el objetivo el final.

6.4 Método de estudio

Se utilizara bajo el método de la Fenomenología, para tratar de ahondar e inferir en el problema objeto de esta investigación; además, la metodología que se utilizará para el desarrollo de este proyecto consistirá en la ejecución de las siguientes actividades:

- Se investigara en bases de datos académicas y libros de investigación científico conceptos claves para el desarrollo del proyecto necesario para construir el marco teórico sobre energía solar y se documentara la información relevante de la Ley 1715 de 2014 que regula todo el tema de energías alternativas en Colombia.
- El trabajo está encaminado a satisfacer unas necesidades puntuales del municipio de Buriticá, hecho por el cual se debe investigar la documentación legal que constituye la base central del proyecto y registrar en el marco teórico los aspectos del plan de desarrollo de Buriticá que son el eje central de la investigación; también se debe construir la teoría con información clave de los Parques Educativos.
- Se realizara la caracterización de la población objetivo.
- Se diseñara la sala interactiva, dimensionando y calculando uno a uno todos los elementos necesarios para poner en funcionamiento la fuente de energía autónoma de energía solar fotovoltaica.

- Se realizaran encuestas a la población de Buriticá porque será importante analizar la percepción e importancia que le ve la población al tema de la energía solar y se utilizarán herramientas cuantitativas para analizar la información que arrojan las encuestas, de esta manera entrar a sustentar la propuesta.
- Se realizara un análisis de viabilidad basado en la evaluación de la factibilidad económica y operativa, que tiene para el municipio de Buriticá la construcción de una sala interactiva en el parque educativo.

6.5 Población y muestra

El Parque Educativo es un espacio abierto, donde cualquier persona de la comunidad de Buriticá y pueblos aledaños, pueden visitar y aprender de él; ya sean, estudiantes de primaria, bachillerato, universitarios, campesinos, amas de casa, trabajadores, visitantes, entre otros.

También se indagara con personal calificado en el tema del parque de Buriticá, para realizar un diagnóstico preliminar de las instalaciones, necesidades, características técnicas, ubicación, entre otros.

Muestra: Se utilizará la ecuación para muestra aleatoria simple, ya que se conoce el tamaño de la población, (ver ecuación 40)

$$n = \frac{Z^2 pqN}{NE^2 + Z^2 pq}$$

(40)

Dónde:

n: tamaño de la muestra

Z: nivel de confianza

p: variabilidad positiva

q: variabilidad negativa

N: tamaño de la población

E: precisión o error

Para un porcentaje de confianza del 95%, se asume un error del 5% y la máxima variabilidad por no existir antecedentes en la institución sobre la investigación y porque no se puede aplicar una prueba previa.

Hay que considerar la proporción correspondiente de confianza que es 0.95. Lo que se buscaría en seguida es el valor Z para la variable aleatoria z tal que el área simétrica bajo la curva normal desde -Z hasta Z sea igual a 0.95, es decir, $p(-Z < z < Z) = 0.95$.

Utilizando las tablas, o la función DISTR.NORM.ESTAND.INV() del Excel, se puede calcular el valor de Z, que sería 1.96 (con una aproximación a dos decimales).

Esto quiere decir que: (ver ecuación 41)

$$P(-1.96 < z < 1.96) = 0.95.$$

(41)

Reemplazando los valores en la ecuación (40): (ver ecuación 42)

$$n = \frac{(1,96^2)(0,5)(0,5)(6817)}{(6817)(0,05^2) + (1,96^2)(0,5)(0,5)} = 364$$

(42)

6.6 Variables

Las variables en la investigación, representan un concepto de vital importancia dentro de un proyecto. Las variables, son los conceptos que forman enunciados de un tipo particular denominado hipótesis.

Variable independiente (causa): Implementación de una sala interactiva que enseñe el uso de la energía solar fotovoltaica en el Parque educativo del Municipio de Buriticá.

Variable dependiente (Efecto):

- Interés por conocer los usos de esta energía solar Fotovoltaica.
- Motivación para implementar esta energía en su casa o lugar de trabajo.

- Deseo por Mejorar condiciones económicas y ambientales con la implementación de la energía solar fotovoltaica.

Variable interviniente:

- Ocupación de los encuestados
- Nivel de escolaridad
- Estado socio- económico.

6.7 Instrumento de recolección de información

Fuentes Primarias: La principal fuente de información, se obtuvo a través de la encuesta aplicada a la población, que busca responder a cuestiones de forma y fondo, es decir, la percepción de cada uno del encuestado frente a la sala interactiva de energía solar fotovoltaica y la receptividad de ellos con respecto a este tema.

Fuentes secundarias: Se llevaron a cabo consultas a través de diferentes páginas de internet tanto en Colombia como del exterior, textos y videos de tal manera que permitieran conocer el estado del arte, prototipos ya existentes o la teoría sobre el tema objeto, que es la base para realizar el diseño de la sala interactiva.

Instrumento de recolección Encuesta:

Esta encuesta se realizó a 364 personas del municipio de Buriticá con el propósito de Medir el impacto que tendrá la sala interactiva dentro del parque educativo del municipio de Buriticá, por medio del interés que presenta la población para visitar el aula interactiva y por conocer la energía solar como otra alternativa para el desarrollo de sus labores cotidianas.

Encuesta

1. Ocupación

Estudiante___ Empleado___ Comerciante___ Agricultor___ Independiente ___

2. Grado de escolaridad.

Ninguno _____ Primaria _____ Bachillerato_____ Universidad_____

3. ¿Conoce usted que el municipio tendrá un parque educativo?

Si___ No___

4. ¿A usted le gustaría visitar el parque educativo cuando esté en funcionamiento?

Si___ NO___

5. ¿Conoce usted la energía solar fotovoltaica?

Si___ No___

6. ¿sabe usted que la energía alternativa solar es gratuita y no contamina?

Si___ No___

7. ¿Considera que el uso de la energía alternativa solar es importante para las condiciones económicas y ambientales que presenta el municipio de Buriticá actualmente?

Si___ No___

8. ¿Le gustaría conocer las formas como se puede trabajar en las labores cotidianas que requieren de energía eléctrica realizándolas con la energía solar?

Si___ No___

9. ¿Le interesaría implementar en su hogar o lugar de trabajo, un mecanismo de energía solar que disminuya los costos y que no contamine?

Si___ No___

10. ¿Visitaría un aula interactiva dentro del parque educativo que le enseñen sobre el uso de la energía solar foto?

Si___ No___

11. ¿De qué forma cree usted que se debe enseñar uso de la energía solar fotovoltaica?

Teórica _____ Didáctica _____ magistral_____ Interactiva_____

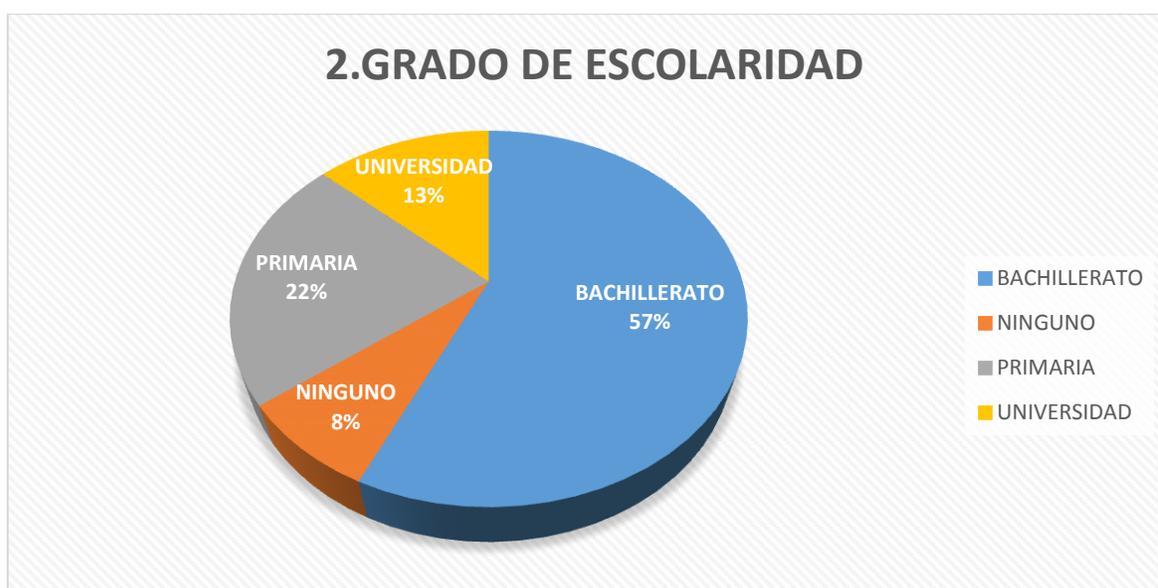
7. Análisis e interpretación de datos

Para llevar a cabo el presente diagnóstico frente a la problemática trazada utilizamos como método de recolección de datos la Encuesta semiestructurada, la cual nos permitió confrontar en un alto porcentaje la necesidad marcada por la población encuestada.



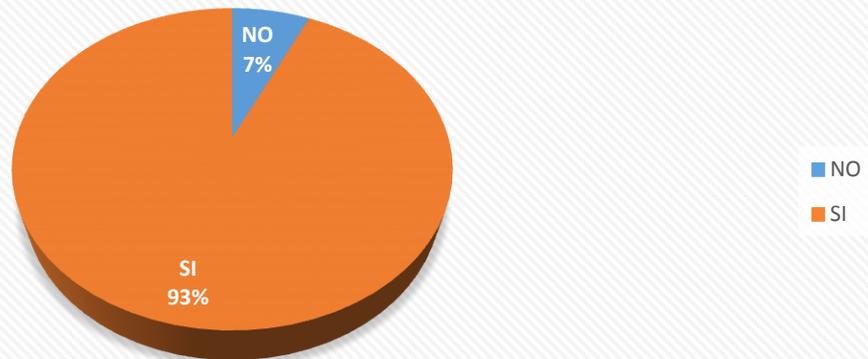
En la primera pregunta podemos identificar la ocupación de las personas entrevistadas, en esta muestra podemos observar que el porcentaje más alto está representado por las personas que laboralmente tienen un empleo independiente con un 26%, en este grupo caben las personas que trabajan en empleos informales como la minería, construcción, amas de casa y personas que tienen sus propias empresas, en el segundo grupo encontramos los estudiantes con un 24 % en este grupo encontramos personas que se encuentran realizando el bachillerato, la primaria o la universidad, seguidamente encontramos los agricultores con un porcentaje del 19% en este grupo se encuentra la

comunidad rural que se dedica a las labores del campo, con un porcentaje del 17% encontramos los comerciantes, este grupo está representado por las personas que se dedican a alguna área comercial en el municipio y que representan una población económica importante, para terminar encontramos los empleados con un 14 % en este grupo encontramos la población que está vinculada a alguna de la empresas o negocios que se encuentran en el municipio.



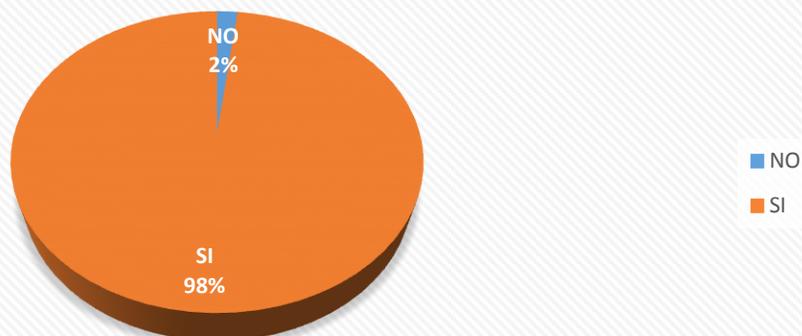
Con la pregunta del grado de escolaridad quisimos medir el nivel educativo de cada uno de los entrevistados para saber qué tipo de público es que posiblemente visitará el aula interactiva. Encontramos que la mayor población entrevistada con un 57% ha estudiado hasta el bachillerato, el 22% de los entrevistados han estudiado hasta primaria, el 13 % es universitario y el 8% de la población no tiene ningún tipo de estudio formal.

3. ¿Conoce usted que el municipio de Buriticá tendrá un Parque Educativo?

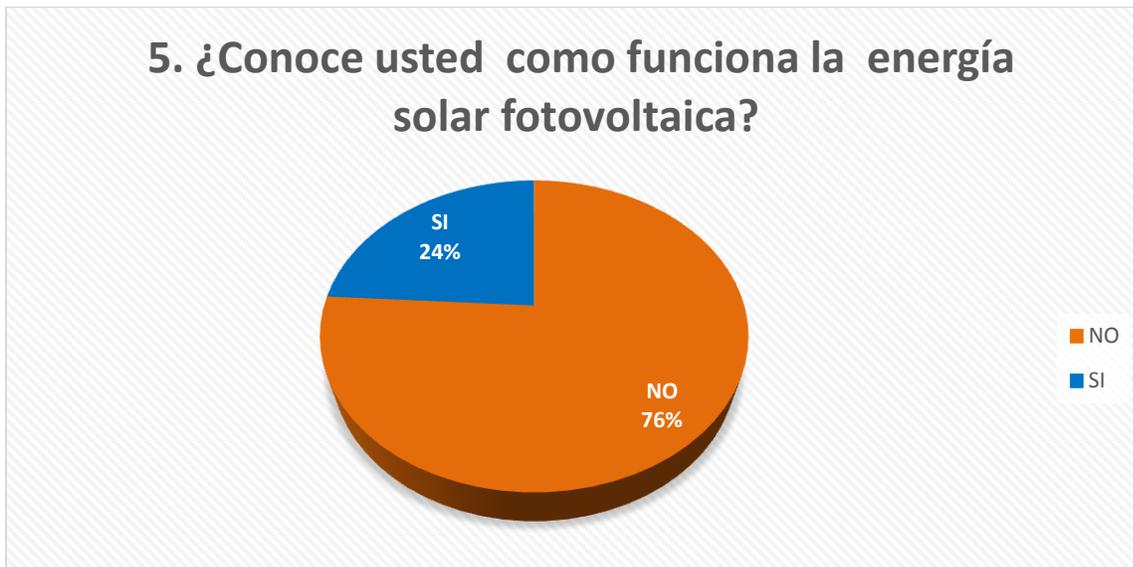


Esta pregunta brinda información sobre el conocimiento que tienen los entrevistados sobre el nuevo parque Educativo que se abrirá en el municipio, el 93% de los entrevistados conocen que en el municipio habrá un Parque educativo lo que es favorable para que sea visitado.

4. ¿A usted le gustaría visitar el parque educativo cuando esté en funcionamiento?

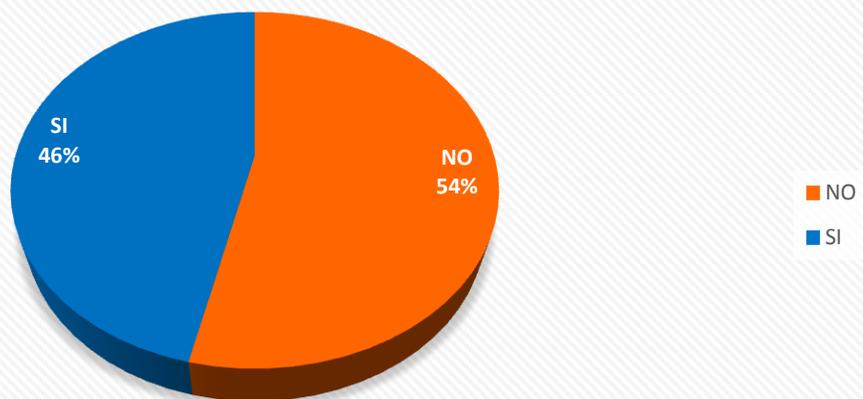


La pregunta # 4 es muy directa frente a la intención que tienen los entrevistados de visitar el Parque educativo, frente a esta pregunta el porcentaje es muy positivo, debido a que el 98% de los entrevistados afirman que desean visitar el Parque educativo cuando esté en funcionamiento.

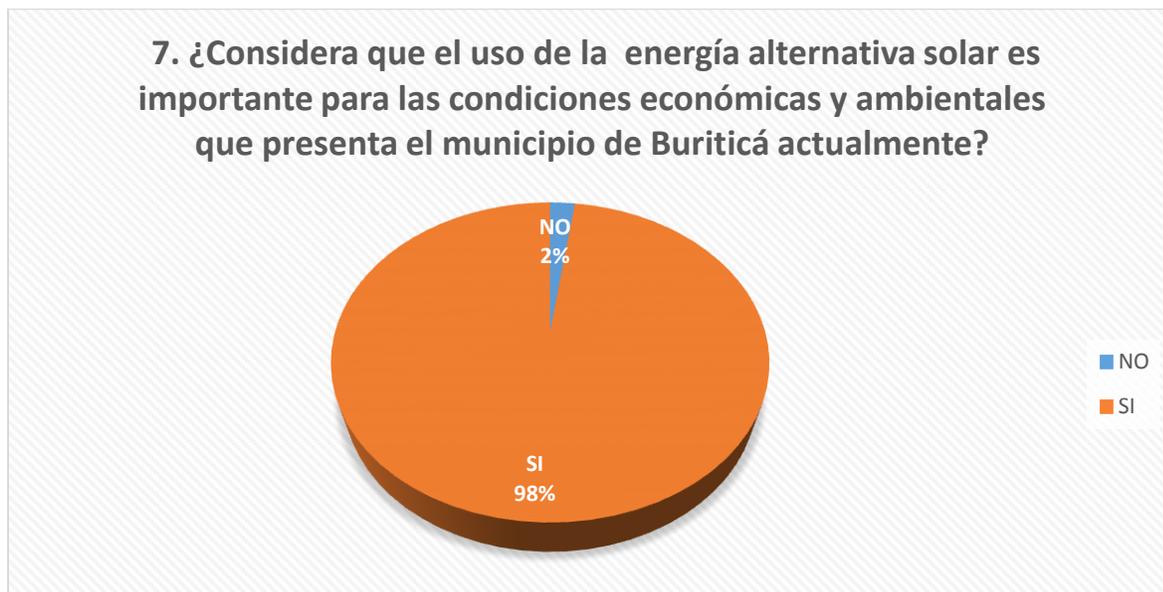


Con la quinta pregunta quisimos medir el conocimiento que la comunidad en general tiene de la energía solar Fotovoltaica, en esta encontramos que un 76 % de la población desconoce cómo funciona esta, lo que crea un interrogante en las personas para conocer el tema, hay un 24 % que conoce sobre esta lo que también es una oportunidad para continuar con el aprendizaje.

6. Sabe usted que la energía solar fotovoltaica es gratuita y no contamina



La pregunta # 6 presenta una situación particular porque aunque en la pregunta 5 el 24 % mencionó que conocía la energía fotovoltaica en la 6 el 46% mencionó que si sabe que la energía solar fotovoltaica es gratuita y no contamina, lo que aclara que aunque no tienen mucha claridad para definir esta, si conocen algunas virtudes de la energía solar Fotovoltaica lo que es muy positivo para la investigación.



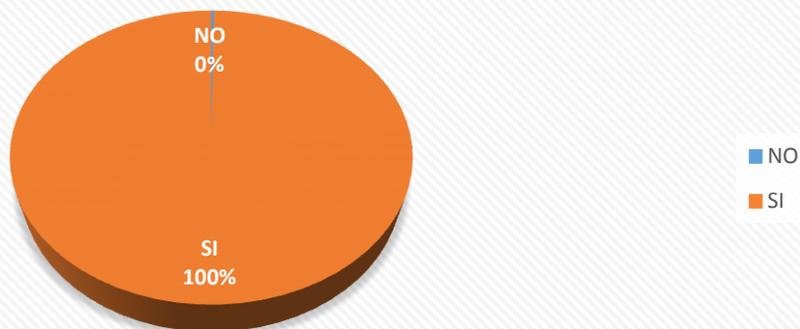
Con la pregunta # 7 pretendíamos saber si a la comunidad le preocupa las actuales condiciones ambientales y económicas que atraviesa el municipio en estos momentos y si ve en la energía fotovoltaica una opción para mejorar estas condiciones, afortunadamente la respuesta fue positiva con un alto porcentaje del 98%.

8. ¿Le gustaría conocer las formas como se puede trabajar en las labores cotidianas que requieren de energía eléctrica realizándolas con la energía solar?



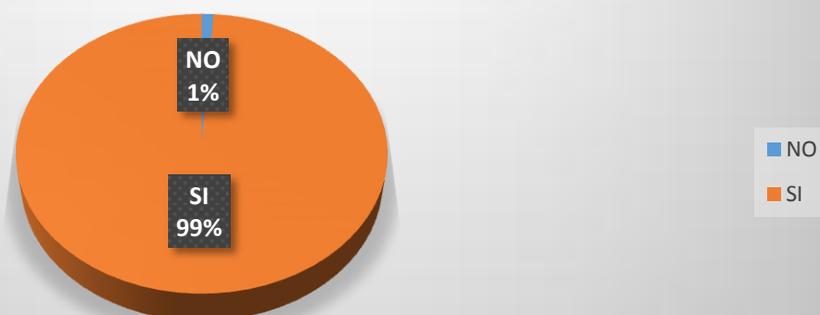
La pregunta # 8 es mucho más específica frente a la utilización de la energía fotovoltaica y pregunta directamente si la población está interesada en conocer los distintos usos que tiene esta energía en las labores cotidianas, a lo que la comunidad respondió positivamente, lo que afirma el interés de estos por conocer sobre el tema.

9. ¿ Le interesaría implementar en su hogar o lugar de trabajo, un mecanismo de energía solar que disminuya los costos y que no contamine?



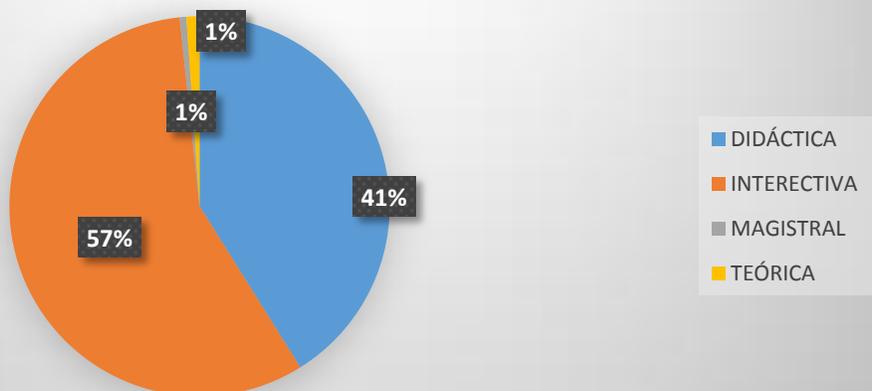
Con la pregunta # 9 quisimos preguntar un tema económico y la intención de utilizar la energía fotovoltaica en sus hogares o en sus lugares de trabajo, con esta pregunta se pudo reafirmar la intención o el interés que la población tiene por implementar en sus hogares o lugares de trabajo un sistema de energía que sea menos costoso que la eléctrica y que además no contamine, ya que la respuesta positiva tuvo un porcentaje del 100%.

10. ¿Visitaría un aula interactiva dentro del parque educativo que le enseñen sobre el uso de la energía solar fotovoltaica?



La pregunta 10 mide la intención que tiene la comunidad de ir al parque educativo a aprender sobre el uso de la energía fotovoltaica, lo que es muy positiva ya que el porcentaje de la respuesta SI, es del 99%.

11. ¿De qué forma cree usted que se debe enseñar uso de la energía solar fotovoltaica?



La pregunta 12 pregunta sobre la forma como le gustaría a las personas que le enseñaran el uso de la energía fotovoltaica, a esta pregunta el 57 % de la población respondió que interactiva, el 41% respondió que Didáctica y el 1% respondieron que de una manera Magistral y Teórica, lo que muestra la intención que tiene la comunidad de aprender sobre el uso de esta energía de una manera interactiva y didáctica, lo que afirma la necesidad de hacer esta enseñanza de Manera interactiva y muy didáctica.

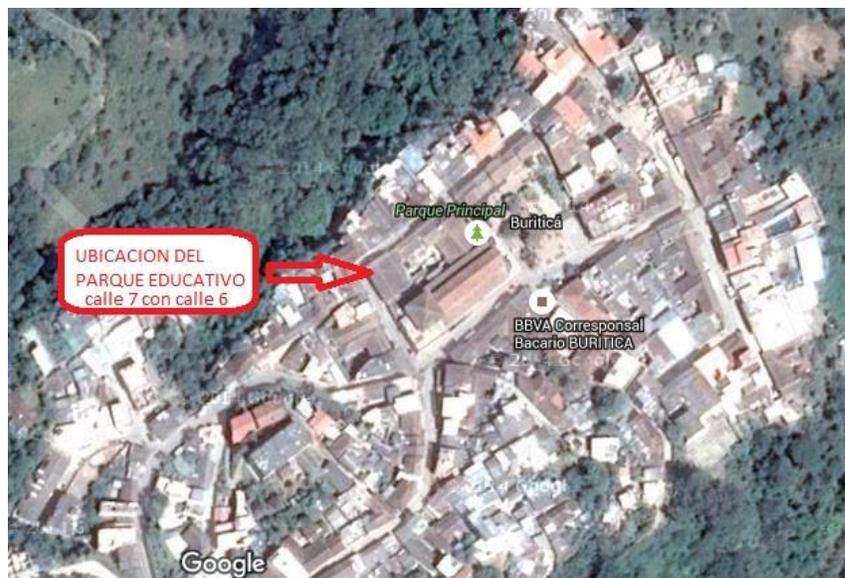
8. Dimensionamiento del sistema Fotovoltaico.

El dimensionamiento de los sistemas fotovoltaicos se refiere al cálculo de los valores de sus componentes. El cálculo más complicado es la determinación de la potencia generada por las celdas fotovoltaicas en el lugar, para efectos prácticos se va a realizar el dimensionamiento en base a los valores de las horas de irradiación pico así (Aguilera & Hontoria, 2008):

8.1 Localización del Parque Educativo

El parque educativo estará ubicado a una cuadra del parque principal entre las calles 7 y calle 6 tal como se puede apreciar en la siguiente imagen:

Figura 18: Localización del parque educativo (Google Earth)



El parque cuenta con los siguientes espacios: una administración, 4 espacios educativos, cuartos técnicos, baños para hombres y mujeres y un patio interior. En el segundo piso de la instalación se proyecta ubicar la sala interactiva, con el fin de minimizar los costos debido a la canalización y a la ubicación de los paneles solares.

Como se puede ver en la siguiente imagen; aunque la iglesia es la única construcción alta que se tiene alrededor del parque, hay una distancia prudente que no afectara la incidencia de los rayos solares en los paneles que estarán ubicados en el techo de la instalación.

Figura 19: Ubicación del parque educativo (Google Earth)



8.2 Condiciones Climatológicas de Buriticá

Los mapas solares son unas guías de la radiación anual promedio generada por los rayos solares en una superficie de metro cuadrado. Estos mapas fueron publicados en el año 2005 por el IDEAM y la unidad de planeación minero energética UPME.

Según el atlas de radiación solar para Colombia, presentado por el IDEAM y UPME, se observa que en la zona de Antioquia hay unos valores promedios de 4 - 4.5 kWh /m² de radiación, lo cual nos permite establecer que son buenas las condiciones climáticas para la sala interactiva autónoma de energía solar fotovoltaica en el parque educativo del municipio de Buriticá, ya que por ejemplo en países de alta explotación solar como Alemania el valor promedio es de 3.2 kWh /m², en España de 3.8 kWh /m², México 5 kWh /m² y Brasil 5 kWh /m².

Figura 20: Mapa de radiación Solar Promedio de Antioquia ((Sánchez et al., 1993)

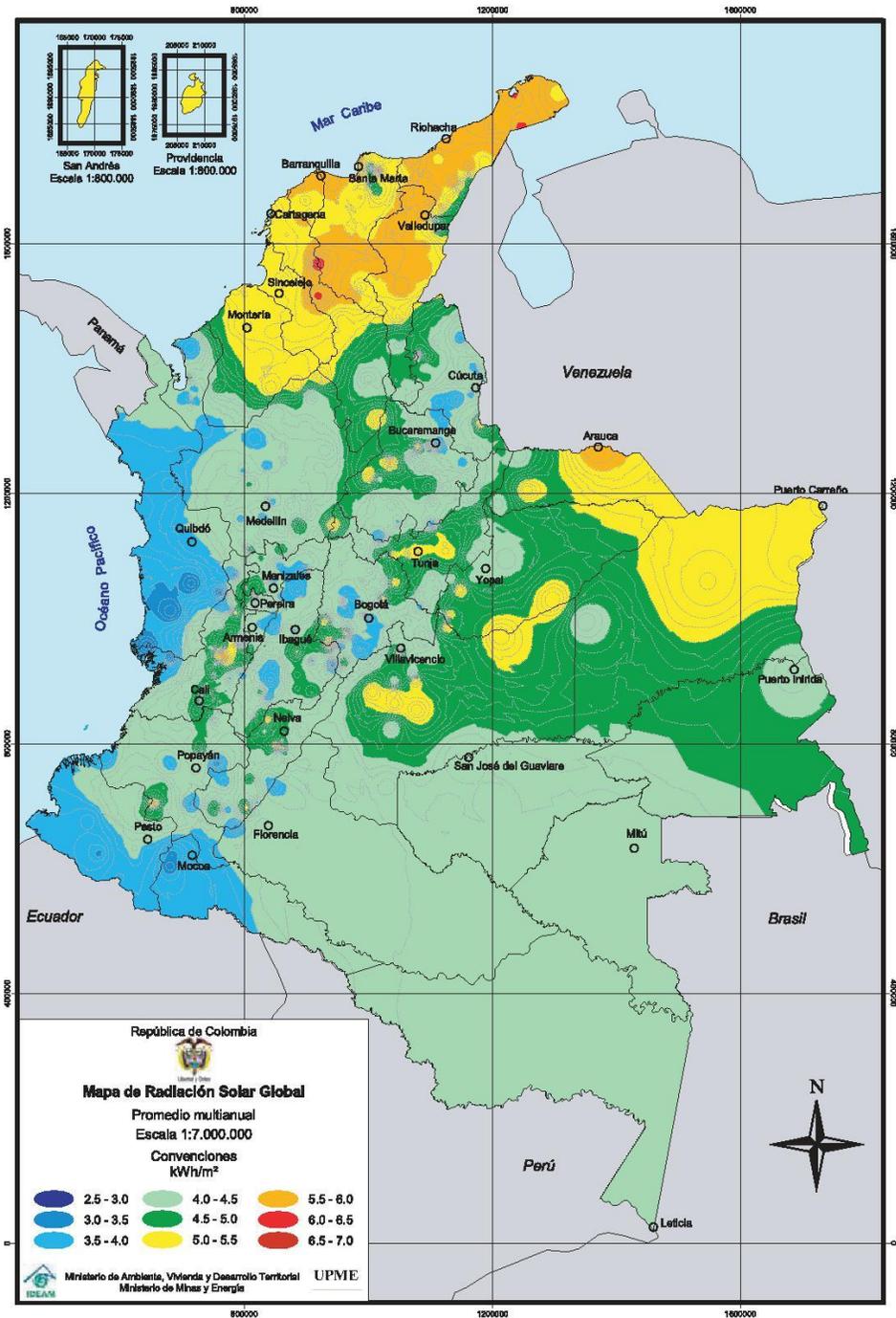
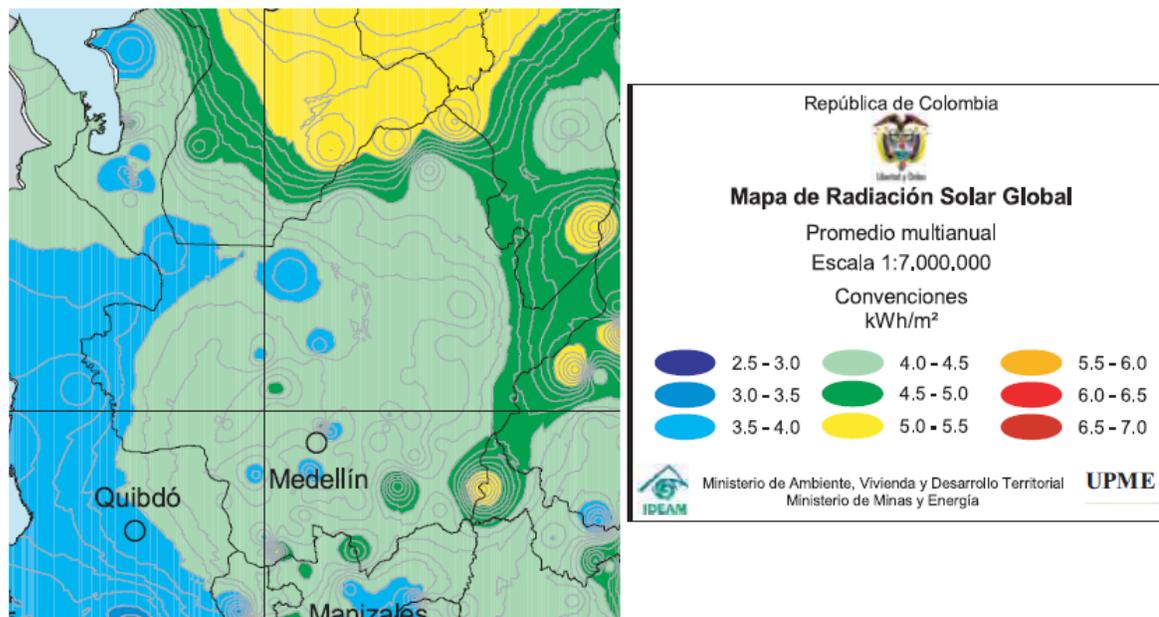


Figura 21: Mapa de radiación Solar Promedio de Antioquia (Sánchez et al., 1993)



Una segunda forma de establecer la radiación solar de Buriticá es con los datos de latitud y longitud del municipio y por medio del programa Atmospheric Science Data Center de la Nasa los valores promedios de la radiación solar comprendidos entre 1983 y 2005, son muy similares a los datos suministrados por el Mapa de radiación del IDEAM y del UPME.

Figura 22: Mapa meteorológico de superficie y energía solar (eosweb.larc.nasa.gov)

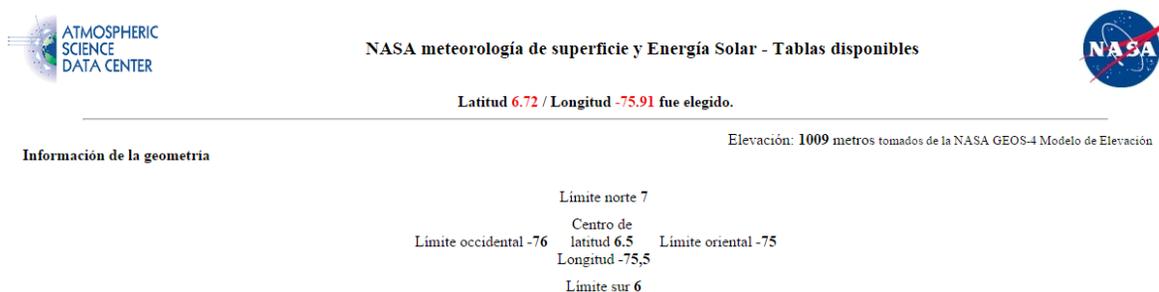


Tabla 10: Promedio de radiación anual de Buriticá (eosweb.larc.nasa.gov)

Mensual Averaged Insolación Incidentes en una superficie horizontal (kWh / m ² / día)												
Lat 6.72 Lon -75.91	Ene	Febrero	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
22 años de media	4.45	4.57	4.63	4.34	4.46	4.63	4.97	4.93	4.63	4.37	4.25	4.16

8.3 Calculo Práctico de un sistema Fotovoltaico:

Existen muchos métodos que dan valores lo suficientemente aproximados para calcular los requerimientos de los sistemas fotovoltaicos autónomos, A continuación, se explica una forma de dimensionar dicho sistema de una forma práctica, adaptada a las condiciones de la sala interactiva, aplicando el método de Jorge Aguilera, Leocadio Hontoria, Francisco José Muñoz (Aguilera & Hontoria, 2008)

Análisis de Carga: Revisando los planos eléctricos de la instalación donde va a quedar ubicada la sala interactiva, se tiene que el aula va a tener las siguientes cargas:

Tabla 11: Carga del aula

Dispositivo	Capacidad	Cantidad
Luminaria Fluorescente T5	2 x 32 w	4
Suiche sencillo	120 V, 15 A	1
Toma corriente	120 V, 15 A	4

Cada uno de los toma corriente tiene una potencia proyectada de 100w y la conexión de las lámparas a la salida eléctrica es por medio de un toma de 120v, 15A.

Todas las cajas eléctricas de las salidas cuentan con el sistema de puesta a tierra lo que indica que la instalación cumple con el sistema de seguridad previsto por la norma NTC 2050.

El diseño eléctrico de la sala interactiva va a tener en cuenta los siguientes componentes: primero la iluminación del lugar donde se va a ubicar la sala y los toma corrientes con una carga proyectada, luego se incluirá un pequeño consumo de la sala interactiva.

Se propone el siguiente formato para registrar las cargas, con el fin de tener control de las necesidades y requerimientos del lugar.

Tabla 12: Análisis de cargas

ANALISIS DE CARGAS					
ITEM	DESCRIPCION DEL EQUIPO	POTENCIA DEL FABRICANTE	CANTIDAD	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (horas/dia)	CONSUMO DE ENERGIA(Wh/Dia)
POTENCIA TOTAL ESTIMADA _____ FACTOR DE DIVERSIDAD (utilizacion) _____ POTENCIA TOTAL _____ TIEMPO PROMEDIO DE OPERACIÓN _____					

Se debe tener en cuenta que las cargas en corriente alterna son diferentes a las cargas en corriente directa, es decir para cada una se debe diligenciar un formato diferente.

Análisis de distribución de carga:

- Carga existente
- Carga industrial: motor de corriente alterna
- Carga residencial: electrodomésticos básicos de la vivienda

Tabla 13 Análisis de carga

ANALISIS DE CARGAS					
ITEM	DESCRIPCION DEL EQUIPO	POTENCIA DEL FABRICANTE	CANTIDAD	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (horas/dia)	CONSUMO DE ENERGIA(Wh/Dia)
Cargas Existentes					
1	Lampara fluorescente	64	4	7	1792
Carga industrial					
1	Bomba de agua 1/4hp	186,5	1	2	373
Carga residencial					
1	Nevera	250	1	7	1750
2	Horno microondas	1200	1	0,2	240
3	Lavadora de ropa	800	1	0,2	160
4	Televisor	100	1	3	300
5	Equipo de sonido	190	1	2	380
6	Reserva	1000	1	0,5	500
POTENCIA TOTAL ESTIMADA			<u>4650 W</u>		
FACTOR DE DIVERSIDAD (utilizacion)			<u>1</u>		
POTENCIA TOTAL			<u>4650 W</u>		
TIEMPO PROMEDIO DE OPERACIÓN			<u>4,4h/dia</u>		
CONSUMO DE ENERGIA			<u>5495Wh/dia</u>		

Con los valores de las diferentes cargas identificados, se procede a realizar los siguientes cálculos:

Energía consumida real (E_c) es: (ver ecuación 9)

$$E_c = \frac{\text{Energía total proyectada}}{\eta}$$

(9)

η : (Ver ecuación 10)

$$\eta = (1 - K_b - K_c - K_v) * \left(1 - \frac{K_a * N}{P_d}\right)$$

(10)

Dónde:

K_b : Coeficiente de pérdidas del acumulador:

0,05 para descargas leves

0,1 para descargas profundas (motores, entre otros)

K_c : Coeficiente de pérdidas en el inversor y/o convertidor:

0,005 para convertidores de señal pura

0,1 para convertidores menos eficientes

K_v : Coeficiente de pérdidas varias (efecto joule en los cables)

Este puede variar entre $0,05 < K_v < 0,15$

K_a : Coeficiente de Autodescarga diaria de las baterías:

0,002 para baterías de Ni-Cd

0,005 para baterías de plomo ácido (las más comunes)

N : es el número de días de autonomía, varía entre 3 a 5 días

P_d : es la profundidad de descarga, la cual no debe superar el 70% de la capacidad total de la batería

Reemplazando las variables en la ecuación (10) por los valores seleccionados, la ecuación queda así: (Ver ecuación 11)

$$\eta = (1 - 0.1 - 0.1 - 0.15) * \left(1 - \frac{0.005 * 3}{0.7}\right)$$

(11)

$$\eta = 0.64$$

(12)

Reemplazando el valor seleccionado en la ecuación (9), (Ver ecuación 13)

$$Ec = \frac{5495}{0.64} = 8586wh$$

(13)

Horario de disponibilidad de la sala: El horario de atención o disponibilidad de la sala es de las 9:00AM a 12:00PM y de 1:00PM a 5:00PM. Este horario nos dará información valiosa para el dimensionamiento de los elementos (inversor, protecciones, baterías, entre otros).

Selección del número de paneles solares: La Radiación solar en el municipio de Buriticá es la condición a tener en cuenta para la selección de paneles solares son.

De los mapas de radiación solar se extrae la siguiente tabla con los valores para los diferentes meses:

Tabla 14: Radiación solar promedio de Buriticá

MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
RADIACION SOLAR	4,5	4,5	4,5	4	4	4	5	4,5	4	4	4	4

La radiación solar varía entre un rango mínimo de 4 kwh/m² y un rango máximo de 5 kwh/m². Teniendo como base el intervalo de radiación del municipio, se verifica cual es el número de paneles necesarios para suplir la carga proyectada.

El número de paneles se obtiene de la siguiente ecuación: (ver ecuación 14)

$$Np = \frac{\text{Energía consumida (Ec)}}{0.9 * \text{Potencia del panel} * \text{Horas pico de radiación}}$$

(14)

Dónde:

Horas picos de radiación: para los valores del intervalo de radiación solar, se encuentra por medio de la ecuación: (ver ecuación 15)

$$H=R*t$$

(15)

Las horas picos mínima y máxima encontradas para el municipio de Buriticá son: (4 – 5) y bajo el supuesto de una irradiación constante de 1Kw/m². Reemplazando estos valores en la ecuación (15): (ver ecuación 16 y 17)

Para t=4:

$$Np = \frac{8586}{0.9 * 250 * 4} = 9.54 \approx 10$$

(16)

Para $t=5$:

$$Np = \frac{8586}{0,9 * 250 * 5} = 7.63 \approx 8$$

(17)

Con estos dos valores se selecciona el panel que cumpla con las dos condiciones, para nuestro caso de estudio, el panel adecuado es marca YINGLI SOLAR, referencia YGE 60 CELL series 2, el cual cuenta con las siguientes características técnicas, adicional sus dimensiones son propicias para el espacio proyectado para su ubicación:

Tabla 15: Parámetros eléctricos Panel Solar YINGLI

CARACTERISTICAS ELÉCTRICAS

Parámetros eléctricos para STC							
Tipo de Módulo			YLxxxP-29b (xxx=P _{max})				
Potencia de salida	P _{max}	W	260	255	250	245	240
Tolerancia	ΔP _{max}	W	0 / + 5				
Eficiencia del módulo	η _m	%	16.0	15.7	15.4	15.1	14.8
Tensión en P _{max}	V _{mpp}	V	30.3	30.0	29.8	29.6	29.3
Intensidad en P _{max}	I _{mpp}	A	8.59	8.49	8.39	8.28	8.18
Tensión en circuito abierto	V _{oc}	V	37.7	37.7	37.6	37.5	37.5
Intensidad en cortocircuito	I _{sc}	A	9.09	9.01	8.92	8.83	8.75

STC: 1000 W/m² Irradiancia, 25°C Temperatura módulo, AM1,5 distribución espectral según EN 60904-3
Reducción media de la eficiencia relativa de 3,3% a 200 W/m² según EN 60904-1

Tabla 16: Parámetros eléctricos en Temperatura de operación nominal, Panel Solar YINGLI

Parámetros eléctricos en Temperatura de Operación Nominal de la Célula(TONC)							
Potencia de salida	P_{max}	W	189.7	186.0	182.4	178.7	175.1
Tensión en P_{max}	V_{mpp}	V	27.6	27.4	27.2	27.0	26.8
Intensidad en P_{max}	I_{mpp}	A	6.87	6.79	6.71	6.62	6.54
Tensión en circuito abierto	V_{oc}	V	34.8	34.8	34.7	34.6	34.6
Intensidad en cortocircuito	I_{sc}	A	7.35	7.28	7.21	7.14	7.07

TONC: Temperatura de operación del módulo en circuito abierto a 800W/m² de Irradiancia, 20°C de temperatura ambiente y 1m/s de velocidad del viento.

Tabla 17: Condiciones de operación Panel Solar YINGLI

CONDICIONES DE OPERACIÓN	
Máxima tensión del sistema	1000V _{dc}
Valor máximo del fusible en serie	15A
Limitación de corriente inversa	15A
Rango de temperaturas de funcionamiento	-40°C to 85°C
Máxima carga estática frontal (nieve)	5400Pa
Máxima carga estática posterior (viento)	2400Pa
Max. impacto por granizo (diámetro / velocidad)	25mm / 23m/s

Después de seleccionar el panel solar, se debe establecer la cantidad de paneles que se necesitan para suplir la carga del lugar y como se deben de ubicar si en paralelo o en serie.

Paneles en serie: (ver ecuación 18)

$$N_{serie} = \frac{V_{bateria}}{V_{panel}}$$

(18)

$$N_{serie} = \frac{12v}{29.8v} = 0.40 \approx 1$$

(19)

Paneles en paralelo: (ver ecuación 20)

$$N_{\text{paralelo}} = \frac{N_p}{N_{\text{serie}}}$$

(20)

$$N_{\text{paralelo}} = \frac{10}{1} = 10$$

(21)

Angulo de inclinación: El ángulo de inclinación de los paneles solares está dado por la siguiente ecuación: (ver ecuación 22)

$$\text{Angulo de inclinacion}(\beta) = \text{Latitud del lugar} + / - 10^\circ$$

(22)

$$\text{Angulo de inclinacion}(\beta) = 6.72^\circ + 10^\circ = 16.72^\circ$$

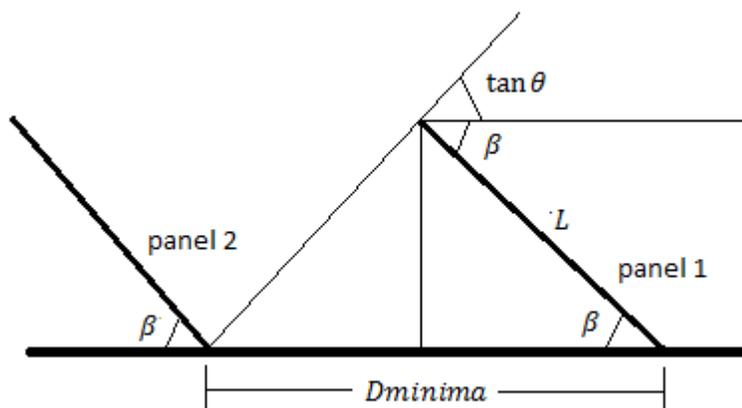
(23)

Distancia entre paneles: La distancia que se requiere para la ubicación de los paneles uno tras otro se obtiene de la siguiente manera: (ver ecuación 24)

$$D_{\text{minima}} = L * \text{Cos } \beta + \left(\frac{L * \text{seno } \beta}{\tan \theta} \right)$$

(24)

Figura 23: Distancia entre paneles



Dónde:

L: Longitud del panel seleccionado

β : Angulo de inclinación

θ : Angulo de inclinación

Reemplazando los valores en la fórmula: (ver ecuación 25)

$$D_{\text{minima}} = 1640\text{mm} * \text{Cos } 16.72 + \left(\frac{1640 * \text{seno } 16.72}{\tan 73.28} \right)$$

(25)

$$D_{\text{minima}} = 1712.3\text{mm}$$

(26)

Selección de la Batería: Para seleccionar la batería se tiene que determinar el tiempo de autonomía que se quiere tener, para efectos del diseño se determinan como mínimo tres días para lo cual el sistema debe ser autónomo.

La profundidad de descarga se asumirá de un 70%, con una eficiencia del 80%, esto con el fin de que el tiempo de vida de la batería sea mayor.

La capacidad del acumulador se obtiene de la siguiente forma: (ver ecuación 27)

$$C_{bateria} = \frac{Ec * N}{V_{bateria} * Pd}$$

(27)

$$C_{bateria} = \frac{8586 * 3}{12 * 0.7} = 3066.42Ah$$

(28)

Para determinar el número total de baterías necesarias, se realiza la siguiente ecuación:

(ver ecuación 29)

$$N_{bateria} = \frac{C_{bateria}}{C_{bateria\ elegida}}$$

(29)

Como se asumió una profundidad de descarga de la batería del 70%, se verifica la capacidad de la batería elegida, con la siguiente formula (ver ecuación 30)

$$C_{bateria-elegida} = 205 * 0.7 = 143.5Ah$$

(30)

Reemplazando los valores en la ecuación (29), el número de baterías es: (ver ecuación 31)

$$N_{bateria} = \frac{3066.42}{143.5} = 21.36 \approx 21$$

(31)

Selección del regulador: Para la selección del regulador se debe tener en cuenta la corriente aguas arriba y aguas abajo que se derivan de los paneles solares.

Para la corriente aguas arriba se debe utilizar la máxima corriente de corto circuito que soporta el panel solar y utilizar la siguiente ecuación. (Ver ecuación 32)

$$I_{entrada} = K * I_{cc} * N_{paralelo}$$

(32)

Donde

K es el factor de seguridad, que generalmente es de 1.25

Para el panel seleccionado $I_{cc}=8.92A$

$$I_{entrada} = 1.25 * 8.92 * 10 = 111.5A$$

(33)

Para la corriente aguas abajo se emplea la siguiente ecuación. (Ver ecuación 34)

$$I_{salida} = \frac{K * (Ec / \eta_{reg})}{V_{bateria}}$$

(34)

Las eficiencias de los reguladores debe estar entre $0.95 < \eta_{reg} < 1$

$$I_{salida} = \frac{1.25 * (8586 / 0.95)}{12}$$

(35)

$$I_{salida} = 941.44A$$

(36)

Selección del Inversor: En los sistemas solares se acostumbra a sobredimensionar la potencia proyectada cuando se emplean sistemas de corriente alterna, ya que muchas veces las cargas tienden a aumentar con el tiempo.

La potencia del inversor se selecciona con una sobredimensión de carga del 1.25%, ya que se prevé a futuro una ampliación de la carga, (ver ecuación 37)

$$P_{inversor} = 1.25 * Ec$$

(37)

$$P_{inversor} = 1.25 * 8586 = 10732.5$$

(38)

Adicional, al tener proyectada una carga industrial, el inversor debe ser capaz de soportar la corriente de arranque que se asumirá como el 1.5 de la corriente nominal.

Con este nuevo parámetro se calcula nuevamente la ecuación 37 así: (ver ecuación 39)

$$P_{inversor} = 1.5 * 10732.5 = 16098.75$$

(39)

Otro parámetro a tener en cuenta es que las cargas residenciales se manejan como sistemas bifásicos, es decir la tensión es de 240/120V.

Selección de los conductores: La selección de los conductores se realiza de acuerdo a la capacidad de corriente que se manejarán entre los elementos.

Tabla 18: Condición para la selección del conductor

DESCRIPCION	CORRIENTE (Amp)	TENSION (V)	DISTANCIA (m)	CALIBRE (Awg)	REGULACION (%)
Panel a Panel	111,5	12	1,72	1/0	1,4
Panel a regulador	111,5	12	5	1/0	3
regulador a baterias	111,5	12	5	1/0	3
Bateria a inversor	39	12	1	6	0,8
Inversor a tablero de distribucion	48	120	2	6	0,3

Selección de protecciones: Para la protección de los elementos en la parte de corriente directa se utilizaran fusibles, que permiten una mayor respuesta a algún cortocircuito que se presente o a una sobrecarga no estipulada en el diseño.

Para la protección de los elementos de corriente alterna se emplearan protecciones termo magnéticas.

Tabla 19: Capacidad de Protección seleccionada

DESCRIPCION	CORRIENTE (Amp)	TENSION (V)	DISTANCIA (m)	CALIBRE (Awg)	REGULACION (%)	PROTECCION (Amp)	TIPO
Panel a Panel	111,5	12	1,72	1/0	1,4	100	fusible
Panel a regulador	111,5	12	5	1/0	3	100	fusible
regulador a baterias	111,5	12	5	1/0	3	100	fusible
Bateria a inversor	39	12	1	6	0,8	40	fusible
Inversor a tablero de distribucion	48	120	2	6	0,3	50	riel (din)

9. Análisis de Viabilidad

Con el siguiente análisis se pretende consolidar el estudio del caso propuesto, con base en la información recopilada en el informe y un estimativo de costos que arroje el dimensionamiento del sistema fotovoltaico para construir y sustentar la propuesta de viabilidad de la construcción de una sala interactiva en el Parque Educativo del municipio de Buriticá.

9.2 Factibilidad económica

Entre los beneficios económicos que generará que en el municipio de Buriticá se construya una sala interactiva de energía solar fotovoltaica en el parque educativo son:

El 80% de la población de Buriticá se encuentra en zona rural del municipio y como se menciona en su Plan de desarrollo, una de las premisas de esta gobernación es interconectar al servicio eléctrico a la mayor cantidad de la población Rural (Ramírez Varela, 2015). El hecho que el municipio conozca y aprenda sobre la energía solar fotovoltaica dentro de un espacio de fácil acceso para la comunidad, hace posible que haya transferencia de conocimiento y movilización de personal sin costos adicionales para la alcaldía, ni para la población. Adicional a esto, si la comunidad aprende sobre esta fuente de energía y se pone en práctica esta forma de autoabastecerse, el municipio puede acceder a beneficios tributarios(Colombia, 2014) tal y como se menciona en la ley 1715 del 13 de Mayo de 2015.

9.3 Beneficios no económicos

Entre los beneficios de que la alcaldía promueva el aprendizaje y uso de la energía solar fotovoltaica se tiene:

- Las energías alternativas, como la energía solar fotovoltaica, son energías seguras y libres de contaminantes y no son consideradas nocivas para la salud.
- La población que se encuentra alejada del casco urbano del municipio, que es el 80% de la población, puede conocer y aprender sobre esta fuente de energía, que es fácil de instalar y tiene un retorno de inversión rápido, considerando que, en la actualidad se tiene muchas veredas que no están interconectadas al servicio de energía eléctrica y que esto mejoraría en gran medida la posibilidad de ampliar sus ofertas productivas, generando una mejor calidad de vida e ingresos de la población.
- Se aprovecharía el nuevo espacio que se construirá en el municipio “Parque educativo”, para generar un conocimiento práctico que la población pueda aprovechar como insumo para mejorar su condición de vida.

9.4 Costos

Los costos en los cuales se incurrirá en la construcción de la sala interactiva se relacionan en la siguiente tabla, pero cabe resaltar que la idea de construir la sala interactiva que se autoabastezca es para que con la energía producida por ella misma se supla parte del consumo de energía del parque educativo, propiciando un retorno de inversión a corto plazo.

Los costos mencionados se asumen como supuestos y se deben ajustar a las condiciones reales de la construcción, ya que actualmente no se ha definido el lugar donde va a quedar la sala interactiva, ni cuál sería el consumo total que va a tener, pero para efectos prácticos se realizó un estimado para constatar que realmente los costos de la inversión serán bajos a comparación de los múltiples beneficios que traerá la construcción de la sala interactiva.

Tabla 20: Estimado de costos de la sala interactiva

PRESUPEUSTO INSTALACIONES ELECTRICAS					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Sala interactiva de energia solar				
	Suministros				
1,1	Panel solar marca Yingli, referencia YGE 60 CELL series 2, de 250w,	un	10	1.670.400	16.704.000
1,2	Bases para paneles solares	gl	10	150.000	1.500.000
1,3	Bateria para panel solar marca Mtek, de 205Ah, 12v	un	21	1.329.201	27.913.223
1,4	Regulador STECA TAROM 245 PWM	un	2	1.026.600	2.053.200
1,5	Inversor Victron 3kVA de 12V/3000VA	un	4	4.239.266	16.957.066
1,6	Cable 3No.1/0 + 1No.6 para conexiones entre elementos	ml	15	64.862	972.930
1,7	Cable 3No.6 + 1No.8 para conexiones entre elementos	ml	15	23.532	352.980
1,8	Protecciones desde 1x15A a 1x30A	un	1	15.000	15.000
1,9	Varios	gl	1	1.500.000	1.500.000
	Instalaciones				
1,1	Panel solar marca Yingli, referencia YGE 60 CELL series 2, de 250w,	un	10	50.000	500.000
1,2	Bases para paneles solares	gl	10	15.000	150.000
1,3	Bateria para panel solar marca Mtek, de 205Ah, 12v	un	21	5.000	105.000
1,4	Regulador STECA TAROM 245 PWM	un	2	150.000	300.000
1,5	Inversor Victron 3kVA de 12V/3000VA	un	4	150.000	600.000
1,6	Cable 3No.1/0 + 1No.6 para conexiones entre elementos	ml	15	8.000	120.000
1,7	Cable 3No.6 + 1No.8 para conexiones entre elementos	ml	15	4.500	67.500
1,8	Protecciones desde 1x15A a 1x30A	un	1	3.000	3.000
1,9	Varios	gl	1	500.000	500.000
	COSTOS DIRECTOS				70.313.898

9.5 Factibilidad operativa

El personal contratado para ejercer sus funciones operativas en el Parque Educativo, está en la capacidad de operar y manipular la sala interactiva de energía solar fotovoltaica. Además se realizará la socialización del funcionamiento de todos los mecanismos que componen la sala al personal que lo necesite.

10. Conclusiones

Evaluar la posibilidad de implementar una aula interactiva en el Parque educativo del Municipio de Buriticá nos permitió apreciar la percepción que la comunidad tiene frente a este tema, los resultados arrojados presentan una alta probabilidad de que esta aula sea visitada por los habitantes del municipio, tanto del área rural como del área urbana, ya que las personas entrevistadas mostraron, primero un alto interés por visitar el Parque educativo cuando éste se encuentre construido, esto representado con un SI, con un 98% de los encuestados y segundo, un alto porcentaje, el 99% de los entrevistados manifestaron la intención de ir al parque educativo y aprender sobre el uso de la energía fotovoltaica, lo que reafirma la acogida de la población por conocer energías alternativas a la luz eléctrica para realizar sus actividades domésticas y esto también demostrado en los resultados de la encuesta con un porcentaje del 99% de intención. Por tanto con estas variables evaluadas mostrando un alto porcentaje de aprobación donde se demuestra el interés de la comunidad por esta nueva alternativa de energía, y teniendo en cuenta que en el municipio de Buriticá viene en aumento de la población y de las actividades de producción minera que requieren de altos consumos de energía a altos costos, el panorama para la enseñanza de esta nueva alternativa de energía dentro del Parque educativo tiene una probabilidad alta de éxito.

Con esta investigación también logramos demostrar las condiciones favorables que tiene el municipio de Buriticá en la parte climática para la implementación de la sala, Según la

guía del atlas solar en Colombia, el municipio de Buriticá cuenta con buenas condiciones climáticas para la implementación del proyecto de energía solar fotovoltaica, ya que presenta un valor promedio de 4 - 4.5 kWh /m² de radiación lo que asegura el funcionamiento de los paneles solares. Además estos sistemas fotovoltaicos son sistemas altamente eficientes y confiables a la hora de suministrar energía, y no requiere mantenimiento constante.

Los costos que se presentan al implementar este sistema juegan un papel importante para la adopción de este proyecto por parte del parque educativo, ya que la variación del dólar hace que los costos de los elementos sean altos, pero según lo muestran las estadísticas, estos precios han empezado a disminuir ya que el empleo de estos sistemas ha ido creciendo y los costos de la energía eléctrica en el municipio ha aumentado.

Los cambios climáticos han derivado en el aumento de los costos de energía en los últimos años por lo que a futuro las áreas rurales que estén bien alejadas, como lo presenta el municipio de Buriticá, pues solo tiene acceso por vía terciaria a un corregimiento del municipio, a las demás 32 veredas lo hacen a lomo de Mula con un promedio de 4 a 5 horas de camino del casco urbano, encontrando más dificultad de contar con servicios del operador de red, lo que transforma a los sistemas fotovoltaicos una excelente fuente de suministro. Los sistemas fotovoltaicos permiten satisfacer las necesidades eléctricas de cualquier carga, lo que varía son los elementos que lo componen y la inversión que conlleva, adicional son elementos que pueden ser transportados con gran facilidad a cualquier ubicación.

Por todas estas razones descritas anteriormente y desarrolladas a lo largo del proyecto podemos concluir que el aula interactiva de energía solar Fotovoltaica en el Parque educativo es una oportunidad para que toda la comunidad de Buriticá encuentre y aprenda a través de la lúdica otra alternativa energética con múltiples posibilidades de ser ejecutada en distintos campos y por distintas personas en los lugares de vivienda y trabajo de la población

11. Bibliografía

- Abad, A., Docobo, J. Á., & Elipe, A. (2002). Curso de astronomía, 254.
- Aguilera, J., & Hontoria, L. (2008). Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos, 26.
- Anónimo. (2012). Componentes de una instalación solar fotovoltaica. *Unknown*, 24.
- Colombia, C. De. (2014). Ley N° 1715 Del 13 De Mayo De 2014, (May), 26. Retrieved from http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY_1715_2014.pdf
- Compromiso, T., Ni, L., Ni, D., & Del, F. (2013). Instituto politécnico nacional.
- Gobernación de Antioquia. (2012). Línea Estratégica – La Educación Como Motor De Transformación De Antioquia. *Plan de Desarrollo de Antioquia*, 60.
- Gobernación de Antioquia. (2012). Reporte de Ordenanza de Mayo de 2012, 1–30.
- Grupo Simec Chile SRL. (n.d.). Proyecto Simec Chile, 138.
- Lewandowski, C. M. (2015). *No Title No Title. The effects of brief mindfulness intervention on acute pain experience: An examination of individual difference* (Vol. 1). <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Pereda Soto, I. E. (2005). Celdas Fotovoltaicas en generación distribuida. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:?Que+es+un+microcontrolador?#0>
- Ramírez Varela, C. M. (2015). Plan de desarrollo Municipio de Buriticá 2012 -2015, 223.
- Sánchez, C., Rodríguez, F., Collante, E., & Simbaqueva, O. (1993). Atlas de radiación solar de Colombia. ... , *HIMAT, Bogotá, Colombia*, 13–22. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Atlas+de+Radiación+Solar+de+Colombia#0>
- Solar, R. (n.d.). Radiación solar.
- Ulloa, H., Rudnick, H., & Salidas, H. (2008). Evaluación comparativa de centrales de generación de energías renovables mediante la aplicación de la nueva ley de energías renovables recientemente aprobada en Chile. *Ing.Puc.Cl*. Retrieved from http://www2.ing.puc.cl/power/alumno08/renewables/EXTRAS/The_Chilean_renewables_law.pdf
- Unidad de Planeación Minero Energética. Ministerio de Minas y Energía. Colombia.

(2015). Proyección de la demanda de energía eléctrica y potencia máxima en Colombia (Marzo 2015). *Unidad de Planeación Minero Energética. Ministerio de Minas Y Energía. Colombia.*, 74.

Unidos, T., El, P. O. R., Mario, C., & Ramírez, V. (2015). 2012 - 2015 Por.

Valderrama, S. F. (2015). Arques educativos.