



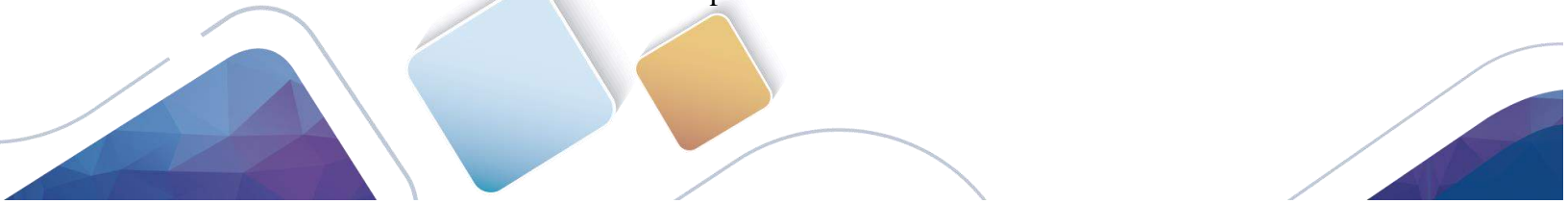
Diseño de un prototipo electrónico inteligente alimentado con energía solar para la administración del flujo eléctrico dentro de un hogar.

Diego Libardo Ulloa Prada

Leidy Lorena Romero Cruz

Director del Proyecto  
Ángel Alejandro Rodríguez Aya  
Ingeniero Electrónico

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia UNAD  
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Informática  
Zona amazonia y Orinoquia (Acacias)  
Septiembre 2019

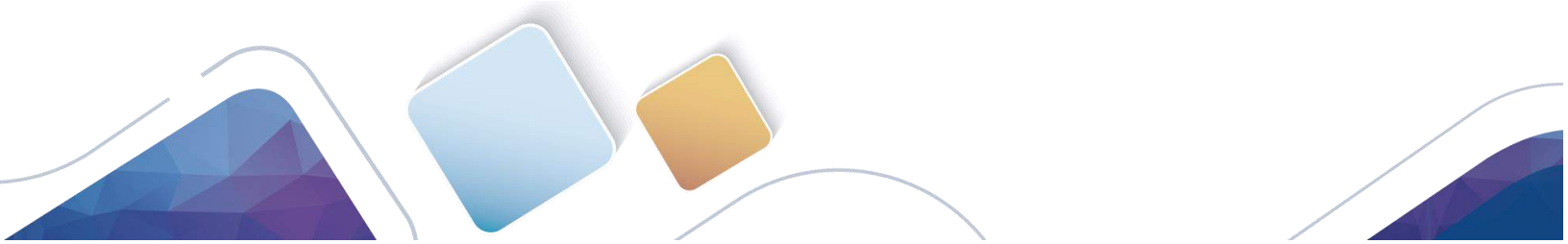




## **Dedicatoria.**

Yo Diego Libardo Ulloa Prada, quiero dedicar este trabajo de grado a mis padres Libardo Ulloa y Luz Myriam Prada Cruz, hermanos Ángela, Andrea, José, Oscar y Jesús, mi esposa Leyddy Azucena Morales Tejedor e hijos Esteban y Salome; resaltando un merecido reconocimiento, ya que ellos han sido mi apoyo incondicional para que concretara con éxito la finalización de mis estudios superiores.

Yo Leidy Lorena Romero Cruz, quiero dedicar este trabajo de grado a mi familia, principalmente a mis padres Flaminio Romero y Emilce Cruz quienes han sido mi apoyo, fortaleza, ejemplo de amor, paciencia, dedicación y esfuerzo; haciendo de mí un ser humano integro con valores y principios capaz de creer en sí misma y de luchar por cumplir cada uno de sus sueños y metas propuestas. También quiero dedicar este trabajo a mi hermano Anderson Romero quien ha sido mi motivación para seguir adelante con el anhelo de convertirme algún día en su ejemplo.



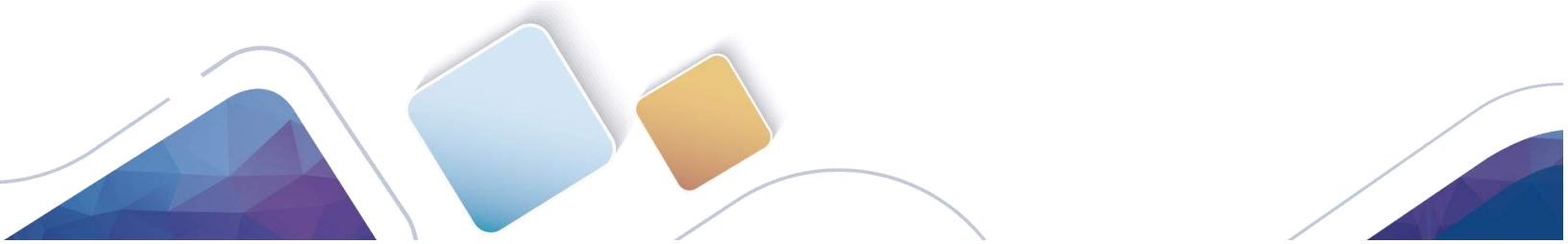


## Agradecimientos.

Agradecemos a Dios por guiarnos a lo largo de nuestra existencia y bendecirnos la vida al permitirnos la oportunidad de ser personas de bien; y brindarnos la fuerza necesaria para continuar con este proceso de cumplir sueños y metas propuestas en nuestras vidas.

Queremos agradecer a cada uno de los formadores de la UNAD por brindarnos la orientación necesaria durante nuestro proceso académico. De igual forma queremos agradecer a los docentes que hacen parte de la ECBTI por las sugerencias e indicaciones brindadas con respecto al desarrollo del proyecto.

De antemano cabe resaltar que este proyecto de grado no se hubiera finiquitado sin el apoyo y asesoría del Ingeniero Electrónico Ángel Alejandro Rodríguez, docente y líder del semillero de investigación Renovatio de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD – CEAD Acacias – Meta.; quien nos brindó el acompañamiento necesario para la ejecución del proyecto de grado y direccionamiento para la presentación de los documentos necesarios para la opción de grado proyecto aplicado.





## Tabla de contenido.

Introducción .....	7
1. Formulación Del Problema. ....	8
2. Alcance - Limitaciones. ....	9
3. Justificación. ....	11
4. Objetivos. ....	15
4.1 Objetivo General. ....	15
4.2 Objetivos Específicos. ....	15
5. Marcos Referenciales. ....	16
5. 1 Marco Contextual. ....	16
5. 2 Marco Geográfico. ....	16
5. 3 Marco Teórico. ....	21
5.3.1 Lenguaje de Programación Arduino. ....	22
5. 4 Marco Conceptual . ....	23
6. Desarrollo. ....	26
6.1 Presentación del Diseño y Desarrollo6. Propuesta. ....	26
6.1.1 Desarrollo del Hardware. ....	27
6.1.1.1. Etapa De Prueba. ....	32
6.1.1.1.1 Prueba Componentes Protoboard. ....	32
6.1.1.1.2 Prueba Componentes Protoboard 1. ....	32
6.1.1.1.3 Prototipo Final. ....	33
6.1.1 Desarrollo del Hardware. ....	34
7. Conclusiones. ....	41
8. Resltados. ....	42
8. Recomendaciones. ....	43



**Lista de Tablas.**


***Tabla No. 1. Promedios mensuales de brillo solar para todas las estaciones del país (horas de sol al día). ..... 19***

***Tabla No. 2. Compra Componentes Electrónicos Del Proyecto. .... 27***



## Lista de Figuras.

<i>Figura 1. Tipo y Diseño de Investigación del proyecto.</i> .....	9
<i>Figura 2. Logos Arduino, App Inventor y Android.</i> .....	10
<i>Figura 3. Diagrama Sankey IEA. (s. f.)</i> .....	11
<i>Figura 4. Statistics   World - Total Primary Energy Supply (TPES) by source (chart)...</i> ..11	
<i>Figura 5. Esquema de los daños y afectaciones en el medio ambiente por Hidroituango.</i> 12	
<i>Figura 6. SIER. (s. f.). Emisiones de CO2: Colombia -2010.</i> .....	13
<i>Figura 7. SIER Emisiones totales; 74,822.86 Gg.</i> .....	13
<i>Figura 8. Dispersión, reflexión y absorción de la luz.</i> .....	17
<i>Figura 9. Albedo de la Tierra.</i> .....	17
<i>Figura 10. Sección Dpto Meta del Mapa Radiación Solar a Nivel Nacional – Colombia.</i> 19	
<i>Figura 11. Promedio mensual de radiación solar en Villavicencio</i> .....	21
<i>Figura 12. Entorno grafico Arduino.</i> .....	22
<i>Figura 13. Diagrama de bloque del sistema de control desde App. Autoría Propia</i> .....	27
<i>Figura 14. Elementos y componentes eléctricos para el montaje del Prototipo. Autoría Propia.</i> .....	29
<i>Figura 15. Montaje Gráfico Parte Frontal del Prototipo. Autoría Propia</i> .....	29
<i>Figura 16. Montaje Gráfico Parte Posterío - Baterías. Autoría Propia</i> .....	27
<i>Figura 16. Montaje Gráfico Parte Posterío - Baterías. Autoría Propia</i> .....	30
<i>Figura 17. Montaje Gráfico Parte lateral izquierdo y derecho, salida sensores de movimiento. Autoría Propia.</i> .....	30
<i>Figura 18. Esquema de conexión de los componentes para el diseño del circuito. Autoría Propia.</i> .....	31
<i>Figura 19. Registro fotográfico pruebas realizadas de forma individual con los componentes electrónicos. Autoría Propia.</i> .....	32



<b>Figura 20.</b> Registro fotográfico ensamble realizado en el prototipo elaborado en cartón reciclado. Autoría Propia.....	32
<b>Figura 21.</b> Evidencia fotográfica del ensamble realizado en el prototipo final elaborado en acrílico. Autoría Propia.....	33
<b>Figura 22.</b> Prototipo Final.....	34
<b>Figura 23.</b> Entorno grafico AppInventor. Fuente: Autoría Propia. ....	35
<b>Figura 24.</b> Desarrollo Programación mediante Bloques. Autoría Propia.....	36
<b>Figura 25.</b> A) Icono App Educativa. B) Icono App Comercial. Autoría Propia.....	37
<b>Figura 26.</b> Entornos pantalla principal App Educativa y App Comercial. Autoría Propia. ....	37
<b>Figura 27.</b> Partes del entorno principal App Educativa. Autoría Propia. ....	38
<b>Figura 28.</b> Partes del entorno principal App Comercial. Autoría Propia. ....	39



**Lista Fórmulas.**

**Fórmula 1.** Expresión porcentaje de la radiación reflejada y la radiación incidente sobre una superficie horizontal. .... **17**







## Resumen.

El siguiente proyecto de grado nace en el Semillero Renovatio; hace referencia al diseño del prototipo de un sistema inteligente capaz de capturar y administrar energía solar de forma local vía bluetooth desde una APP teniendo en cuenta las técnicas de URE (Uso Racional de Energía) con el fin de suplir de forma eficiente las necesidades básicas de un hogar en el cual se contemplan tres secciones principales: iluminación, estación de carga y electrodoméstico de baja potencia (Televisor).

Este Proyecto contempla tres etapas: la primera de tipo investigativa enfocada a la identificación de las necesidades del consumo energético de un hogar en el municipio de Granada del Departamento del Meta. La segunda se enfoca en el desarrollo del sistema inteligente fotovoltaico (físico) en la cual se tendrá en cuenta la irradiación solar de la zona y la creación de una APP para el manejo del sistema (hardware). La tercera de tipo experimental en la cual se desarrollará el testeo del sistema fotovoltaico (sistema de control) en aras de identificar fallas y corregirlas a tiempo para documentar el proceso.



## Introducción.

En el siguiente trabajo se proyecta el mejoramiento de la calidad de vida en un hogar, mitigando de una manera puntual la necesidad del consumo de energía. Durante este proceso se han observado los impactos ocasionados al medio ambiente por el cambio climático, a causa de la contaminación constante en el planeta que ha surgido como consecuencia de las malas prácticas empleadas para abastecer las necesidades básicas del ser humano; dentro de las cuales encontramos la inclusión de tecnologías en la industria de la automatización para el aumento en la producción de energía eléctrica agotando recursos naturales no renovables y generando altos niveles de dióxido de carbono.

Por tal motivo, se contempla la viabilidad del diseño del prototipo de un sistema inteligente que sea capaz de capturar energía solar y emplearla para alimentar un hogar, administrando su consumo mediante conexión local vía Bluetooth desde una APP teniendo como principio básico las técnicas de URE (Uso Racional de Energía) para la distribución y eficiencia del mismo.

El prototipo cuenta con tres secciones principales: iluminación, estación de carga y electrodoméstico de baja potencia (Televisor). De igual forma se contemplan tres etapas de desarrollo: la primera de tipo investigativa enfocada a la identificación de las necesidades del consumo energético de un hogar en el departamento del Meta. La segunda enfocada al desarrollo del sistema inteligente fotovoltaico (hardware) en la cual se tendrá en cuenta la irradiación solar de la zona y la creación de una APP (software) para administrar y controlar el sistema. Por último, la tercera de tipo experimental en la cual se desarrollará las pruebas piloto del sistema inteligente fotovoltaico en pro de identificar posibles fallas y corregirlas.



## 1. Formulación Del Problema.

Actualmente en Colombia existe la preocupación por la pérdida de energía eléctrica que registran los hogares a nivel nacional; Teniendo en cuenta que los principales generadores eléctricos solo para el proceso y desarrollo de la implementación de energía eléctrica deben recurrir a fuentes como hídricas, geotérmicas, biocombustibles, petróleo y sus derivados; siendo estas últimas las que presentan mayores consecuencias negativas para los ecosistemas y el medio ambiente.

A pesar de la creación de sistemas de administración del consumo energético y Domótica que permiten la ejecución de forma parcial o total de sus funciones, con el fin de mejorar la calidad de vida en las actividades cotidianas del ser humano, se obtiene como resultado que el cambio no ha sido favorable debido a los costos elevados que representa su implementación y no todas las personas pueden adquirirlo.

Para concluir, los avances tecnológicos en la industria de la automatización han implicado aumento en la producción de energía eléctrica agotando los recursos naturales no renovables y generando altos niveles de dióxido de carbono. En consecuencia, lo que se pretende generar es una herramienta automatizada de bajo costo, basado en un sistema fotovoltaico de pequeña escala; accesible para los estratos 1 y 2 del Municipio de Granada, aplicando la importancia de la generación de Energías limpias – renovables.



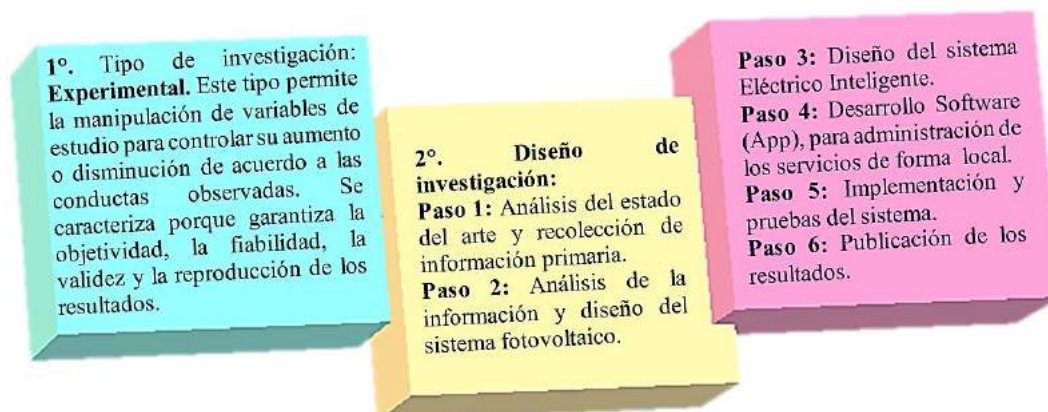
## 2. Alcance – Limitaciones.

La elaboración del presente informe de proyecto de grado contempla la búsqueda de resultados positivos para la aplicación y desarrollo de las técnicas URE con enfoque al cuidado del medio ambiente y el propósito de crear un futuro sostenible mediante la implementación de nuevas energías alternativas mitigando de una manera oportuna las emisiones contaminantes generadas por las grandes empresas hidroeléctricas.

La propuesta del desarrollo del diseño de un prototipo electrónico inteligente alimentado con energía solar para la administración del flujo eléctrico dentro de un hogar tiene como enfoque principal de estudio geográfico el Departamento del Meta, teniendo en cuenta la información obtenida en la etapa de investigación en las páginas gubernamentales del Ministerio de Minas y Energía a nivel nacional; las cuales pretenden fomentar el crecimiento de los proyectos con fuentes de energía renovables como la solar y eólica.

De acuerdo a lo anterior y apoyados con el atlas del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) y los datos del ICDE (Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales) se permite dar viabilidad a la implementación de proyectos auto-sostenibles teniendo como fuente generadora la energía solar; mediante el uso de paneles solares y sistemas de control para la administración de la energía eléctrica, permitiendo efectuar de manera eficiente el diseño de un prototipo electrónico inteligente.

Acontinuacion en la Figura 1. Se observan las características del tipo de investigación (experimental) y el diseño de la investigación dividido en 6 pasos fundamentales para el desarrollo óptimo del proyecto planteado.



*Figura 1. Tipo y Diseño de Investigación del proyecto. Autor Propio.*

En cuanto a la elección de las plataformas con entorno de desarrollo de software se busca de una manera puntual el uso de herramientas libres y/o gratuitas; algunas de estas herramientas son Arduino (hardware) y App Inventor 2 (software). Por lo tanto, al ser ejecutados de forma sincrónica brindan al usuario final un sistema completo de control y actualización de forma sencilla según las necesidades del mismo. (Ver Figura 2).



*Figura 2. Logos Arduino, App Inventor y Android. Visto por última vez el 01 de abril de 2019. Recuperado del siguiente enlace: <https://www.arduino.cc/>, <http://appinventor.mit.edu/explore/> y <https://www.android.com/>.*

En cuanto a los aspectos que pueden ser considerados como limitantes para el desarrollo del prototipo electrónico a pequeña escala y que podría afectar su funcionamiento, sería la variación del el ambiente climático y el área donde se desee implementar.

Por otra parte, durante la ejecución del proyecto se hace necesario la adquisición de componentes electrónicos que debido al proceso de pedido; el tiempo estimado de entrega comprende de 5 a 60 días aproximadamente. Sin embargo, los únicos componentes que fueron importados desde el estado soberano situado en Asia Oriental - China son los sensores de corriente Max471.

Para finalizar, cabe aclarar que el funcionamiento de los diversos componentes electrónicos del prototipo puede sufrir daños irreversibles debido a conexiones inexactas en las terminales y también pueden afectar el software al enviar información errónea. Por consiguiente, se requiere personal calificado capaz de ensamblar, configurar y operar un sistema que brinde un servicio de calidad para el usuario final.

### 3. Justificación.

Debido a los métodos de conversión empleados en el sector eléctrico y según en el Balance realizado en el Diagrama de Sankey (Ver Figura 3) de la International Energy Agency (IEA) desde 1973 hasta 2016, se observa que solo para el proceso y desarrollo de la implementación de energía eléctrica se debe recurrir a millones de toneladas de petróleo y sus derivados. Por Ejemplo, en Colombia la energía hidráulica es la pionera en un 86%, la energía térmica con un 13%, eólica y solar un 0,1%; por lo que se hace referencia a la cogeneración el material más utilizado es el bagazo en un 98,6%, el carbón 1% y el gas con 0,3%. (Dinero, 2018).

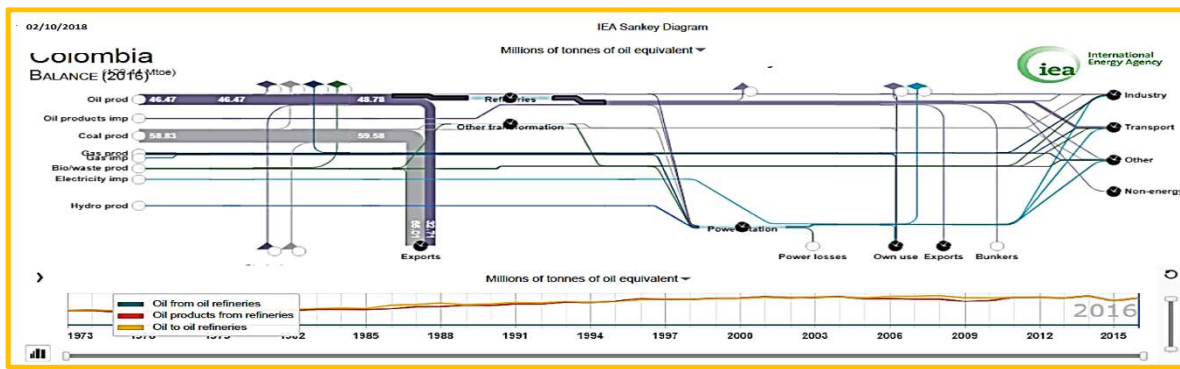
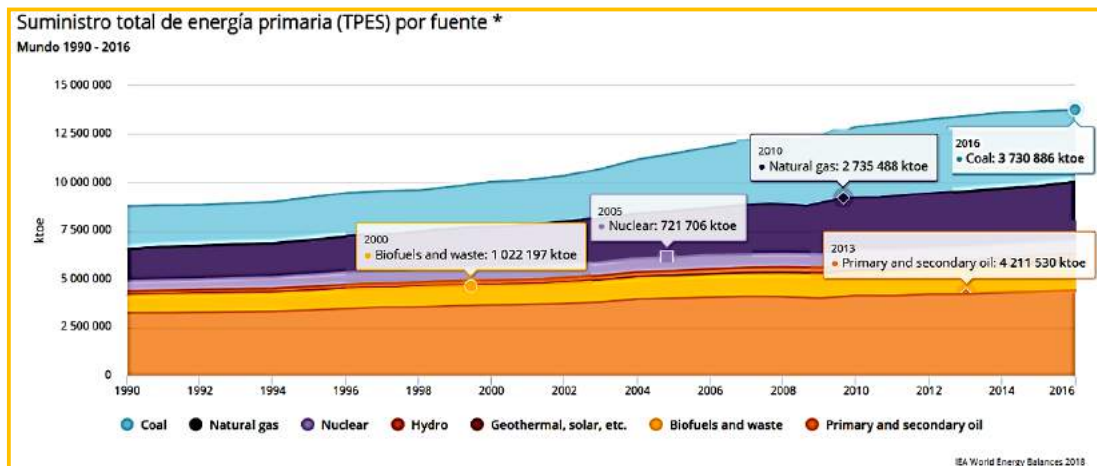


Figura 3. Diagrama Sankey IEA. (s. f.). Recursos clave para estadísticos de la energía y usuarios de datos IEA. Visto por última vez el 02 de octubre de 2018. Recuperado del siguiente enlace: de <https://www.iea.org/sankey/#?c=Colombia&s=Balance>

En relación al diagrama de Sankey, se presenta el análisis realizado al suministro total de energía primaria (TPES) desde 1990 hasta 2016 (Ver Figura 4), en el cual se determina la participación de cada fuente, asimismo se evidencia que los aceites primarios y secundarios representan un máximo de 4'390.197 ktoe y el carbón 3'720.886 ktoe considerándose, así como las fuentes que más aportan.



*Figura 4. Statistics | World - Total Primary Energy Supply (TPES) by source (chart). (s. f.). Estadística Datos energéticos globales a tu alcance. Visto por última vez el 02 de octubre de 2018. Recuperado del siguiente enlace: <https://www.iea.org/statistics/?country=WORLD&year=2016&category=Key%20indicators&indicator=TPESbySource&mode=chart&categoryBrowse=false&dataTable=BALANCES&showDataTable=true>*

En la actualidad las principales centrales hidroeléctricas de Colombia están construidas en Antioquia: Guadalupe, Rio Grande y Troneras, Cundinamarca: El Colegio, El Charquito, El Salto y Laguneta, Valle: Anchicayá y Calima, Caldas: la Insula y la Esmeralda. (H, 2018).

No obstante, el desarrollo y funcionamiento de las fuentes de energía generada por estos procesos ha creado impactos ambientales, dando como ejemplo, la central hidroeléctrica La Miel I ubicada en la vertiente oriental de la cordillera central en el municipio de Norcasia (Caldas); su construcción comenzó en 1998 y consistió en embalsar las aguas provenientes del río La Miel con el objetivo de producir 1.460 gigavatios (GW) anuales (cada GW equivale a mil millones de vatios). (H, 2018)

Sin embargo, los métodos de producción de energía eléctrica empleados para cumplir la demanda y abastecer las necesidades requeridas por la comunidad han generado impactos irreversibles, como lo exponen las demandas interpuestas por la población y por la Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas); en las cuales se menciona la desaparición de alrededor de 22 microcuencas ligadas al río Guarinó lo que supone un gran desequilibrio para los cultivos, la biota y todo el entorno natural. (H, 2018)

En este orden de ideas, la afectación causada por las Hidroeléctricas en el país se evidencio desde el 28 de abril de 2018 en la construcción del proyecto Hidroituango (**Ver Figura 5**); cuando ocurrió el derrumbe en el túnel de desviación ocasionando la alerta roja en los municipios de Puerto Valdivia, Cáceres y Tarazá por la detección de movimientos en la montaña del proyecto lo que podría causar derrumbes, represamiento y disminución del caudal aguas abajo.



*Figura 5. Esquema de los daños y afectaciones en el medio ambiente por Hidroituango. Visto por última vez el 02 de octubre de 2018. Recuperado del siguiente enlace: <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/esto-es-lo-que-ha-pasado-en-hidroituango-por-obstruccion-de-tunel-215818>*

Teniendo en cuenta las Emisiones de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> en Colombia para el año 2010 (Ver Fig. 6) este tipo contaminación en la atmósfera está aumentando desde finales del siglo XIX y de una manera acelerada a finales del siglo XX; la cual representa una masa total de 74,822.86 Gg a nivel nacional, dicha cifra está compuesta por 14,805.52 Gg correspondiente a la generación de electricidad.

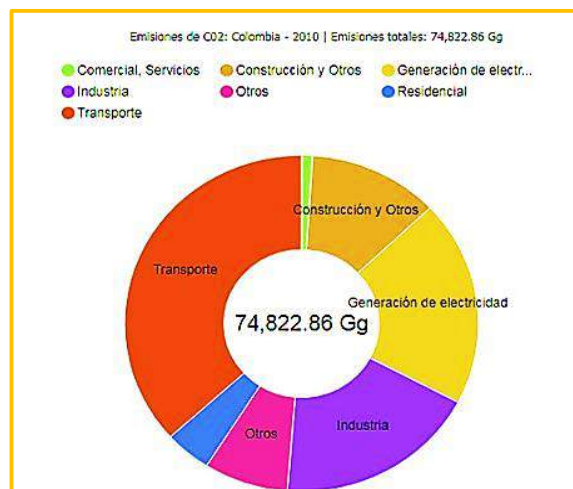


Figura 6. SIER. (s. f.). Emisiones de CO<sub>2</sub>: Colombia -2010 | Emisiones totales; 74,822.86 Gg. Visto por última vez el 02 de octubre de 2018, Recuperado del siguiente enlace: <http://sier.olade.org/consultas/infograma-emisiones-metodo-tecnologias.aspx?or=546&ss=2&y=3>

Dentro de la generación de energía en Colombia se presentan los siguientes agentes (Ver Figura 7) donde se evidencian los principales contaminantes de acuerdo a las cifras que aportan al valor global. En primer lugar, está el Gas Natural, en segundo el carbón y por último el Aceite.

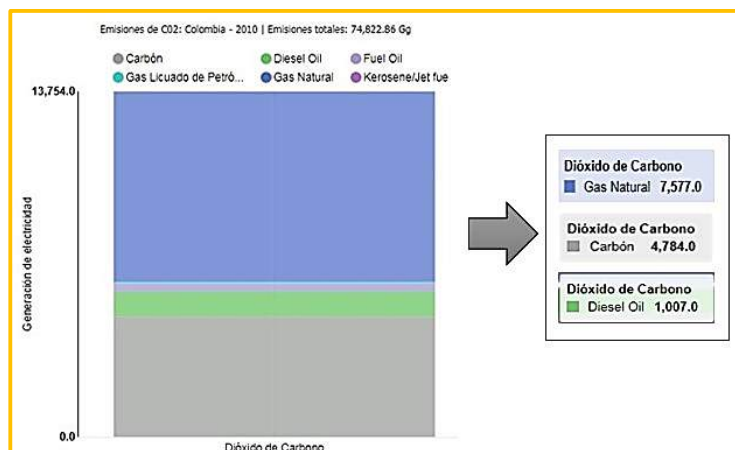



Figura 7. SIER. (s. f.). Emisiones totales; 74,822.86 Gg. Emisiones de CO<sub>2</sub>: Colombia -2010 |. Visto por última vez el 02 de octubre de 2018, Recuperado del siguiente enlace: <http://sier.olade.org/consultas/infograma-emisiones-metodo-tecnologias.aspx?or=546&ss=2&y=3>





En el país actualmente los combustibles fósiles ocupan el segundo lugar de producción de energía primaria cuyas reservas se están agotando (Ministerio de Educación, 2018). Por otra parte, la energía solar es la energía primaria de luz y calor en la tierra, no genera emisiones por esta razón se puede integrar mediante tecnologías renovables al paisaje urbano y rural de difícil acceso (Ministerio de Educación, 2018).

Es importante tener en cuenta que Colombia es uno de los pocos países con potencial para emplear este tipo de energía alternativas o renovables, donde se puede aplicar el aprovechamiento directamente de recursos considerados inagotables como el sol, el viento, las fuentes hídricas, la vegetación o el calor interior de la tierra.

Por otra parte se evidencia los efectos negativos de las hidroeléctricas que no solo impactan en el sitio donde se construyen, sino también sus efectos se sienten a cientos y miles de kilómetros aguas arriba o aguas abajo del río que se represa. En la cuenca del río Magdalena, las 33 hidroeléctricas operando y dos en construcción de tamaño grande y mediano están alterando la salud del afluente como un todo y de las planicies inundables de la Depresión Momposina, al norte de Colombia, en los departamentos de Bolívar, Cesar, Córdoba, Magdalena y Sucre.

Se realizará una investigación exhaustiva en las páginas gubernamentales, que permitan identificar los promedios mensuales de brillo solar para todas las estaciones del país (horas de sol al día) y los promedios mensuales de radiación solar, tomando los datos específicos enfocados en el municipio de Granada. Lo anterior con la finalidad de lograr con el cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto.

Con relación al proceso de investigación sobre energías renovables se realizará la selección e implementación de un sistema fotovoltaico de pequeña escala; como un reto para el cambio climático y el agotamiento de los combustibles fósiles. De esta manera, se tratará de modificar el actual paradigma técnico-industrial tomando las tecnologías energéticas actuales para fortalecer el perfil tecnológico, reflejando un impacto positivo al medio ambiente y beneficios para la comunidad.



## 4. Objetivos.

### 4.1 Objetivo General

Diseñar el prototipo de un sistema inteligente de control domótico alimentado con energía solar fotovoltaica que permita la administración del flujo eléctrico de forma local mediante la conexión vía bluetooth.

### 4.2 Objetivos Específicos

- Identificar las necesidades básicas de consumo eléctrico en el hogar, teniendo en cuenta tres secciones para el diseño de temporización y administración del flujo eléctrico.
- Desarrollar un sistema electrónico basado en Arduino para la captación de la energía solar y distribución del flujo eléctrico en cada una de las tres secciones.
- Diseñar una App ejecutable en el sistema operativo Android para monitorear el consumo eléctrico y controlar la administración del flujo eléctrico para cada sección mediante la conexión local vía bluetooth.



## 5. Marcos de Referencia.

### 5.1 Marco Contextual

**5.1.1** Implementación y ejecución de un sistema de energía alternativa (fotovoltaica) para incrementar la calidad de vida de sus moradores en la comunidad de palmeras. Vela, M. (Mario Alexander Vela Ruiz). Publicado en Bogotá D.C., el 10 de octubre del 2015. Este trabajo de grado se realizó con el fin obtener el título de especialista en Gestión de Proyectos; se da a conocer sobre montajes de sistemas de energía fotovoltaicos, el cual puede emplear y describir este tipo de tecnologías aplicadas a cualquier entorno aislado del planeta que cumpla con las condiciones básicas mediante el aprovechamiento de la fuente calórica, natural y de irradiación solar.

Las granjas solares generan grandes cantidades de energía limpia que se transporta a través de la red convencional y contribuyen a disminuir los impactos en el medio ambiente. En Colombia la primera granja fotovoltaica fue construida por Celsia Solar Yumbo. Cuenta con 35.000 módulos fotovoltaicos instalados y 9 inversores que transforman la energía continua en energía alterna, marcó un hito en la historia de la electricidad del país.

### 5.2 Marco Geográfico

Para realizar un enfoque específico sobre la ubicación geografía del proyecto, es importante acudir a la información, textos y modelos del Atlas de Radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia de 2017 realizado por los Institutos IDEAM, UPME, Fundación Universitaria Los Fundadores y Colciencias. Es decir, el proyecto se basará en la utilización y administración de energías renovables sustentables, así pues, una de las alternativas para investigar es la captación fotovoltaica de energía solar siendo indispensable analizar los procesos de la atenuación de la radiación solar.

Asimismo, la radiación solar al pasar por la atmósfera sufre un proceso de debilitamiento por la dispersión (los aerosoles), la reflexión (las nubes) y la absorción (moléculas de gases y partículas en suplección) llegando a la superficie terrestre, océano o continente, en menor cantidad a la del límite de la atmósfera.

De acuerdo a lo anterior, los procesos de atenuación que sufre la radiación solar en su recorrido hacia la tierra son: La dispersión, reflexión y absorción de la luz. **Ver Figura 8.**



**Figura 8.** Dispersión, reflexión y absorción de la luz. Atlas de Radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia de 2017. Pág. 36. Recuperado del siguiente enlace: <http://www.andi.com.co/Uploads/RADIACION.compressed.pdf>

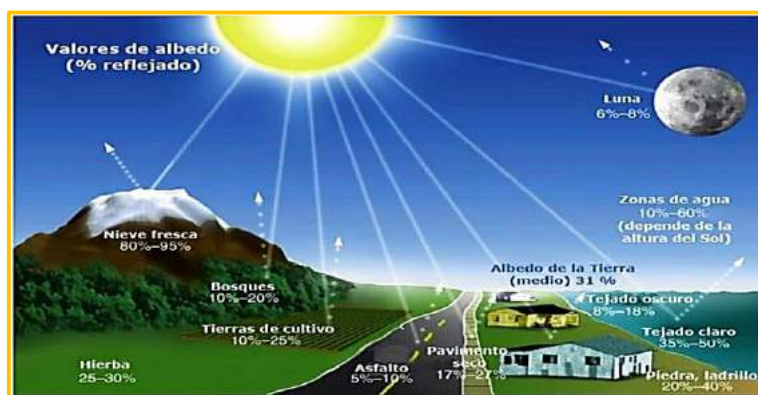
La dispersión de la luz se evidencia mediante la descomposición en colores, las longitudes de onda toman ángulos diferentes y la capacidad de reflexión de la radiación reflejada por la superficie de la tierra o cualquier superficie se designa como Albedo, este nivel planetario equivale a un 30%. El albedo relaciona la radiación reflejada y la radiación incidente sobre una superficie horizontal, se expresa de la siguiente manera:

$$A\% = \frac{R}{H} * 100$$


A%= Albedo    R=Flujo de radiación reflejada    H=Flujo total incidente

**Fórmula 1.** Expresión porcentaje de la radiación reflejada y la radiación incidente sobre una superficie horizontal, Pág. 36. Recuperado del siguiente enlace: <http://www.andi.com.co/Uploads/RADIACION.compressed.pdf>

El albedo es variable del lugar, del instante, de la cobertura nubosa y de la naturaleza de la superficie, inclinación de los rayos solares, entre otros. **Ver Figura 9.** Albedo de la Tierra.



**Figura 9.** Portillo, G. (2019, febrero 24). Albedo de la Tierra. Qué es y cómo afecta al cambio climático. Visto por última vez el 08 de enero de 2019., de Meteorología en Red webzine. Recuperado del siguiente enlace: <https://www.meteorologiaenred.com/albedo-de-la-tierra.html>

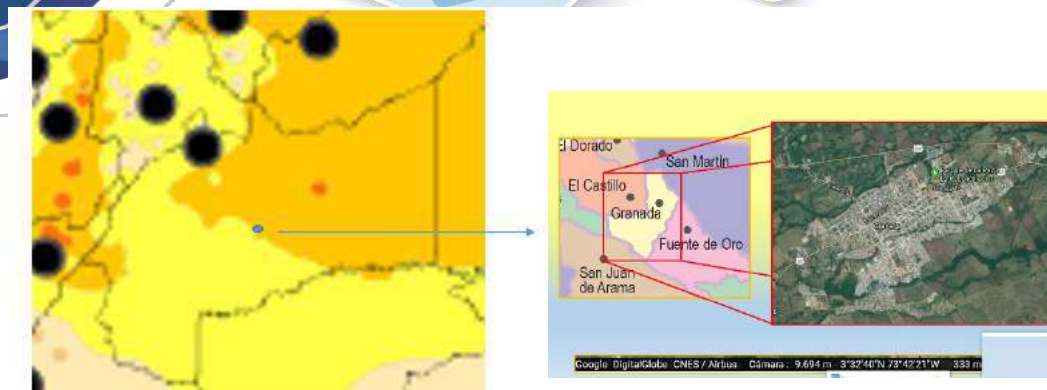


La absorción de la luz se presenta por moléculas de gases y partículas en suspensión; dicha absorción se efectúa cuando la frecuencia de la radiación electromagnética es similar a la frecuencia vibraciones molecular del gas. Es decir, el gas al absorber energía la transforma en movimiento molecular interno produciendo un aumento de temperatura.

Evidenciando los resultados de la investigación a nivel planetario, en el proceso de captación de energías renovables sostenibles se ubica a Colombia como uno de los pocos países que por su ubicación en la línea ecuatorial sus climas y ecosistemas diversos cuentan con un gran potencial para la implementación de energías limpias a partir del agua, el viento, el sol y de los residuos de biomasa como la caña de azúcar, aceite de palma, arroz y plátano. (Portafolio, 2018). De acuerdo a la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) en marzo del 2017, las zonas no interconectadas a nivel Nacional estaban dependiendo en casi un 70% de la energía de fuentes hídricas y un 30% de la energía de fuentes térmicas. Por ende, Colombia ha sido catalogada como una de las cinco matrices principales de energía limpia a nivel mundial. (Asuntos Legales, 2018).

Por otra parte, desde el campo legal el Decreto 0570 del 23 de marzo de 2018, a través del cual el Ministerio de Minas y Energía pretende fomentar el crecimiento de los proyectos con fuentes renovables de energía como la solar y eólica. (Asuntos Legales, 2018) (Ministerio de Minas y Energía, 2018).

En síntesis, el cambio climático es un suceso que se ha evidenciado a nivel global y en base a esto han surgido estrategias ambientales que buscan mitigar el impacto negativo que ha traído la evolución tecnológica. Así mismo la energía solar ha sido una de las estrategias que más se ha empleado en la actualidad según los resultados de los estudios plasmados en el mapa de radiación solar de la UPME en el cual se indica las zonas a nivel nacional en la que se presentan mayor y menor intensidad de KWh por metro cuadrado por día. (Google Earth, 2018), (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2018). **Ver Figura 10.**



**Figura 10.** Sección Departamento Meta del Mapa Radiación Solar a Nivel Nacional – Colombia. Ubicación Geográfica. Granada. Visto por última vez el 02 de octubre de 2018, Recuperado del siguiente enlace: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

De acuerdo a la información anterior, se puede determinar que la región del Meta presenta un aproximado de 4.5 A 5.0 (KWh/m<sup>2</sup>) /día (UPME, 2018), en cuyo caso es viable la implementación de proyectos auto sostenibles teniendo como base la energía solar fotovoltaica y sistemas de control que permitan la administración del flujo eléctrico.

Con relación al posicionamiento geográfico del proyecto, este será instalado en el municipio de Granada contando con el respaldo del análisis realizado a los datos capturados por la estación meteorológica La Holanda; en los cuales se observan los promedios mensuales de brillo solar (horas de sol al día) de acuerdo a las estaciones climáticas del país suministrados en el Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia. Ver **Tabla No. 1.** Promedios mensuales de brillo solar para todas las estaciones del país (horas de sol al día)

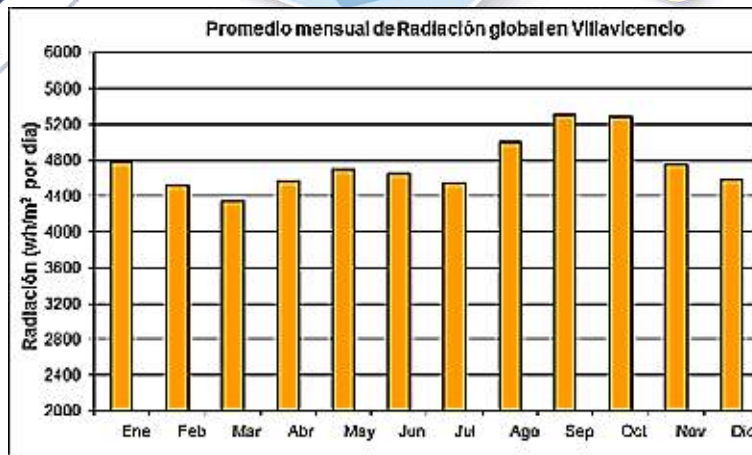
<b>Tabla 1. Promedios mensuales de brillo solar para todas las estaciones del país (horas de sol al día)</b>		
<b>Departamento Meta</b>		
<b>Municipio Granada</b>		
<b>Estación La Holanda</b>		
<b>Latitud</b>	3,5	
<b>Longitud</b>	-73,7	
<b>Elevación (m.s.n.m)</b>	360	
<b>Valor promedio (Horas de</b>	<b>Enero</b>	6,4
	<b>Febrero</b>	5,4
	<b>Marzo</b>	3,9

<b>Sol al Día)</b>	<b>Abril</b>	3,6
	<b>Mayo</b>	4,2
	<b>Junio</b>	4,1
	<b>Julio</b>	4,1
	<b>Agosto</b>	4,5
	<b>Septiembre</b>	5,1
	<b>Octubre</b>	5,2
	<b>Noviembre</b>	5,5
	<b>Diciembre</b>	6,2
<b>Promedio Anual</b>		4,8
<b>Años de Información</b>		28
<b>Fecha Inicio</b>		may-83
<b>Fecha Final</b>		dic-12

Tabla 1. Datos recuperados del Atlas Ideam. Visto por última vez el 22 de mayo de 2019. Recuperado del siguiente enlace: [http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/6.Anexo\\_Promedios-mensuales-de-brillo-solar.pdf](http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/6.Anexo_Promedios-mensuales-de-brillo-solar.pdf)

En cuanto al análisis realizado a los datos adquiridos en la tabla anterior, se registra que los meses de enero, febrero, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, hacen parte del semestre de la temporada de verano en el municipio de Granada con un valor promedio (Horas de Sol al Día de 5,1 a 6,4); pero en los otros meses se contempla la temporada de invierno en dicho municipio con un valor promedio (Horas de Sol al Día de 3,6 a 4,5). El estudio de los datos contempla la viabilidad del proyecto aprobando la planificación, desarrollo y montaje del prototipo del sistema electrónico inteligente con técnicas URE, el cual permitirá incentivar el desarrollo local con las nuevas fuentes de energía y ahorrar en los costos de la factura del servicio eléctrico.

En otras palabras, el estudio de planeación del proyecto nos enfoca a investigar la potencia transformada en ( $W/m^2$ ) /día, según la zona que incide. Para esto, se verifica la información en el Atlas interactivo del IDEAM - Irradiación global horizontal media diaria. Posteriormente, se realiza el análisis de la información haciendo énfasis en la Imagen de Radiación global en Villavicencio; ya que por su ubicación y cercanía al punto de desarrollo del proyecto permite aterrizar los valores y las condiciones con las cuales se va a trabajar. Asimismo, los promedios mensuales de irradiación global media recibida en superficie, están graficadas para las principales ciudades del país. **Ver figura 11.** Promedio mensual de radiación solar en Villavicencio.



**Figura 11.** Promedio mensual de radiación solar en Villavicencio. Visto por última vez el 22 de marzo de 2019. Recuperado del siguiente enlace: <http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/graficosRadiacionIGH/villavicencio.png>

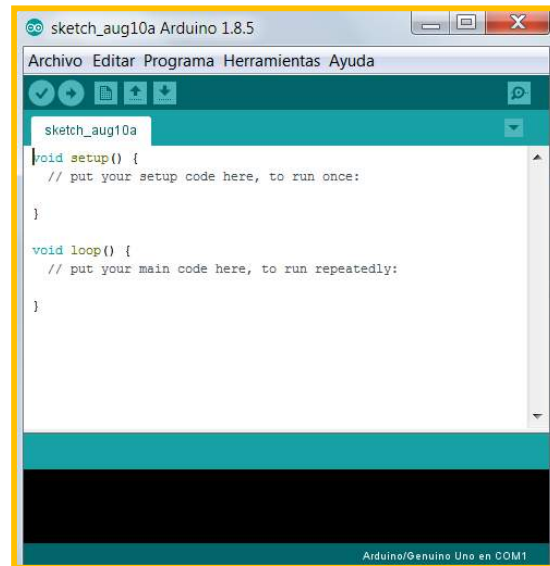
Por consiguiente, el análisis de la información tomada del promedio mensual de brillo solar (horas de sol al día) y radiación solar en Villavicencio al ser comparados con el enfoque realizado al municipio de Granada, se obtiene que dichos valores presentan comportamiento similares en los dos promedios: permitiendo así el desarrollo eficiente del proyecto, con el fin de establecer una solución favorable para el medio ambiente e inteligente al problema planteado sobre una necesidad básica del ser humano como lo es el consumo de energía.

### 5.3 Marco Teórico

Por otra parte, los sistemas electrónicos de control, como los microcontroladores han evolucionado permitiendo que un sistema de computación sea diseñado con el Objetivo de ejecutar una o varias funciones en tiempo real. (EcuRed, 2018). Tales como BeagleBone: ordenador pequeño del tamaño de una tarjeta de crédito, Raspberry Pi: Bastante barato (más que BeagleBone, pero menos que Arduino), Nanode. Fue desarrollado por un Ingeniero Electrónico del Reino Unido llamado Ken Boak del grupo Hackerspace. Libelium Waspnote: Dispositivo diseñado para crear redes inalámbricas de sensores con unos requerimientos bastantes específicos y destinados a ser desplegados en un escenario real Arduino. De acuerdo a lo anterior y realizando el análisis correspondiente, el sistema que más se ajusta para el desarrollo integral del proyecto es Arduino. (Blogthinkbig.com, 2018)



Debido a que Arduino proporciona un entorno de programación dinámico, sencillo y completo al incluir las herramientas necesarias para compilar, ejecutar y cargar el programa en la memoria flash del microcontrolador. Por otra parte, el IDE ofrece un sistema de gestión de librerías y placas muy práctico. (Arduino, 2018). **Ver Figura 12.** Entorno grafico Arduino. (Aprendiendo Arduino, 2018), (Artero, 2018)



**Figura 12.** Entorno grafico Arduino. Visto por última vez el 02 de octubre de 2018, Recuperado del siguiente enlace: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/03/29/entorno-de-programacion-de-arduino-ide/>

### 5.3.1. Lenguaje de Programación Arduino

El lenguaje de programación de Arduino es C++ con una adaptación proveniente de avr-libc que provee de una librería de C de alta calidad para usar con GCC (compilador de C y C++) en los microcontroladores AVR de Atmel y muchas utilidades específicas para las MCU AVR de Atmel como avrdude: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/pocket-avr-programmer-hookup-guide/using-avrdude>. (Aprendiendo Arduino, 2018).

Las herramientas necesarias para programar los microcontroladores AVR de Atmel son avr-binutils, avr-gcc y avr-libc y ya están incluidas en el IDE de Arduino, pero cuando compilamos y cargamos un sketch se usan estas herramientas. (Aprendiendo Arduino, 2018)



## 5.4 Marco Conceptual


*Albedo:* es un efecto que se produce cuando los rayos de Sol inciden sobre una superficie y estos rayos son devueltos de nuevo al espacio exterior. Como se puede observar, no toda la radiación solar que incide sobre nuestro planeta se queda o es absorbida por la tierra; parte de esta radiación solar se refleja de nuevo a la atmósfera por la presencia de nubes, otra es retenida en la atmósfera por los gases de efecto invernadero y el resto llega a la superficie.

*Energías renovables:* alternativa más limpia para el medio ambiente. Se encuentran en la naturaleza en una cantidad ilimitada y, una vez consumidas, se pueden regenerar de manera natural o artificial. Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), frente a las fuentes convencionales, las energías renovables son recursos limpios cuyo impacto es prácticamente nulo y siempre reversible.

*La biomasa:* es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente. Las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica.

*Energía solar:* es una fuente de energía renovable que se obtiene del sol, permite generar calor y electricidad. Existen varias formas de almacenar y aprovechar los rayos del sol para generar energía, dando lugar a distintos tipos de energía solar como: la fotovoltaica (que transforma los rayos en electricidad mediante el uso de paneles solares), la foto térmica (que aprovecha el calor a través de los colectores solares) y termoeléctrica (transforma el calor en energía eléctrica de forma indirecta).

*La energía fotovoltaica:* es la transformación directa de la radiación solar en electricidad. Esta transformación se produce en unos dispositivos denominados paneles fotovoltaicos. En los paneles fotovoltaicos, la radiación solar excita los electrones de un dispositivo semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial. La conexión en serie de estos dispositivos permite obtener diferencias de potencial mayores.




*Panel solar:* Módulo que aprovecha la energía solar. El término comprende a los colectores solares utilizados para producir agua caliente (usualmente doméstica) y a los paneles fotovoltaicos utilizados para generar electricidad.

*IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales):* Institución pública de apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental, genera conocimiento mediante la producción de información confiable, consistente y oportuna sobre el estado y las dinámicas de los recursos naturales del medio ambiente facilitando la definición y ajustes de las políticas ambientales y/o la toma de decisiones por parte de los sectores públicos o privados.

*Celsia Solar Yumbo:* Operada por Epsa, es la primera planta de generación solar a gran escala en entregar energía al Sistema Interconectado Nacional. Tiene una capacidad instalada de 9,8 MW y generará cerca de 16,5 GWh de energía año, equivalentes al consumo de 8 mil hogares.

*EPSA:* La generadora colombiana Empresa de Energía del Pacífico (EPSA) se dedica a la generación, distribución y transmisión de energía eléctrica. La compañía tiene presencia en los departamentos del Valle del Cauca, Cauca y Tolima con 16 centrales hidroeléctricas. Asimismo cuenta en el Valle del Cauca con 79 subestaciones, 20.069km de redes de distribución y 274km de redes de transmisión que permiten atender a 580.000 clientes en 39 municipios del Valle y uno en Chocó. Fundada en 1995 y con sede en Cali, EPSA es controlada por la eléctrica colombiana Celsia, que forma parte del Grupo Argos de Colombia.

*ICDE (Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales):* En Colombia, la base para la conformación de la IDE nacional responde a las estrategias internacionales y nacionales. En 1996 el IGAC participó en la Sexta Conferencia Cartográfica Regional de las Naciones Unidas para las Américas, proponiendo la implementación de las IDE nacionales y la regional para América Latina. De esta manera, el proceso de consolidación de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales –ICDE inició en dicho año, como un mecanismo para articular esfuerzos tanto de los productores como de los usuarios de la información geográfica fundamental, optimizando su producción, gestión y acceso a través del uso de estándares y tecnologías de información.



*Smartphone:* Equipos móviles conocidos como teléfonos inteligentes, poseen el teclado integrado en la pantalla, solo aparece cuando le estás indicando al tu teléfono que necesitas escribir algo. La mayor ventaja de estos teléfonos inteligentes y tabletas es que puedes acceder a la red en cualquier instante. Además, de la gran variedad de equipos que encuentras en el mercado.

*Hardware:* Corresponde a todas las partes físicas y tangibles de una computadora, sus componentes eléctricos, electromecánicos y mecánicos; sus cables, gabinetes o cajas, periféricos de todo tipo y cualquier otro elemento físico involucrado; contrariamente al soporte lógico e intangible que es llamado software.

*Software:* referente al equipamiento lógico o soporte lógico de una Computadora digital, y comprende el conjunto de los componentes legales necesarios para hacer posible la realización de tareas específicas; en contraposición a los componentes físicos del sistema, llamados Hardware.

*Inventor:* creado por Google para la elaboración de aplicaciones destinadas al sistema operativo de Android. El lenguaje es gratuito y se puede acceder fácilmente de la web. Las aplicaciones creadas con AppInventor están limitadas por su simplicidad, aunque permiten cubrir un gran número de necesidades básicas en un dispositivo móvil.

*Colciencias:* Es el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Donde Promueve las políticas públicas para fomentar la CTI en Colombia. Las actividades alrededor del cumplimiento de su misión implican concertar políticas de fomento a la producción de conocimientos, construir capacidades para CTI, y propiciar la circulación y usos de los mismos.

*CVIac.* Hojas de vida de investigadores, innovadores, académicos y expertos del Sistema Nacional CTeI (Ciencia, Tecnología e Innovación.). Creada por Colciencias.



## 6. DESARROLLO

Observando los impactos ocasionados al medio ambiente por el cambio climático a causa de la contaminación constante en el planeta y debido a las soluciones empleadas para suplir las necesidades básicas del ser humano; como la inclusión de tecnologías en la industria de la automatización con el fin de aumentar la producción de energía eléctrica, la cual ha ido agotando los recursos naturales no renovables puesto que se generan altos niveles de dióxido de carbono.

Actualmente para alcanzar el desarrollo sostenible se requiere información actualizada, de calidad y, sobre todo, proyectos que incluyan sistemas electrónicos con fuentes naturales renovables (solar/eólica) como nuevas alternativas para la generación de energía eléctrica.

En consecuencia, lo que se pretende generar es una herramienta automatizada, económica cuya fuente de alimentación sea la energía solar y accesible a estratos 1 y 2. Por tal motivo se realizará el diseño de un prototipo para un sistema electrónico inteligente de control doméstico alimentado con energía solar para la administración del flujo eléctrico mediante la conexión local vía bluetooth teniendo tres secciones de servicio (Iluminación, banco de carga y electrodoméstico de bajo consumo). De igual forma se garantiza la viabilidad en la disminución a la dependencia de combustibles fósiles y emisiones de gases de invernadero en el sector de la energía eléctrica.

### 6.1 Presentación del Diseño y Desarrollo

Para el diseño del prototipo del sistema electrónico inteligente se desarrollarán dos fases: diseño de Hardware y diseño de Software. Permitiendo la implementación de las nuevas alternativas tecnológicas para la generación de energía eléctrica limpia en base a las técnicas de URE y en busca de resultados favorables para el medio ambiente beneficiando a la comunidad. **Ver Figura 13.** Diagrama de bloque del sistema de control desde App.



Figura 13. Diagrama de bloque del sistema de control desde App. Autoría Propia.

### 6.1.1 Desarrollo del Hardware

Durante el desarrollo de esta fase se implementarán componentes electrónicos que permitirán el diseño un circuito, teniendo en cuenta que los principales materiales de fabricación de estos son la cerámica, el metal y plástico. Asimismo, será ensamblado en una caja de acrílico con las etiquetas correspondientes para cada sección de trabajo.

Por otra parte, se realiza un listado de todos los elementos y componentes necesarios para el desarrollo del prototipo cuyo valor aproximado oscila entre \$1'000.000 a \$1.400.000 (peso colombiano), teniendo en cuenta el valor de adquisición de componentes como el panel solar y sensores de corriente cuyo costo depende de características como las dimensiones, etiqueta comercial (marca) y el lugar de fabricación/venta. **Ver Tabla No. 2.** Descripción de la compra de los componentes eléctricos para funcionamiento del prototipo electrónico inteligente.

Tabla No. 2. Compra Componentes Eléctricos Del Proyecto		
No.	Nombre Producto	Cantidad
1	Adaptador Cinta 12 V 5 a	1
2	Arduino Mega	1

3	Abrazaderas Pequeñas (Paquete)	1
4	Abrazaderas Tipo Caiman	4
5	Batería 12v 9ah Fulibattery	2
6	Bisagras	2
7	Bornero	1
8	Cable DuPont (H-H/M-H/M-M) X40 10 cm	90
9	Cable Polarizado No. 22 * m	5
10	Cinta LED Potencia 1 12 V * m	1
11	Conector Banana Hembra Macho (par)	6
12	Fusible	3
13	Lamina Acrílico	1
14	LCD 16X2 Backlight Azul	1
15	Módulo Bluetooth Maestros/Esclavo HC-05	2
16	Módulo Relé de 4 Canales 5 1V	1
17	Módulo Sensor de Corriente 4 ACS712 de 5A	1
18	Módulo Sensor Infrarrojo Piroeléctrico HC-SR501	3
19	Modulo Solar 100w 12v Panel Fotovoltaico Celda	1
20	Pausador para Acrilico	1
21	Pegante quimico Acrilico (30 ml)	1
22	Placa I2C adaptadora LCD 1602	3
23	Porta fusible + fusible	1
24	Protoboard MB102 830 Puntos	1
25	Reducción bushing PVC 3/4" a 1/2"	1
26	Regulador 12V 5a	2
27	Regulador conexión Arduino	1
28	Sensor de Corriente de Alta Precisión MAX471	3
29	Soldadura * m	2
30	Tapón Rosca Macho PVC 1/2"	1
31	Terminal batería	2
32	Tubo termoencogible * m C 12	6
33	Tubo termoencogible * m C 21	1
34	Unión Lisa PVC 3/4"	1

Con relación a los diferentes elementos y componentes electrónicos mencionados anteriormente, se adjunta. Imagen **Ver Figura 14**. Elementos y componentes eléctricos.



**Figura 14.** Elementos y componentes eléctricos para el montaje del Prototipo. Autoría Propia.

Con el fin de obtener un bosquejo del prototipo, se analiza las diferentes opciones y se elabora el modelado teniendo en cuenta las conexiones realizadas de forma interna y las salidas/entradas necesarias. **Ver Figura 15.** Montaje Gráfico Parte Frontal del Prototipo. **Ver Figura 16.** Montaje Gráfico Parte Posterío – Baterías. **Ver Figura 16.** Montaje Gráfico Parte lateral izquierdo y derecho, salida sensores de movimiento.



**Figura 15.** Montaje Gráfico Parte Frontal del Prototipo. Autoría Propia.



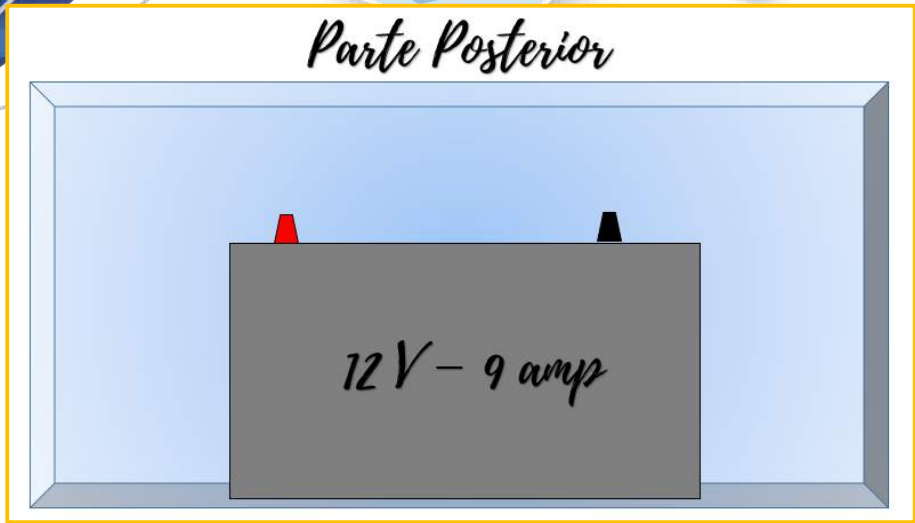


Figura 16. Montaje Gráfico Parte Posterior - Baterías. Autoría Propia.

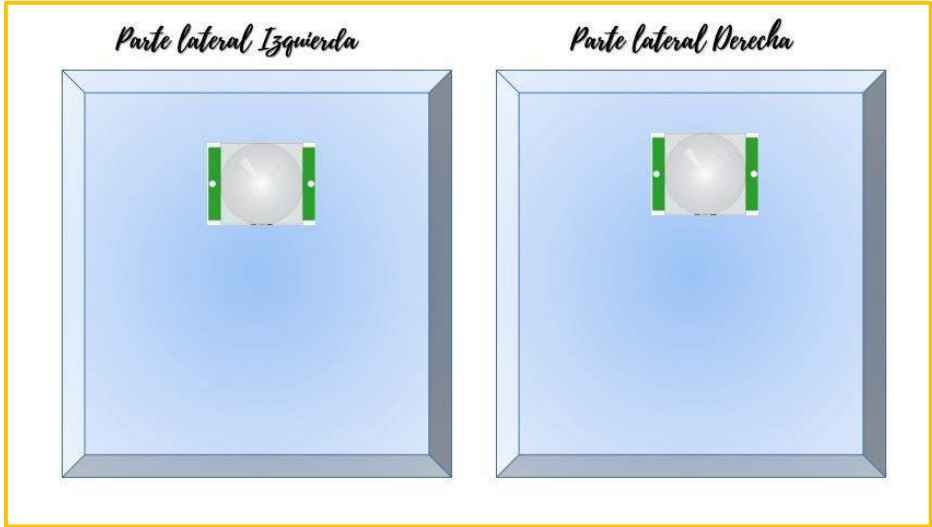


Figura 17. Montaje Gráfico Parte lateral izquierdo y derecho, salida sensores de movimiento. Autoría Propia.

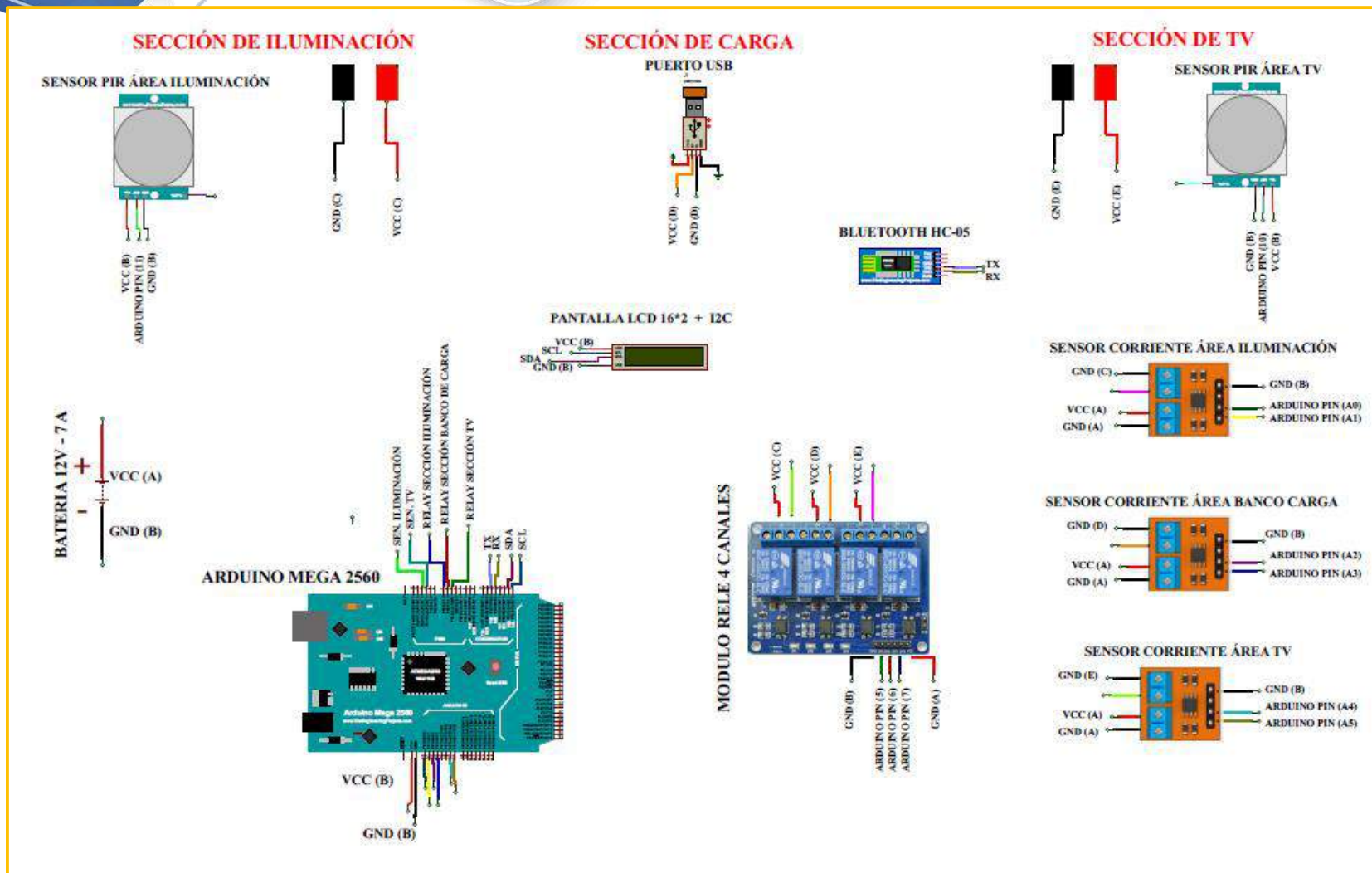
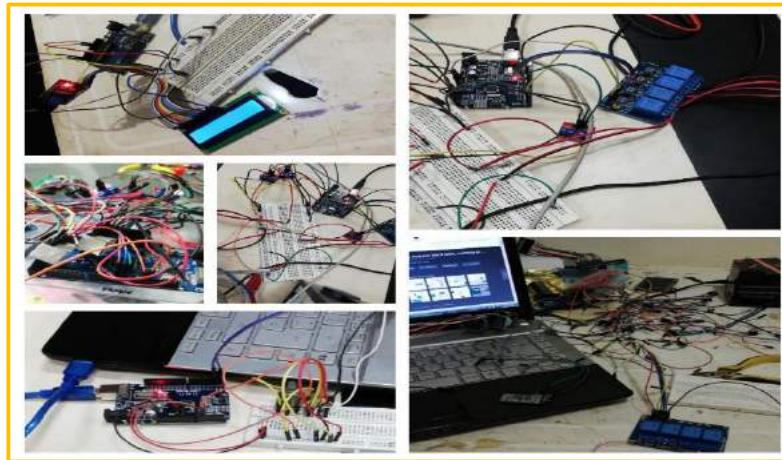


Figura 18. Esquema de conexión de los componentes para el diseño del circuito. Autoría Propia.

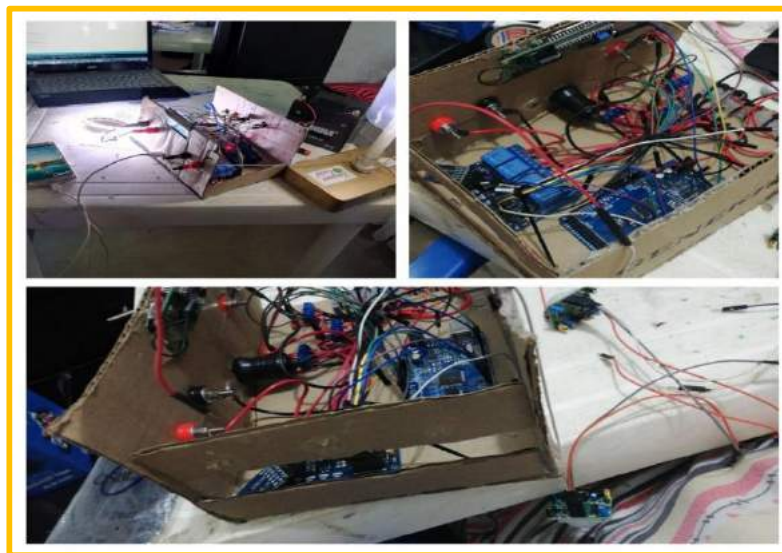
### 6.1.1.1. Etapa De Prueba

**6.1.1.1.1 Prueba Componentes Protoboard:** Durante esta etapa se realizó la prueba de forma individual para cada uno de los componentes mediante la creación de programas básicos en Arduino y empleando para ello una placa de pruebas llamada protoboard.



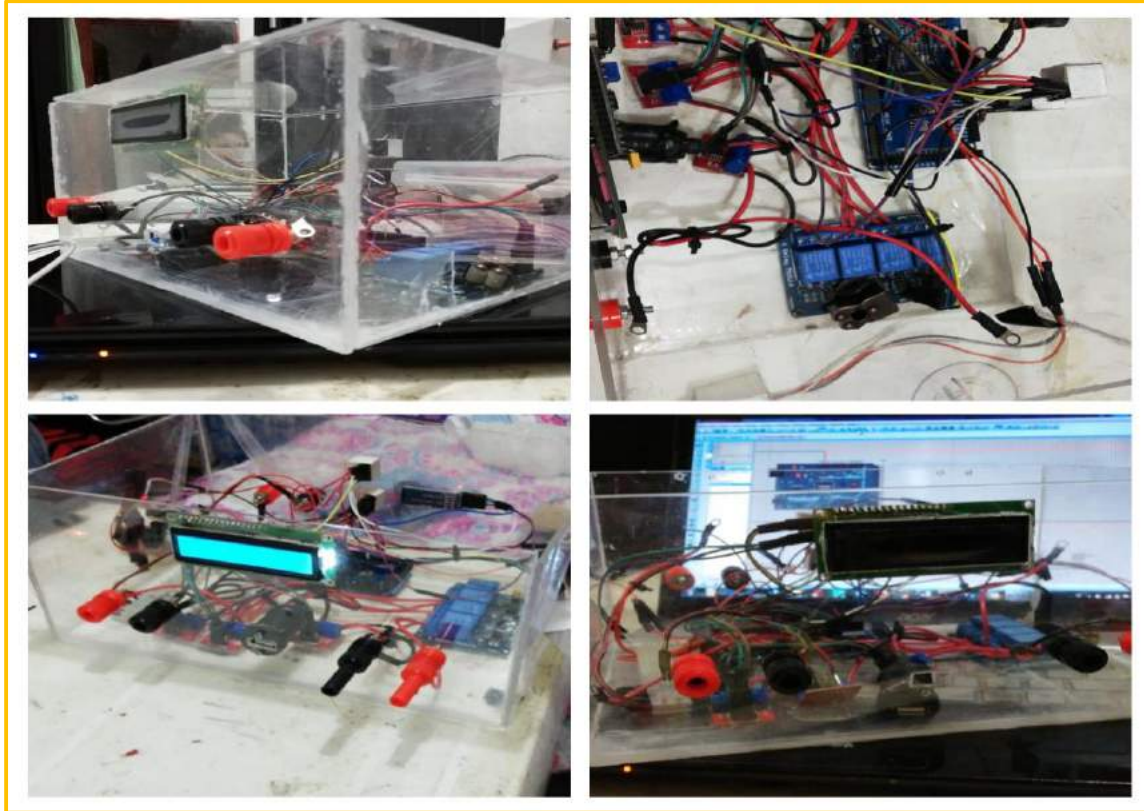
*Figura 19. Registro fotográfico pruebas realizadas de forma individual con los componentes electrónicos. Autoría Propia.*

**6.1.1.1.2. Prueba Componentes ensamble Prototipo 1:** En esta etapa se realizó el montaje y conexión de cada componente electrónico en un prototipo hecho de cartón reciclado; con el fin de obtener las medidas específicas para elaborar la estructura final.



*Figura 20. Registro fotográfico ensamble realizado en el prototipo elaborado en cartón reciclado. Autoría Propia.*

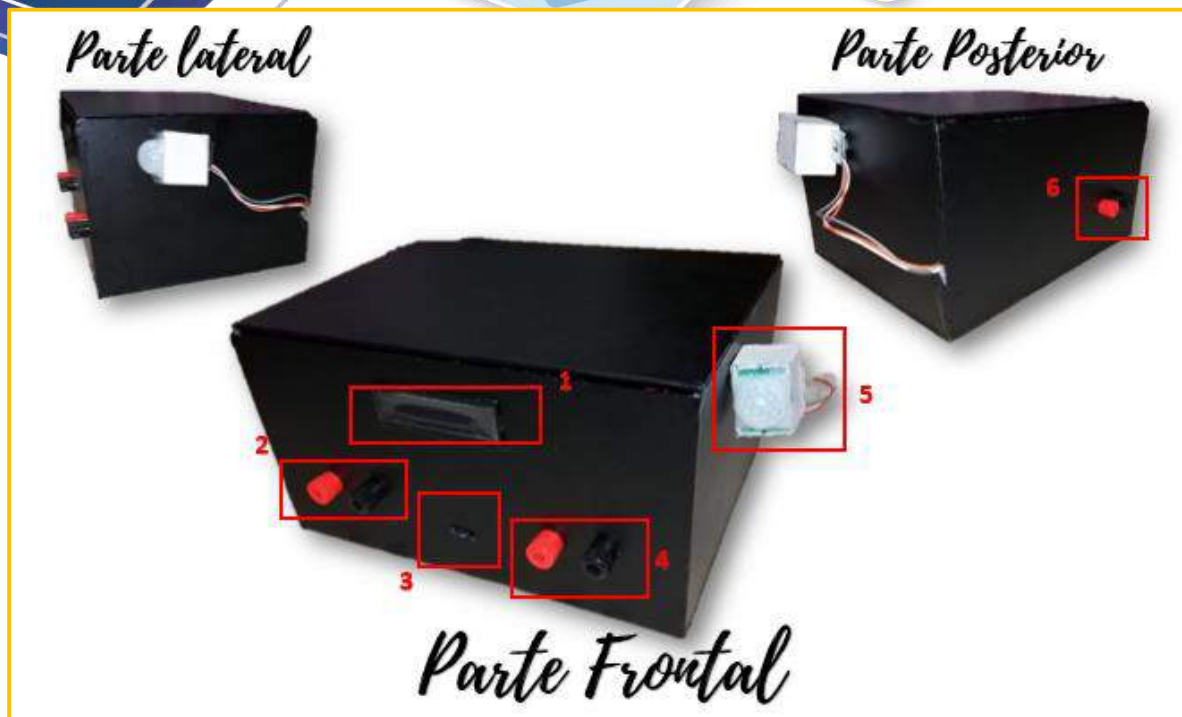
**6.1.1.1.3. Prueba Componentes ensamble Prototipo 2:** Es esta etapa se realiza el montaje y conexión de todos los componentes en el prototipo final elaborado en acrílico en el cual se ubican las salidas de cada una de las secciones de servicio y la entrada de energía del sistema.



*Figura 21. Evidencia fotográfica del ensamble realizado en el prototipo final elaborado en acrílico. Autoría Propia.*

#### **6.1.1.1.4. Prototipo Final:**

Una vez realizada las pruebas piloto con los diferentes componentes electrónicos y aplicando las metodologías planteadas en el proceso de diseño del mismo, se establece el siguiente prototipo final. **Ver figura 22.** Prototipo Final. Autoría Propia.



**Figura 22.** Prototipo Final. Autoría Propia.

1. *Pantalla:* Visualiza el consumo por sección de forma periódica.
2. *Conexión salida sección de iluminación:* Permite la conexión de una fuente de iluminación.
3. *Conexión salida sección banco de carga:* Permite la conexión de equipos tecnológicos de bajo consumo como Smartphone, Tablet, etc.
4. *Conexión salida sección de Tv:* Permite la conexión de un equipo electrodoméstico.
5. *Conexión sensor de movimiento:* realiza la verificación del entorno en la sección activa con un rango aproximados de 2 metros para establecer la presencia de un individuo.
6. *Entrada de carga:* Permite la conexión de la fuente de corriente (batería) para el funcionamiento del prototipo.

### 6.1.2 Desarrollo del Software

El software de desarrollo para la App de la administración del flujo eléctrico se llama App Inventor, este presenta dos entornos; el primero corresponde al diseño gráfico, donde se realiza la parte estética de la aplicación ya que se pueden ubicar cajas de texto, imágenes,

botones entre otras herramientas. **Ver Figura 18.** Entorno de diseño gráfico AppInventor dividido en secciones de trabajo. Fuente: Autoría Propia.

El segundo corresponde a la programación mediante bloques de control, variables, lógicos, colores, procedimientos entre otros para dar funcionalidad a cada elemento ingresado en la pantalla principal de la app. Por ejemplo: se crea la secuencia una vez se presione un botón, ya sea mostrar mensajes al usuario o reproducir un sonido. **Ver Figura 19.** Desarrollo Programación mediante Bloques.



**Figura 23.** Entorno de diseño gráfico AppInventor dividido en secciones de trabajo. Fuente: Autoría Propia.

1. **Paleta:** contiene los elementos que permite insertar en la aplicación. Estos elementos gráficos son cuadros de texto, botones, lienzo de dibujo (Canvas) y elementos que no se ven en la pantalla del móvil, como base de datos (TinyDB), acelerómetro, cámara de vídeo, etc.
2. **Visor:** El visor de la pantalla, simula la apariencia visual que tendrá la aplicación en el móvil. Para añadir un elemento a la pantalla es necesario arrastrar desde la paleta y soltarlo en el visor. Los elementos que no tengan visibilidad hay que arrastrarlos también al visor y automáticamente se desplazarán debajo mostrando el epígrafe “Non-visible components”
3. **Componentes:** muestra la lista de los componentes que se han colocado en el proyecto. Cualquier componente que haya sido arrastrado y soltado desde la paleta

al visor aparecerá ahí. Si se quiere borrar alguno es en la lista de componentes donde está el botón que permite borrarlo.

4. Media: muestra las imágenes y sonidos disponibles para la generación del proyecto. Cualquier archivo de imagen o audio que se quiera usar en la aplicación hay que insertarlo usando este apartado para que esté disponible.
5. Propiedades: al seleccionar un componente en el visor, en propiedades surgirán todos los detalles que se puedan cambiar de ese componente. Por ejemplo, al hacer clic sobre un componente TextBox se podrá cambiar en propiedades su color, texto, fuente, etc.
6. Barra de Herramientas: se encuentra ubicados los botones con una variedad de opciones a ejecutar. Ejemplo botón de selección proyecto, para crear, exportar o borrar del proyecto, botón idioma según la necesidad del usuario, etc.

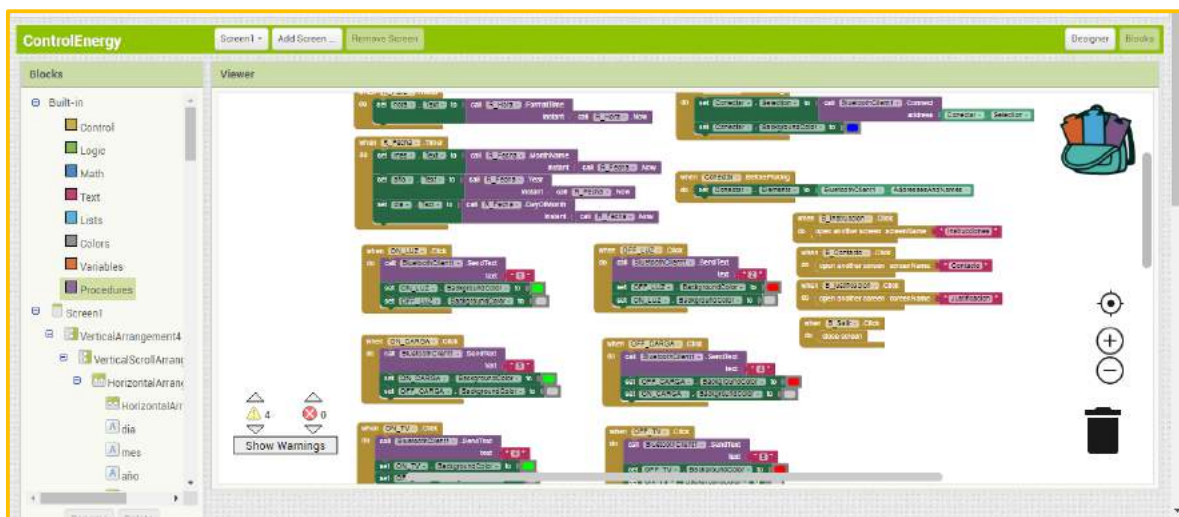
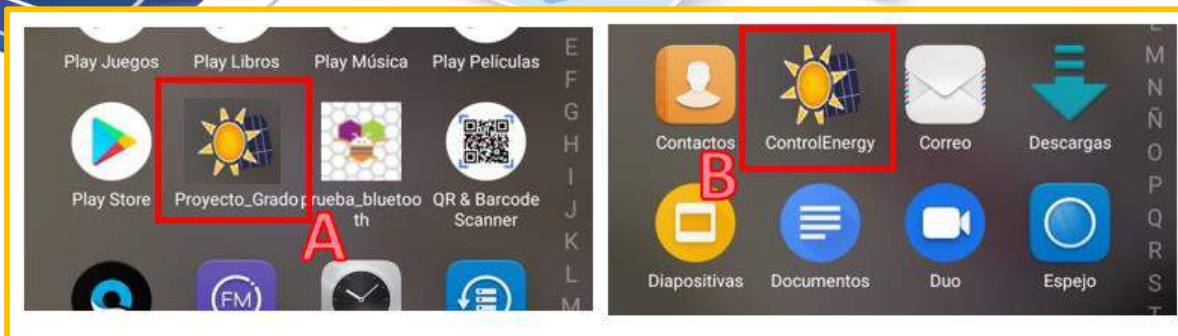


Figura 24. Desarrollo Programación mediante Bloques. Autor Propio.

En esta fase de desarrollo software se crearon dos aplicaciones móviles teniendo en cuenta dos enfoques; una de tipo educativo e informativo nombrada *Proyecto\_Grado* y otra de tipo comercial nombrada *ControlEnergy*. Ver Figura 25. A) Icono App Educativa. B) Icono App Comercial. Autor Propio.



**Figura 25.** A) Icono App Educativa. B) Icono App Comercial. Autor Propio.

Este tipo de Apps es posible instalarlas y ejecutarlas en equipos Smartphone con sistema operativo Android, debido que han sido desarrolladas en un software libre llamado App Inventor 2. **Ver Figura 21.** Entornos pantalla principal App Educativa y App Comercial.



**Figura 26.** Entornos pantalla principal App Educativa y App Comercial. Autor Propio.

A continuación, se expone cada una de las funciones establecidas en el entorno de la pantalla principal de la App Educativa *Proyecto\_Grado*. **Ver Figura 27.** Partes del entorno principal. Autoría Propia.





Figura 27. Partes del entorno principal App Educativa SunEnergy. Autoría Propia.

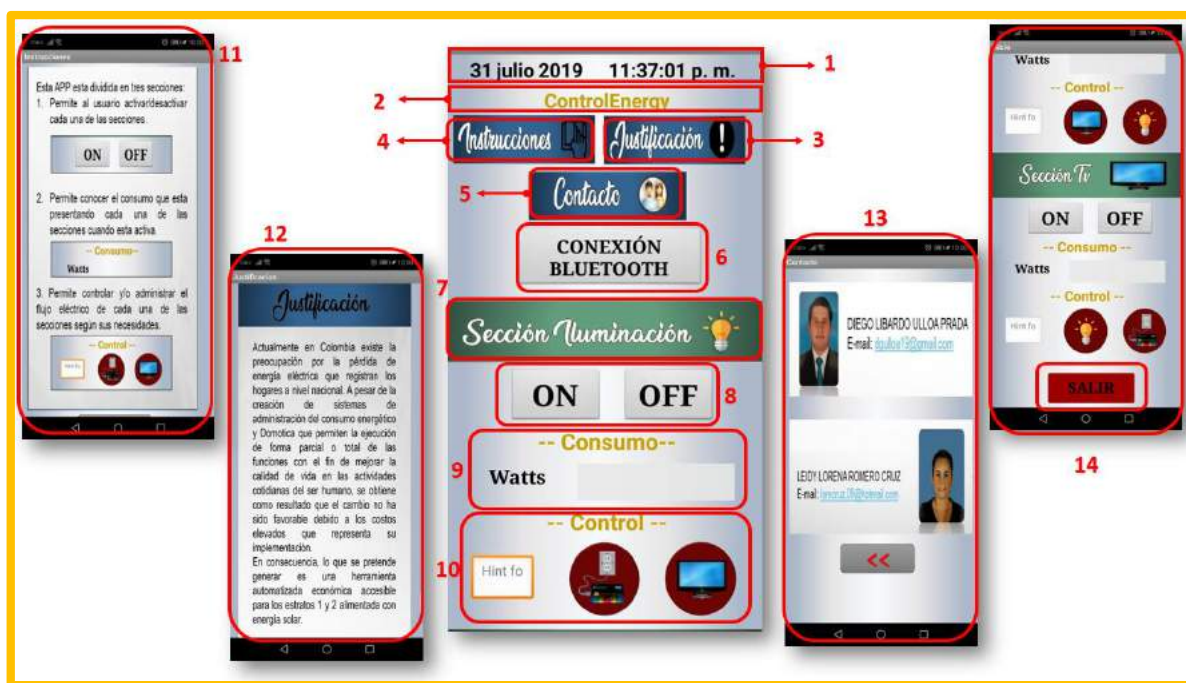
La aplicación fue desarrollada para ejecutar funciones básicas, permitiendo al usuario interactuar de manera local con el Prototipo electrónico. La App se describe en 6 iconos como son:

1. *Nombre Proyecto y logo Universidad:* Se describe de forma detallada el nombre de proyecto de grado realizado por los estudiantes de Ing. de Sistemas e Ing. electrónica. Adicional se observa el logo de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
2. *Botón Control de Servicios:* Permite el ingreso al módulo de control del servicio, donde se administra de forma local los servicios de Iluminación, banco de carga y electrodoméstico de bajo consumo.
3. *Fecha y Hora:* Muestra en tiempo real la fecha y hora, al momento de ingresar a la pantalla principal de la App.
4. *Botón Justificación:* Permite el ingreso a la justificación del porque y para que se desarrolló esta App, para su respectiva ejecución del sistema de manera local del

prototipo electrónico. Adicional muestra un icono funcional de audio mp3. Aplicando y haciendo uso de las tecnologías incluyentes.



5. *Botón grupo de trabajo*: Permite el ingreso a la información básica de los estudiantes que planearon y ejecutaron el proyecto, miembros de un semillero de investigación del CEAD de Acacias Meta. Muestra un enlace para ingresar a la hoja de vida del CvLac.
6. *Icono mp3*: Aplica la tecnología incluyente, permitiendo escuchar el nombre del proyecto y la universidad donde se desarrolló el proyecto.
7. *Botón Salir*: Como su nombre lo indica ejecuta la salida de la aplicación.

De igual forma, se realiza la explicación cada una de las funciones establecidas en el entorno de la pantalla principal de la App Comercial *ControlEnergy*. Ver **Figura 22**. Partes del entorno principal. Autoría Propia



**Figura 28.** Partes del entorno principal App Comercial *ControlEnergy*. Autoría Propia.

1. *Fecha y Hora*: Muestra en tiempo real la fecha y hora, al momento de ingresar a la pantalla principal de la App.

- 
2. *Nombre Proyecto:* se presenta el nombre de la app.
  3. *Botón Justificación:* Permite el ingreso a la justificación del porque y para que se desarrolló esta App.
  4. *Botón Instrucciones:* Permite dar a conocer la funcionalidad de los botones ubicados en cada una de las secciones de los servicios.
  5. *Botón Contacto:* Permite el ingreso a la información básica de los desarrolladores de la app.
  6. *Botón Bluetooth:* Permite el ingreso a la lista de dispositivos bluetooth disponibles para realizar la conexión.
  7. *Nombre Sección:* Permite nombrar la sección en la cual se va ejecutar la función.
  8. *Botones On/Off:* Permite encender o apagar la sección de servicio.
  9. Indica el consumo que está presentando cada sección cuando está activa.
  10. Permite controlar y/o administrar el flujo eléctrico de cada una de las secciones según las necesidades del usuario mediante el ingreso manual del valor a aumentar y elegir a que sección se desea descontar el tiempo de funcionamiento.
  11. Pantalla donde se evidencian las instrucciones de funcionamiento de la app.
  12. Pantalla donde se evidencia la justificación del porque se desarrolló este proyecto.
  13. Pantalla donde se evidencia la información de contacto de los desarrolladores del proyecto.
  14. *Botón Salir:* Como su nombre lo indica ejecuta la salida de la aplicación.
- 



## 7. Conclusiones.

Se implementó el servicio auto sostenible teniendo en cuenta las técnicas de URE (Uso Racional de Energía), con el fin de administrar eficientemente el flujo eléctrico para cada una de las secciones según las necesidades del usuario.

El desarrollo del software trajo consigo la creación de dos Apps; una de tipo educativa con el fin de explicar el propósito de la creación del proyecto mediante una prueba práctica de encendido/apagado de una sección de servicio. En este orden de ideas la otra de tipo comercial permite al usuario final administrar y controlar el flujo eléctrico del sistema según sus necesidades básicas.

Durante el proceso de investigación se hizo énfasis en el estudio de páginas gubernamentales, las cuales permiten acceder a información actualizada y veraz; con respecto a los cambios climáticos existentes en cada región ya que cuentan con estaciones meteorológicas de alta calidad y rendimiento.

Los sensores de medición de corriente “ideales” presentan una tolerancia que genera un margen de error cercano a %5; lo anterior se pudo apreciar, mediante el uso de un multímetro para medir la corriente que estaba recibiendo el sensor de corriente.

Con el desarrollo de este prototipo se ha evidenciado que se pueden crear herramientas de bajo costo destinadas a la administración de energía; mediante la automatización de las funciones principales en un hogar, reduciendo costos de consumo.

El uso de herramientas libres como APP Inventor 2, permiten desarrollar diferentes aplicaciones de forma rápida, intuitiva y dinámica enfocada a este tipo de proyectos. Permitiendo así, mayor dedicación de tiempo a la elaboración de hardware.



## 8. Resultados.

Las pruebas piloto se desarrollando inicialmente en la tarjeta Arduino UNO, siendo esta la más acorde, pues en ese momento no podría decir con exactitud el tipo de puertos de conexión se requerían para todo el proyecto. Pero más adelante a medida que aumentaba la complejidad del proyecto, número de componentes, visualización y comunicación se hizo necesario la implementación de una Tarjeta Arduino MEGA.

Una de las principales dificultades que se presentaron durante el desarrollo de este proyecto fue la transmisión de información en tiempo real entre la APP móvil y el hardware Arduino a través de la comunicación vía Bluetooth; ya que App Inventor 2 permite el envío/lectura de información de 8 bits, pero Arduino emplea información tipo *float* y *entero*. Por lo que fue necesario realizar la conversión de *float/entero* a tipo *String* para enviar una sola cadena de información separada mediante comas (,) y una vez leída por la App se programa mediante bloque para que esta información sea dividida y publicada en el espacio correspondiente.

Debido a que el sensor de movimiento PIR realiza la lectura y mantiene su estado por un periodo muy corto, se empleó un sistema de envío de un carácter correspondiente a cada estado (*movimiento detectado / movimiento no detectado*) de acuerdo a la lectura realizada. De este modo la app recibe el carácter y ejecuta el bloque programado con el fin de informar al usuario si hay movimiento mediante la reproducción de un sonido y encendido de un botón; pero si no se detecta movimiento se reproduce un sonido e inmediatamente se despliega un mensaje en la pantalla de la App informando la inactividad en la sección de servicio y solicitando que sea apagado.

En un principio se empleó el sensor ASC712 para la medición de corriente el cual presentó bastantes errores en medición, pues su comportamiento no es estable ni lineal: siendo que su margen de error sobrepasaba el 7%. Por ende, fue necesario la creación de una ecuación con la esperanza de disminuir este valor, pero no fue posible ya que dicha ecuación no es general siendo que se debe crear una ecuación para cada sensor; aumentando el riesgo en las mediciones fuera de rango. De este modo, se optó por la implementación del sensor de corriente MAX471 el cual presentó un margen de error menor al 5% y comportamiento lineal en las diferentes pruebas realizadas.



## 9. Recomendaciones.

En cuanto al presupuesto estimado para un proyecto, siempre debe contar con un valor del %20 destinado a imprevistos que puedan surgir durante la realización de las pruebas pilotos que trae consigo este tipo de proyectos; puesto que en nuestro caso los sensores comprados inicialmente para la medición de corriente no funcionaron correctamente por lo que fue necesario indagar y posteriormente adquirir nuevos sensores para este procedimiento

También es importante realizar varias cotizaciones con diferentes proveedores (físicos/online) para así determinar dónde comprar cada componente teniendo en cuenta que su precio sea favorable.



## Bibliografía.

*Acerca De La Entidad - IDEAM. (s. f.). Visto por última vez el 28 de febrero de 2019. Recuperado del siguiente enlace: <http://www.ideam.gov.co/web/entidad/acerca-entidad>*

*Andrade Fernandez, A., & Pinzón González, A. (2017). Citar un sitio web - Cite This For Me. Ribuc.ucp.edu.co. Retrieved 18 April 2017. Retrieved from the following link: <http://ribuc.ucp.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10785/1989/CDMIST73.pdf?sequence=1>*

*Antecedentes | ICDE. (s. f.). Visto por última vez el 28 de febrero de 2019. Recuperado del siguiente enlace: <http://www.icde.org.co/quienes-somos/antecedentes>*

*APPA. ¿Qué es la energía fotovoltaica? Visto por última vez el 08 de enero de 2019 Recuperado del siguiente enlace: <https://www.appa.es/appa-fotovoltaica/que-es-la-energia-fotovoltaica/>*

*Aprendiendo Arduino. Programación Arduino. Recuperado del siguiente enlace: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/01/23/programacion-arduino-5/>*

*Arduino. (15 de Enero de 2018). Que es arduino. Obtenido de Arduino: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)  
UPME. (15 de agosto de 2018). Unidad potencia medida . Recuperado del siguiente enlace: <http://www1.upme.gov.co/Paginas/default.aspx>*

*Atlas Ideam. Promedios mensuales de brillo solar para todas las estaciones del país (horas de sol al día). Visto por última vez el 22 de mayo de 2019. Recuperado del siguiente enlace: [http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/6.Anexo\\_Promedios-mensuales-de-brillo-solar.pdf](http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/6.Anexo_Promedios-mensuales-de-brillo-solar.pdf)*

*Banco Mundial LAC. (s. f.). La importancia de las energías limpias. Recuperado del siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=nwK7aYLe9OQ&feature=youtu.be>*



*Binamericas. Perfil de Compañías. Empresa de Energia del Pacifico S.A. E.S.P. Visto por última vez el 07 de marzo de 2018. (EPSA). Recuperado del siguiente enlace:*  
<https://www.bnamericas.com/es/perfil-empresa/empresa-de-energia-del-pacifico-sa-esp>

*Colciencias. Glosario. Visto por última vez el 02 de junio de 2019. Recuperado del siguiente enlace:* <https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/glosario-colciencias.pdf>

*Colombia, L. (2017). La casa inteligente hecha en Colombia | ELESPECTADOR.COM. [online] ELESPECTADOR.COM. [Accessed 18 Apr. 2017] Available at:*  
<http://www.elespectador.com/tecnologia/casa-inteligente-hecha-colombia-articulo-573509>

*Cuatro alternativas a Arduino: BeagleBone, Raspberry Pi, Nanode y Waspote. (2013, enero 9). Recuperado del siguiente enlace.* <https://blogthinkbig.com/4-alternativas-arduino-beaglebone-raspberrypi-nanode-waspote>

*CVN - Colombia una potencia en energías alternativas. (s. f.). Recuperado 7 de noviembre de 2018, de* <https://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-117028.html>

*Diagrama Sankey IEA. (s. f.). Recursos clave para estadísticos de la energía y usuarios de datos IEA. Visto por última vez el 02 de octubre de 2018. Recuperado del siguiente enlace:* de <https://www.iea.org/sankey/#?c=Colombia&s=Balance>

*Dispersión, reflexión y absorción de la luz. Atlas de Radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia de 2017. Publicado en Bogotá, D. C., Colombia 2017. Visto por última vez el 04 de marzo de 2019. Recuperado del siguiente enlace:*  
<http://www.andi.com.co/Uploads/RADIACION.compressed.pdf>

*Domenech, M. (2017). Empresa De Domotica IECOR. Empresa De Domotica IECOR. Retrieved 18 April 2017. Retrieved from the following link:* <http://www.iecor.com/>





Energía solar- Twenergy. (s. f.). . (2012, marzo 23). Visto por última vez el 08 de enero de 2019. Recuperado del siguiente enlace: <https://twenergy.com/energia/energia-solar>

EPSA una empresa CELSIA. Visto Por última vez el 04 de marzo de 2019. Proyectos de energía solar que debes conocer en Colombia. Recuperado del siguiente enlace: <https://blog.celsia.com/proyectos-de-energia-solar-en-colombia/>

Fog, L, (Lisbeth Fog). Espectador. Los efectos de las hidroeléctricas en Colombia más allá de Hidroituango. Publicado el 22 de mayo de 2018. Recuperado del siguiente enlace: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/los-efectos-de-las-hidroelectricas-en-colombia-mas-alla-de-hidroituango-articulo-790263>


Google Earth. Georeferenciación Municipio Granada – Departamento del Meta - Colombia. Visto por última vez el 10 de julio de 2018. Recuperado del siguiente enlace: <https://earth.google.com/web/@3.54994299,73.70349212,333.40822444a,9360.84051823d,35y,220.19450139h,0t,0r>

Guía didáctica desarrollada por el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional de Colombia para la Unidad de Planeación Minero Energética UPME. (2017). pdf. Retrieved 18 April 2017, Retrieved from the following link: [http://www.upme.gov.co/docs/alumbrado\\_residencial.pdf](http://www.upme.gov.co/docs/alumbrado_residencial.pdf)

Hardware - EcuRed. (s. f.). Visto por última vez el 28 de febrero de 2019. Recuperado del siguiente enlace: <https://www.ecured.cu/Hardware>

Informática Básica: El Smartphone o teléfono inteligente. (s. f.). Visto por última vez el 08 de febrero de 2019. Recuperado del siguiente enlace: GCFGlobal.org website: <https://edu.gcfglobal.org/es/informatica-basica/el-smartphone-o-telefono-inteligente/1/>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Departamento del Meta y sus Municipios. Visto por última vez 10 de julio de 2018. Recuperado del siguiente enlace: [http://ssiglwps.igac.gov.co/mapas\\_de\\_colombia/igac/politicos\\_admin\\_2014/Meta.pdf](http://ssiglwps.igac.gov.co/mapas_de_colombia/igac/politicos_admin_2014/Meta.pdf)



*Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Mapa Oficial Físico Político-2012. Visto por última vez 10 de julio de 2018. Recuperado del siguiente enlace:*

*[http://ssiglwps.igac.gov.co/mapas\\_de\\_colombia/IGAC/Tematicos2012/MapaFisico.pdf](http://ssiglwps.igac.gov.co/mapas_de_colombia/IGAC/Tematicos2012/MapaFisico.pdf)*

*Investigation of the effect of renewable energy sources on static voltage stability with dynamic optimal power flow solution in power systems. (2018), 5.*

*La importancia de las energías limpias. (s. f.). [Text/HTML].*

*<http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2017/10/30/la-importancia-de-las-energias-limpias>*

*Malcolm Allison H. s. f. «Los pecados de las hidroeléctricas». Cinabrio blog. Visto por última vez el 22 de diciembre de 2018. Recuperado del siguiente enlace:*

*<http://cinabrio.over-blog.es/2015/08/los-pecados-de-las-hidroelectricas.html>*

*Mamun, M. A., & Kamrul, A. K. M. (s. f.). Non Isolated DC-DC Step Up Converter with High Voltage Gain for Renewable Energy Applications, 4.*


*Mapa Radiación Solar a Nivel Nacional – Colombia. Sección Departamento Meta. Ubicación geográfica Granada. Visto por última vez el 02 de octubre de 2018, Recuperado del siguiente enlace: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>*

*Panel solar - EcuRed. (s. f.). Visto por última vez el 08 de enero de 2019. Recuperado del siguiente enlace: [https://www.ecured.cu/Panel\\_solar](https://www.ecured.cu/Panel_solar)*

*Planta de biomasa. Qué es la biomasa? Visto por última vez el 05 de febrero de 2018. Recuperado del siguiente enlace: <http://www.plantasdebiomasa.net/que-es-la-biomasa.html>*

*Portillo, G. (2019, febrero 24). Albedo de la Tierra. Qué es y cómo afecta al cambio climático. Visto por última vez el 08 de enero de 2019., de Meteorología en Red website. Recuperado del siguiente enlace: <https://www.meteorologiaenred.com/albedo-de-la-tierra.html>*





Portillo. (2019, febrero 24). Albedo de la Tierra. Qué es y cómo afecta al cambio climático. Visto por última vez el 08 de enero de 2019., de Meteorología en Red website, Recuperado del siguiente enlace: <https://www.meteorologiaenred.com/albedo-de-la-tierra.html>

Ramos-Álvarez, M. M., & Catena, A. (2004). Normas para la elaboración y revisión de artículos originales experimentales en Ciencias del Comportamiento. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 4(1). Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=33740110>


Rodriguez, A, Figueredo, J (2016), Selección e implementación de un prototipo de estación meteorológica aplicando IoT y herramientas Google, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Desarrollo e Innovación en Ingeniería (primera edición), Editorial Instituto Antioqueño de Investigación. Recuperado del siguiente enlace: <http://fundacioniai.org/libros/libro8.pdf>

Rodriguez, A, Figueredo, J (2016)., Clima de Acacias, Histórico de medición. Recuperado del siguiente enlace: <https://sites.google.com/site/climaacacias/historico-de-mediciones>

Serrano, A. A., Sanz, L. G., Rodrigo, I. L., Gordo, E. G., Álvaro, B. G., & Brea, L. R. (s. f.). MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN DE ENFOQUE EXPERIMENTAL, 33.

SIER. (s. f.). Emisiones de CO2: Colombia -2010 | Emisiones totales; 74,822.86 Gg. Visto por última vez el 02 de octubre de 2018, Recuperado del siguiente enlace: <http://sier.olade.org/consultas/infograma-emisiones-metodo-tecnologias.aspx?or=546&ss=2&v=3>

Sistema embebido. (s. f.). Enciclopedia virtual (EcuRed). Visto por última vez el 25 de septiembre de 2018. Recuperado del siguiente enlace: [https://www.ecured.cu/Sistema\\_embebido#Microprocesadores\\_y\\_sistemas\\_embebidos](https://www.ecured.cu/Sistema_embebido#Microprocesadores_y_sistemas_embebidos)





Software - EcuRed. (s. f.). Visto por última vez el 28 de febrero de 2019. Recuperado del siguiente enlace: <https://www.ecured.cu/Software>


Statistics | World - Total Primary Energy Supply (TPES) by source (chart). (s. f.).  
Estadística Datos energéticos globales a tu alcance. Visto por última vez el 02 de octubre de 2018. Recuperado del siguiente enlace:  
<https://www.iea.org/statistics/?country=WORLD&year=2016&category=Key%20indicators&indicator=TPESbySource&mode=chart&categoryBrowse=false&dataTable=BALANCES&showDataTable=true>

Thankappan Nair, R., & Sankar, A. (2014). Dynamic pricing based on a cloud computing framework to support the integration of renewable energy sources. *The Journal of Engineering*, 2014(12), 680-687. <https://doi.org/10.1049/joe.2014.0239>

Torrente, O {Oscar Torrente Artero}. *Arduino. Curso práctico de formación*. Recuperado del siguiente enlace:  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6cZhDmf7suQC&oi=fnd&pg=PR15&dq=programacion+arduino&ots=A\\_bCgYPCBL&sig=3lYYkMrzsr8HL\\_N-2pVmYJGVn4c#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6cZhDmf7suQC&oi=fnd&pg=PR15&dq=programacion+arduino&ots=A_bCgYPCBL&sig=3lYYkMrzsr8HL_N-2pVmYJGVn4c#v=onepage&q&f=false)

Vela, M. (Mario Alexander Vela Ruiz). *Implementación y ejecución de un sistema de energía alternativa (fotovoltaica) para incrementar la calidad de vida de sus moradores en la comunidad de palmeras*. Publicado en Bogotá D.C. Recuperado del siguiente enlace:  
<https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/6195/1/1022326361.pdf>

¿Qué es AppInventor? - *Curso de introducción a la programación de apps con AppInventor*. (s. f.). Visto por última vez el 08 de febrero de 2019. Recuperado del siguiente enlace: <https://www.programoergosum.com/curso-online/appinventor/27-curso-de-programacion-con-app-inventor/primeros-pasos>



*¿Qué es Colciencias? Visto por última vez el 01 de junio de 2019. Recuperado del siguiente enlace: <https://legadoweb.colciencias.gov.co/faq/qu-es-colciencias>*

*¿Qué son las energías renovables? - Twenergy. (2012, marzo 23). Visto por última vez el 08 de enero de 2019. Recuperado del siguiente enlace: <http://twenergy.com/a/que-son-las-energias-renovables-516>*